



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA
 ACQUEDOTTISTICO DEL PESCHIERA PER
 L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA
 IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA

SUB COMMISSARIO ING.

aceq
 acqua
 ACEA ATO 2 SPA

Member of ISO
 ASSOCIATION
RINA
 CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
 ISO 9001-ISO 14001
 ISO 45001-ISO 18001
 ISO 50001

aceq
 Ingegneria
 e servizi

Member of ISO
 ASSOCIATION
RINA
 CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
 ISO 9001-ISO 14001
 ISO 45001

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. PhD Alessia Delle Site

SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Avv. Vittorio Gennari

Sig.ra Claudia Iacobelli

Ing. Barnaba Paglia

CONSULENTE

Ing. Biagio Eramo

ELABORATO
A250 SIA R002 0

COD. ATO2 AAM10118

DATA **DICEMBRE 2021** SCALA

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Progetto di sicurezza e ammodernamento
 dell'approvvigionamento della città
 metropolitana di Roma
 "Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema
 idrico del Peschiera",
 L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

Sottoprogetto
NUOVO ACQUEDOTTO MARCIO – I LOTTO
DAL MANUFATTO ORIGINE AL SIFONE CERASO
 (con il finanziamento dell'Unione
 europea – Next Generation EU)

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA
 ED ECONOMICA**

TEAM DI PROGETTAZIONE

CAPO PROGETTO
 Ing. Angelo Marchetti

ASPETTI AMBIENTALI
 Ing. PhD Nicoletta Stracqualursi
 Ing. Viviana Angeloro

Hanno collaborato:
 Ing. Francesca Giorgi
 Ing. PhD Serena Conserva
 Ing. Simone Leoni
 Dott. Salvatore Esposito
 Geol. Simone Febo
 Geol. Filippo Arsie

CONSULENTI
 I.R.I.D.E. s.r.l.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
 Parte 2 – Lo scenario di base

INDICE

PARTE 2- Lo scenario di Base	1
1 L'acquedotto Marcio esistente	1
1.1 Gli acquedotti romani	1
1.2 La nascita dell'acquedotto Marcio.....	2
1.3 Il complesso sorgentizio dell'acqua Marcia	4
1.4 L'acquedotto attuale: la dimensione fisica	6
1.5 L'acquedotto attuale: la dimensione operativa	8
2 Il contesto ambientale.....	10
2.1 A – Popolazione e salute Umana	10
2.1.1 Le principali fonti di disturbo della salute umana	10
2.1.2 Il contesto demografico	11
2.1.3 Lo stato della salute umana: profilo epidemiologico sanitario	16
2.1.3.1 Aspetti generali.....	16
2.1.3.2 I dati di Mortalità	19
2.1.3.3 I dati di Morbosità	26
2.1.4 Conclusioni sullo stato di salute attuale.....	32
2.1.5 L'esposizione agli inquinanti atmosferici ed al rumore.....	32
2.2 B - Biodiversità.....	35
2.2.1 Inquadramento geografico e bioclimatico	35
2.2.2 Inquadramento vegetazionale e floristico	37
2.2.3 Inquadramento faunistico.....	42
2.2.4 Struttura e funzionalità degli habitat	47
2.2.5 Aree ad elevato valore naturalistico seggette a regimi conservazionistici	51
2.2.6 Rete ecologica	59
2.3 C – Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare	64
2.3.1 Inquadramenti territoriali	64
2.3.2 Suolo.....	64
2.3.3 Uso del suolo	72
2.3.4 Le aziende agricole e i sistemi colturali	75
2.3.5 Agricoltura biologica	79
2.3.6 La struttura delle aziende agricole	80
2.3.7 La zootecnica.....	84
2.3.8 Il sistema agroindustriale	86
2.3.9 I prodotti e i processi produttivi agroalimentari di qualità	88
2.4 D – Geologia e acque.....	92
2.4.1 Inquadramento geomorfologico	92
2.4.2 Inquadramento geologico	92
2.4.3 Stratigrafia.....	98
2.4.4 Aspetti geotecnici-geomeccanici.....	108
2.4.5 Qualità delle terre	112
2.4.6 Sismicità	116

2.4.7	Pericolosità geomorfologica.....	124
2.4.8	Inquadramento idrogeologico.....	136
2.4.9	Inquadramento idrografico.....	146
2.4.10	Pericolosità e rischio idraulico.....	148
2.4.11	Qualità delle acque superficiali e sotterranee.....	154
2.4.12	Livello di falda.....	160
2.4.13	Vulnerabilità dell'acquifero.....	169
2.4.14	Cave e discariche.....	169
2.4.15	Siti contaminati.....	171
2.5	E – Atmosfera: aria e clima.....	174
2.5.1	Analisi meteorologica.....	174
2.5.1.1	Analisi generali.....	174
2.5.1.2	Il dato storico: andamento 1971-2000.....	174
2.5.1.3	Il dato attuale: Bollettino METAR anno 2020.....	197
2.5.1.4	Il confronto tra il dato storico e l'anno di riferimento delle simulazioni.....	201
2.5.2	Analisi emissiva.....	208
2.5.2.1	Emissioni a livello nazionale.....	208
2.5.2.2	Emissioni a livello regionale.....	209
2.5.2.3	Emissioni a livello provinciale.....	210
2.5.3	Analisi della qualità dell'aria.....	211
2.5.3.1	Normativa nazionale di riferimento.....	211
2.5.3.2	La pianificazione e programmazione della qualità dell'aria.....	213
2.5.3.3	La rete di monitoraggio e le centraline di riferimento.....	218
2.5.3.4	Analisi degli inquinanti monitorati.....	223
2.5.4	La campagna di monitoraggio effettuata nel 2021.....	240
2.5.4.1	Premessa.....	240
2.5.4.2	Metodologia e strumentazione utilizzata.....	241
2.5.4.3	Misure presso Casetta Rossa.....	246
2.5.4.4	Confronto con i dati ARPA.....	251
2.5.5	Cambiamento climatico e gas serra.....	252
2.5.5.1	Aspetti generali del fenomeno.....	252
2.5.5.2	Normativa e pianificazione di riferimento.....	255
2.5.5.3	Emissioni di gas serra.....	264
2.6	F – Sistema paesaggistico.....	270
2.6.1	Il contesto paesaggistico: processi di strutturazione del paesaggio.....	270
2.6.2	Il patrimonio culturale storico testimoniale.....	273
2.6.3	Aspetti percettivi.....	276
2.7	G1 - Rumore.....	284
2.7.1	Classificazione acustica del territorio.....	284
2.7.2	Indagini fonometriche.....	286
2.8	G2 – Vibrazioni.....	288
2.8.1	Inquadramento normativo.....	288
APPENDICE I – Risultati monitoraggio qualità dell'aria 2021.....		291
1	Risultati monitoraggio qualità dell'aria effettuato a Casetta Rossa.....	291
2	APPENDICE II – Schede anagrafiche misure fonometriche 2021 e certificati di taratura della strumentazione.....	310

3	<i>Punto di misura giornaliero Rum_01</i>	<i>310</i>
4	<i>Certificati di taratura strumentazione utilizzata</i>	<i>314</i>

PARTE 2- Lo scenario di Base

1 L'acquedotto Marcio esistente

1.1 Gli acquedotti romani

Già nell'antica Roma gli acquedotti rivestivano una fondamentale importanza per lo sviluppo della società e per il soddisfacimento delle esigenze potabili e sanitarie. Possono, pertanto, essere considerate tra le Opere più importanti realizzate nell'antichità.

Nell'intervallo tra il IV secolo a.C. ed il III secolo d.C., furono portate a Roma ben undici "acque", così classificate temporalmente: l'Appia, l'Anio Vetus, la Marcia, la Tepula, la Giulia, la Vergine, l'Alsietina, la Claudia, l'Anio Novus, la Traiana e l'Alessandrina.

In particolare, il primo acquedotto per la città di Roma (Acquedotto Appio) fu progettato e iniziato dal censore Gaio Plauzio Venoce e realizzato nel 312 a.C. dal suo collega di censura Appio Claudio Cieco, dal quale l'Opera prende il nome.

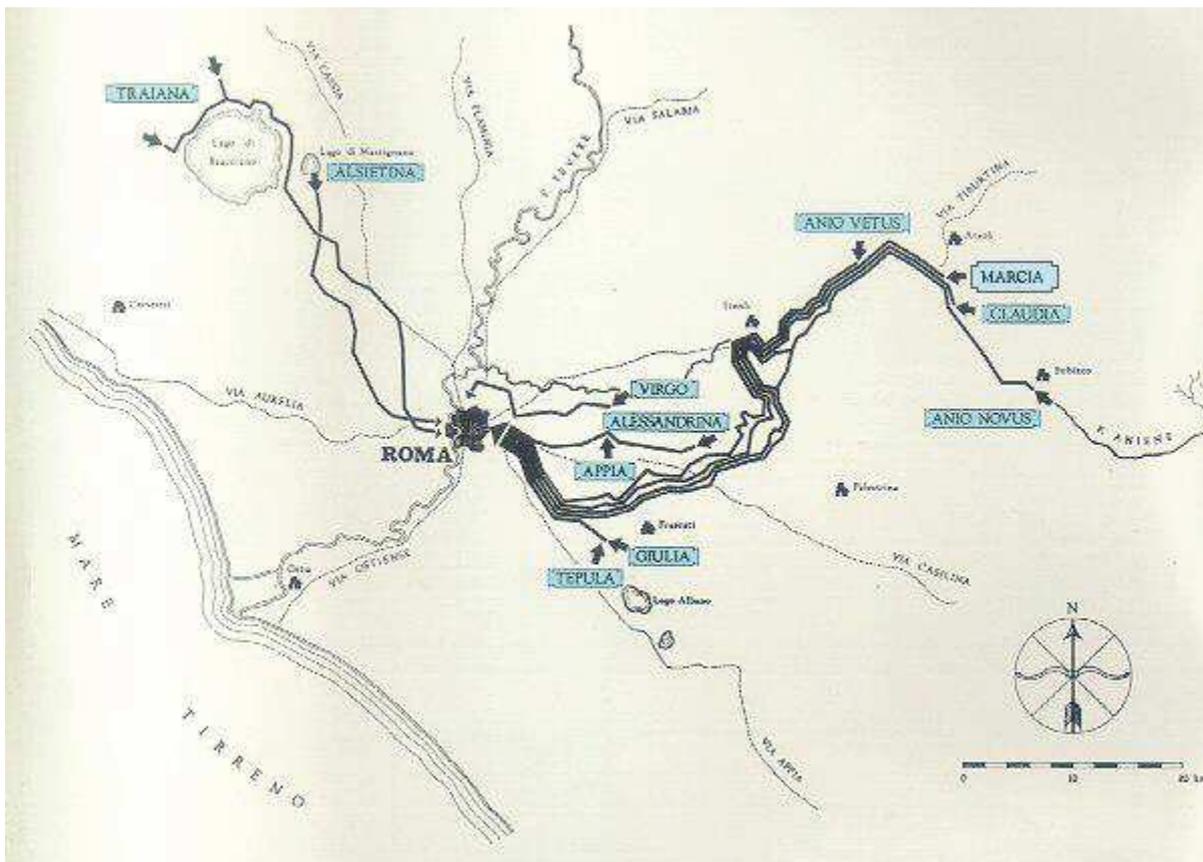


Figura 1-1 Tracciato degli acquedotti romani

Tra i diversi acquedotti esistenti, numerosi erano quelli che traevano l'acqua dalla valle dell'Aniene. In particolare, gli acquedotti dell'Anio Novus e dell'Anio Vetus trasportavano a Roma le acque del Fiume, mentre l'Acquedotto Marcio e l'acquedotto Claudio adducevano a Roma le acque captate direttamente dalle sorgenti.

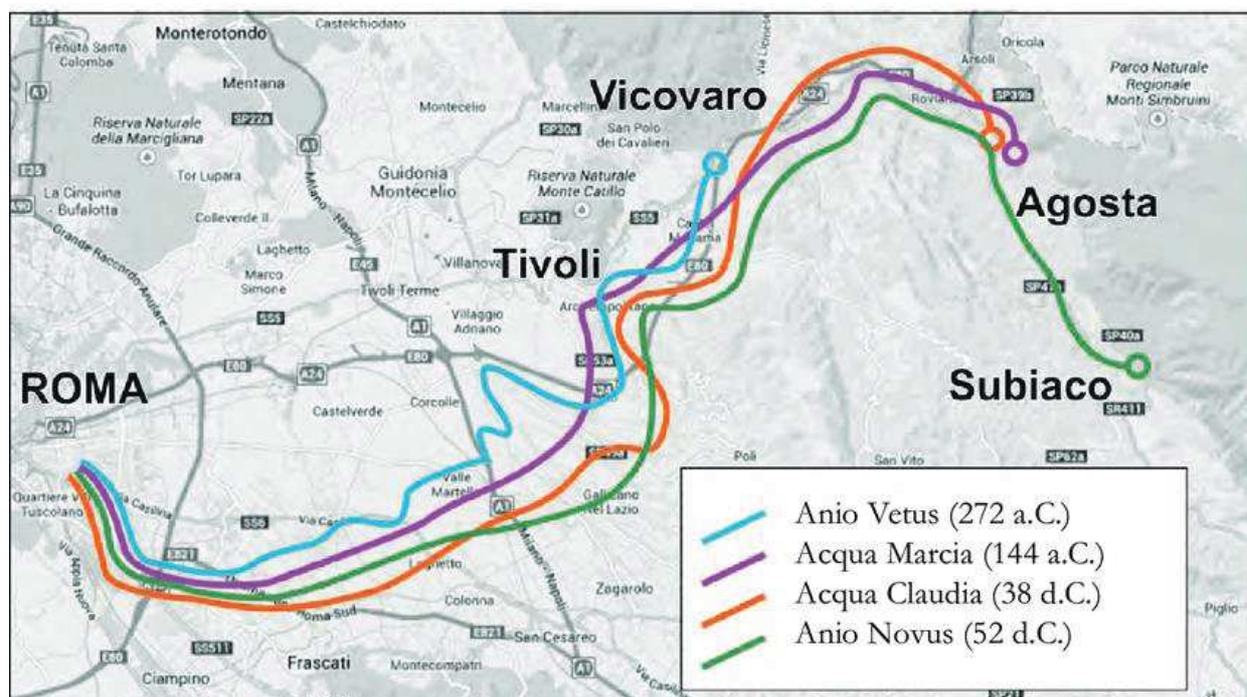


Figura 1-2 Tracciato degli Acquedotti Romani nella valle dell'Aniene (Lozzi, Bonaventura, 1999)

Questi acquedotti rivestono tutt'ora un'importanza rilevante, sia rispetto ai resti archeologici, sia per indicazioni sui tracciati percorsi in epoche storiche con le tecnologie disponibili al tempo.

1.2 La nascita dell'acquedotto Marcio

L'acquedotto Marcio fu costruito dal pretore Quinto Marcio Re nel 144 a.C. all'epoca della distruzione di Cartagine quando Roma divenne, di fatto, la capitale del Mediterraneo. Questo era uno tra i più lunghi acquedotti romani (91,4 km) ed era addirittura più lungo del moderno acquedotto del Peschiera che misura 86 Km.

I lavori, che videro per la prima volta utilizzata la tecnica delle grandi arcate in opera quadrata, durarono in tutto quattro anni.

Contrariamente all'Anio Vetus, che attingeva direttamente dal corso del Fiume Aniene, l'acquedotto Marcio attingeva direttamente da una delle sue sorgenti, abbondante e di ottima qualità e purezza.

Le acque sorgive dell'Acqua Marcia scaturivano presso Marano Equo, al Km 60,5 dell'attuale strada Sublacense, nell'alta valle dell'Aniene, e sono state sempre

considerate le migliori di Roma, al punto di essere usate come termine di paragone per tutti gli altri acquedotti.

Non è possibile stabilire con certezza l'ubicazione esatta del caput aquae, ma si può senz'altro affermare che il bacino delle sorgenti Rosoline costituiva l'alimentazione dell'acquedotto insieme con le sorgenti Serene ed in particolare la II Serena.

Dalle sorgenti della II Serena l'acqua si raccoglieva in un laghetto artificiale da dove poi partiva il canale vero e proprio. Nei pressi di Capannelle alcune grandi piscine limarie consentivano all'acqua di depositare le impurità in sospensione. Da lì, dopo altri 9 km di percorso interamente sopraelevato su di una lunga fila di grandi arcate, l'acqua arrivava al centro di Roma alla quota di 56 m s.l.m., quota superiore agli altri acquedotti, che consentiva una ampia e comoda distribuzione a tutta la città. La portata dell'acquedotto era già allora di 190.000 metri cubi d'acqua al giorno.

Dei circa 91 km di tracciato, 80 km circa erano in sotterraneo, mentre i restanti 11 km erano realizzati a cielo aperto con dei ponti canali su una lunga fila di arcate.

Il percorso seguiva dapprima la sponda destra dell'Aniene, poi, presso San Cosimato, sopra Vicovaro, passava, con un ponte, sulla sinistra, andando ad affiancarsi all'Anio Vetus (che era però ad una quota più bassa), mentre in seguito vennero realizzati in allineamento anche l'acquedotto Claudio e l'Anio Novus. Superata la valle Empolitana con un altro ponte, il Ponte degli Arci, del quale resta un'arcata del restauro augusteo, il tracciato andava verso Tivoli. Di lì attraversava zone collinari in sotterraneo e le valli con dei ponti spettacolari, di cui sono ancora visibili alcuni resti. Usciva infine in superficie presso la zona del Casale della Roma vecchia, dove si trovavano le piscine limarie. Da qui continuava sopraelevato su di una lunga fila di grandi arcate quadrate di tufo, fino alla zona di Porta Maggiore, punto di confluenza con altri antichi acquedotti, ed ancora seguendo il percorso delle future Mura Aureliane, per poi scavalcare la Via Tiburtina su un arco che venne successivamente riadattato nella Porta Tiburtina. Il percorso proseguiva ancora superando la Porta Viminale e terminava in prossimità della Porta Collina.

L'acquedotto Marcio ebbe numerosi interventi di restauro, tra cui il più importante tra il 11 e il 4 a.c. ad opera di Cesare Ottaviano Augusto, che ne potenziò la portata, raddoppiandola con la nuova captazione di 1200 l/s, detta "Aqua Augusta", circa 1200 m a monte delle precedenti, sotto l'attuale paese di Agosta, che ne porta il nome. Altri restauri furono portati avanti per opera di Marco Vipsanio Agrippa nel 33 a.C., dell'imperatore Tito nel 79 d.C. e dall'imperatore Caracalla nel 213 d.C.. Quest'ultimo in particolare ne potenziò ulteriormente la portata grazie alla captazione di una ulteriore sorgente nei pressi di Arsoli, e realizzò la diramazione dell'acqua Antoniniana destinata ad alimentare le nuove Terme di Caracalla, inaugurate nel 216 d.C.. La tratta aveva origine in prossimità dell'odierna Porta Furba e valicava la via Appia sfruttando il preesistente arco di Druso.

1.3 Il complesso sorgentizio dell'acqua Marcia

Il sistema acquedottistico dell'Acqua Marcia è, come già detto, costituito da due acquedotti, realizzati in epoche differenti, che adducono la portata dalle sorgenti fino a Tivoli. In particolare, il punto di partenza degli acquedotti è rappresentato dal cosiddetto "Manufatto Origine degli Acquedotti", posto all'estremità orientale della piana di Fiumetto a fianco alla S.S. Sublacense, nel quale la portata delle diverse sorgenti viene recapitata dai due collettori denominati "Collettore sorgenti Alte" e "Collettore sorgenti Basse".

Da questo manufatto iniziano i due acquedotti attualmente in esercizio, denominati I e II acquedotto Marcio, che dopo circa 27 km raggiungono Tivoli.

La capacità di trasporto nominale del I acquedotto è di 3500 l/s, quella del II acquedotto di 2500 l/s. Attualmente la capacità di trasporto dei due acquedotti si è ridotta ad un massimo complessivo di circa 5300 l/s (3200 l/s il I e 2100 l/s il II).

La captazione dell'Acqua Marcia preleva le acque di 9 sorgenti e gruppi sorgivi principali posti alla base del versante carbonatico dei Monti Simbruini, tradizionalmente raggruppati in:

- sorgenti Alte, nel territorio del Comune di Agosta;
- sorgenti Basse, distribuite sul territorio del Comune di Marano Equo;
- sorgenti della Piana di fronte alla valle d'Arsoli.

Ciascun gruppo di queste sorgenti recapita agli acquedotti attraverso un individuale sistema di adduzione dai caratteri, gradienti e possibilità di manovra specifici. Questo aspetto è espressione dell'evoluzione costruttiva secolare dell'intero complesso e costituisce un carattere qualificante della odierna captazione.

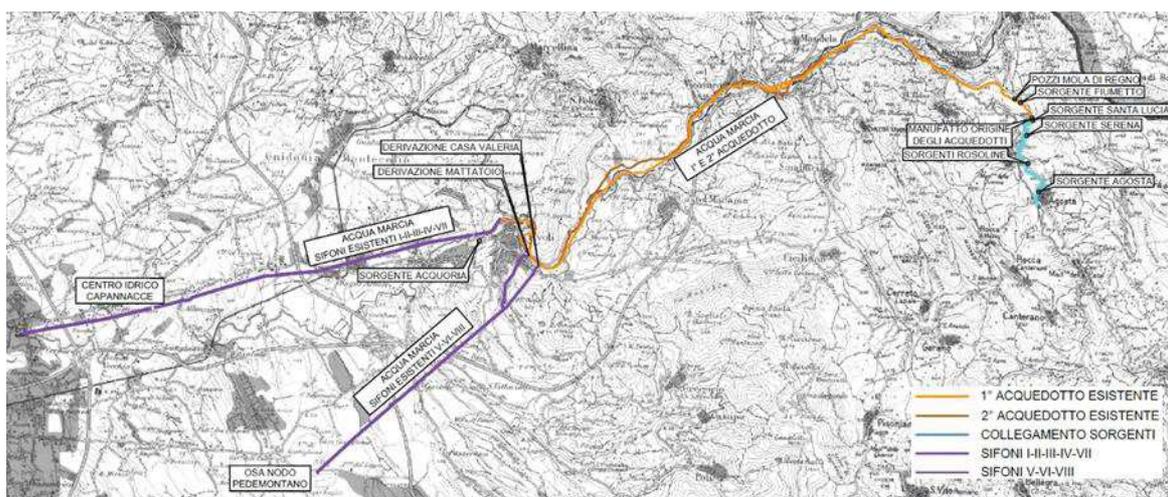


Figura 1-3 Schema del sistema acquedottistico Marcio

Di seguito di descrivono brevemente le principali caratteristiche relative ai tre collettori principali.

Il collettore delle sorgenti Alte

Il primo sistema di adduzione, che preleva le acque dalle Sorgenti Alte, si sviluppa con una lunghezza di 4,5 km sino al Manufatto Origine degli Acquedotti. Tale acquedotto, che possedeva originariamente una capacità limite di trasporto delle acque a piena sezione variabile lungo il tracciato tra circa 1 e circa 3,5 m³/s, è stato realizzato in calcestruzzo magro non armato con uno spessore delle pareti variabile dai 12 cm (scatolare di Residue d'Agosta) ai 20 cm. L'acquedotto possiede una sezione crescente conforme all'aumento di portata apportato dalle sorgenti Alte, con la sezione minore alla partenza da Fonte d'Agosta e la sezione tipo acquisita dopo Mola d'Agosta.

Il collettore delle sorgenti Basse

Il sistema di adduzione delle sorgenti Basse, si sviluppa con un tracciato posto alla base del rilievo calcareo a lato della S.S. Sublacense, con una lunghezza complessiva di circa 2,5 km. È il più vecchio acquedotto in muratura in esercizio presente all'interno della captazione, con una capacità di trasporto limite a piena sezione variabile tra circa 1 m³/s e circa 3,5 m³/s. Presenta una sezione variabile per la larghezza da 1 m a 2 m ed altezza da 1,5 m a circa 2 m.

Il Manufatto Origine degli Acquedotti e lo scarico verso il Vecchio I Acquedotto Marcio

Il Manufatto Origine degli Acquedotti è l'opera in cui confluiscono da monte i due collettori provenienti dalle captazioni e da dove partono i due acquedotti che recapitano le acque a Tivoli dopo un percorso di circa 25 km. Il Collettore delle Sorgenti Alte confluisce nel Manufatto Origine dalla piana alluvionale in sinistra idraulica mentre il collettore sorgenti Basse si immette nel manufatto in destra idraulica dopo aver attraversato la S.S. Sublacense. I due acquedotti in partenza dal Manufatto Origine iniziano invece sulla parete opposta con percorso parallelo a distanza di pochi metri e percorrono tutta la piana con tracciato adiacente alla S.S.

Il Manufatto Origine, probabilmente modificato nel tempo con vari interventi, è costituito da una struttura mista in murature e calcestruzzo armato con altezza fuori terra di circa 3 m. All'interno si individuano due livelli di cui il primo costituito da un solaio disposto a piano campagna e l'altro sottostante, in corrispondenza della platea di fondazione, a quota coincidente con lo scorrimento delle canalizzazioni in arrivo e partenza. Tra questi due livelli è inserito un ballatoio, accessibile da una botola posta sul solaio superiore, per l'ispezione e il controllo dei flussi e degli organi di manovra. Nel manufatto sono installate le seguenti paratoie a comando manuale inserite sulle canalizzazioni:

- 1 paratoia sull'ingresso del collettore sorgenti Alte;
- 1 paratoia sulla partenza del I Acquedotto;
- 1 paratoia sulla partenza del II Acquedotto;
- 1 paratoia sullo scarico verso il Vecchio I Acquedotto Marcio.

Quest'ultima, è adibita al sezionamento del cunicolo di scarico che collega il manufatto origine al Vecchio I Acquedotto Marcio. Tale cunicolo, da tempo inutilizzato, ha dimensioni approssimative 100x100 cm e una lunghezza di circa 225 m. Lungo il percorso, che si sviluppa nella piana in direzione dell'Aniene, si trovano alcune immissioni di drenaggi superficiali e alcune piramidi di accesso prima della confluenza con il ramo superiore del Vecchio I Acquedotto.

In prossimità del Manufatto Origine lungo il cunicolo di scarico, si trova inoltre l'immissione di una canalizzazione, peraltro dismessa e in parte interrata, che collega il canale al complesso sorgentizio S. Lucia posto al di là della S.S. Sublacense.

1.4 L'acquedotto attuale: la dimensione fisica

Il presente paragrafo riporta la descrizione dal punto di vista fisico dell'attuale acquedotto ed in particolare verranno trattati:

- il vecchio acquedotto Marcio e Ponte Anticoli;
- il primo e il secondo acquedotto Marcio;
- i manufatti di arrivo presso Tivoli.

Il Vecchio I Acquedotto Marcio e Ponte Anticoli

Il ramo superiore del Vecchio I Acquedotto (1868 - 1870), con la costruzione del Nuovo I Acquedotto (1924 - 1928), fu destinato a canalizzazione di scarico e si sviluppa lungo la valle a partire dalla piana alluvionale fino a Ponte Anticoli, dove recapita le acque all'Aniene dopo un percorso di alcuni chilometri. Attualmente, il Vecchio I Acquedotto raccoglie soltanto le acque captate nella parte terminale della piana dalle sorgenti di Fiumetto e Mola di Regno che non vengono normalmente immesse negli acquedotti mentre il primo tratto, dalla confluenza con lo scarico del Manufatto Origine a Fiumetto, non è utilizzato da tempo. Relativamente alla capacità di trasporto del Vecchio I Acquedotto in questo tratto in considerazione della sua vetustà e del lungo periodo di inattività non possono essere fatte previsioni attendibili se non dopo l'effettuazione di specifiche sperimentazioni atte a stabilire la reale portata scaricabile.

Infatti, il Vecchio I Acquedotto, da dati storici, dovrebbe essere in grado di trasportare circa 1 m³/s, ma in considerazione del lungo tempo trascorso dalla sua dismissione non è possibile stimare la reale portata che è in grado di trasferire nel tratto compreso tra l'immissione dello scarico del Manufatto Origine e la confluenza delle sorgenti di Fiumetto.

Per quanto riguarda invece il tratto di valle tra Fiumetto e Ponte Anticoli la canalizzazione del Vecchio I Acquedotto garantisce attualmente lo scarico costante di circa 1 m³/s delle acque captate nella parte terminale della piana (sorgenti di Fiumetto e Mola di Regno) che vengono immesse nel sistema acquedottistico tramite una stazione di sollevamento.

Il primo e il secondo Acquedotto Marcio

I due sistemi di adduzione recapitano le acque al cosiddetto Manufatto Origine degli acquedotti, posto all'estremità orientale della piana di Fiumetto a fianco alla S.S. Sublacense, da cui hanno inizio i due acquedotti in esercizio denominati I e II acquedotto Marcio.

Il II acquedotto Marcio, realizzato tra il 1898 ed il 1904, ha attualmente una capacità di trasporto di 2100 l/s. Il cosiddetto I acquedotto Marcio, che dopo Ponte Anticoli ha costituito il rifacimento del Vecchio I Marcio (1868 - 1870) traendone il nome, è stato edificato sulla piana di Fiumetto e Mola di Regno tra il 1924 ed il 1928 con una capacità di trasporto di 3200 l/s. Questi due acquedotti, attraversando la piana di Fiumetto e Mola di Regno, traggono le acque anche dalle sorgenti poste sulla Piana.

Gran parte del tracciato del I Marcio è stata ricostruita negli anni '20, motivo per il quale il suo stato di conservazione è in generale migliore di quello del II acquedotto. Dal Manufatto Origine in poi i due acquedotti viaggiano più o meno affiancati, intersecandosi diverse volte in corrispondenza di alcuni manufatti di manovra, scarico o riunione.

In particolare, si individuano:

- manufatto di Ponte Anticoli, è un edificio di comunicazione e scarico completo dell'intera portata delle sorgenti. Di fatto si tratta del primo manufatto di manovra lungo il tracciato degli acquedotti, da cui è possibile effettuare lo scarico completo nel Fiume Aniene in funzione della quota del pelo libero del fiume stesso;
- località La Spiaggia – Ferrata, ove sono presenti diversi manufatti con funzione di scarico e di clorazione presso i quali non vi è comunicazione tra i due acquedotti;
- l'edificio Frattocchie di comunicazione tra i due acquedotti, senza però la possibilità di scarico. In condizioni di funzionamento ordinario la paratoia centrale di comunicazione è chiusa. Viene aperta in caso di fuori servizio di uno dei due acquedotti tra Ponte Anticoli e Frattocchie;
- manufatto di Licenza, anch'esso di comunicazione tra i due acquedotti, con la possibilità di scaricare una quota parte della portata totale. In tale manufatto le acque dei due acquedotti si mescolano senza la possibilità di separarle. Fino al successivo manufatto di Mainetta, i due acquedotti proseguono nella galleria comune (cosiddetta "galleria della Sara");
- manufatto di Mainetta, ove termina la galleria comune della Sara e, per mezzo di una paratoia, avviene la regolazione della portata ai due acquedotti. A valle di tale manufatto è possibile scaricare il I acquedotto tramite il Vecchio Primo (scarico dei Cerreti) nel fosso del Sepolcro;
- manufatto di manovra di Vigna Trezzini, che presenta uno schema analogo al manufatto di Ponte Anticoli, con le paratoie centrali chiuse in esercizio ordinario, che consentono un trasferimento di circa 100-200 l/s;
- Fiumerotto, ove sono presenti vasche, non connesse tra loro, di decantazione per la deposizione di eventuale materiale solido limoso trasportato e per la

misura della portata e della torbidità. Da tale manufatto è possibile, inoltre, effettuare lo scarico completo dell'intera portata.

Da quanto sopra esposto si desume che i manufatti principali di governo dei due acquedotti sono il Manufatto Origine per la distribuzione iniziale delle portate, Ponte Anticoli e Ferrata per lo scarico completo dei due acquedotti, Mainetta per la ridistribuzione delle portate a valle della galleria comune e Fiumerotto per la misura della portata e scarico completo degli acquedotti.

I manufatti di arrivo presso Tivoli

I due acquedotti terminano presso Tivoli ed in particolare presso la vasca di carico di Quintiliolo, attraversando i manufatti di Casa Valeria, Mattatoio e Scivolo Tedeschi.

Da tali manufatti posti alle estremità degli acquedotti hanno origine otto condotte adduttrici, denominate "sifoni", che trasportano l'acqua verso Roma e l'ATO2. I primi sette sono stati costruiti dalla Società dell'Acqua Pia Antica Marcia (SAPAM) tra il 1932 ed il 1970, l'VIII Sifone è stato costruito da ACEA nel 1968.

In particolare, dal manufatto di Casa Valeria si dirama l'VIII Sifone, dal Bottino Mattatoio il V e VI sifone (con successiva diramazione del VII Sifone), dallo Scivolo Tedeschi il III e IV Sifone. L'ultimo di tali manufatti è Quintiliolo, dal quale attualmente si diramano i sifoni I e II. L'VIII Sifone, chiamato anche Pedemontana, alimenta i comuni dei Castelli e si sviluppa in direzione di Pomezia, i sifoni V e VI percorrono la via Prenestina verso Roma, mentre i sifoni I, II, III, IV e VII percorrono la via Tiburtina, sempre verso Roma.

1.5 L'acquedotto attuale: la dimensione operativa

Dal punto di vista operativo e di funzionalità dell'acquedotto, si fa riferimento all'approvvigionamento idrico, che è assicurato da una articolata rete di acquedotti e da oltre 250 fonti come di seguito riportato, in termini di portate medie:

Sistema	Portata
Peschiera-Capone	Tronco superiore del Peschiera: $Q = 9 \text{ m}^3/\text{s}$
	Acquedotto delle Capore: $Q = 4,7 \text{ m}^3/\text{s}$
Marcio	$Q_{\text{prelevata}} = 4,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (variabile tra 2,9 e 5,3)
Appio-Alessandrino	$Q_{\text{prelevata}} = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$
Vergine	$Q_{\text{prelevata}} = 0,35 \text{ m}^3/\text{s}$
Simbrivio	$Q_{\text{prelevata}} = 1,1 \text{ m}^3/\text{s}$
Doganella	$Q_{\text{prelevata}} = 0,37 \text{ m}^3/\text{s}$
250 fonti locali	$Q_{\text{prelevata}} = 3,8 \text{ m}^3/\text{s}$
Riserva di Bracciano	$Q_{\text{potenziale}} = 5,0 \text{ m}^3/\text{s}$
Impianto di potabilizzazione di Grottarossa	$Q_{\text{potenziale}} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$

Tabella 1-1 Approvvigionamento idrico acquedotti

Il Sistema Marcio, con una portata variabile tra 2.900 l/s e 5.300 l/s, rappresenta circa il 20% dell'acqua necessaria per l'approvvigionamento idrico dell'ATO2 e circa il 25% della risorsa destinata alla Capitale e riveste, pertanto, un'importanza strategica.

2 Il contesto ambientale

2.1 A – Popolazione e salute Umana

2.1.1 Le principali fonti di disturbo della salute umana

L'obiettivo principale dell'analisi del fattore ambientale "Salute umana" è valutare lo stato di salute degli abitanti residenti nelle vicinanze dell'acquedotto Marcio, che coinvolge diversi Comuni della provincia di Roma, al fine di verificare successivamente la compatibilità degli effetti diretti e indiretti del progetto con gli standard ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana. L'obiettivo generale dell'analisi è quello, infatti, di definire il rapporto tra lo stato di salute della popolazione presente all'interno del territorio in esame, quale esito del confronto tra lo stato attuale e quello derivante dalle modificazioni apportate dal progetto, per le quali si rimanda alle parti 5 e 6 del presente Studio di Impatto Ambientale.

Nel 1948 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha definito la salute come "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non solamente l'assenza di malattia".

Questa definizione amplia lo spettro di valutazioni che normalmente vengono effettuate per la caratterizzazione e l'analisi del fattore "Salute umana", in quanto nella valutazione del benessere delle popolazioni o dei singoli individui coinvolti vengono introdotti anche gli elementi psicologici e sociali.

Pertanto, in un'ottica medico-sociale moderna, la salute è garantita dall'equilibrio tra fattori inerenti allo stato di qualità fisico-chimica dell'ambiente di vita e quelli riguardanti lo stato di fruizione degli ambienti e le condizioni favorevoli per lo svolgimento delle attività, degli spostamenti quotidiani e di qualsiasi altra azione quotidiana.

Attualmente si dispone di una conoscenza approfondita del legame esistente fra la salute e le concentrazioni di sostanze patogene alle quali si è esposti. La relazione fra salute e livelli quotidiani di inquinamento risulta, invece, molto più complessa; molte malattie, infatti, sono causate da una combinazione di più fattori, di ordine economico, sociale e di stile di vita e ciò rende difficile isolare gli elementi di carattere specificamente ambientale.

Il presente paragrafo ovvero la caratterizzazione dello stato attuale, in merito al fattore in esame è strutturata in due fasi:

- analisi del contesto demografico e del profilo epidemiologico sanitario condotta attraverso il supporto di studi epidemiologici e di dati statistici;
- stima delle condizioni allo stato attuale della popolazione residente in prossimità dell'area in esame, partendo dai risultati ottenuti dallo studio delle componenti "Aria e clima" e "Rumore" del presente Studio.

Al fine di individuare le principali patologie che possono compromettere la salute dell'uomo, la prima operazione che è stata compiuta è l'individuazione delle potenziali fonti di disturbo derivanti dalle attività relative all'opera in esame.

Nello specifico, le principali azioni che possono avere effetti sulla salute umana possono essere ricondotte alla produzione di emissioni atmosferiche ed acustiche durante la realizzazione dell'opera in progetto.

In tal senso, le principali patologie legate all'inquinamento acustico ed atmosferico possono essere:

- cardiovascolari;
- respiratorie;
- polmonari;
- tumorali;
- alterazioni del sistema immunitario e delle funzioni psicologiche e psicomotorie.

2.1.2 Il contesto demografico

Il presente paragrafo riporta l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area in esame in riferimento all'ambito regionale e provinciale. In particolare, lo scopo è quello di verificare se la presenza dell'opera rappresenterà un fattore enfaticante sul sistema antropico complessivo del territorio rispetto alla salute della popolazione.

Secondo i dati dell'Istat¹, riferiti all'anno 2019, la popolazione residente nel Lazio è di circa 5,8 milioni di abitanti, dei quali 2,8 milioni sono uomini e circa 3 milioni donne.

Età	Regione Lazio		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	117.463	111.343	228.806
5-14 anni	282.253	266.243	548.496
15-24 anni	285.998	261.742	547.740
25-34 anni	322.036	311.750	633.786
35-44 anni	406.407	415.167	821.574
45-54 anni	478.775	509.766	988.541
55-64 anni	390.328	429.204	819.532
65-74 anni	292.608	339.982	632.590
75+ anni	259.500	391.754	651.254
Totale	2.835.368	3.036.951	5.872.319

Tabella 2-1 Popolazione residente nel Lazio distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: Istat- anno 2019)

¹ Sistema informative territoriali su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a dicembre 2020

Dalla Tabella 2-1 è possibile evincere come sia distribuita la popolazione a livello regionale tra i due sessi nelle varie classi di età.

La fascia più popolosa risulta essere quella tra i 45 e i 54 anni di età, seguita da quelle tra i 35-44 anni e 55-64 anni, con una prevalenza della componente femminile.

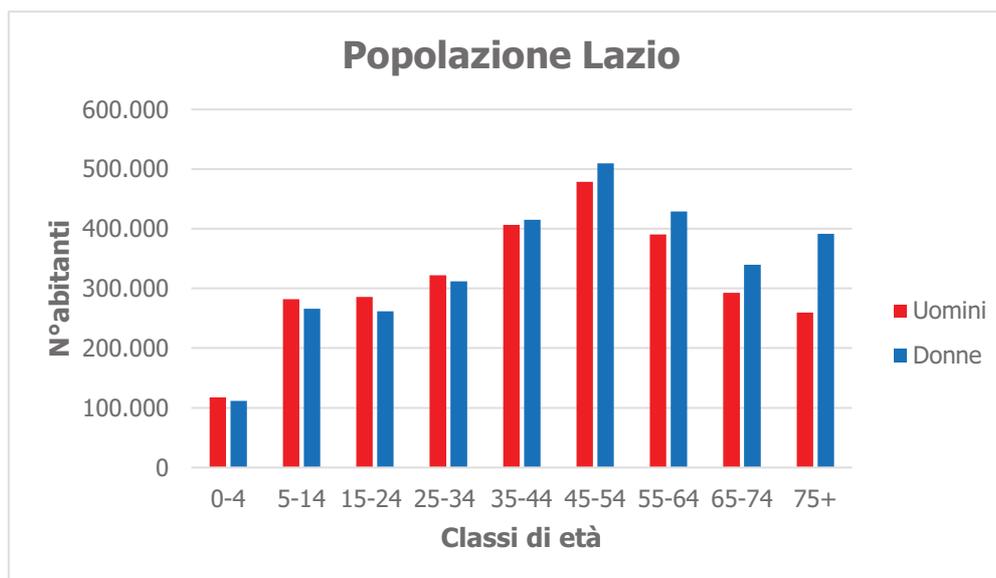


Figura 2-1 Composizione della popolazione residente nel Lazio distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: Istat - anno 2019)

La provincia nella quale ricade l'intervento in esame è Roma e nella tabella seguente è riportata la suddivisione dei residenti della provincia di Roma per fasce di età.

Età	Provincia di Roma		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	87.521	83.138	170.659
5-14 anni	212.828	200.286	413.114
15-24 anni	209.044	192.635	401.679
25-34 anni	231.738	227.829	459.567
35-44 anni	299.992	311.734	611.726
45-54 anni	358.469	386.225	744.694
55-64 anni	285.586	318.632	604.218
65-74 anni	205.554	247.097	452.651
75+ anni	188.508	290.930	479.438

Età	Provincia di Roma		
	Uomini	Donne	Totale
Totale	2.079.240	2.258.506	4.337.746

Tabella 2-2 Popolazione residente nella Provincia di Roma distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: Istat - anno 2019)

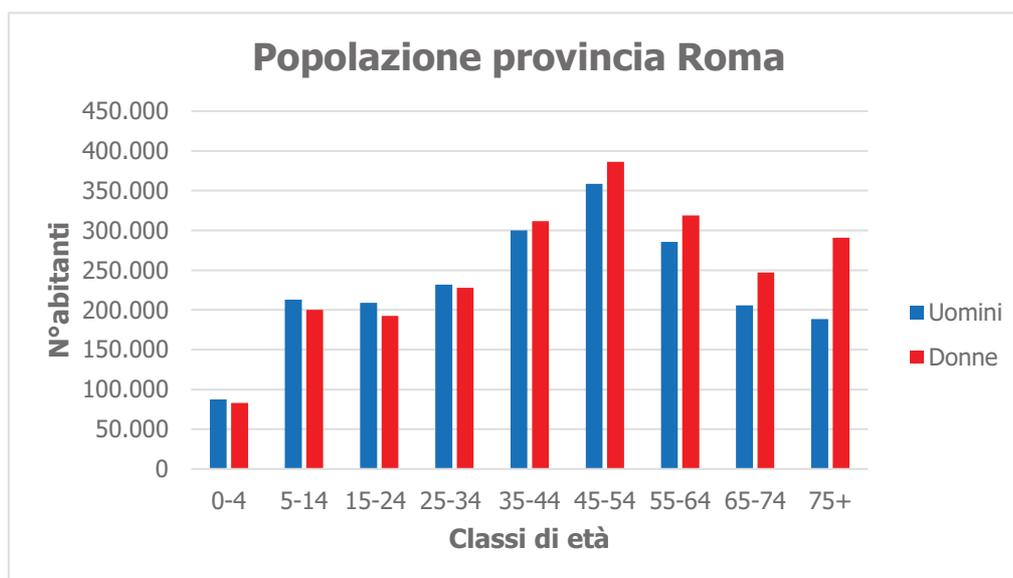


Figura 2-2 Composizione della popolazione residente nella Provincia di Roma distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: Istat – anno 2019)

Analizzando la popolazione residente nella provincia di Roma, all'annata 2019, si osserva la presenza di circa 4,3 milioni di individui, dei quali 2 milioni sono uomini e 2,3 milioni donne. La ripartizione in fasce di età è messa in evidenza in Figura 2-2, nella quale si riscontra, analogamente a quanto evidenziato per i dati regionali, che la fascia più popolosa risulta essere quella tra i 45-54 anni di età, seguita da quelle tra i 35-44 e i 55-64 anni di età.

Entrando nel dettaglio dell'area di studio, di seguito sono riportati i dati demografici relativi ai Comuni interessati dal tratto di Acquedotto in oggetto.

In riferimento ai dati forniti dal DEP Lazio² (Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale), riferiti all'anno 2019, è stato possibile mettere a confronto per ciascun Comune il numero di abitanti in base alle fasce di età e al sesso.

² www.opensalutelazio.it

Uomini						
Età	Anticoli Corrado	Arsoli	Mandela	Marano Equo	Roviano	Totale
0-4	17	20	17	12	27	93
5-14	35	57	42	33	45	212
15-24	39	58	48	28	58	231
25-34	54	55	33	49	75	266
35-44	65	90	67	56	85	363
45-54	63	134	87	62	112	458
55-64	69	106	67	52	89	383
65-74	53	89	57	45	79	323
75+	32	92	43	58	69	294
Totale	427	701	461	395	639	2.623

Tabella 2-3 Confronto distribuzione popolazione maschile nei diversi Comuni interessati (fonte: DEP Lazio anno 2019)

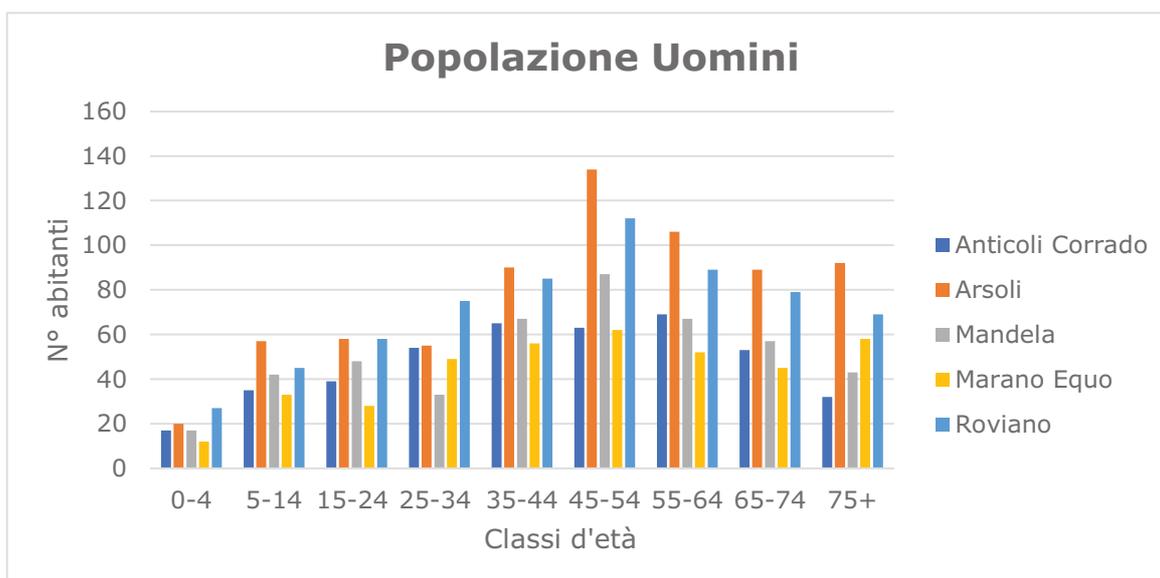


Figura 2-3 Confronto tra la popolazione residente maschile distinta per classi d'età e Comuni (fonte: DEP Lazio – anno 2019)

Dalle precedenti Tabella 2-3 e Figura 2-3 emerge che in linea generale i Comuni di Arsoli e di Roviano sono più popolosi, con un picco nella fascia 45-54 anni, per la quale si registra la presenza di 134 abitanti per il Comune di Arsoli contro i 112 di Roviano.

Nel seguito, analogamente a quanto mostrato per la componente maschile, si riportano i dati demografici relativi alla popolazione femminile.

Donne						
Età	Anticoli Corrado	Arsoli	Mandela	Marano Equo	Roviano	Totale
0-4	18	22	8	23	18	89
5-14	33	66	52	31	48	230
15-24	36	61	41	19	66	223
25-34	44	79	46	39	67	275
35-44	42	95	60	52	77	326
45-54	74	123	74	48	119	438
55-64	73	126	77	53	110	439
65-74	52	105	48	44	80	329
75+	62	118	55	71	122	428
Totale	434	795	461	380	707	2.777

Tabella 2-4 Confronto distribuzione popolazione femminile nei diversi Comuni interessati (fonte: DEP Lazio anno 2019)

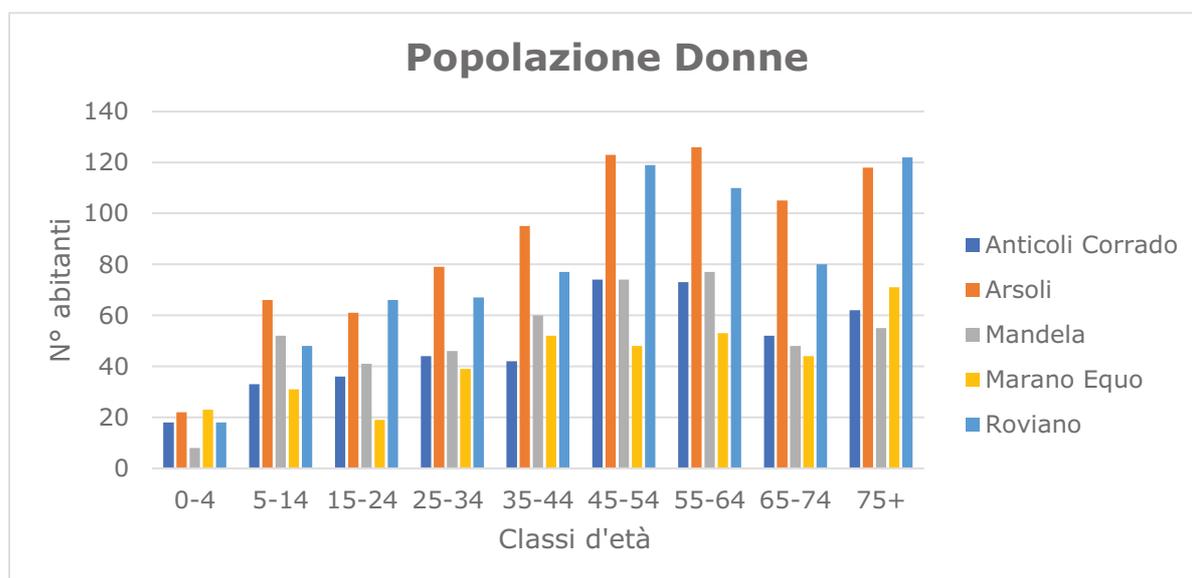


Figura 2-4 Confronto tra la popolazione residente femminile distinta per classi d'età e Comuni (fonte: DEP Lazio – anno 2019)

Le considerazioni fatte per la distribuzione della popolazione maschile risultano valide anche per la componente femminile residente nei suddetti Comuni.

Dalle precedenti Tabella 2-4 e Figura 2-4 si evince in linea generale che i Comuni di Arsoli e Roviano si confermano essere i più popolosi, con un picco che per il Comune di Arsoli si registra nella fascia 55-64 anni d'età, per la quale il numero di abitanti registrato supera lievemente quello della classe 45-54 anni.

Si sottolinea, inoltre, come per la fascia con più di 75 anni il numero di abitanti sia particolarmente elevato sia per il Comune di Arsoli che per quello di Roviano. Per il primo, infatti, i residenti con più di 75 anni sono 118, contro i 122 di Roviano.

2.1.3 Lo stato della salute umana: profilo epidemiologico sanitario

2.1.3.1 Aspetti generali

Per meglio inquadrare il profilo epidemiologico, in primo luogo sono analizzati i dati forniti da Istat relativi al livello nazionale, regionale e provinciale³.

L'analisi procede quindi considerando un livello di maggior dettaglio dell'area di studio, concentrandosi sui dati messi a disposizione da DEP Lazio⁴ (Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale) relativi alla ASL Roma 5 e ai suoi due distretti (ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli e ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco).

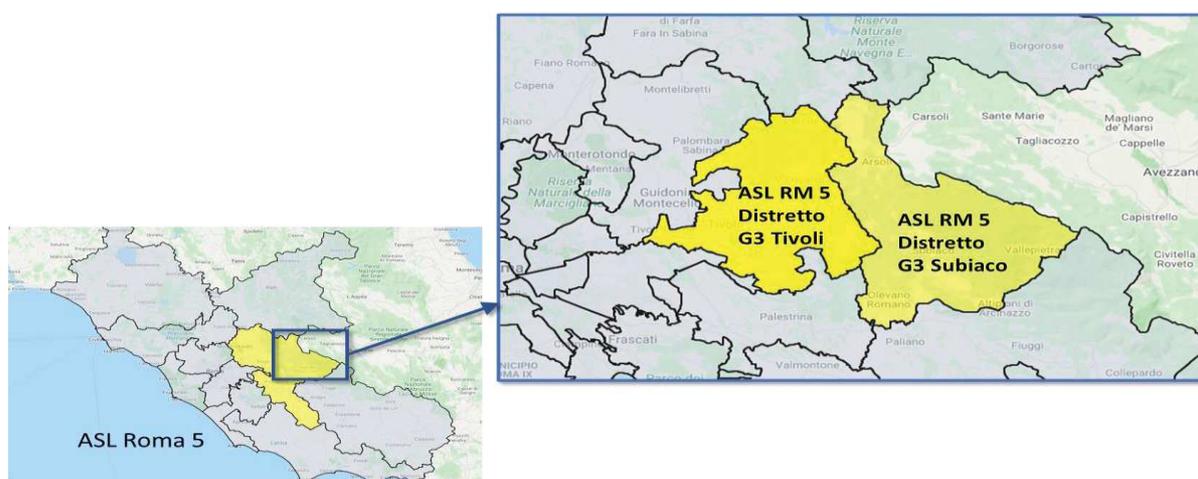


Figura 2-5 Suddivisione dei due distretti della ASL Roma 5 (Distretto di Tivoli e Subiaco)

Entrando nel merito della trattazione, di seguito sono riportati gli indici che saranno presi in considerazione, analizzando separatamente i parametri forniti da Istat e da DEP Lazio.

Per ciascuna patologia, sia causa di morte o di morbosità, l'Istat fornisce, oltre al numero di decessi e ricoverati:

- **il tasso grezzo**, ovvero il rapporto tra il numero di morti/ricoveri durante un periodo di tempo e la quantità della popolazione media nello stesso periodo; tale valore misura quindi la frequenza delle morti o dei ricoveri di una popolazione in un arco di tempo;
- **il tasso standardizzato**, ovvero una media ponderata dei tassi specifici per età, con pesi forniti da una popolazione esterna ed interpretabili come il tasso che si osserverebbe nella popolazione in studio se questa avesse la stessa distribuzione per età della popolazione scelta come riferimento:

³ Sistema informative territoriali su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a dicembre 2020

⁴ www.opensalutelazio.it

$$Tx_{std} = \frac{\sum_{i=1}^m w_i \cdot T_i}{\sum_{i=1}^m w_i} \cdot k'$$

- dove:
- $T_i = \text{casi}_i / \text{pop}_i$ è il tasso specifico per l'età relativo alla i-ma classe di età nella popolazione in studio;
- casi_i rappresenta il numero di eventi osservati nella popolazione in studio nella classe di età i-ma;
- pop_i rappresenta la numerosità della popolazione in studio nella i-ma classe di età;
- w_i rappresenta il peso che ciascuna classe di età assume nella popolazione di riferimento;
- m è il numero di classi di età considerate nel calcolo del tasso;
- k una costante moltiplicativa che è stata posta pari a 10.000 nella mortalità e nelle ospedalizzazioni.

I parametri considerati da DEP Lazio forniscono, invece, oltre al numero di decessi e ricoverati⁵:

- **il tasso grezzo**: rappresenta il rapporto tra il numero di decessi/ricoveri osservati e la popolazione durante il periodo in studio:

$$\text{tasso grezzo} = (\text{numero decessi o ricoveri} / \text{popolazione}) * 100.000$$

- **il tasso standardizzato**: i tassi sono calcolati utilizzando la distribuzione per età della popolazione del Lazio come riferimento e sono standardizzati con metodo diretto. Il tasso standardizzato si interpreta come il tasso che si osserverebbe nella popolazione in studio se questa avesse la distribuzione per età della popolazione scelta come riferimento.

$$TSD = \left(\frac{\sum N_i \frac{e_i}{n_i}}{N} \right) \times K$$

dove:

- TSD = Tasso standardizzato diretto
- e_i = Numero di decessi della tipologia selezionata per ciascuna causa nella classe di età "i-esima"
- n_i = Numerosità della popolazione nella classe di età "i-esima" in studio
- N_i = Numerosità della popolazione standard nella classe di età "i-esima"
- N = Numerosità della popolazione standard

⁵ Metodi-Mortalità.pdf (opensalutelazio.it)

- K= Coefficiente moltiplicativo (100.000).
- **il Rischio Relativo (RR)**, che esprime l'eccesso di rischio rispetto al valore regionale (RR=1) della popolazione del distretto in esame (Tx_{std_x}) rispetto alla popolazione di riferimento che nel nostro caso è quella della regione Lazio ($Tx_{std_{rif}}$).

$$RR = \frac{Tx_{std_x}}{Tx_{std_{rif}}}$$

Le tabelle seguenti sintetizzano le varie cause di morte e di morbosità tipicamente associate alla tossicità di inquinanti atmosferici e al disturbo causato dall'inquinamento acustico, differenziando tra fonte Istat e DEP Lazio.

Cause di morte	
ISTAT	DEP Lazio
<u>Tumori</u>	
Tumori maligni	Tumori maligni
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	--
Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni	Tumori maligni della trachea, bronchi e polmoni
<u>Sistema cardiovascolare</u>	
Malattie del sistema circolatorio	Malattie del sistema circolatorio
Malattie ischemiche del cuore	Malattie ischemiche del cuore
Disturbi circolatori dell'encefalo	Malattie cerebrovascolari
<u>Apparato respiratorio</u>	
Malattie dell'apparato respiratorio	Malattie dell'apparato respiratorio
BPCO (Broncopneumopatia cronica ostruttiva)	BPCO (Broncopneumopatia cronica ostruttiva)
<u>Sistema nervoso</u>	
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Malattie del sistema nervoso e organi di senso
Disturbi psichici	Disturbi psichici

Tabella 2-5 Cause di morte

Cause di ospedalizzazione	
ISTAT	DEP Lazio
<u>Tumori</u>	
Tumori maligni	Tumori maligni
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	--
Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni	Tumori maligni della trachea, bronchi e polmoni
<u>Sistema cardiovascolare</u>	
Malattie del sistema circolatorio	Malattie del sistema circolatorio
Malattie ischemiche del cuore	Malattie ischemiche del cuore
Disturbi circolatori dell'encefalo	Malattie cerebrovascolari
<u>Apparato respiratorio</u>	
Malattie dell'apparato respiratorio	Malattie dell'apparato respiratorio
BPCO (Broncopneumopatia cronica ostruttiva)	BPCO (Broncopneumopatia cronica ostruttiva)
<u>Sistema nervoso</u>	
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Malattie del sistema nervoso e organi di senso
Disturbi psichici	Disturbi psichici

Tabella 2-6 Cause di ospedalizzazione

2.1.3.2 I dati di Mortalità

L'analisi che segue è strutturata prendendo in esame inizialmente i dati forniti da Istat (relativi all'anno 2018) e successivamente quelli messi a disposizione da DEP Lazio (relativi all'anno 2017).

In primo luogo, in Tabella 2-7, si riportano i dati di mortalità messi a disposizione da Istat causati da tumori, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni, dei tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni. Si ricorda che oltre ai dati provinciali di Roma, sono riportati anche i valori relativi alla regione Lazio e a livello nazionale.

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	Provincia Roma	6.860	5.933	31,97	25,93	32,73	20,37
	Lazio	9.424	7.883	32,65	25,49	32,77	19,93
	Italia	99.854	80.449	34,01	25,98	32,60	19,32
Tumori maligni	Provincia Roma	1.946	1.082	9,10	4,79	9,26	3,89

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
apparato respiratorio e organi intratoracici	Lazio	2.653	1.372	9,15	4,45	9,15	3,60
	Italia	26.291	11.068	8,96	3,58	8,55	2,80
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	Provincia Roma	1.814	1.039	8,48	4,60	8,63	3,73
	Lazio	2.461	1.315	8,49	4,27	8,48	3,46
	Italia	23.579	10.256	8,03	3,31	7,67	2,60

Tabella 2-7 Decessi avvenuti causa tumori (fonte: HFA 2020- anno 2018)

Per le tre tipologie di tumori, i valori dei tassi standardizzati relativi alla provincia di Roma risultano essere in linea con quelli regionali e nazionali.

Per quanto riguarda i parametri forniti da DEP Lazio, si riporta la Tabella 2-8 relativa alle due tipologie tumorali.

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo(**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	ASL Roma 5	719	514	290,80	201,70	351,30	191,80	1,11	0,99
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	139	96	335,50	223,90	380,40	187,30	1,15	1,06
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	49	32	305,70	192,30	284,40	149,70	0,97	0,81
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	ASL Roma 5	213	89	86,20	34,90	101,60	33,70	1,12	0,88
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	46	15	111,00	35,00	120,10	30,10	1,15	1,01
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	11	4	68,60	24,00	61,60	19,40	0,88	0,58

(**) RR stimato nel periodo 2015-2017

Tabella 2-8 Decessi avvenuti causa tumori (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2017)

I valori del rischio relativo per le due tipologie di tumore sono pressoché coerenti tra loro, mentre si rileva un tasso attorno allo 0,6 nel caso di tumori maligni di trachea, bronchi e polmoni per il Distretto di Subiaco relativo alla popolazione femminile.

Per quanto riguarda i decessi legati alle patologie del sistema cardiovascolare, l'Istat fornisce dati relativi alle malattie del sistema circolatorio, alle malattie ischemiche del cuore ed ai disturbi circolatori dell'encefalo, i cui valori di mortalità sono riportati in Tabella 2-9, in Tabella 2-10 e in Tabella 2-11.

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	Provincia Roma	6.482	8.013	30,13	34,82	31,62	23,15
	Lazio	9.188	11.333	31,89	36,64	32,92	24,05
	Italia	96.017	124.439	32,57	40,21	32,03	24,22

Tabella 2-9 Decessi avvenuti per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2020- anno 2018)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie ischemiche del cuore	Provincia Roma	2.706	2.557	11,66	9,74	12,14	6,44
	Lazio	3.659	3.522	11,97	9,91	12,27	6,47
	Italia	32.765	29.669	11,09	9,58	10,84	5,82

Tabella 2-10 Decessi avvenuti per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2020- anno 2018)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi circolatori encefalo	Provincia Roma	1.298	1.803	6,03	7,89	6,32	5,33
	Lazio	1.870	2.611	6,48	8,47	6,69	5,66
	Italia	22.062	33.372	7,51	10,79	7,39	6,52

Tabella 2-11 Decessi avvenuti per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2020- anno 2018)

Tra le tre differenti malattie legate al sistema cardiovascolare si evidenzia una netta differenza sia in termini assoluti di decessi, sia in termini di tasso di mortalità, caratterizzata da valori maggiori per le malattie del sistema circolatorio rispetto alle ischemie del cuore e disturbi circolatori dell'encefalo, poiché queste rappresentano una quota parte delle prime. Nonostante questa differenza tra le tre malattie, è invece possibile evincere come i tassi risultino essere abbastanza in linea tra i valori provinciali e regionali con qualche differenza con quelli nazionali; questi ultimi, infatti, per i disturbi circolatori dell'encefalo, risultano essere leggermente più elevati dei valori provinciali e laziali.

Nella Tabella 2-12, Tabella 2-13 e Tabella 2-14 sono riportati i dati inerenti al sistema circolatorio forniti da DEP Lazio.

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo(**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	ASL Roma 5	734	933	296,90	366,10	399,20	311,40	1,10	1,10
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	126	179	304,10	417,50	368,70	309,80	0,94	1,09
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	64	99	399,30	595,10	379,30	330,10	1,13	1,13

(**) RR stimato nel periodo 2015-2017

Tabella 2-12 Decessi avvenuti per malattie del sistema circolatorio (DEP Reg. Lazio- anno 2017)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo (**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie ischemiche del cuore	ASL Roma 5	87	90	35,20	35,30	49,10	29,90	0,75	0,73
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	8	17	19,30	39,60	23,50	28,00	0,53	0,67
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	8	5	49,90	30,10	47,80	14,90	0,78	0,55

(**) RR stimato nel periodo 2015-2017

Tabella 2-13 Decessi avvenuti per malattie ischemiche del cuore (DEP Reg. Lazio- anno 2017)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo(**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie cerebrovascolari	ASL Roma 5	47	73	19,00	28,60	26,10	23,60	0,98	0,82
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	8	17	19,30	39,60	23,60	29,80	1,08	1,04
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	(*)	9	6,20	54,10	6,10	26,90	0,54	0,76

(*) n casi ≤ 3 Dato omesso per normativa sulla riservatezza (fonte www.opensalutelazio.it)
 (**) RR stimato nel periodo 2015-2017

Tabella 2-14 Decessi avvenuti per malattie cerebrovascolari (DEP Reg. Lazio- anno 2017)

Nel caso delle malattie del sistema circolatorio, dalla Tabella 2-12 si evidenziano valori di rischio relativo pressoché confrontabili tra le tre aree, di poco superiori all'unità.

In Tabella 2-13 il rischio relativo mostra, invece, valori al di sotto dell'unità. In particolare, il valore associato alla popolazione maschile per il distretto di Tivoli e quello femminile per il distretto di Subiaco si attestano attorno allo 0,5.

In ultimo, in merito alle malattie cerebrovascolari, si può notare come il rischio relativo risulti tendenzialmente analogo per l'ASL Roma 5 e il distretto di Tivoli, mentre il distretto di Subiaco evidenzia valori inferiori rispetto alle altre due aree.

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio, di cui sono state considerate le malattie totali dell'apparato respiratorio e le malattie bronco-pneumopatiche croniche ostruttive (BPCO), si riportano i dati di mortalità forniti da Istat rispettivamente nella Tabella 2-15 e nella Tabella 2-16.

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie apparato respiratorio	Provincia Roma	1.798	1.903	8,41	8,29	8,88	5,60
	Lazio	2.441	2.438	8,47	7,90	8,80	5,28
	Italia	27.010	24.746	9,20	8,00	9,09	4,91

Tabella 2-15 Decessi avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2020- anno 2018)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	Provincia Roma	822	830	3,90	3,65	4,13	2,45
	Lazio	1.170	1.100	4,07	3,56	4,24	2,37
	Italia	13.532	10.520	4,61	3,40	4,55	2,10

Tabella 2-16 Decessi avvenuti per malattie BPCO (fonte: HFA 2020- anno 2018)

Per entrambe le malattie i valori provinciali risultano essere abbastanza confrontabili con i valori regionali e nazionali, anche se leggermente più elevati nel caso della popolazione femminile.

Nella Tabella 2-17 e Tabella 2-18 si riportano i dati relativi alle patologie dell'apparato respiratorio forniti da DEP Lazio.

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo(**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo(**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie dell'apparato respiratorio	ASL Roma 5	176	154	71,20	60,40	99,60	52,80	1,18	0,92
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	30	20	72,40	60,60	90,40	47,00	1,05	0,87
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	17	32	106,10	120,20	101,80	70,90	1,27	1,00

(**) RR stimato nel periodo 2015-2017

Tabella 2-17 Decessi avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2017)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo (**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	ASL Roma 5	77	63	31,10	24,70	43,30	21,50	1,11	0,80
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	14	18	33,80	42,00	43,90	32,70	0,97	0,90
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	6	8	37,40	48,10	34,80	28,00	1,07	0,72

(**) RR stimato nel periodo 2015-2017

Tabella 2-18 Decessi avvenuti per malattie BPCO (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2017)

Analogamente a quanto già riportato per i dati Istat, anche i dati DEP Lazio del rischio relativo inerenti le patologie dell'apparato respiratorio risultano essere pressoché confrontabili tra loro.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso e degli organi di senso, si possono osservare le tabelle seguenti ottenute tramite i dati Istat, in cui sono riportati i valori di mortalità relativi all'anno 2018 avvenuti a causa di malattie del sistema nervoso o a causa di disturbi psichici gravi.

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di sensi	Provincia Roma	887	1.023	4,25	4,48	4,37	3,16
	Lazio	1.199	1.392	4,21	4,53	4,27	3,17
	Italia	12.997	16.625	4,43	5,38	4,28	3,48

Tabella 2-19 Decessi avvenuti per malattie del sistema nervoso e organi di senso (fonte: HFA 2020- anno 2018)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi psichici	Provincia Roma	379	820	1,85	3,59	1,98	2,31
	Lazio	534	1.177	1,87	3,80	1,97	2,41
	Italia	8.171	16.460	2,78	5,33	2,77	3,09

Tabella 2-20 Decessi avvenuti per disturbi psichici (fonte: HFA 2020- anno 2018)

Dall'analisi delle tabelle precedenti si evince che per le malattie del sistema nervoso e organi di senso i valori provinciali risultano essere in linea con i valori regionali e nazionali, mentre per quanto riguarda i disturbi psichici, i valori provinciali risultano essere in linea con i valori regionali ed entrambi inferiori rispetto quelli nazionali.

I dati inerenti le patologie del sistema nervoso forniti da DEP Lazio sono riportati nella Tabella 2-21 e Tabella 2-22.

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo (**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di sensi	ASL Roma 5	98	119	39,60	46,70	52,10	41,70	1,09	0,97
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	16	25	38,60	58,30	44,40	43,60	1,00	0,88
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	10	7	62,40	42,10	58,80	28,70	0,95	0,71

(**) RR stimato nel periodo 2015-2017

Tabella 2-21 Decessi avvenuti per malattie del sistema nervoso e organi di senso (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2017)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo (**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi psichici	ASL Roma 5	48	92	19,40	36,10	27,00	30,10	1,25	1,21
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	12	19	29,00	44,30	35,90	32,60	1,35	1,31
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	4	4	25,00	24,00	25,90	13,90	1,65	0,89

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo (**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
(**) RR stimato nel periodo 2015-2017									

Tabella 2-22 Decessi avvenuti per disturbi psichici (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2017)

Si evidenziano valori di rischio relativo tendenzialmente in linea tra le tre aree considerate.

2.1.3.3 I dati di Morbosità

In questo paragrafo sono riportati in primo luogo i valori di tre indicatori specifici rappresentati dal numero di dimissioni, dal tasso di dimissioni e dal tasso di dimissioni standardizzato forniti dall'Istat e relativi all'ultima annualità disponibile rappresentata dall'anno 2019.

In modo analogo all'approccio seguito per i dati di mortalità, ai parametri Istat seguono le tabelle contenenti i dati ottenuti tramite il portale DEP Lazio relativi all'anno 2019 (numero di ricoveri, tasso di ricoveri, tasso standardizzato di ricoveri e rischio relativo associato agli anni tra 2017 e il 2019).

Ogni tabella, come è stato effettuato per la mortalità, è relativa ad una specifica causa di dimissione in cui i valori per area territoriale di riferimento, sono distinti per sesso e connesse con le attività oggetto del presente studio.

Entrando nel dettaglio dello studio della morbosità in funzione delle cause di ospedalizzazione, si fa riferimento alle patologie di seguito elencate, coerentemente con quanto analizzato per la mortalità:

- tumori;
- patologie del sistema cardiovascolare;
- patologie del sistema respiratorio;
- patologie del sistema nervoso.

In Tabella 2-23 si riportano i dati di morbosità forniti da Istat e corrispondenti alle dimissioni dei malati di tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni e i tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	Provincia Roma	23.758	20.869	114,09	92,29	112,81	79,57
	Lazio	31.536	26.957	111,08	88,66	108,01	76,46
	Italia	339.260	276.878	116,20	89,98	109,17	75,96
Tumori maligni trachea,	Provincia Roma	2.351	1.699	11,31	7,52	11,28	6,49
	Lazio	3.117	2.070	10,99	6,82	10,72	5,86

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
bronchi e polmoni	Italia	31.381	15.984	10,75	5,20	10,07	4,36

Tabella 2-23 Dimissione dei malati di tumore (fonte: HFA 2020- anno 2019)

Come per i valori di mortalità, anche i dati riguardanti le dimissioni a livello provinciale risultano essere pressoché coerenti ed in alcuni casi superiori rispetto ai valori regionali e nazionali.

In Tabella 2-24 sono riportati i dati relativi ai tassi di ricoveri legati a patologie tumorali, forniti da DEP Lazio.

Malattie	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo(**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	ASL Roma 5	2.127	1.839	859,90	721,80	921,10	692,10	1,08	1,01
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	415	350	1011,70	823,90	1020,50	755,70	1,15	1,05
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	164	106	1032,10	650,90	891,60	592,60	1,06	0,96
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	ASL Roma 5	269	125	108,70	49,10	118,80	47,60	1,09	0,93
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	53	19	129,20	44,70	135,90	41,90	1,25	0,84
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	21	6	132,20	36,80	110,90	32,00	0,83	0,56

(**) RR stimato nel periodo 2017-2019

Tabella 2-24 Ricoveri avvenuti causa tumori (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2019)

Analogamente alle considerazioni effettuate per i dati di mortalità, prendendo in esame i valori del rischio relativo, questi risultano pressoché coerenti tra loro e prossimi all'unità. Solo per i tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni, il rischio relativo associato alla popolazione femminile del distretto di Subiaco si attesta attorno allo 0,5.

In Tabella 2-25, in Tabella 2-26 e in Tabella 2-27 si riportano i valori di morbosità forniti da Istat relativi alle patologie del sistema circolatorio, di cui fanno parte le malattie del sistema circolatorio, le malattie ischemiche e i disturbi circolatori dell'encefalo.

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	Provincia Roma	41.328	28.992	198,64	128,24	196,88	102,01
	Lazio	56.906	39.772	200,58	130,85	195,91	103,28
	Italia	642.415	447.555	220,06	145,47	206,92	110,04

Tabella 2-25 Dimissione dei malati del sistema circolatorio (fonte: HFA 2020- anno 2019)

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie ischemiche del cuore	Provincia Roma	12.085	4.677	58,12	20,71	56,76	16,89
	Lazio	15.963	6.245	56,30	20,56	54,02	16,68
	Italia	179.615	72.270	61,53	23,49	57,16	18,37

Tabella 2-26 Dimissione dei malati di malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2020- anno 2019)

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi circolatori encefalo	Provincia Roma	7.094	6.806	34,12	30,13	33,86	23,01
	Lazio	9.759	9.235	34,42	30,41	33,60	23,04
	Italia	105.650	100.959	36,19	32,82	33,93	23,86

Tabella 2-27 Dimissione dei malati di disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2020- anno 2019)

Per le tre tipologie di malattia si evidenziano tassi provinciali e regionali in linea con i valori nazionali.

Nella Tabella 2-28, Tabella 2-29, e Tabella 2-30 si riportano i dati relativi alle patologie del sistema circolatorio forniti da DEP Lazio.

Malattie	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo(**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	ASL Roma 5	4091	2747	1653,90	1078,10	1811,00	991,20	1,01	1,04
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	636	446	1550,40	1049,90	1600,90	881,20	0,89	0,90
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	337	215	2120,80	1320,20	1905,50	935,70	1,02	1,10

Malattie	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo(**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne

(**) RR stimato nel periodo 2017-2019

Tabella 2-28 Ricoveri dei malati del sistema circolatorio (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2019)

Malattie	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo (**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie ischemiche del cuore	ASL Roma 5	799	238	323,00	93,40	339,10	90,00	0,98	0,92
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	138	35	336,40	82,40	335,00	73,00	0,98	0,79
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	53	13	333,50	79,80	282,50	69,80	0,66	0,58

(**) RR stimato nel periodo 2017-2019

Tabella 2-29 Ricoveri dei malati di malattie ischemiche del cuore (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2019)

Malattie	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo(**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie cerebrovascolari	ASL Roma 5	402	343	162,50	134,60	184,70	124,90	0,98	0,91
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	66	53	160,90	124,80	167,90	108,50	0,8	0,75
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	31	26	195,10	159,60	176,70	108,50	1,07	0,96

(**) RR stimato nel periodo 2017-2019

Tabella 2-30 Ricoveri dei malati di malattie cerebrovascolari (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2019)

Per le tre tipologie di malattia appena riportate, si evidenziano valori di rischio relativo abbastanza in linea tra le tre aree considerate e pressoché prossimi all'unità. Gli unici valori che risultano inferiori ad uno sono rappresentati dal rischio relativo per le malattie ischemiche del cuore associato alla popolazione maschile e femminile del distretto di Subiaco, pari rispettivamente a 0,66 e a 0,58.

I valori di morbosità messi a disposizione dall'Istat corrispondenti a patologie dell'apparato respiratorio, sono riportati in Tabella 2-31 e in Tabella 2-32, distinguendo le malattie dell'apparato respiratorio dalle malattie polmonari croniche ostruttive (BPCO).

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie apparato respiratorio	Provincia Roma	22.970	19.702	110,35	87,13	113,30	78,52
	Lazio	30.413	25.426	107,17	83,64	109,54	75,39
	Italia	347.800	286.381	119,13	93,07	118,38	79,48

Tabella 2-31 Dimissione dei malati di malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2020- anno 2019)

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	Provincia Roma	1.945	1.529	9,35	6,77	10,03	6,88
	Lazio	2.484	1.948	8,76	6,41	9,39	6,40
	Italia	20.527	17.623	7,03	5,73	6,94	4,83

Tabella 2-32 Dimissione dei malati di malattie BPCO (fonte: HFA 2020- anno 2019)

In questo caso, i valori provinciali e regionali risultano essere pressoché coerenti tra di loro, mentre per le malattie BPCO si rilevano valori più bassi a livello nazionale.

Per quanto riguarda i parametri relativi alle patologie dell'apparato respiratorio forniti da DEP Lazio, si considerano i dati della Tabella 2-33 e Tabella 2-34, che evidenziano valori di rischio relativo abbastanza in linea per le tre aree considerate

Malattie	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo(**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie dell'apparato respiratorio	ASL Roma 5	2.019	1624	816,20	637,40	898,10	618,10	0,98	0,96
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	289	216	704,50	508,50	737,80	480,30	0,86	0,8
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	151	125	950,30	767,50	940,40	645,30	1,07	0,93

(**) RR stimato nel periodo 2015-2017

Tabella 2-33 Ricoveri avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2019)

Malattie	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo (**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	ASL Roma 5	112	110	45,30	43,20	50,10	41,70	1,03	1,05
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	26	18	63,40	42,40	67,20	40,00	1,23	1,02
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	16	9	100,70	55,30	108,40	40,4	1,68	0,9

(**) RR stimato nel periodo 2015-2017

Tabella 2-34 Ricoveri avvenuti per malattie BPCO (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2019)

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso si evidenziano i valori di morbosità relativi alle malattie di tale sistema. In Tabella 2-35 sono riportati i valori forniti da Istat.

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di sensi	Provincia Roma	12.199	11.407	58,02	50,02	59,65	50,60
	Lazio	16.284	15.002	56,86	48,98	58,32	49,49
	Italia	180.405	174.607	61,73	56,71	60,52	52,73

Tabella 2-35 Dimissione dei malati di malattie del sistema nervoso (fonte: HFA 2020- anno 2019)

Nel caso delle dimissioni per malattie del sistema nervoso e organi di sensi, i valori provinciali e regionali risultano essere in linea tra di loro ed inferiori rispetto i valori nazionali.

I valori forniti da DEP Lazio sono invece riportati nella Tabella 2-36, in cui i valori di rischio relativo si attestano pressoché attorno all'unità per le tre aree considerate.

Malattie	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo (**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di sensi	ASL Roma 5	592	551	239,30	216,30	242,00	214,90	0,98	0,92
	ASL Roma 5- Distr.G3 Tivoli	92	94	224,30	221,30	224,10	224,30	0,98	0,92

Malattie	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		Rischio Relativo (**)	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
	ASL Roma 5- Distr.G4 Subiaco	37	29	232,9	178,1	229	175,3	1,16	0,78

(**) RR stimato nel periodo 2015-2017

Tabella 2-36 Ricoveri avvenuti per malattie del sistema nervoso e organi di senso (fonte: DEP Reg. Lazio- anno 2019)

2.1.4 Conclusioni sullo stato di salute attuale

I dati Istat e DEP Lazio esaminati hanno consentito di avere un quadro del contesto demografico, evidenziando che tra i diversi gruppi di riferimento analizzati (livello nazionale, regionale, provinciale, comunale) gli andamenti della distribuzione della popolazione nelle diverse fasce di età considerate sono in linea tra loro. In termini generali si evince infatti che la fascia di età più popolosa risulta essere quella tra i 45-54 anni di età.

In conclusione, dallo studio del contesto epidemiologico effettuato è stato possibile confrontare lo stato di salute dell'ambito Provinciale di Roma con le aree di riferimento corrispondenti all'ambito regionale del Lazio e all'intero territorio nazionale. Inoltre, è stato possibile confrontare i dati messi a disposizione da DEP Lazio (ASL Roma 5, ASL Roma 5 Distretto Tivoli, ASL Roma 5 Distretto Subiaco).

Da tali confronti è possibile affermare che allo stato attuale tra i suddetti gruppi di riferimento non esistono sostanziali differenze tra i valori di mortalità e di ricoveri relativi alle patologie.

2.1.5 L'esposizione agli inquinanti atmosferici ed al rumore

Con riferimento agli effetti dell'inquinamento atmosferico sull'uomo, si è soliti distinguere gli effetti dell'inquinamento atmosferico in effetti di tipo acuto a breve latenza ed effetti cronici. I primi si manifestano in modo episodico in occasione di picchi d'inquinamento e comportano disturbi che interessano principalmente l'apparato respiratorio ed il sistema cardiovascolare. Nel lungo termine (dopo anni di esposizione a livelli eccessivi di inquinamento), invece, in alcuni soggetti possono svilupparsi malattie ad andamento cronico (broncopneumopatie croniche, tumori, ecc.).

I principali inquinanti che sono considerati nocivi per la salute umana e sono di interesse per il progetto in esame riguardano il biossido di azoto ed il particolato.

In relazione al primo inquinante di riferimento (NO₂), questo è considerato un irritante polmonare, disturba la ventilazione, inibisce la funzione polmonare, incrementa la resistenza delle vie aeree, indebolisce la difesa contro i batteri, danneggia il sistema macrofagico, diminuisce l'attività fagocitaria, provoca edema polmonare, inattiva il sistema enzimatico cellulare, denatura le proteine e provoca

le perossidazioni dei lipidi. Gli ossidi di azoto possono inoltre essere adsorbiti sulla frazione inalabile del particolato. Queste particelle hanno la possibilità di raggiungere, attraverso la trachea e i bronchi, gli alveoli polmonari provocando gravi forme di irritazione e, soprattutto nelle persone deboli, notevoli difficoltà di respirazione anche per lunghi periodi di tempo.

Con riferimento al particolato, invece, si specifica come in particolare il PM10 nelle aree urbane riveste un ruolo di fondamentale importanza. Infatti, a causa della loro elevata superficie attiva e dei metalli (piombo, nichel, cadmio etc.) in esse dispersi, le particelle di PM10 agiscono da forti catalizzatori delle reazioni di conversione degli ossidi di zolfo e di azoto ad acido solforico ed acido nitrico. Pertanto, la loro azione irritante viene potenziata dalla veicolazione di acidi forti, la cui concentrazione nella singola particella può essere molto elevata. Esse costituiscono anche il mezzo attraverso cui avviene la deposizione secca degli acidi su edifici ed opere d'arte.

Il sistema maggiormente attaccato dal particolato è l'apparato respiratorio e il fattore di maggior rilievo per lo studio degli effetti è probabilmente la dimensione delle particelle, in quanto da essa dipende l'estensione della penetrazione nelle vie respiratorie. Prima di raggiungere i polmoni, i particolati devono oltrepassare delle barriere naturali, predisposte dall'apparato respiratorio stesso.

Alcuni particolati sono efficacemente bloccati; si può ritenere che le particelle con diametro superiore a 5 μm si fermano e stazionano nel naso e nella gola. Le particelle di dimensioni tra 0,5 μm e 5 μm possono depositarsi nei bronchioli e per azione delle ciglia vengono rimosse nello spazio di due ore circa e convogliate verso la gola.

In merito all'esposizione al rumore, si specifica che l'immissione di rumore in un ricettore interferisce con il normale svilupparsi della vita del ricettore, determinando una condizione di disagio che si riflette sulla salute dei soggetti esposti con ripercussioni sulle varie sfere emotivamente sollecitabili.

L'inquinamento da rumore comporta nell'individuo reazioni di allarme che tendono ad ingigantirsi e ad influenzare tutto il sistema di vita, provocando lo sconvolgimento di attività organiche e ghiandolari.

Le conseguenze sull'uomo sono diverse e di differente entità in funzione della reattività specifica di ognuno: pregiudizio per sistema nervoso, apparato cardiovascolare, digerente e respiratorio. Gli effetti del rumore sull'organismo umano, quindi, sono molteplici e complessi, possono avere carattere temporaneo o permanente e possono riguardare specificatamente l'apparato uditivo, oppure interagire negativamente con altri fattori generando situazioni patologiche a carico del sistema nervoso o endocrino.

In fisiologia acustica gli effetti del rumore vengono classificati in tre categorie, denominate danno, disturbo e fastidio ("annoyance").

Gli effetti si riferiscono ad alterazioni irreversibili o parzialmente irreversibili dovute al rumore che siano oggettivamente dal punto di vista clinico. L'azione patogena del rumore aumenta con il crescere dell'intensità sonora; non è tuttavia possibile

stabilire un rapporto lineare relativo all'andamento dei due fenomeni, sia per la mancanza di una correlazione diretta tra incremento della potenza acustica recepita ed intensità della sensazione acustica provata, sia per il diversificarsi del danno in relazione alla entità dei livelli sonori impattanti. Si preferisce, pertanto, definire una serie di bande di intensità, i cui limiti sono stati delimitati sperimentalmente ed in corrispondenza delle quali tende a verificarsi un "danno tipo".

Gli effetti di disturbo riguardano, invece, le alterazioni temporanee delle condizioni psico-fisiche del soggetto che determinano conseguenze fisio-patologiche ben definite sull'apparato cardiovascolare, sull'apparato digerente, sulle ghiandole endocrine, sul senso dell'equilibrio, sulla vista, sull'apparato respiratorio, sull'apparato muscolare, sulla psiche, sul sonno e sulla depressione e aggressività. Gli effetti di annoyance, in ultimo, indicano un sentimento di scontentezza riferito al rumore che l'individuo sa o crede possa agire su di lui in modo negativo. Tale fastidio è la risposta soggettiva agli effetti combinati dello stimolo disturbante e di altri fattori di natura psicologica, sociologica ed economica.

Alla luce delle considerazioni effettuate sulla base di studi noti di letteratura, si può concludere che l'esposizione ad elevati livelli di rumore, porta ad un deterioramento dello stato di salute, per cui si avverte una condizione di scadimento della qualità della vita.

Nel caso in esame, in considerazione della tipologia dell'opera, è possibile ritenere che allo stato attuale la presenza e l'operatività dell'acquedotto esistente non determinano inquinamento atmosferico né acustico e pertanto l'esposizione agli inquinanti atmosferici e al rumore prodotto dall'opera di riferimento è nulla e l'acquedotto esistente non può essere causa dello stato di salute della popolazione.

2.2 B - Biodiversità

2.2.1 Inquadramento geografico e bioclimatico

L'area nella quale si inseriscono gli interventi di progetto è ubicata all'interno del territorio della provincia di Roma. La provincia di Roma (oggi Città metropolitana di Roma) copre quasi un 1/3 del territorio del Lazio. Occupa tutta la zona pianeggiante dell'Agro Romano e della Valle del Tevere e dell'Aniene fino ai monti Sabini, Monti Lucretili, Monti Ruffi, Monti Affilani e Monti Simbruini, a cui si aggiungono le zone montuose dei Monti della Tolfa e dei Monti Sabatini a nord-ovest, la zona dei Monti Tiburtini e Monti Prenestini, la zona dei Colli Albani e delle propaggini settentrionali dei Monti Lepini e l'alta valle del Sacco a sud-est. Ad ovest si arriva al Mar Tirreno, con il Litorale Romano, corrispondente al tratto di costa laziale compreso tra Civitavecchia e Torre Astura. Non mancano i laghi, quasi tutti di origine vulcanica, che si concentrano nella zona nord-ovest dei Monti Sabatini ed in quella sud-est dei Colli Albani.

Più in particolare, l'area di studio si sviluppa lungo un tratto di valle del fiume Aniene compreso tra i comuni di Marano Equo e Mandela, incluso nel sistema della Media valle. Qui, il fiume Aniene attraversa una delle zone geologicamente più complesse dell'Appennino centrale, caratterizzata dalla presenza di due domini paleogeografici distinti.

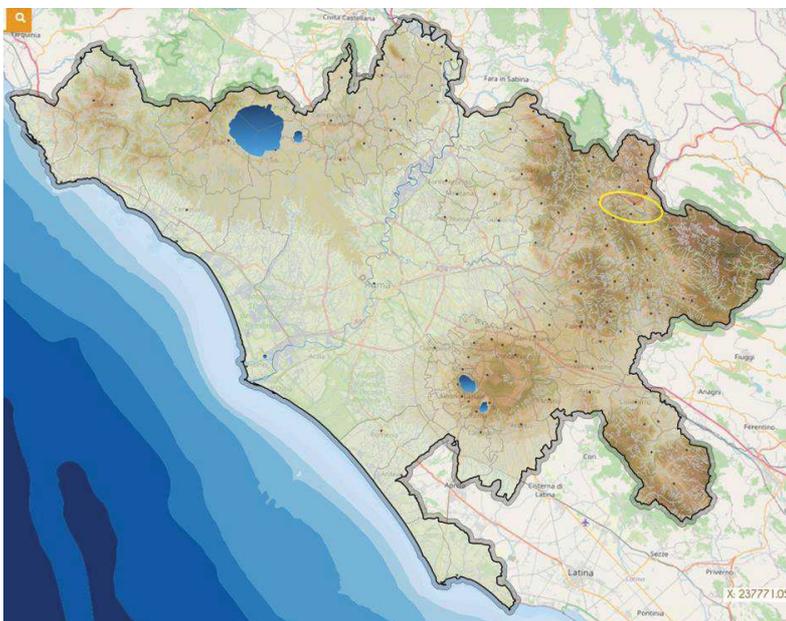


Figura 2-6. Città metropolitana di Roma. In giallo è evidenziata l'area di studio. (Fonte: Città metropolitana di Roma Capitale)

Dal punto di vista climatico, l'area in esame rientra nella ecoregione della sezione appenninica umbro-marchigiana ed in quella della sezione appenninica lazio-abruzzese.

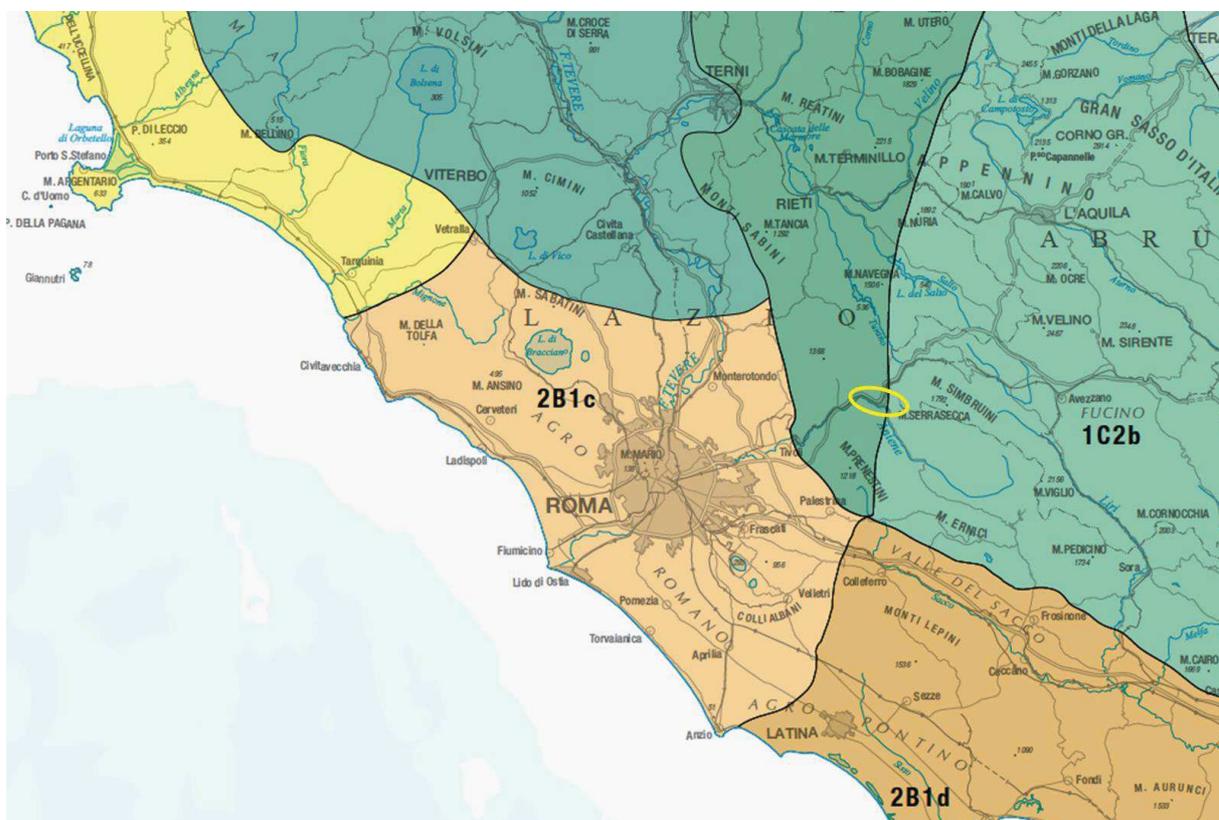


Figura 2-7. Carta ecoregioni d'Italia. (Blasi et al., 2018). In giallo è evidenziata l'area di studio.

La prima ecoregione comprende l'area dell'appennino umbro marchigiano. Questa regione è caratterizzata per lo più da un bioclimate temperato semi-continentale con i rilievi interni a carattere oceanico. Le precipitazioni annue si attestano intorno ai 772-2156 mm, mentre la temperatura minima nel mese più freddo è compresa tra i -3.8 e i 3.1°C, e la temperatura massima nel mese di agosto si aggira intorno ai 18.5/30.9°C. La temperatura media annua è di 6/15°C.

La seconda ecoregione comprende l'area dell'appennino laziale e abruzzese. Questa regione è caratterizzata per lo più da un bioclimate temperato semi-continentale. Le precipitazioni annue si attestano intorno ai 630-1771 mm, mentre la temperatura minima nel mese più freddo è compresa tra i -4.7 e i 4.3°C, e la temperatura massima nel mese di agosto si aggira intorno ai 21.9/33.1°C. La temperatura media annua è di 8/17°C.

Prendendo in considerazione i dati termo-pluviometrici forniti dalla stazione meteorologica del SIARL (Servizio Integrato Agrometeorologico della Regione Lazio) ubicata nei pressi della valle dell'Aniene ed in particolare nel comune di Agosta, è inoltre possibile valutare con più precisione i caratteri climatici dell'area di studio.

I dati mensili forniti dal SIARL e relativi all'anno 2020 sono riassunti di seguito.

Mese	TeMin	TeMed	TeMax	UmMed	Piogge
01 - Gennaio	-0,1	4,7	13,1	80	20,4
02 - Febbraio	1,5	7,3	16	75	56
03 - Marzo	2,8	8,6	17,1	76	95,6
04 - Aprile	5,2	12,2	21,6	73	46,6
05 - Maggio	10	16,8	26,6	69	45,6
06 - Giugno	11,3	17,9	27,2	80	128,8
07 - Luglio	15	22,7	33,6	68	43,8
08 - Agosto	15,4	22,9	34,4	68	65,6
09 - Settembre	12,3	18,2	27,8	81	144,2
10 - Ottobre	6,7	11,5	19	91	173,2
11 - Novembre	5,2	9,8	17,2	88	56,8
12 - Dicembre	2,1	5,8	11,5	92	321,6

Figura 2-8. Dati termo-pluviometrici stazione di Agosta (località La Cisterna), anno 2020. (Fonte: SIARL)

Si notano temperature invernali abbastanza rigide, con valori minimi registrati nel mese di gennaio pari a -0.1°C . Gli inverni sono quindi generalmente freddi e le estati mediamente fresche, con picchi di temperatura massima che sfiorano tuttavia i 35°C . La temperatura media annuale è di circa 13.2°C . Le precipitazioni totali per l'anno 2020 sono pari a 1198 mm. Tali parametri rispecchiano i valori medi precedentemente individuati per il bioclimate temperato semicontinentale-oceanico.

2.2.2 Inquadramento vegetazionale e floristico

La distribuzione delle specie arboree e arbustive in Italia risente notevolmente delle caratteristiche climatiche delle diverse aree e della morfologia del paesaggio. La flora italiana è infatti contraddistinta da una forte differenziazione nella distribuzione e nella struttura della vegetazione.

Sono state quindi definite delle zone "fitoclimatiche", ovvero delle fasce climatiche di rilevanza botanica, costituite da aree accomunate da caratteristiche climatiche simili e da associazioni di specie vegetali ricorrenti.

Consultando la *Carta delle zone fitoclimatiche d'Italia* di Pavari, si distinguono sei zone fitoclimatiche. Nel Lazio sono presenti tre zone diverse, tra le quali la più diffusa risulta essere quella del *Lauretum freddo*.

L'area di interesse, in particolare, si colloca a cavallo tra la fascia del *Lauretum freddo* e quella del *Castanetum*.

La fascia del *Lauretum freddo* è una fascia con caratteristiche intermedie, tra il *Lauretum caldo* e le zone montuose appenniniche più interne. Dal punto di vista botanico risulta essere l'habitat tipico del leccio (*Quercus ilex*) ed in essa sono particolarmente diffusi gli oliveti. Altre specie rappresentative di questa zona fitoclimatica sono *Laurus nobilis*, *Quercus suber*, *Quercus cerris*, *Quercus pubescens*, i carpini, i frassini, gli olmi, i cipressi, *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* etc.

Il *Castanetum* è invece la zona fitoclimatica che si estende tra quella precedentemente descritta e il *Fagetum*. Dal punto di vista botanico è compresa tra

le aree adatte alla coltivazione della vite (*Vitis vinifera*) e quelle adatte al castagno (*Castanea sativa*). È inoltre l'habitat ottimale delle latifoglie decidue (castagneti, querceti, frassineti etc.), ma anche dei pioppeti e saliceti presso i corsi d'acqua e le zone umide.

Sulla base delle informazioni vegetazionali e bioclimatiche di dettaglio, nel contesto del Piano Territoriale Provinciale Generale (PTPG) della Provincia di Roma, sono state individuate delle porzioni di territorio delimitanti ambiti caratterizzati dalla stessa tipologia di vegetazione naturale potenziale, chiamati sottosistemi di territorio. L'area in esame, in particolare, appartiene prevalentemente al sottosistema dei rilievi marnosi e calcareo-marnosi.

Successivamente all'individuazione di questi sottosistemi, è stata aggiunta una valutazione in termini di distribuzione geografica, in modo tale da individuare 17 porzioni di territorio, o Unità Territoriali Ambientali (UTA), rappresentanti ambiti riconoscibili dal punto di vista litomorfologico, geografico e fisiografico. In base alla suddetta divisione l'area di interesse si inquadra nell'Unità Territoriale Ambientale dei Monti Prenestini-Ruffi.

La distribuzione delle percentuali di estensione delle principali categorie di uso e copertura del suolo all'interno del sottosistema dei rilievi marnosi e calcareo-marnosi, viene riportata nella seguente tabella:

Classi uso e copertura del suolo	% superficie
223 - Oliveti	11.03
311 – Boschi di latifoglie	47.82
321 – Aree a pascolo naturale, praterie	6.85
322 – Brughiere e cespuglieti	23.98

Tabella 2-37. Percentuali di estensione delle classi di copertura ed uso del suolo del sottosistema "rilievi marnosi e calcareo-marnosi"

Tali percentuali si mantengono per lo più simili anche per quanto riguarda la relativa UTA di appartenenza, la quale raffigura un territorio a carattere prevalentemente naturale e semi-naturale, costituito per la maggior parte da boschi di latifoglie e cespuglieti, e secondariamente agricolo, nel quale prevalgono oliveti e seminativi.

Per quanto riguarda la vegetazione potenziale dell'area vasta, che comprende i territori della Valle dell'Aniene e dei Monti Lucretili, si distingue rispettivamente un ambiente ripariale costituito da boschi a salici (*Salix* spp.), pioppi (*Populus* spp.) e ontani (*Alnus* spp.), da un ambiente boschivo, caratteristico dei rilievi montuosi circostanti, a prevalenza di *Quercus pubescens* e *Ostrya carpinifolia*.

Consultando la *Carta della Vegetazione Naturale Potenziale* della provincia di Roma, si individua un sistema costituito da almeno nove serie vegetazionali diverse:

- Serie dei boschi a virgiliana dei rilievi carbonatici (*Pistacio terebinthi* - *Quercus pubescentis sigmetum*);

- Serie delle cerrete con carpino orientale dei substrati vulcanici e carbonatici (*Carpino orientalis* - *Quercus cerris sigmetum*);
- Mosaico ripariale di boschi di salici, pioppi e ontani delle barre di meandro e delle aree alluvionabili prossimali all'area di piena ordinaria (*Salicion albae*, *Populion albae*, *Alnion incanae*) e di vegetazione elofitica (*Phragmitetum communis*) e idrofitica (*Potametalia pectinati*) delle rive fluviali;
- Serie dei boschi misti a carpino nero con *Asparagus acutifolius* dei rilievi carbonatici (*Asparago acutifolii* - *Ostrya carpinifoliae sigmetum*);
- Serie di querceti misti a cerro e virgiliana dei substrati arenacei e marnosi (*Daphno laureolae* - *Quercetum cerridis*);
- Serie dei boschi misti a carpino nero e *Melittis melissophyllum* dei rilievi montuosi carbonatici (*Melittio melissophylli* - *Ostrya carpinifoliae sigmetum*);
- Serie delle faggete con *Lathyrus venetus* dei rilievi montuosi carbonatici e delle conche intermontane (*Lathyro veneti* - *Fago sylvaticae sigmetum*);
- Serie dei boschi misti a cerro dei rilievi montuosi carbonatici (*Aceri obtusati* - *Quercus cerridis cytisophyllo sessilifolii sigmetosum*);
- Serie delle leccete miste con orniello e *Cyclamen hederifolium* dei versanti fortemente pendenti (*Cyclamino hederifolii* - *Quercus ilicis sigmetum*).

La serie dei boschi a virgiliana dei rilievi carbonatici è presente nelle valli e sui rilievi più bassi allo stadio di tappa matura, nel quale è rappresentata da boschi a *Quercus virgiliana* con *Pistacia terebinthus*, *Fraxinus ornus*, *Acer monspessulanum*, *Cercis siliquastrum* e *Phillyrea latifolia*; allo stadio di prebosco, con *Acer monspessulanum* e *Cercis siliquastrum*, *Spartium junceum*, *Carpinus orientalis* e *Ostrya carpinifolia*; allo stato di arbusteto, con arbusteti e mantelli a *Rubus ulmifolius*, *Rosa sempervirens* e *Spartium junceum*, con *Asparagus acutifolius*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera* e *Clematis flammula*; e allo stadio di prateria continua su calcare marnoso.

La serie *Carpino orientalis* - *Quercus cerris sigmetum* è invece rappresentata da una tappa matura di boschi di cerro e carpino orientale, accompagnati da *Asparagus acutifolius* e *Smilax aspera*. Allo stadio di prebosco figurano *Acer monspessulanum* e *Cercis siliquastrum*, con *Spartium junceum*, *Carpinus orientalis* e *Ostrya carpinifolia*, oppure, su substrati vulcanici, *Ulmus minor* con *Prunus spinosa*, *Rosa sempervirens* e *Lonicera etrusca*, presenti anche allo stadio di arbusteto.

Per i mosaici ripariali di boschi a salici, pioppi e ontani e di vegetazione elofitica e idrofitica delle rive fluviali, localizzati lungo il corso del fiume Aniene, si cita la presenza di boschi a *Salix alba*, *Ulmus minor* e *Rubus caesius*, boschi a *Populus alba*, *P. nigra*, *P. canescens*, e boschi ad *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Ulmus minor* e *Populus nigra*.

La serie dei boschi misti a carpino nero è caratteristica dei bassi rilievi carbonatici e conta la presenza di boschi misti a *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Quercus virgiliana* e *Q. ilex*, con *Smilax aspera*, *Rosa sempervirens*, *Rubia peregrina* e *Clematis flammula*.

Per la serie *Daphno laureolae* - *Quercetum cerris* si rinvencono per lo più boschi a dominanza di *Quercus cerris* nello strato dominante, con *Quercus pubescens*, *Ostrya carpinifolia* e *Acer obtusatum*. Lo strato dominato è costituito da *Carpinus*

orientalis e *Fraxinus ornus* e nello strato arbustivo dominano *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea*, *Juniperus communis* e *Lonicera caprifolium*, mentre nello strato erbaceo sono frequenti *Brachypodium rupestre*, *Carex flacca*, *Lathyrus venetus*, *Primula vulgaris*, *Rosa arvensis*, *Euphorbia amygdaloides* e *Anemone apennina*. Nella serie *Melittio melissophylli* – *Ostrya carpinifoliae sigmetum*, tipica dei rilievi montuosi, figurano invece boschi misti a *Ostrya carpinifolia*, con *Acer opalus obtusatum*, *Fraxinus ornus*, *Laburnum anagyroides*, *Sesleria autumnalis* e *Melittis melissophyllum*.

A quote più elevate si rinviene invece la serie *Lathyrus veneti* - *Fago sylvaticae sigmetum*, caratterizzata da fagete termofile il cui strato arboreo è quasi esclusivamente costituito da *Fagus sylvatica*, con sporadica presenza di *Acer obtusatum* e *Acer pseudoplatanus*. Il secondo strato arboreo può prevedere *Carpinus betulus*, *Taxus baccata*, *Sorbus aria*. Nello strato arbustivo può raggiungere elevate coperture *Ilex aquifolium*, altrimenti questo strato risulta generalmente poco sviluppato; tra le specie più frequenti vi sono *Rosa arvensis*, *Rubus hitrtus*, *Crataegus laevigatae* e *Daphne laureola*. A livello erbaceo le specie più frequenti sono *Lathyrus venetus*, *Potentilla micrantha*, *Cardamine bulbifera*, *Viola reichenbachiana*, *Mycelis muralis*, *Melica uniflora*, *Brachypodium sylvaticum*, *Euphorbia amygdaloides*, etc.

La serie *Aceri obtusati* – *Quercus cerridis cytisophyllo sessilifolii sigmetosum* è invece rappresentata, allo stadio maturo, di boschi misti a *Quercus cerris*, con *Acer opalus obtusatum* e *Ostrya carpinifolia*.

Infine, sui versanti più acclivi dei rilievi dell'area vasta è presente la serie delle leccete miste con orniello e *Cyclamen hederifolium*, nella quale, allo stadio maturo figurano boschi a *Quercus ilex* con *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia* e *Cyclamen hederifolium*; allo stadio arbustivo si osservano specie quali *Pistacia lentiscus* e *Myrtus communis*, *Rubus ulmifolius*, *Rosa sempervirens* e *Spartium junceum*, con *Asparagus acutifolius*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera* e *Clematis flammula*.

L'area di studio, localizzata in un territorio a cavallo tra la Provincia di Roma e l'Abruzzo, è quindi contraddistinta da una distribuzione vegetazionale che risente del microclima locale, dell'orografia accidentata del territorio e dalle differenze di quota, i quali determinano una notevole variabilità ambientale a cui corrispondono diversi tipi vegetazionali.

Inoltre, lo sfruttamento a fini per lo più agricoli delle superfici situate nel sistema vallivo, la necessità di ricavare legno combustibile per usi domestici tramite ceduzione, e la presenza di diversi insediamenti urbani, localizzati lungo tutto il percorso del fiume Aniene, hanno profondamente modificato la struttura della vegetazione naturale potenziale caratteristica del paesaggio dei rilievi calcarei del subappennino laziale.

Cercando di classificare i lineamenti vegetazionali prendendo in considerazione i diversi piani altitudinali, si distinguono:

- piano collinare: fino a circa 400 m di altitudine, caratterizzato da vegetazione forestale costituita da formazioni a prevalenza di sclerofille con la presenza di *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus* e *Quercus pubescens*. Tali formazioni

hanno spesso forma di cespuglieti a *Phyllirea latifolia*, *Styrax officinalis*, *Acer monspessulanum* e *Pistacia terebinthus*;

- piano submontano: presenza di boschi misti mesofili a cerro (*Quercus cerris*) e carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) fino ai 900 m di altitudine. I pascoli abbandonati e gli ex-coltivi qui presenti sono spesso occupati da cespuglieti inquadrabili nell'ordine *Prunetalia spinosae*.
 - 1.
- piano montano: oltre i 900 m di altitudine si rinvergono invece le faggete, sebbene la vegetazione tipica delle fasce altitudinali più elevate risulti compromessa per via della limitata altitudine dei rilievi nell'area di studio. Sono inoltre presenti prati-pascoli appartenenti all'alleanza del *Cynosurion*. Laddove il pascolo risulta invece ridotto si incontrano aree a pascolo cespugliato caratterizzate da formazioni riferibili alle cenosi di ricostituzione forestale dell'ordine *Prunetalia spinosae*.

Gli interventi progettuali si inseriscono principalmente in aree naturali, caratterizzate dalla tipica vegetazione igrofila che si rinviene lungo le sponde dei fiumi italiani. Lungo la stretta fascia ripariale del fiume Aniene si rinvergono quindi specie erbacee palustri o prettamente igrofile, come: l'equiseto palustre (*Equisetum palustre*), il gramignone minore (*Glyceria plicata*), il giunchetto meridionale (*Holoschenus australis*) e l'erba di S. Giovanni alata (*Hypericum tetrapterum*).

La prima fascia di vegetazione legnosa che si insedia sui depositi alluvionali è costituita da diverse specie di salici submediterranei, i quali formano dense boscaglie. Le specie più comuni sono il salice rosso (*Salix purpurea*), il salice di ripa (*S. elegans*) e il salice bianco (*S. alba*), il quale diviene più abbondante lungo il medio corso dell'Aniene. Lo strato erbaceo caratteristico di queste boscaglie comprende numerose specie tipiche dei greti, quali l'equiseto dei campi (*Equisetum arvense*), il ranuncolo strisciante (*Ranunculus repens*) ed alcune specie di garofanino (*Epilobium* spp.).

Lungo i tratti più larghi e sinuosi del fiume, invece, compaiono i primi pioppi neri (*Populus nigra*), mentre tra lo strato arbustivo si rinvergono per lo più fitti roveti (*Rubus ulmifolius*) e secondariamente il sambuco comune (*Sambucus nigra*) e il biancospino (*Crataegus monogyna*). Lo strato erbaceo è costituito prevalentemente da *Petasites hybridus*.

Salendo di quota ed allontanandosi dalle zone di pertinenza dell'alveo fluviale, la valle risulta essere caratterizzata dalla presenza di formazioni boscate con vegetazione meso-xerofila. Spostandosi in posizioni di dosso o in superfici più esposte al sole o verso condizioni mesofile/meso-igrofile si osservano componenti vegetazionali maggiormente xerofile. Nei versanti vallivi esposti a Sud, ad esempio, si rinviene una vegetazione arborea ed arbustiva a sclerofille a carattere mediterraneo e più xerotollerante, costituita da terebinto (*Pistacia terebinthus*), fillirea (*Phillyrea latifolia*), leccio (*Quercus ilex*), sughera (*Quercus suber*) e corbezzolo (*Arbutus unedo*). Nei versanti mesofili, invece, si osservano per lo più boschi di latifoglie dominati da carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), prevalenti nei suoli ben drenati e freschi, e querceti misti a cerro (*Quercus cerris*) e roverella (*Q.*

pubescens). Le cerrete pure dominano invece su suoli con maggior componente argillosa e temperature più calde. Lo strato arbustivo di queste formazioni è costituito, oltre che dalle specie arboree già citate, anche da *Phyllirea latifolia*, *Coronilla emerus*, *Ligustrum vulgare* e *Smilax aspera*. Si cita inoltre la presenza di *Styrax officinalis*, specie endemica di particolare importanza, che rappresenta una delle entità floristiche più significative del territorio dei Monti Lucretili.

Al fine di caratterizzare meglio le principali fitocenosi descritte, presenti nell'area interessata dal progetto, sono stati eseguiti alcuni rilievi sul campo nel mese di giugno 2021, i risultati dei quali sono riportati nell'elaborato A250-SIA-R-008-0 "Report rilievi vegetazione e fauna", al quale si rimanda per i dettagli.

2.2.3 Inquadramento faunistico

Per la trattazione dell'inquadramento faunistico dell'area di studio sono stati consultati dati bibliografici e i Formulari Standard dei Siti Natura 2000 prossimi al progetto, ricadenti nel territorio analizzato.

L'area interessata dal presente progetto ospita una fauna molto diversificata, frutto dell'elevata diversità ambientale che caratterizza il territorio e che si manifesta nella presenza delle estese fasce boschive ripariali, nelle zone umide perialveali e nei rilievi montuosi che ne fanno da cornice.

Inoltre, la presenza di diverse Aree Naturali Protette e Siti Natura 2000 nell'area di studio, costituisce un valido rifugio per numerose specie, partecipando così alla realizzazione di un'ampia rete ecologica.

Al contempo, la presenza antropica e l'abbandono delle attività agricole e pastorali hanno influito profondamente sulla diffusione e sulla presenza delle diverse specie animali, comportando nel tempo delle significative variazioni nel loro numero e nella loro distribuzione.

Per quanto riguarda le **specie ittiche** del tratto del fiume Aniene interessato, si è preso in considerazione lo studio svolto nel periodo 2004-2005 dal Dipartimento di Biologia dell'università di Roma "Tor Vergata", dal quale si evince che nel sottobacino del fiume Aniene sono presenti popolazioni ben strutturate di taxa di particolare valore conservazionistico.

In particolare, è stata segnalata la presenza della lampreda di ruscello (*Lampetra planeri*), ciclostomo bentonico di piccola taglia, il cui areale di distribuzione ha subito un ridimensionamento a causa dell'inquinamento delle acque e degli interventi di canalizzazione e prelievo di ghiaia effettuati sugli alvei. Vive esclusivamente nelle acque dolci, dove svolge il suo intero ciclo vitale. Si riproduce nei tratti medio-alti dei corsi d'acqua caratterizzati da fondali ghiaiosi, e svolge la sua fase larvale nei tratti più a valle con corrente moderata. Costituisce una specie stenoecia e necessita quindi di una buona qualità ambientale per poter sopravvivere.

Tra i pesci si rinvencono specie quali la trota fario (*Salmo trutta trutta*), il vairone (*Telestes muticellus*), il barbo tiberino (*Barbus tyberinus*), la rovella (*Rutilus rubilio*) e l'anguilla (*Anguilla anguilla*).

Di particolare rilievo è la presenza dello spinarello (*Gasterosteus aculeatus*), specie che vive nelle risorgive planiziali, nei tratti medi e bassi dei corsi d'acqua, negli estuari e nelle lagune costiere salmastre. Risulta essere molto sensibile alle alterazioni della qualità ambientale ed in particolare alle artificializzazioni degli alvei e all'inquinamento delle acque; è danneggiato, inoltre, anche dagli eccessivi prelievi idrici e dalla predazione esercitata da specie alloctone. Tutte queste cause hanno determinato numerose estinzioni locali, tanto che nella Lista Rossa dei pesci d'acqua dolce viene considerato "vulnerabile".

Per quanto riguarda l'**erpetofauna**, si registrano specie legate sia agli ambienti lotici che alle zone umide a carattere lenticò, le quali si formano spesso nelle zone adiacenti all'alveo del fiume. Prendendo come riferimento la banca dati dell'Osservatorio regionale sulla Biodiversità delle Aree Protette del Lazio, si cita la presenza del tritone crestato (*Triturus carnifex*) e del tritone punteggiato (*Lissotriton vulgaris meridionalis*), entrambe specie rinvenute nelle acque ferme o a corrente debole. Il tritone crestato, in particolare, risulta inserito negli Allegati II e IV della Direttiva "Habitat" 92/43/CEE. È una specie sedentaria che si rinviene in corpi d'acqua di varia natura, come habitat ripariali di laghi, fiumi, torrenti e canali. I principali fattori di minaccia per la sopravvivenza di questa specie sono: inquinamento dei corpi idrici, distruzione degli ambienti umidi e introduzione non regolamentata di pesci carnivori nelle acque di stagni e fontanili. Altra specie di Direttiva presente è la salamandrina dagli occhiali settentrionale (*Salamandrina perspicillata*).

Tra gli anfibi anuri si rinvencono il rospo comune (*Bufo bufo*), il rospo smeraldino italiano (*Bufo balearicus*), la rana verde (*Pelophylax bergeri* - *Pelophylax kl. hispanicus*), la rana appenninica (*Rana italica*) e la rana agile (*Rana dalmatina*), poco diffusa nel Lazio soprattutto a causa della scarsità di ambienti idonei alla sua sopravvivenza, come aree paludose o stagni all'interno di boschi igrofilici. Questa specie, infatti, si rinviene principalmente in pozze laterali, lanche e acquitrini, o in tratti fluviali con correnti minime, non essendo in grado di adattarsi ad ambienti lotici con forte pendenza. All'interno del Formulário Standard della ZPS "Monti Lucretili" si cita inoltre la presenza dell'anuro ululone appenninico (*Bombina pachypus*), classificato come "In Pericolo" nella lista rossa IUCN, minacciato principalmente dalla captazione dell'acqua per scopi agricoli, dallo scarso successo riproduttivo della specie in pozze di modeste dimensioni e soggette a predazione eccessiva di uova e larve, e dalla chitridiomicosi.

Per i rettili si riporta la presenza di tre specie di Direttiva, elencate nel Formulário Standard della ZPS "Monti Lucretili", ovvero il cervone (*Elaphe quatuorlineata*), il saettone comune (*Zamenis longissimus*), e la testuggine di Hermann (*Testudo hermanni*).

Esiste inoltre una segnalazione relativa alla presenza della natrice tassellata (*Natrix tessellata*) risalente al 1970.

Per quanto riguarda i **mammiferi**, una presenza costante in quasi tutti gli ambienti è quella del cinghiale (*Sus scrofa*), la quale crea spesso danni alle colture e alla rinnovazione forestale. Tra gli insettivori è comune l'istrice (*Hystrix cristata*), la quale spesso trova rifugio in cavità naturali o artificiali.

I micromammiferi presenti sono il topo selvatico (*Apodemus sp.*), il ghiro (*Glis glis*), il quercino (*Eliomys quercinus*), il mustiolo (*Suncus etruscus*) e alcune specie di toporagno (*Sorex spp.*).

Le aree ai margini dei coltivi e i piani carsici di alta quota sono spesso frequentati dalla lepre europea (*Lepus europaeus*) e più di rado da conigli selvatici (*Oryctolagus cuniculus*), la cui presenza si deve alle introduzioni a fini venatori effettuate nelle aree limitrofe al Parco dei Monti Lucretili.

Tra i mammiferi carnivori figurano: la volpe (*Vulpes vulpes*), diffusa in tutta l'area, dai centri abitati alle quote più elevate; la donnola (*Mustela nivalis*), la faina (*Martes foina*), la martora (*Martes martes*) e il tasso (*Meles meles*).

È inoltre stabile la presenza del lupo (*Canis lupus*), citato anche tra le specie di Direttiva del Formulario Standard della ZPS "Monti Lucretili", la cui popolazione è ad oggi in incremento numerico.

Nel citato Formulario Standard sono riportate anche altre specie di Direttiva, tutte appartenenti all'ordine dei Chiroteri: *Miniopterus schreibersii*, *Myotis myotis*, *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum* e *Rhinolophus hipposideros*.

Tali specie, rinvenute in particolar modo nelle grotte o in altre cavità sotterranee presenti nel Parco dei Monti Lucretili, sono altamente sensibili al disturbo all'interno dei rifugi, durante i periodi critici della riproduzione e dell'ibernazione. Si deve quindi garantire la tutela sia dei rifugi naturali (grotte, inghiottitoi, ma anche alberi maturi con cavità) che di quelli artificiali (edifici rurali, cisterne, ecc.).

La presenza delle zone umide e del reticolo idrografico riveste un ruolo di particolare importanza per l'**avifauna** acquatica, sia stanziale che migratoria. Le fasce ripariali vegetate, le zone umide perialveali e la stessa asta fluviale, offrono riparo a numerose specie ornitiche, che qui sostano per alimentarsi e nidificare.

Inoltre, la ZPS "Monti Lucretili" risulta essere inserita all'interno di una Important Birds Area (IBA).

Qui di seguito si riporta un elenco delle specie ornitiche presenti nell'area di interesse, stilato servendosi dei dati di bibliografia di settore e delle specie riportate nei Formulari Standard dei Siti Natura ricadenti nell'area di studio.

Nome comune	Nome scientifico	Direttiva 2009/147/CE All. I
Aquila reale	<i>Aquila chrysaetos</i>	X
Allocco	<i>Strix aluco</i>	
Allodola	<i>Alauda arvensis</i>	X
Assiolo	<i>Otus scops</i>	
Averla piccola	<i>Lanius collurio</i>	X
Balestruccio	<i>Delichon urbicum</i>	
Ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>	
Barbagianni	<i>Tyto alba</i>	
Biancone	<i>Circaetus gallicus</i>	X
Canapiglia	<i>Mareca strepera</i>	

Nome comune	Nome scientifico	Direttiva 2009/147/CE All. I
Canapino	<i>Hippolais polyglotta</i>	
Civetta	<i>Athene noctua</i>	
Codirosso spazzacamino	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	
Colombaccio	<i>Columba palumbus</i>	
Cuculo	<i>Cuculus canorus</i>	
Culbianco	<i>Oenanthe oenanthe</i>	
Falco pellegrino	<i>Falco peregrinus</i>	X
Falco pecchiaiolo	<i>Pernis apivorus</i>	X
Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	
Gheppio	<i>Falco tinnunculus</i>	
Ghiandaia	<i>Garrulus glandarius</i>	
Gruccione	<i>Merops apiaster</i>	
Gufo comune	<i>Asio otus</i>	
Luì piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>	
Lodaiolo	<i>Falco subbuteo</i>	
Martin pescatore	<i>Alcedo atthis</i>	X
Merlo acquaiolo	<i>Cinclus cinclus</i>	
Passera europea	<i>Passer domesticus</i>	
Passera mattugia	<i>Passer montanus</i>	
Passero solitario	<i>Monticola solitarius</i>	
Picchio muratore	<i>Sitta europaea</i>	
Picchio rosso maggiore	<i>Dendrocopos major</i>	
Picchio verde	<i>Picus viridis</i>	
Pigliamosche	<i>Muscicapa striata</i>	
Piro piro piccolo	<i>Actitis hypoleucos</i>	
Poiana	<i>Buteo buteo</i>	
Rampichino	<i>Certhia brachydactyla</i>	
Rigogolo	<i>Oriolus oriolus</i>	
Rondine	<i>Hirundo rustica</i>	
Scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>	
Sparviere	<i>Accipiter nisus</i>	
Sterpazzola	<i>Sylvia communis</i>	
Strillozzo	<i>Emberiza calandra</i>	
Storno	<i>Sturnus vulgaris</i>	
Succiacapre	<i>Caprimulgus europaeus</i>	X
Torcicollo	<i>Jynx torquilla</i>	
Tortora	<i>Streptopelia turtur</i>	
Tottavilla	<i>Lullula arborea</i>	X

Nome comune	Nome scientifico	Direttiva 2009/147/CE All. I
Upupa	<i>Upupa epops</i>	
Usignolo	<i>Luscinia megarhynchos</i>	
Usignolo di fiume	<i>Cettia cetti</i>	
Zigolo giallo	<i>Emberiza citrinella</i>	

Tabella 2-38. Elenco delle principali specie di uccelli presenti nell'ambito territoriale dove ricade il progetto.

Tra le specie sopraelencate spicca sicuramente la presenza dell'aquila reale, rapace che nidifica sulle pareti rocciose del monte Pellecchia. La tutela del sito di nidificazione è prioritaria ed è quindi necessario contenere il disturbo originato da qualsiasi tipo di trasformazione ambientale.

Tra gli altri rapaci figurano: l'allocco, animale tipico dell'ambiente forestale; il falco pellegrino, rapace rupicolo e quindi associato ad ambienti di cresta sommitali e rupestri o con versanti acclivi; il falco pecchiaiolo, frequente nei boschi di latifoglie o conifere; il biancone, comune nelle foreste xerothermiche intervallate da aree aperte a pascolo e gariga; il gheppio, il barbogianni, la civetta e il gufo comune.

Tra le altre specie frequentatrici di ambienti forestali troviamo diverse specie di picchio, tra le quali la più diffusa è il picchio rosso maggiore e i più rari picchio verde e torcicollo. Inoltre, nell'area sono presenti anche specie con abitudini molto affini ai picchi come il rampichino comune ed il picchio muratore. Prediligono tutti boschi maturi o almeno con grosse matricine o meglio tronchi morti, che andrebbero lasciati in bosco perché utilissimi a moltissime specie.

Tra le specie associate agli ambienti di prateria, la cui tutela è legata al mantenimento del pascolo estensivo, vi sono il succiacapre, latottavilla e l'averla piccola.

Molte delle specie presenti nell'elenco sono tuttavia strettamente associate agli habitat fluviali, come ad esempio la ballerina gialla (*Motacilla cinerea*), la canapiglia (*Anas strepera*), il martin pescatore (*Alcedo atthis*), il piro piro piccolo (*Actitis hypoleucos*) e l'usignolo di fiume (*Cettia cetti*).

Infine, confrontando l'elenco dell'avifauna presente con la *Lista Rossa 2011 degli Uccelli Nidificanti in Italia* è stato possibile osservare:

- 1 specie considerata "In Pericolo – EN" (torcicollo);
- 5 specie considerate "Vulnerabili – VU" (averla piccola, allodola, biancone, passera mattugia e canapiglia);
- 5 specie considerate "Quasi minacciate – NT" (aquila reale, balestruccio, culbianco, rondine e piro piro piccolo).

Al fine di approfondire la conoscenza della comunità faunistica presente nell'area interessata dal progetto, sono stati eseguiti alcuni rilievi sul campo, nel mese di giugno 2021, gli esiti dei quali sono riportati nell'elaborato A250-SIA-R-008-0 "Report rilievi vegetazione e fauna", al quale si rimanda per i dettagli.

2.2.4 Struttura e funzionalità degli habitat

Dall'analisi dei dati ricavati dal confronto delle informazioni relative alle componenti vegetazionali e faunistiche con le caratteristiche di uso del suolo dell'area, è stato possibile individuare sistemi ambientali relativamente omogenei in termini di condizioni ecologiche e biocenosi rappresentative, per poi correlarli a determinate tipologie di habitat, sulla base della classificazione Corine Biotopes utilizzata all'interno del progetto Carta della Natura.

L'individuazione delle principali unità ecosistemiche presenti nell'area di indagine è stata ricavata attraverso la fotointerpretazione delle relative ortofoto digitali e mediante l'analisi delle differenti classi di copertura del suolo e della vegetazione dell'area indagata.

I principali ecosistemi presenti nell'area sono:

- ecosistema agricolo;
- ecosistema antropico;
- ecosistema delle zone umide e fluviali;
- ecosistema forestale.

L'ecosistema agricolo è uno dei sistemi maggiormente diffusi nell'area di studio. È prevalentemente costituito da seminativi a prevalenza di cereali e oliveti. L'ecosistema agricolo è un ecosistema in cui il processo produttivo agricolo altera profondamente l'equilibrio preesistente, privilegiando una coltura ad alti rendimenti a scapito della vegetazione spontanea.

Dal punto di vista ecologico i seminativi e le aree incolte periurbane presentano una ridotta funzionalità ecosistemica dovuta alla progressiva eliminazione di spazi marginali, di siepi, filari e fossi di scolo come conseguenza alla progressiva meccanizzazione agricola. A causa di questa riduzione degli elementi naturali, lo scarso contingente faunistico ospitato dall'ecosistema agricolo risulta costituito principalmente dalle specie più tipiche delle aree aperte quali la lepore (*Lepus europaeus*), il coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*), il ghio (Glis glis), e il mustiolo (*Suncus etruscus*). Tuttavia, la sporadica presenza di diverse tipologie di coltivazioni, quali oliveti, frutteti e coltivazione di latifoglie, alternate a limitati residui di vegetazione originaria, permettono la presenza di un discreto livello di biodiversità, per questo ad esso è stato attribuito un valore faunistico "medio-basso".

Nello specifico dell'area di intervento, il sistema in esame è stato suddiviso nelle quattro tipologie di habitat più rappresentative dell'area, ovvero:

- Colture estensive (codice Corine Biotopes 82.3)
- Oliveti (codice Corine Biotopes 83.11)
- Vigneti (codice Corine Biotopes 83.21)
- Frutteti (codice Corine Biotopes 83.15)

L'ecosistema antropico è qui rappresentato dai centri abitati di Roviano, Cineto Romano, Marano Equo e Anticoli Corrado, ma comprende anche: zone industriali e/o commerciali esterne ai centri abitati, rete stradale, rete ferroviaria, parchi urbani, zone ricreative e sportive. In tale sistema, sebbene sia artificiale, condizione

negativa sotto il profilo ecologico-ambientale, possono talvolta instaurarsi situazioni che si risolvono positivamente; infatti, nell'ecosistema urbano la creazione di nuove nicchie ecologiche e nuovi habitat permette la presenza di alcune specie animali e vegetali che altrimenti avrebbero maggiore competizione e predazione. Ovviamente le specie animali più diffuse in questo ecosistema sono quelle con basse esigenze ecologiche e con una elevata adattabilità; quindi, ad esso è stato attribuito un valore faunistico "basso".

L'area di interesse è prevalentemente rappresentata dagli habitat:

- Città, centri abitati (codice Corine Biotopes 86.1): questa categoria è molto ampia poiché include tutti i centri abitati di varie dimensioni. In realtà vengono accorpate tutte le situazioni di strutture ed infrastrutture dove il livello di habitat e specie naturali è estremamente ridotto.
- Siti produttivi, commerciali e grandi nodi infrastrutturali (codice Corine Biotopes 86.32): vengono qui inserite tutte quelle aree che presentano importanti segni di degrado e di inquinamento.
- Parchi, giardini e aree verdi (codice Corine Biotopes 85.1)

L'ecosistema delle zone umide e fluviali si sviluppa principalmente lungo il fiume Aniene. Sebbene a tratti sia piuttosto alterato e impoverito dagli impatti antropici, rappresenta tuttavia un importante corridoio ecologico multifunzionale, in grado di ospitare elementi faunistici di interesse nell'area di studio. Tali habitat ricoprono dunque l'importante funzione di siti per la sosta e il rifugio delle specie in transito, la quale, unitamente alla presenza di specie faunistiche legate all'ambiente umido, permette di attribuire a tale ecosistema un valore faunistico "alto".

Le specie faunistiche associate agli habitat fluviali sono, ad esempio, la ballerina gialla (*Motacilla cinerea*), la canapiglia (*Anas strepera*), il martin pescatore (*Alcedo atthis*), il piro piro piccolo (*Actitis hypoleucos*) e l'usignolo di fiume (*Cettia cetti*), nonché diverse specie dell'erpetofauna e specie ittiche legate al fiume Aniene.

Nello specifico dell'area di intervento è rappresentato da lembi di vegetazione ripariale sviluppatasi lungo il fiume e i canali artificiali e i torrenti, principalmente rappresentati da boschi ripariali a pioppi e salici. In termini di habitat, è costituito da:

- Boschi ripariali a pioppi (codice Corine Biotopes 44.61)
- Corsi fluviali (acque correnti dei fiumi maggiori) (codice Corine Biotopes 24.1)

Infine, l'ecosistema forestale che caratterizza l'area di interesse è prevalentemente localizzato lungo gli argini del fiume Aniene e nei rilievi collinari e montani che circondano la valle. All'interno di tale ecosistema sono dunque compresi i sistemi forestali a boschi di latifoglie con presenza di *Ostrya carpinifolia*, *Quercus pubescens*, *Fraxinus ornus*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*, e boschi igrofilo a salici (*Salix* sp.) e pioppi (*Populus* sp.) Il valore ecologico di questi ecosistemi è estremamente rilevante, costituendo essi una delle zone forestali planiziali più importanti dal punto di vista faunistico e floristico, a scala regionale.

Parte di tali aree boscate risultano frammentate dal paesaggio agricolo collinare o di pianura, svolgendo funzioni di nuclei di connessione o di elementi forestali isolati nell'ambito della rete ecologica.

La fauna tipica dell'ecosistema in esame comprende specie forestali specializzate di notevole interesse, quali ad esempio alcuni rapaci come l'allocco, il falco pellegrino, rapace rupicolo e quindi associato ad ambienti di cresta sommitali e rupestri o con versanti acclivi, il falco pecchiaiolo, il biancone, il gheppio, il barbagianni, la civetta e il gufo comune. Tra le altre specie frequentatrici di ambienti forestali troviamo diverse specie di picchio, tra le quali la più diffusa è il picchio rosso maggiore e i più rari picchio verde e torcicollo, nonché il rampichino comune il picchio muratore, e il succiacapre (*Caprimulgus europaeus*). Per quanto attiene i mammiferi, si citano invece cinghiale (*Sus scrofa*), donnola (*Mustela nivalis*), volpe (*Vulpes vulpes*) e istrice (*Hystrix cristata*).

Essendo l'ecosistema forestale costituito dagli ambienti a più elevata naturalità, gli è stato attribuito un valore faunistico "Alto".

Il territorio in esame risulta essere rappresentato dai seguenti habitat:

- Ostietti, carpineti a *Carpinus orientalis* e boschi misti termofili (codice Corine Biotopes 41.8)
- Boschi a *Castanea sativa* (codice Corine Biotopes 41.9)

Nella "Carta degli habitat e del valore faunistico" (elaborato A250-SIA-D-023-0), illustrata nella figura seguente, è possibile osservare la distribuzione degli habitat sopra descritti e il valore faunistico ad essi associato.

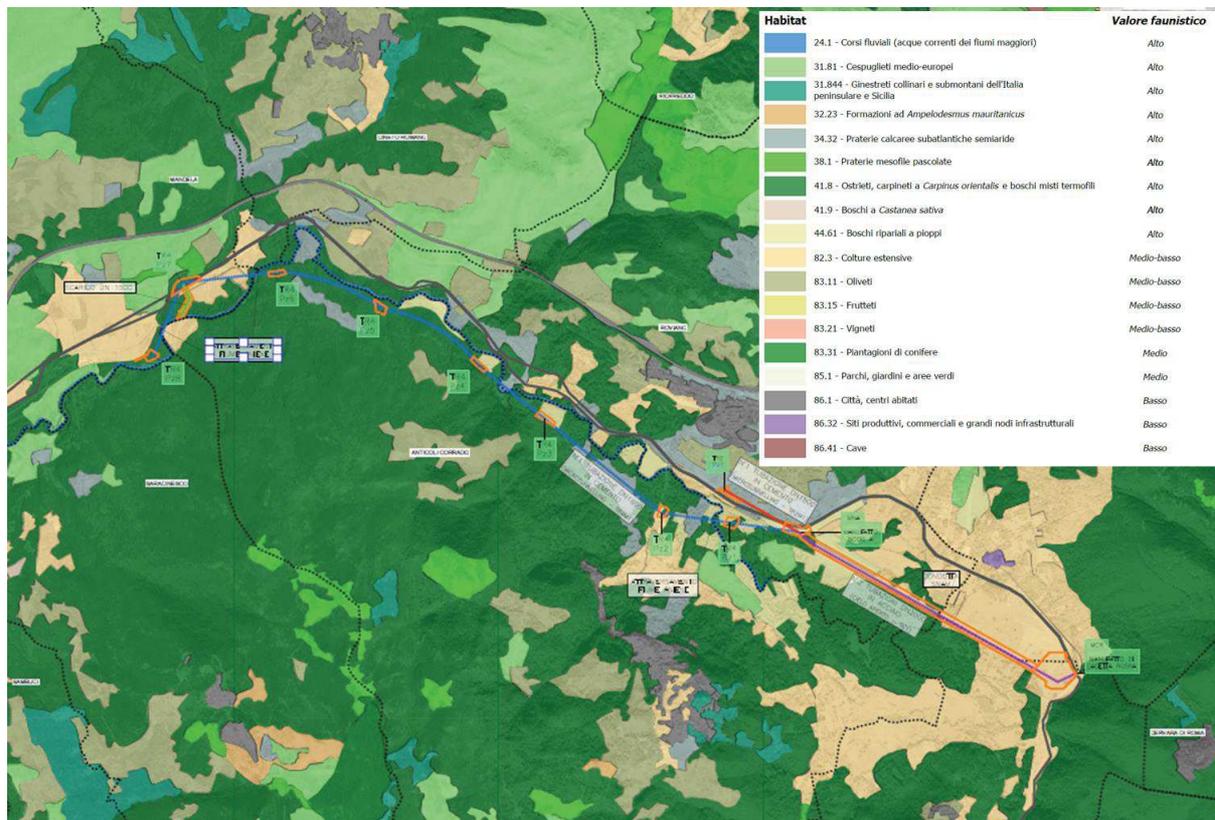


Figura 2-9 Carta degli habitat e del valore faunistico (A250-SIA-A-023-0)

Ad ogni habitat è stato infatti attribuito un valore faunistico, stabilito sulla base delle caratteristiche dei singoli ambienti nel contesto in esame e quindi in relazione all'interesse naturalistico delle specie animali che li frequentano.

L'ecosistema agricolo assume un valore faunistico medio-basso, in quanto tipico di aree abbastanza omogenee, con presenza di pochi elementi di diversificazione, e di un numero basso di specie.

L'ecosistema antropico, sebbene sia caratterizzato da un discreto numero di specie animali, alcune presenti anche con popolazioni numerose, ha prevalentemente un valore faunistico basso in quanto si tratta di specie adattabili, sinantropiche o antropofile, generalmente non particolarmente sensibili. Ai "Parchi, giardini ed aree verdi" è stato invece attribuito un valore faunistico più elevato, essendo questi ultimi contraddistinti da un maggior grado di naturalità.

I corsi d'acqua ed i bacini artificiali, unitamente ai relativi habitat, sebbene non costituiscano un'area molto estesa nel sito di interesse, rappresentano un corridoio ecologico per molte specie di vertebrati; per questo motivo a tale ecosistema è stato attribuito un valore faunistico elevato.

Stessa valutazione è stata effettuata per l'ecosistema forestale.

2.2.5 Aree ad elevato valore naturalistico soggette a regimi conservazionistici

Nel territorio limitrofo al progetto in esame ricadono diverse aree appartenenti alla Rete Natura 2000 nonché alcune Aree Naturali Protette e IBA.

I Siti Natura 2000 inseriti nell'area vasta di studio sono i seguenti:

- ZPS IT6030029 "Monti Lucretili" (a circa 3,2 km dall'intervento);
- ZSC IT6030051 "Basso corso del Rio Fiumicino" (a circa 2,0 km dall'intervento);
- ZSC IT6030037 "Monti Ruffi (versante sud-ovest)" (a circa 5,3 km dall'intervento);
- ZSC IT7110088 "Bosco di Oricola" (a circa 5,4 km dall'intervento).

Tra i siti più vicini al progetto si evidenzia la **ZPS IT6030029 "Monti Lucretili"**, la quale si estende su una superficie complessiva di 11.636 ettari, comprendendo al suo interno altri Siti Natura 2000 (ZSC "Monte Gennaro (versante SW)", ZSC "Monte Pellecchia" e ZSC IT6030032 "Torrente Licenza ed affluenti"), pertanto definito sito di tipo "F". Da un punto di vista biogeografico appartiene alla Regione Biogeografica Mediterranea.

Si sviluppa all'interno delle Province di Roma e Rieti, e nei Comuni di Scandriglia, Percile, Mandela, Licenza, Roccagiovine, Montorio Romano, Monteflavio, Palombara Sabina, Vicovaro, San Polo dei Cavalieri e Marcellina.

In particolare, è situato a nord-est di Roma, tra la valle del Tevere e quella dell'Aniene, comprendendo un'area particolarmente rilevante dal punto di vista naturalistico per via della peculiare configurazione del paesaggio preappenninico, nel quale sussistono biotopi molto diversificati tra loro. Il paesaggio è caratterizzato dalla successione di modesti rilievi montuosi, intercalati da pianori carsici e valli, interrotti dalla dorsale del monte Pellecchia. L'orografia dell'area è quindi articolata e mostra una morfologia diversificata, spesso accidentata, con versanti ripidi e valli strette e incassate. Molte cime presenti nella ZPS raggiungono i 1100-1200 metri di altitudine.

Nel Formulario Standard della ZPS in esame sono elencati sei habitat di interesse comunitario, di cui tre sono prioritari (6210*, 6220* e 9210*).

L'attuale assetto vegetazionale ha origine da una successione di eventi prodotti dalle attività agro-silvopastorali, le quali hanno contribuito alla modificazione degli aspetti originari del paesaggio. Nel Formulario Standard non si segnalano specie elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE, ma sono indicate altre importanti specie floristiche presenti nella ZPS, tra le quali *Linaria purpurea* e *Seseli varium* (specie endemiche), *Epipactis muelleri*, *Biarum tenuifolium*, *Iris sabina*, *Styrax officinalis*, *Crepis biennis*, *Lilium bulbiferum*, *Doronicum orientale*, *Stenbergia colchiciflora*, *Lilium martagon* e *Asphodeline lutea*.

La vegetazione forestale occupa circa il 60% del territorio e si presenta diversificata in funzione delle fasce altimetriche, della morfologia del rilievo e delle diverse situazioni geolitologiche riscontrabili nell'area.

Il paesaggio vegetale dell'area è dominato quindi da una fitta copertura forestale, continua nelle zone più interne del comprensorio, che vede principalmente foreste sempreverdi dominate da leccio e sclerofille mediterranee nella porzione basale del massiccio, a cui succedono querceti a roverella (*Quercus pubescens*), orniello (*Fraxinus ornus*) e carpino orientale (*Carpinus orientalis*). Sulle pendici più esterne della ZPS, dominano, invece, i pascoli di quota, di origine secondaria, legati alla deforestazione dovuta alla colonizzazione agro-pastorale, caratterizzati da praterie aride con una flora a carattere continentale, ricca di graminacee parasteppiche.

Il sito è inoltre estremamente importante per la conservazione dell'ornitofauna, coincidendo infatti **con l'IBA113 "Monti Lucretili"**. Si cita la presenza di specie d'interesse comunitario quali l'aquila reale (*Aquila chrysaetos*), nidificante sulle pareti sud-orientali del monte Pellicchia e il falco pellegrino (*Falco peregrinus*). Sono segnalati come nidificanti anche l'averla piccola (*Lanius collurio*), il succiacapre (*Caprimulgus europaeus*) e il falco pecchialo (*Pernis apivorus*).

L'esistenza di molti ambienti ipogei, per lo più di origine carsica, favorisce inoltre la presenza di numerose specie di chiroteri. In particolare, nel sito sono segnalati: *Miniopterus schreibersii*, *Myotis myotis*, *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum* e *Rhinolophus hipposideros*. Altre specie di interesse comunitario presenti sono il lupo, il cervone, la testuggine di Hermann, la salamandrina dagli occhiali settentrionale, l'ululone appenninico e il tritone crestato italiano. Tra gli invertebrati sono segnalati *Euphydryas aurinia*, *Eriogaster catax* ed *Euplagia quadripunctaria*.

Tra le minacce riscontrate per la ZPS in esame si ricorda il progressivo restringimento delle aree aperte sommitali e dei prati montani causato dall'abbandono dei pascoli, fenomeno che si verifica con crescente frequenza soprattutto negli ultimi anni, e che rappresenta una potenziale criticità per la presenza dell'Aquila reale, la quale trova in questi ambienti territori di caccia e alimentazione.

Si richiede inoltre un costante monitoraggio della situazione degli habitat prativi legati alla gestione agricola tradizionale, ovvero gli habitat prioritari 6210* e 6220*, i quali vengono minacciati dal progressivo abbandono delle pratiche agricole montane e dal progressivo avanzamento della vegetazione forestale o arbustiva nelle aree prative.

Infine, va riservata particolare attenzione alla tutela dei fontanili e delle raccolte di acqua, i quali costituiscono siti di riproduzione di anfibi rari e in calo demografico, come l'ululone appenninico, il tritone crestato italiano, e la salamandrina dagli occhiali settentrionale.

Tra i siti più vicini al progetto si evidenzia anche la **ZSC IT6030051 "Basso corso del Rio Fiumicino"**, che occupa una superficie di 83 ettari e appartiene alla regione biogeografica Mediterranea. Il sito si colloca nella valle fluviale compresa tra i comuni di Vicovaro, Sambuci e Saracinesco, ed è delimitato a Nord dall'SS5 (Tiburtina Valeria). Il territorio della ZSC è caratterizzato da specie igrofile quali pioppi e salici, legate alla presenza del corso d'acqua.

Nel Formulario Standard vengono riportati 4 habitat di interesse comunitario, di cui uno prioritario (6210*), i quali ricoprono circa il 47% della superficie della ZSC.

Non sono segnalate specie vegetali di interesse comunitario, sebbene il sito sia caratterizzato da ambienti naturali di discreto valore ecologico, tuttavia, dal punto di vista faunistico, si cita la presenza del martin pescatore (*Alcedo atthis*), della salamandrina dagli occhiali settentrionale (*Salamandrina perspicillata*) e del vairone (*Telestes muticellus*). Inoltre, tra le altre specie non di Direttiva, viene segnalata la presenza dell'istrice, del merlo acquaiolo e della rana appenninica. Infine, tra gli invertebrati si riscontra la presenza dell'odonato *Somatochlora meridionalis*, rendendo tale area uno dei pochissimi siti caratterizzati dalla presenza di queste libellule in Italia.

Il sito **ZSC IT6030037 "Monti Ruffi (versante sud-ovest)"**, dell'estensione di 579 ettari, è localizzato nella porzione sudoccidentale del complesso montuoso calcareo dei Monti Ruffi e comprende il Monte Fossicchi ed il Colle Sacrestia. In particolare, è delimitato dal Fosso del Fioio a Nord, dalla Valle Figuzza ad Est, dall'abitato di Cerreto Laziale a Sud e dalla valle del Torrente Fiumicino ad Ovest. Appartiene alla regione biogeografica Mediterranea.

La vegetazione potenziale dell'area è costituita, in base alle condizioni edafiche locali e all'esposizione, da boschi di querce termofili, con prevalenza di cerro nelle aree meridionali più esposte, di roverella nelle aree centro-settentrionali, e dall'orno-ostrieto sui versanti più umidi. Di particolare importanza in termini di superficie, nonché per la loro valenza naturalistica, sono le aree coperte da stadi di degradazione delle cerrete submediterranee e le aree caratterizzate da prati aridi mediterranei e praterie collinari a grano villosa. Tali aree sono riferibili prevalentemente ai Thero-Brachypodietea ma anche ai Festuco-Brometalia, habitat prioritari inseriti all'interno del Formulario Standard della ZSC (6220* e 6210*).

Tra gli altri habitat citati vi sono i "Boschi orientali della quercia bianca" (91AA*), anch'esso prioritario, e le "Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia" (9340).

Dal punto di vista faunistico sono presenti: il cinghiale (*Sus scrofa*), reintrodotta utilizzando esemplari provenienti dall'est europeo, la faina (*Martes foina*), il ghio (*Glis glis*), il riccio (*Erinaceus europaeus*), lo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*), la volpe (*Vulpes vulpes*), il tasso (*Meles meles*) e l'istrice (*Hystrix cristata*) (Pinchera, 1998). Tra le specie di Direttiva figura la presenza saltuaria del lupo (*Canis lupus*) e degli anfibii *Salamandrina perspicillata* e *Triturus carnifex*.

Per quanto riguarda gli uccelli è invece segnalata la presenza dell'averla piccola (*Lanius collurio*).

Il **Bosco di Oricola (ZSC IT7110088)**, si estende per circa 400 ettari, ed è situato in Abruzzo. È composto prevalentemente da formazioni boschive a farnia (*Quercus robur*) in associazione con *Castanea sativa*, *Quercus cerris*, *Tilia platyphyllos*, *Fagus sylvatica* e *Q. petraea* (sporadica). Nel bosco di Oricola sono inoltre state individuate porzioni di castagneti in formazioni boschive a composizione mista, nelle quali sono presenti popolazioni anche cospicue di altre caducifoglie arboree (*Fagus sylvatica*, *Quercus cerris*, *Tilia* sp. pl., *Carpinus betulus*, *Ostrya carpinifolia*, *Quercus robur*).

Nel Formulario Standard della ZSC sono elencati tre habitat di interesse comunitario, nessuno dei quali risulta essere prioritario. Tra le specie di Direttiva

risultano soltanto due specie di anfibi (*Bombina pachipus* e *Triturus carnifex*), una specie per quanto riguarda i mammiferi (*Canis lupus*) e una per quanto riguarda i rettili (*Elaphe quatuorlineata*).

Nel territorio in esame sono inoltre presenti diverse aree naturali protette, non interessate direttamente dal progetto, elencate qui di seguito:

- EUAP0190 Parco Regionale Naturale dei Monti Lucretili (a circa 3 km dall'intervento);
- EUAP0186 Parco Naturale Regionale dei Monti Simbruini (a circa 0,7 km dall'intervento);
- Monumento Naturale Torrente Rioscuro (a circa 2 km dall'intervento).

Il **Parco Naturale Regionale dei Monti Lucretili** (EUAP0190) costituisce uno dei parchi più grandi del Lazio ed è stato istituito con la L.R. 26 giugno 1989, n. 41 (B.U.R. 11 luglio 1989, n. 19); L.R. 26 maggio.1994, n. 15 (B.U.R. 20 giugno 1994, n. 7).

La sua estensione raggiunge i 18.204 ettari, dominando sulla Campagna Romana, la Sabina e l'agro tiburtino. Le vette più alte sono quelle del Monte Pellecchia (1368 m) e di Monte Gennaro (1271 m).

Il Parco Naturale Regionale dei Monti Lucretili rappresenta inoltre un punto di raccordo per numerose aree protette e siti comunitari che si distribuiscono da nord a sud partendo dalle porzioni meridionali dei Monti Sabini, seguendo per i Monti Tiburtini, i Monti Ruffi, e i Monti Prenestini, estendendosi infine verso sud-est nel versante abruzzese con la catena dei Monti Simbruini.

Il Parco in esame ha quindi un ruolo centrale e fondamentale nel sistema di aree protette dell'Appennino laziale, stabilendo inoltre un punto di connessione con gli appennini abruzzesi.

La ricchezza naturalistica che lo caratterizza risiede nella particolare configurazione del paesaggio, di tipo spiccatamente preappenninico, nel quale coesistono tuttavia diversi biotopi, frutto della complessità climatica che contraddistingue questa porzione di territorio, collocata infatti al centro di quattro zone climatiche:

- Sub-atlantica oceanica (verso Ovest)
- Balcanica-orientale sub-continentale (verso Est)
- Europea microtermica (verso Nord)
- Termo-xerofitica (verso Sud)

Le comunità vegetali che caratterizzano il Parco sono quelle maggiormente influenzate dalla diversità climatica e altitudinale sopra descritta.

Il paesaggio vegetale del Parco è prevalentemente costituito da una fitta copertura forestale, continua nelle porzioni più interne, dominata dal leccio (*Quercus ilex*) e da sclerofille mediterranee nella porzione basale del massiccio, a cui poi succedono querceti a roverella (*Quercus pubescens*), orniello (*Fraxinus ornus*) e carpino orientale (*Carpinus orientalis*). A quote maggiori sono diffusi popolamenti dominati da castagno (*Castanea sativa*), mentre lembi di faggeta ad agrifoglio e, raramente, tasso, si collocano alla sommità della zonazione altitudinale.

Nelle porzioni più esterne si rinvengono invece i pascoli di alta quota, di origine secondaria, legati infatti alla deforestazione dovuta alla colonizzazione agro-pastorale. Esiste tuttavia una componente naturale di tali spazi aperti, derivante dalla presenza di una flora tipica delle praterie aride a carattere continentale, ricca di Graminacee parasteppiche e di Labiate camefitiche (*Micromeria*, *Satureja*, *Teucrium*).

Nei tratti pedemontani del massiccio sono invece molto vaste le praterie di tipo marcatamente costiero dominate da *Ampelodesmos mauritanicus*. Dove si osserva un dinamismo ricostitutivo di queste steppe-garighe, compaiono le tracce di una vegetazione legnosa a leccio (*Quercus ilex*), albero di Giuda (*Cercis siliquastrum*), terebinto (*Pistacia terebinthus*), carpino orientale (*Carpinus orientalis*) e marruca (*Paliurus spina-christi*). Molte di queste specie hanno una provenienza mediterraneo-orientale, come anche lo storace (*Styrax officinalis*), che trova qui le sue uniche stazioni nell'Europa occidentale.

Dal punto di vista faunistico, il territorio del Parco ospita una comunità complessa e diversificata, nella quale compaiono numerosi elementi di interesse conservazionistico, tra i quali figura l'aquila reale (*Aquila chrysaetos*), specie nidificante sul Monte Pelicchia.

Tra gli altri rapaci rupicoli è nota la presenza del falco pellegrino (*Falco peregrinus*), associato agli ambienti di cresta sommitali e rupestri, con versanti acclivi.

Importanti sono poi le numerose specie degli ambienti prativi, ovvero le specie associate alle praterie di origine secondaria, la cui tutela è legata al mantenimento del pascolo estensivo che impedisce l'espansione dinamica delle essenze arbustive e quindi la perdita dell'habitat di specie. Tra queste: il succiacapre (*Caprimulgus europaeus*), la tottavilla (*Lullula arborea*), l'averla piccola (*Lanius collurio*), la lepre italica (*Lepus corsicanus*) specie endemica dell'Italia centro-meridionale e della Sicilia, minacciata dalle ripetute immissioni della lepre europea a scopo venatorio, presente in maniera diffusa nel territorio del Parco, in tutte le aree idonee.

Per quanto riguarda i mammiferi molto presente è il cinghiale (*Sus scrofa*), in espansione numerica a seguito dei continui rilasci operati a scopo venatorio. Si possono inoltre trovare la martora (*Martes martes*), il gatto selvatico (*Felis silvestris*) ed il lupo *Canis lupus* (la cui presenza è però saltuaria). Nelle aree a macchia e nei querceti sono invece presenti il riccio (*Erinaceus europaeus*) e altri mammiferi come la faina (*Martes faina*), la donnola (*Mustela nivalis*), il tasso (*Meles meles*), lo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*), la lepre (*Lepus europaeus*), l'istrice (*Hystrix cristata*) e la volpe (*Vulpes vulpes*).

Tra gli insetti, spiccano di importanza le specie di coleotteri saproxilici, legate alle faggete mature o ad altri ambienti forestali con elevata presenza di alberi vetusti e presenza di biomassa secca, tra questi vi è la specie rosalia alpina (*Rosalia alpina*), la cui presenza nei territori del Parco è ritenuta potenziale, poiché particolarmente sensibile a modeste variazioni di uno o più fattori ecologici e per cui ritenuta un buon indicatore ecologico.

Per quanto riguarda gli anfibi si rinviene la presenza dell'ululone appenninico (*Bombina pachypus*), endemico in Italia e in netta contrazione in tutto il suo areale, di *Triturus carnifex* e della *Salamandrina perspicillata*, per i quali sono previste

norme specifiche per la tutela e conservazione degli ambienti riproduttivi, reali e potenziali.

Lungo i corsi d'acqua, e in particolare lungo il Torrente Licenza, si rinviene il gambero di fiume (*Austropotamobius pallipes*), presente con una piccola e vulnerabile popolazione. La conservazione di tale specie, la quale rappresenta un importante indicatore della buona qualità delle acque, è strettamente legata alla tutela degli ecosistemi acquatici sia superficiali che sotterranei e al mantenimento dei piccoli corsi d'acqua, di cui andrebbe evitata la regimazione, la cementificazione e l'inquinamento.

Infine, nel Parco sono molte le specie di Chiroteri, con particolare riguardo alle specie di cui all'Allegato II della Direttiva "Habitat", tra le quali il ferro di cavallo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), il ferro di cavallo minore (*Rhinolophus hipposideros*), il ferro di cavallo euriale (*Rhinolophus euryale*), il vespertilio maggiore (*Myotis myotis*), il vespertilio di Blyth (*Myotis blythii*), il vespertilio di Capaccini (*Myotis capaccinii*). Tali specie, rinvenute, in particolar modo, nelle grotte o in altre cavità sotterranee, sono altamente sensibili al disturbo all'interno dei rifugi, durante i periodi critici della riproduzione e dell'ibernazione.

All'interno del Parco, nella zona orientale, ricade inoltre una zona umida di importanza internazionale tutelata ai sensi della convenzione di **Ramsar**, istituita con il D.M. dell'11 febbraio 2008 (GU n. 130 del 05/062008) e denominata "**Lagustelli di Percile**". L'area è situata sulle pendici del Colle Faieta, in una zona calcarea dislocata e ricca di veri e propri anfiteatri carsici. I laghi che la caratterizzano possiedono un particolare valore naturalistico, essendo costituiti da ambienti altamente significativi sotto gli aspetti floristico-vegetazionali. La vegetazione è per lo più igrofila ed è rappresentata da specie del genere *Salix*, tra le quali *Salix purpurea*, individui del genere *Populus*, *Juncus articulatus*, *Holoschoenus romanus subs. holoschoenus*, *Eleocharis palustris*, *Hypericum androsaemum*, *Potentilla reptans*, *Rorippa sylvestris* e *Plantago major*. La facilità di accesso alle sponde del Lago Fraturno (il lago più grande) ha tuttavia favorito la frequentazione da parte dei visitatori e animali a pascolo brado, i quali hanno determinato un certo degrado della vegetazione ripariale, fenomeno che invece non ha interessato il lago piccolo. Sulle sponde settentrionali del Lago Fraturno in passato sono inoltre stati piantumati filari di pioppo cipressino (*Populus nigra italica*), sotto i quali si è sviluppata una vegetazione igrofila di cannuccia palustre (*Phragmites australis*). Lungo le restanti sponde si possono notare esemplari di pioppo bianco (*Populus alba*), equisetone (*Equisetum ramosissimum*), tifa (*Typha latifolia*), eleagno (*Salix eleagnos*) e salice delle capre (*Salix caprea*).

I versanti della depressione del Lago Marraone sono invece caratterizzati dalla presenza di un fitto bosco misto con carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), acero campestre (*Acer campestre*), cerro (*Quercus cerris*) e nocciolo (*Corylus avellana*) e di alcune specie arbustive quali il biancospino (*Crataegus monogyna*), il corniolo (*Cornus mas*) e il ligustro (*Ligustrum vulgare*). Ma l'aspetto più interessante è costituito dalla presenza lungo le sponde limacciose di una rara graminacea, l'*Heleòchloa alopecuroides* Host.

Per quanto riguarda l'aspetto faunistico, le comunità animali legate all'ambiente umido sono in buona parte rappresentate da anfibi e rettili, mentre la presenza

dell'avifauna è scarsa in relazione alla limitatezza dell'estensione dell'area e al disturbo del Lago Fraturno. È quindi accertata la presenza della biscia dal collare (*Natrix helvetica*), del tritone crestato (*Triturus carnifex*), che predilige le pozze e gli ambienti umidi con acque profonde e/o fredde. Probabilmente nidificante nel bacino più piccolo è la comune gallinella d' acqua (*Gallinula chloropus*).

Il **Parco Naturale Regionale dei Monti Simbruini** rappresenta la più vasta area protetta del Lazio, estendendosi a cavallo tra le province di Roma e Frosinone, su un territorio di 29.990 ettari. Venne istituito il 29 gennaio del 1983 con la L.R. n. 8 ed è destinato "alla conservazione, valorizzazione e razionale utilizzazione dell'ambiente naturale, allo sviluppo economico e sociale delle comunità locali interessate, alla corretta fruizione da parte di tutta la popolazione". Il territorio, prevalentemente montuoso, è caratterizzato dalla presenza di due corsi d'acqua: il fiume Aniene e il torrente Simbrivio. Ai due fiumi fanno da contorno le montagne del sistema orografico dei Simbruini, le cui vette più elevate sono quelle del Monte Viglio (2156 m), Monte Cotento (2015 m), del Monte Tarino (1961 m) e Monte Autore (1855 m). La catena montuosa è interrotta da vari pianori di origine carsica (Camposecco, Campaegli, Campo Buffone, Fondi e Ceraso), aree pianeggianti circondate da pendici ricoperte di faggete.

Il paesaggio vegetale del Parco Regionale dei Monti Simbruini possiede un notevole valore ambientale. La posizione geografica dell'area in esame, unita ad un insieme di altri fattori, permette anche in questo caso la coesistenza di specie vegetali provenienti da diverse regioni biogeografiche. Specie tipiche delle regioni centroeuropee si incontrano quindi con specie del bacino del mediterraneo, mentre nelle vette più alte è presente una vegetazione tipica delle regioni subalpine.

La stragrande maggioranza del territorio è occupata da boschi (circa 25.000 ettari). Nell'ambiente altomontano, ovvero al di sopra dei 1800-1900 m s.l.m., le comunità biotiche sono rappresentate dai seslerieti, costituiti da *Sesleria tenuifolia*, una graminacea diffusa sugli Appennini e sui rilievi montuosi della penisola Balcanica. Nei dossi in dolce declivio e moderatamente pianeggianti dei crinali prevalgono invece i festuceti (*Festuca violacea*), che rappresentano le tipiche zone adatte al pascolo d'alta quota. In corrispondenza delle vallette nivali si sviluppa invece una vegetazione più simile a quella della tundra alpina, dove spiccano esemplari di uva ursina (*Arctostaphylos uva-ursi*) e di ginepro nano (*Juniperus nana*). Nelle zone più fresche è abbastanza comune l'Asfodelo montano (*Asphodelus albus*) dalla tipica infiorescenza bianco-brunicca e la Genziana maggiore (*Gentiana lutea*).

Nell'intervallo di quota compreso tra i 900 e i 1900 metri, la formazione più estesa è la faggeta, la quale mostra spesso delle compenetrazioni interessanti con gli orizzonti inferiori che, a seconda dell'esposizione, possono essere costituiti dalla cerreta (*Quercus cerris*) e dalla lecceta (*Quercus ilex*). Si rinvencono anche il sorbo degli uccellatori (*Sorbus acuparia*), l'acero montano (*Acer pseudoplatanus*), l'acero riccio (*Acer platanoides*), il frassino (*Fraxinus* spp.), il tasso (*Taxus baccata*) e l'agrifoglio (*Ilex aquifolium*), considerato un relitto terziario in quanto una specie molto diffusa nel periodo terziario che ha contratto notevolmente il proprio areale in seguito alle glaciazioni del quaternario.

Al di sotto del limite vegetazionale delle faggete predominano i boschi semplici o misti di specie quercine caducifoglie, come il cerro (*Quercus cerris*) o la roverella (*Quercus pubescens*), oppure di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e orniello (*Fraxinus ornus*); in tali formazioni è possibile riscontrare altre specie quali l'acero campestre e l'opalo. Un'altra specie, di notevole interesse paesaggistico, che si riscontra sulle pendici ripide e assolate è il leccio. Lo strato arbustivo in questi tipi di formazioni boschive è costituito soprattutto da biancospino (*Crataegus oxycanta*), bosso (*Buxus sempervirens*), pungitopo (*Ruscus aculeatus*) e dall'arbusto "berretta da prete" (*Euonymus europaeus*).

Dal punto di vista faunistico si annoverano diverse popolazioni di ungulati selvatici, come il cinghiale e il capriolo, che permettono la sopravvivenza di almeno due branchi di lupi (*Canis lupus*). Si rinviene anche la presenza dell'orso bruno marsicano (*Ursus arctos marsicanus*), specie in via di estinzione definita "In pericolo critico" (CR) dalla lista IUCN. Negli alti pascoli i mammiferi sono rappresentati prevalentemente da piccoli roditori come le arvicole del genere *Microtus* e dal loro predatore *Mustela nivalis* (donnola).

A quote più basse sono inoltre presenti martore, ghiri, scoiattoli, topi selvatici e quercini, lepri, gatti selvatici, cervi e caprioli.

Nel Parco nidificano circa 105 specie di uccelli, di cui 12 rapaci, e l'intera area rientra all'interno dell'**IBA118 "Monti Ernici e Simbruini"**.

Nell'ambiente altomontano l'avifauna è rappresentata da tutte quelle specie tipiche degli alti pascoli, come il codirossone (*Monticola saxatilis*), il fanello (*Carduelis cannabina*), lo stiaccino (*Saxicola rubetra*), il fringuello alpino (*Montifringilla nivalis*) e la coturnice (*Alectoris graeca*). Nelle zone rocciose si osserva il sordone (*Prunella collaris*), la passera scopaiola (*Prunella modularis*), il passero solitario (*Monticola solitarius*), la rondine montana (*Ptyonoprogne fuligula*), il picchio muraiolo (*Tichodroma muraria*). Fra i Corvidi sono presenti presso le vette dei Monti Simbruini il gracchio alpino (*Pyrrhocorax graculus*) e il gracchio corallino (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*). Nelle pareti strapiombanti degli ambienti cacuminali nidificano alcune coppie di aquila reale (*A. crysaetos*), di falco pellegrino (*F. peregrinus*), mentre molto più comuni sono la poiana (*Buteo buteo*) e il piccolo gheppio (*Falco tinnunculus*).

A quote meno elevate è presente la cincia bigia (*Poecile palustris*), il luì verde (*Phylloscopus sibilatrix*), il picchio muratore (*Sitta europea*), il picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*), il picchio verde (*Picus viridis*) e il raro picchio dorsobianco (*Dendrocopos leucotus*).

Tra gli strigiformi, comuni sono l'allocco (*Strix aluco*) e il gufo comune (*Asio otus*), mentre tra i Falconiformi nidificano nelle faggete più tranquille e ben conservate l'astore (*Accipiter gentilis*) e la poiana.

Tra gli anfibi sono presenti specie ad abitudini terragnole come la *Rana italica* e la *Salamandra Salamandra*. Queste due specie, infatti, possono frequentare ambienti umidi nella faggeta anche lontano da raccolte d'acqua perenni. Si rinvencono anche il rospo comune e la raganella italiana.

Tra i Rettili ricordiamo il saettone (*Zamenis longissimus*), colubride innocuo arboricolo, la vipera comune (*Vipera aspis*), la lucertola muraiola (*Podarcis muralis*) e l'orbettino (*Anguis fragilis*).

Il **Monumento Naturale di Torrente Rioscuro** si trova nel comune di Cineto Romano, in provincia di Roma, ed è stato istituito nel febbraio 2018 con decreto del presidente della Regione Lazio n. T00064 del 15/02/2018 pubblicato sul BURL n.14 del 15/02/2018. Esso non risulta nell'elenco ufficiale delle aree protette, in quanto l'ultimo aggiornamento risale al 2010. L'area è stata posta sotto tutela per via della presenza di ecosistemi di pregio, caratterizzati da una fitta rete di corsi d'acqua di modesta entità e a regime torrentizio, i quali danno origine a limpidi laghetti e ripide cascate.

Le più famose e suggestive sono proprio quelle del Torrente Rioscuro, parte del sistema imbrifero del torrente Ferrata, e del fosso della Scarpa più a valle, a costituire rilevanti afflussi idrici della riva destra del fiume Aniene.

Nell'area si osserva quindi un microclima umido e fresco, che, insieme all'inversione termica dovuta alla ridotta insolazione e alla costante presenza dell'acqua del torrente, ha determinato la formazione di una vegetazione mesoigrofila ricca di latifoglie tipiche dell'Appennino centrale, tra le quali il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*), l'acero d'Ungheria (*Acer opalus subsp. Obtusatum*), il frassino, il tiglio, il nocciolo e il pioppo bianco. Felci e farfaracci bordano le pozze e le marmitte allagate, piccoli ma preziosissimi ecosistemi che ospitano una fauna d'eccezione tra cui il raro e localizzato gambero di fiume.

Il Monumento Naturale si inserisce inoltre in un percorso denominato "Cammino Naturale dei Parchi, il quale attraversa sette aree protette (sei regionali più il parco nazionale Gran Sasso – Monti delle Laga) e un monumento naturale (Valle delle Cannuccete).

Il fosso Rioscuro rappresenta quindi un corridoio di collegamento tra le aree protette appenniniche "Parco Naturale dei Monti Lucretili" e "Parco Naturale dei Monti Simbruini".

2.2.6 Rete ecologica

La pianificazione di riferimento della rete ecologica relativa al territorio in esame si riferisce a piani di diverse scale di competenza: Regionale e Provinciale.

La definizione di una rete ecologica è necessaria per mitigare i fenomeni di frammentazione degli habitat e per garantire la permanenza dei processi ecosistemici così come della connettività per le specie sensibili.

La rete ecologica è infatti definita come un sistema interconnesso, potenziale o effettivo, di unità ecosistemiche nelle quali conservare la biodiversità a tutti i livelli ecologici. La struttura della rete è quindi basata sulla definizione di aree centrali (core areas), fasce di protezione (buffer zones) e fasce di connessione (corridoi). Ogni elemento della struttura ha una propria funzione e consente lo scambio di individui tra le diverse aree, in modo da ridurre i rischi di estinzione delle singole popolazioni locali.

La pianificazione della Rete Ecologica Regionale del Lazio (R.Eco.R.d Lazio) è di competenza del Piano Regionale per le Aree Naturali Protette (PRANP), così come previsto dall'articolo 7 della legge regionale 29/97 in materia di "aree naturali

protette regionali" il quale annuncia: *"la Giunta Regionale, sentita la sezione aree naturali protette del Comitato Tecnico Scientifico per l'Ambiente, adotti uno schema di piano, con allegata cartografia, almeno in scala 1:25.000, il quale indichi, fra le altre cose, la Rete ecologica regionale e le relative misure di tutela ai sensi dell'articolo 3 del DPR 357/97."*

Un ulteriore riferimento è contenuto nella DGR 1100/2002, avente come oggetto le *"Direttive della Giunta regionale per l'adeguamento dello schema di Piano Regionale dei Parchi e delle Riserve Naturali, di cui alla DGR n. 11746 del 29 dicembre 1993"*; in tale deliberazione sono state individuate le aree fondamentali di tutela suddivise in aree istituite e aree individuate, articolate in nodi principali del sistema, sottonodi, elementi puntiformi, corridoi ecologici e aree di interesse agricolo, rurale e paesistico. L'allegato a tale deliberazione individua, inoltre, gli obiettivi da conseguire mediante la definizione di una rete ecologica.

Gli obiettivi della Rete Ecologica Regionale possono essere riassunti in due punti principali:

- Salvaguardia della biodiversità tramite l'individuazione delle aree in cui è massima l'efficienza della tutela, ovvero delle aree di reperimento per l'istituzione di nuove aree protette
- Mantenimento delle specie e degli habitat di interesse a livello normativo (comunitario, internazionale e nazionale) e il mantenimento delle specie di interesse conservazionistico.

Per rispondere al primo obiettivo specifico sono quindi state individuate le aree centrali primarie (a massima efficienza potenziale) e secondarie, utilizzando la ricchezza potenziale di specie e l'insostituibilità delle aree come parametri per la loro individuazione. Mentre, per rispondere al secondo obiettivo sono stati individuati altri elementi strutturali come gli ambiti di connessione.

Il primo step dell'elaborazione della RER è iniziato nel 2008 e si è concluso nel 2010 con l'approvazione del documento tecnico e delle relative cartografie, tramite la Determinazione n. B3189 del 30-06-2010. A seguito delle verifiche di campo, nel 2012 è stato elaborato un ulteriore aggiornamento approvato con determinazione del Direttore del Dipartimento Istituzionale e Territorio n. A04041 del 03.05.2012.

Le componenti della rete individuate dalla R.Eco.R.d. (aggiornamento al 2012) sono:

- Nodi del sistema
- Aree centrali primarie e secondarie
- Aree focali per le specie sensibili
- Ambiti di connessione

I nodi del sistema sono le aree naturali protette composte sia da parchi regionali, riserve statali e regionali, monumenti naturali, individuati ai sensi della L. 394/91 e della L.R. 29/97, dai Siti di Importanza Comunitaria (SIC) ai sensi della Direttiva 92/43/CEE ed in ultimo dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS) ai sensi delle Direttive 79/409/CEE e 2009/147/CE.

Le aree centrali primarie e secondarie sono discretizzate in base al loro pregio, inteso come aree con numero di specie potenzialmente presenti e insostituibilità di una determinata area.

Le aree focali per le specie sensibili sono state individuate allo scopo di tener conto anche di quelle aree importanti per alcune specie ritenute particolarmente sensibili ai processi di natura antropica, seppur presenti in aree a bassa ricchezza specifica. Le specie sono state individuate per tipologie di ambiente: in zone montane, collinare pianiziali e legate all'acqua.

Infine, gli ambiti di connessione sono stati identificati a partire dallo strato informativo dell'uso del suolo che è stato suddiviso in territori classificati come "naturale" o "seminaturale" e territori ritenuti di interesse per le specie valutate.

Consultando la Carta della Rete Ecologica Regionale del Lazio, nell'ambito dell'area di studio del presente progetto ricadono molte aree centrali primarie e secondarie in corrispondenza dei Monti Ruffi, dei Monti Lucretili e dei Monti Simbruini.

La valle dell'Aniene è invece interessata dalla presenza di aree focali di specie pianiziali, mentre sulle propaggini orientali dei Monti Lucretili si osservano aree focali di specie montane.

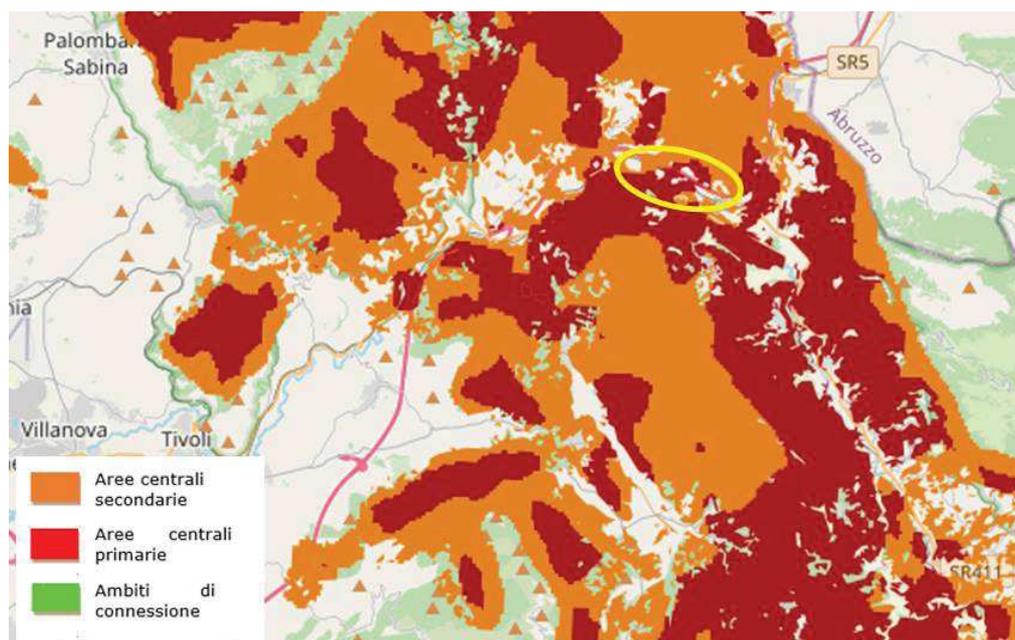


Figura 2-10. Rete Ecologica Regionale Lazio – Aree centrali e ambiti di connessione. (Area di progetto in giallo).

La **Rete Ecologica della Provincia di Roma** è stata invece elaborata nell'ambito del Piano Territoriale Provinciale Generale (PTPG) della Città Metropolitana di Roma Capitale (2010), con l'obiettivo di tutelare ed estendere in forma sistemica la varietà di risorse naturalistiche e ambientali dell'intero territorio provinciale.

A tale scopo si è proceduto all'identificazione di 17 Unità Territoriali Ambientali (UTA), ovvero ambiti territoriali omogenei su cui basare le indicazioni e gli indirizzi

di tutela, recupero e valorizzazione delle risorse naturali esistenti e potenziali. Per ogni unità discretizzata sono quindi stati applicati degli indici idonei alla valutazione dello stato di conservazione e frammentazione, al fine di comprendere la funzionalità e l'efficienza della matrice paesaggio.

Ci si è quindi serviti delle informazioni provenienti dalle liste delle emergenze floristiche e faunistiche e si sono individuate le tipologie di suolo ad alta valenza naturalistica dalla Carta dell'Uso del Suolo (C.U.S.) della Regione Lazio. Inoltre, sono state valutate positivamente le aree agricole che svolgono funzione di connettività ecologica ed infine considerate tutte le normative volte a salvaguardare le zone umide, i corsi d'acqua e tutto il sistema delle aree protette.

Le valutazioni e la conoscenza puntuale della situazione naturalistica hanno poi permesso di sintetizzare l'insieme delle indicazioni in un modello complesso funzionale e topologico costituente la Rete Ecologica Provinciale (REP).

Oltre alle emergenze naturalistiche, al sistema idrografico, ai nastri verdi, al sistema agricolo (con particolare riferimento ai Parchi agricoli), alle Aree protette, ai Siti Natura 2000 ed agli altri elementi territoriali già definiti, la Carta della REP evidenzia gli elementi di connessione della rete e più in generale mostra il livello di connettività ecologica strutturale e funzionale (aree core, aree buffer, connessioni di primaria e secondaria-nastri verdi), valutato a livello provinciale e per ciascuna UTA.

Le aree costituenti la REP sono quindi state suddivise in due componenti (primaria e secondaria) e sono definite in base ai livelli di ricchezza di biodiversità, di qualità conservazionistica e biogeografica, di funzionalità ecologica e di connessione lineare e di paesaggio.

Gli elementi che costituiscono la Rete Ecologica Provinciale (REP) sono i seguenti:

Componente Primaria (CP), caratterizzata da ambiti di interesse prevalentemente naturalistico, è formata da "aree core", "aree buffer" e da "aree di connessione primaria".

- *Aree core*: corrispondono ad ambiti di elevato interesse naturalistico, in genere già sottoposti a vincoli e normative specifiche, all'interno dei quali è stata segnalata una "alta" o "molto alta" presenza di emergenze floristiche e faunistiche (in termini di valore conservazionistico e biogeografico).
- *Aree buffer*: sono "serbatoi di biodiversità di area vasta", in prevalenza a contatto con "aree core", caratterizzate dalla presenza di flora, fauna e vegetazione di notevole interesse biogeografico e conservazionistico. Comprendono prevalentemente vaste porzioni del sistema naturale e seminaturale e svolgono anche funzione di connessione ecologica.
- *Aree di connessione primaria* (connessione lineare e landscape mosaic): Comprendono prevalentemente vaste porzioni del sistema naturale, seminaturale e agricolo, il reticolo idrografico, le aree di rispetto dei fiumi, dei laghi e della fascia costiera e i sistemi forestali.

Componente Secondaria (CS), caratterizzata in prevalenza da ambiti della matrice agricola, svolge una prevalente funzione di connessione ecologica (sia lineare che di paesaggio) e di connettività tra gli elementi della REP ed i sistemi agricolo ed

insediativi. La CS è formata dai “nastri verdi” e dagli “elementi lineari di discontinuità”.

- *Nastri verdi* (landscape mosaics): corrispondono a vaste porzioni di Territorio Agricolo Tutelato, spesso contigue sia alla matrice naturalistica che a quella insediativa. Oltre ad avere una elevata valenza di discontinuità urbanistica, risultano essenziali per garantire la funzionalità ecologica della REP.
- *Elementi di discontinuità lineare*: caratterizzati da ambiti poco estesi in parte interessati dal sistema agricolo ed in parte elementi di discontinuità del sistema insediativo, sono essenziali per garantire la funzionalità della REP in situazioni di elevata antropizzazione.

La Rete ha una buona estensione sul territorio provinciale (75%), consta di molteplici aree core e importanti aree buffer. Le connessioni primarie risultano essere maggiormente estese delle secondarie, corrispondendo come le aree buffer al 27% del territorio provinciale.

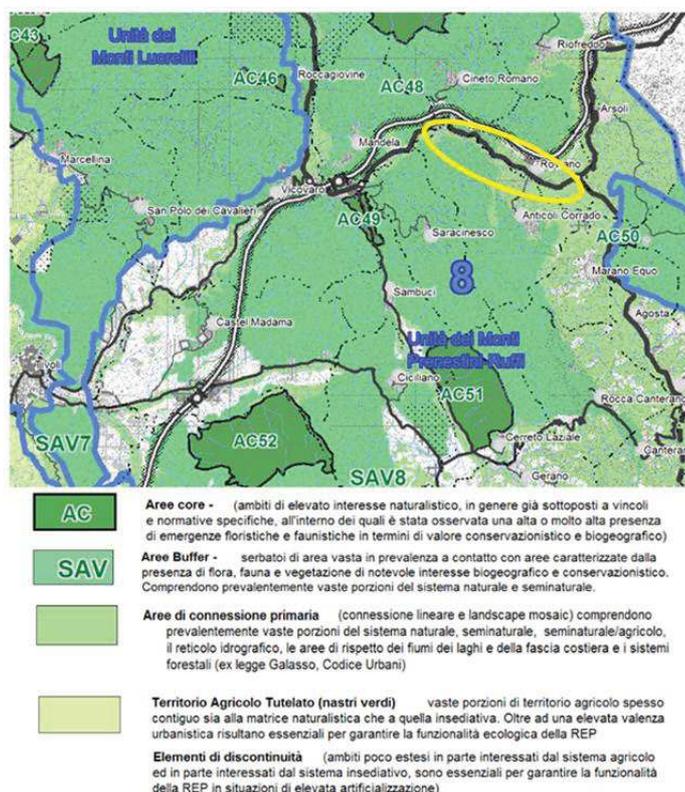


Figura 2-11. Stralcio Carta Rete Ecologica Provinciale (REP). In giallo l'area di progetto.

Nell'ambito dell'area interessata dal presente progetto ricadono diverse aree core sui Monti Lucretili, a Nord di Mandela e Cineto Romano e nei Monti Prenestini-Ruffi. Aree buffer e di connessione primaria interessano invece le quote meno elevate e le aree vallive. A Est del territorio si individuano invece dei Territori Agricoli Tutelati.

2.3 C – Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

2.3.1 Inquadramenti territoriali

L'area di studio ricade nell'ambito del territorio provinciale di Roma, che si estende su una superficie di circa 5363,28 km², e, procedendo da est verso ovest, il progetto in esame incontra i territori comunali di Marano Equo, Arsoli, Anticoli Corrado, Roviano e Mandela.

Il paese di Marano Equo è situato sulla sommità meridionale di una collina con altitudine massima di 488 m. È racchiuso a ovest dalla dorsale dei Monti Ruffi, dove il territorio comunale raggiunge anche i 700 m s.l.m, mentre ad est si affaccia su un ripido declivio sulla valle dell'Aniene avendo a fronte il boscoso versante occidentale dei Monti Simbruini.

Arsoli sorge a poca distanza dal confine geografico tra Lazio e Abruzzo ed il suo territorio comunale è circondato dalla catena montuosa dei Simbruini.

Anticoli Corrado, invece, è posto su uno sperone roccioso a 508 metri di altitudine, sulle pendici settentrionali dei monti Ruffi, che dominano la Valle dell'Aniene. Il territorio comunale occupa una superficie di 16,22 km².

Situato su di un piccolo colle calcareo di 523 metri a 56 km dalla Capitale, il paese di Roviano domina l'accesso all'alta Valle dell'Aniene. Il territorio comunale è attraversato da diversi acquedotti romani, il più importante dei quali è appunto l'Acquedotto Marcio.

Il paese di Mandela, invece, sorge su di un colle poco distante dalla confluenza del torrente Licenza con l'Aniene. Nella porzione montuosa del territorio comunale è situato il monte Mandela, il quale raggiunge i 680 m di altitudine.

2.3.2 Suolo

Un suolo in condizioni naturali ottimali fornisce innumerevoli servizi ecosistemici necessari per il sostentamento della nostra società. Tali servizi ecosistemici comprendono: la produzione agroalimentare, la regolazione del clima, la cattura e lo stoccaggio del carbonio, il controllo dell'erosione e dei nutrienti, la regolazione della qualità dell'acqua, la conservazione della biodiversità e la decomposizione e mineralizzazione della materia organica.

Il suolo è tuttavia una risorsa non rinnovabile, se non in tempi estremamente lunghi, ed è pertanto fondamentale limitarne il degrado generato da pratiche agricole, zootecniche e forestali improprie, e la rimozione derivante dalle dinamiche insediative.

Per quanto riguarda l'ambito regionale nel quale si inserisce il presente progetto, nel 2019 è stata redatta la *Carta dei Suoli del Lazio*, la quale ha permesso una classificazione territoriale basata sulla gerarchia dei pedopaesaggi a diverso livello di dettaglio geografico e pedologico.

Si distinguono: 8 Regioni Pedologiche (Soil Region), che corrispondono al primo livello della gerarchia dei paesaggi e che sono state determinate sulla base delle

condizioni climatiche e geologiche, nonché sulla base del pedoclima, della morfologia e della tipologia principale del suolo; 47 Sistemi di suolo (ST), livello intermedio della gerarchia dei paesaggi, che costituiscono aree riconosciute come omogenee in funzione di caratteri legati alla morfologia, litologia e copertura del suolo e che appartengono ad un'unica Regione Pedologica; 185 Sottosistemi di suolo (SST) o Unità Cartografiche (UC), il livello di maggior dettaglio della cartografia, che costituiscono ambienti con simili caratteristiche di substrato geologico, morfologia ed uso del suolo, e appartengono semanticamente ad uno stesso Sistema e ad una stessa Regione Pedologica.

Il progetto in esame, in particolar modo, ricade nella Regione Pedologica H, che corrisponde alle rocce carbonatiche e alle conche intramontane dell'Appennino centrale; nel Lazio comprende i Monti Sabini e il Monte Terminillo.

Nell'ambito della Regione H sono coinvolti i seguenti sistemi di suolo: H3, H4 e H6.

L'ST H3 è composto principalmente dai versanti dei rilievi montuosi pelitico-arenacei e, come elementi secondari, dai fondovalle, dalle alluvioni che lo attraversano e da depositi di conoide. Prevalgono i versanti delle torbiditi prevalentemente arenacee. Le superfici sono prevalentemente coperte da boschi (castagneti, querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile), e secondariamente destinate ad uso agricolo nelle parti meno acclivi. Copre l'11,3% della Soil Region e il 2,328% dell'intero territorio regionale e nell'area di interesse è rappresentato dalle unità cartografiche H3a, H3b, H3c e H3d.

La prima insiste sui fondovalle fluviali con sedimenti fluvio-alluvionali e colluviali alla base dei versanti, similmente a quanto accade per la UC C3a, tuttavia, si spinge verso quote mediamente più elevate, con intervalli compresi tra 300 e 600 m s.l.m. Prevalgono anche qui le colture agricole (>75%), con boschi e boscaglie dominati da specie igrofile che raggiungono il 9% della superficie totale. I suoli più diffusi hanno profondità utile elevata e sono mal drenati, solitamente hanno tessitura franco argillosa e sono debolmente calcarei.

L'unità H3b comprende i conoidi con depositi fluvio-alluvionali e versanti su torbiditi prevalentemente arenaceo-peltiche, distribuiti su quote comprese tra 300 e 1300 m. Le superfici agricole costituiscono il 60% della superficie totale, mentre i boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile e i boschi di castagno occupano rispettivamente il 20 e il 10% della superficie del suolo. I suoli sono in prevalenza a profondità utile elevata o moderatamente elevata piuttosto mal drenati o ben drenati e debolmente calcarei. La tessitura è di tipo franco argillosa, argilloso limosa e franco sabbiosa.

Nell'UC H3c sono compresi i versanti con torbiditi prevalentemente arenaceo-peltiche e parzialmente coperti da detrito di falda. L'intervallo di quota prevalente è tra i 250 e i 900 m s.l.m. Per quanto riguarda l'uso e copertura del suolo le superfici agricole, comprese le aree miste ad elementi naturali, occupano il 60% della superficie totale, i boschi a prevalenza di querce caducifoglie il 15% e i boschi di castagno l'8%. La tipologia di suolo più frequente è un suolo a profondità utile scarsa, e ben drenato, con tessitura franco sabbiosa.

Infine, l'UC H3d si colloca sui versanti con torbiditi arenacee e parzialmente coperti da detrito di falda, ubicati in aree a quote comprese tra i 250 e i 1350 m s.l.m. I

boschi a prevalenza di castagno occupano il 51% dei suoli appartenenti a questa UC, mentre le superfici agricole e i boschi di querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile occupano rispettivamente il 28 e il 17% della superficie totale.

All'interno del sistema di suolo *H4*, caratteristico dei rilievi montuosi calcareo-marnosi e calcarei prevalentemente posti al di sotto dei 1.000 mt di quota (Monti Reatini, Sabini e Lucretili), nell'area di studio si identificano le UC *H4d*, *H4e* e *H4f*.

Le superfici sono prevalentemente coperte da boschi (querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile) e secondariamente destinate ad uso agricolo nelle parti meno acclivi. Copre il 32,7% della Soil Region e il 6,727% dell'intero territorio regionale.

L'UC *H4d* comprende i versanti dei rilievi che insistono su alternanze calcareo marnose e calcarei con pendenza da moderata a forte (6%-35%).

Le superfici agricole occupano una percentuale abbastanza elevata di copertura del suolo, pari a circa il 70%; i boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile, invece, costituiscono il 19% del suolo totale.

Sono presenti suoli a profondità utile scarsa, moderatamente ben drenati e con tessitura franco argillosa in superficie e franca negli orizzonti sottostanti; oppure, al contrario, suoli a tessitura franco in superficie e franco argillosa negli orizzonti sottostanti. Generalmente calcarei.

L'unità *H4e* è tipica dei versanti dei rilievi che insistono su alternanze calcareo marnose e calcarei a pendenza da molte forte a scoscesa (>35%). L'intervallo di quota prevalente è di 100 - 1650 m s.l.m. Il 52% della superficie è qui occupato da boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile, il 12% da superfici agricole e il 12% da zone caratterizzate da vegetazione arbustiva.

I suoli sono per lo più a tessitura superficiale franco argillosa e fortemente calcarei, a profondità utile scarsa e ben drenati, così come i suoli dell'unità *H4f*, la quale interessa i versanti sommitali con alternanze calcareo marnose e fasce di colluvio alla base. È occupata per il 46% da querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile, per il 21% da vegetazione arbustiva e per il 18% da superfici agricole.

Infine, il I Sistema di Suolo *H6*, diffuso nella Regione Pedologica, è composto principalmente dai versanti dei rilievi montuosi calcarei sotto 1.000 m circa di quota (Monti Simbruini, Ernici e Meta) e, come elementi secondari, dalle fasce di detrito alla base dei versanti, dai fondovalle, dalle alluvioni che lo attraversano e da depositi di conoide. Le superfici sono prevalentemente coperte da boschi (querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile) e secondariamente da aree a pascolo naturale e praterie, e destinate ad uso agricolo nelle parti meno acclivi. Copre il 21,6% della Soil Region e il 4,451% dell'intero territorio regionale.

Questo Sistema di Suolo è rappresentato soltanto da una Unità Cartografica nell'area di studio, ovvero l'UC *H6e*, la quale si rinviene sui versanti calcarei, ad un intervallo di quota compreso tra i 300 e i 1800 metri di altitudine. Il 48% della superficie è occupato da querce caducifoglie e/o latifoglie, il 12% da vegetazione arbustiva e l'11% da aree a pascolo naturale e praterie.

Stato di degrado del suolo

L’Agenzia Europea dell’Ambiente e il Joint Research Centre della Commissione Europea nel report sullo stato del suolo in Europa (EEA-IES, 2012) hanno evidenziato problemi di degrado, super sfruttamento e gestione inadeguata del suolo in tutti i paesi membri.

I principali fattori di degrado, o minacce sulle funzioni del suolo, sono i seguenti:

- Erosione
- Contaminazione locale e diffusa
- Compattazione
- Diminuzione della materia organica
- Impermeabilizzazione
- Diminuzione della biodiversità
- Salinizzazione
- Frane e alluvioni

Qui di seguito verranno trattati alcuni di questi fattori, con riferimento all’area di studio interessata dal presente progetto.

Per quanto riguarda l’erosione attuale dei suoli, nel 2013 è stata elaborata la prima cartografia del Lazio, poi aggiornata con i rilievi del Progetto “Carta dei Suoli del Lazio alla scala 1: 250.000”.

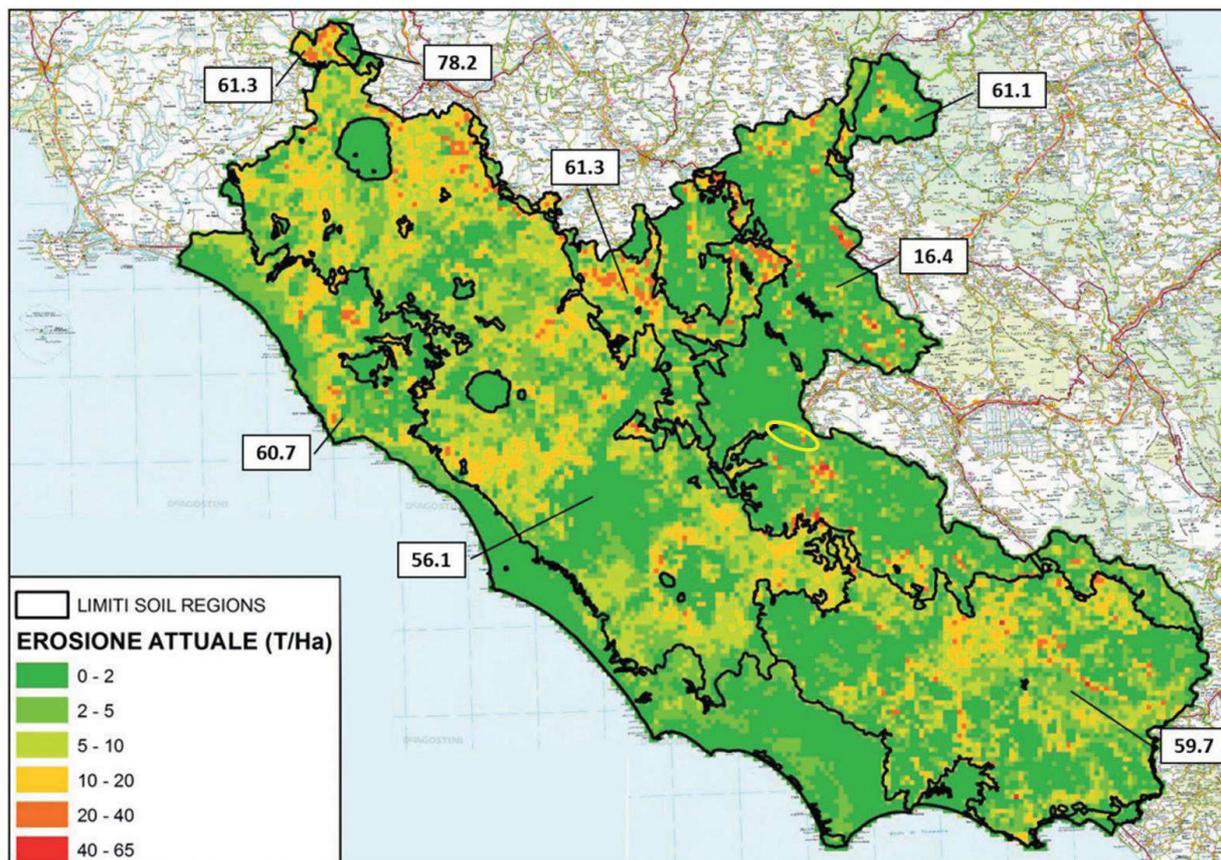


Figura 2-12. Cartografia delle classi di erosione attuale espresse in t/ha/anno. In giallo è indicata l'area di studio. (Elaborazione effettuata da CREA per progetto SIAS – ISPRA, indicatore ambientale "erosione del suolo") (Fonte: Atlante dei suoli del Lazio, 2019).

Dalla carta delle classi di erosione del suolo si evince come nell'area di progetto i suoli siano prevalentemente interessati da un tasso di erosione (espresso in t/ha/anno) prevalentemente molto basso, inserito nella classe 0-2.

I fenomeni di compattazione del suolo sono indotti da pratiche di gestione agricola che spesso non tengono conto delle particolari caratteristiche fisiche dei suoli.

Un altro importante fattore di compattazione è costituito dal pascolamento intensivo (sovrapascolamento). Il passaggio di mandrie di ovini e/o caprini può, in alcuni contesti pedologici con orizzonti superficiali a tessitura fine (limosi, limoso argillosi e argillosi), indurre fenomeni di compattazione nei primi centimetri di suolo. Se ripetuto nel tempo durante le varie stagioni il fenomeno può assumere grande entità e anche dare innesco a successivi fenomeni di erosione areale ed incanalata.

A livello generale, per la regione Lazio è stato possibile stimare il rischio di compattazione dei suoli su base geografica classificando i valori di rischio in 5 classi (Vignozzi et al., 2007).

Come si osserva nella Figura sottostante, l'area di studio è in questo caso caratterizzata dalla presenza di fenomeni di compattazione moderati in corrispondenza delle zone vallive.

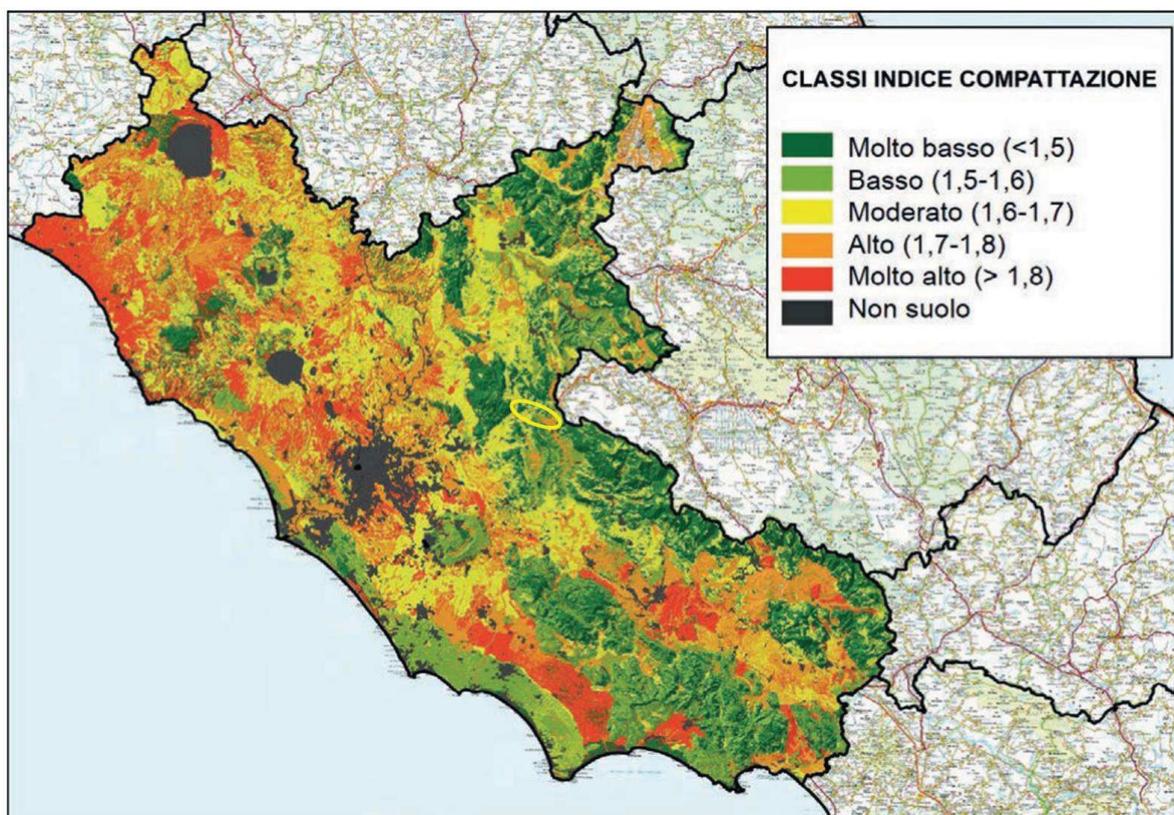


Figura 2-13. Mappatura dell'indice di compattazione (Vignozzi et al., 2007). In giallo è evidenziata l'area di studio. (Fonte: Atlante dei suoli del Lazio, 2019).

Un altro fattore di degrado del suolo, da considerare per l'ambito in esame, è la diminuzione della materia organica, per la quale è stata effettuata una mappatura nella Regione Lazio.

Tramite il rilevamento dei suoli è infatti stato possibile misurare il contenuto di Carbonio Organico (CO), che costituisce una frazione della sostanza organica (SO) totale, la quale comprende anche altri residui organici non umificati e carbone inerte. Buoni contenuti di carbonio organico nel suolo sono considerati positivamente per il mantenimento della fertilità, interagendo anche con il ciclo dell'azoto; i materiali organici umificati hanno un effetto strutturante (favoriscono quindi il drenaggio interno) e contribuiscono viceversa, sopra certe quantità, alla ritenzione idrica nei primi orizzonti e, quindi, ad una più lenta perdita di acqua per evaporazione superficiale nei periodi caldi estivi.

Dalla cartografia realizzata si evince come nell'area di studio siano presenti suoli con una quantità di sostanza organica media, compresa tra 100 e 250 t/ha.

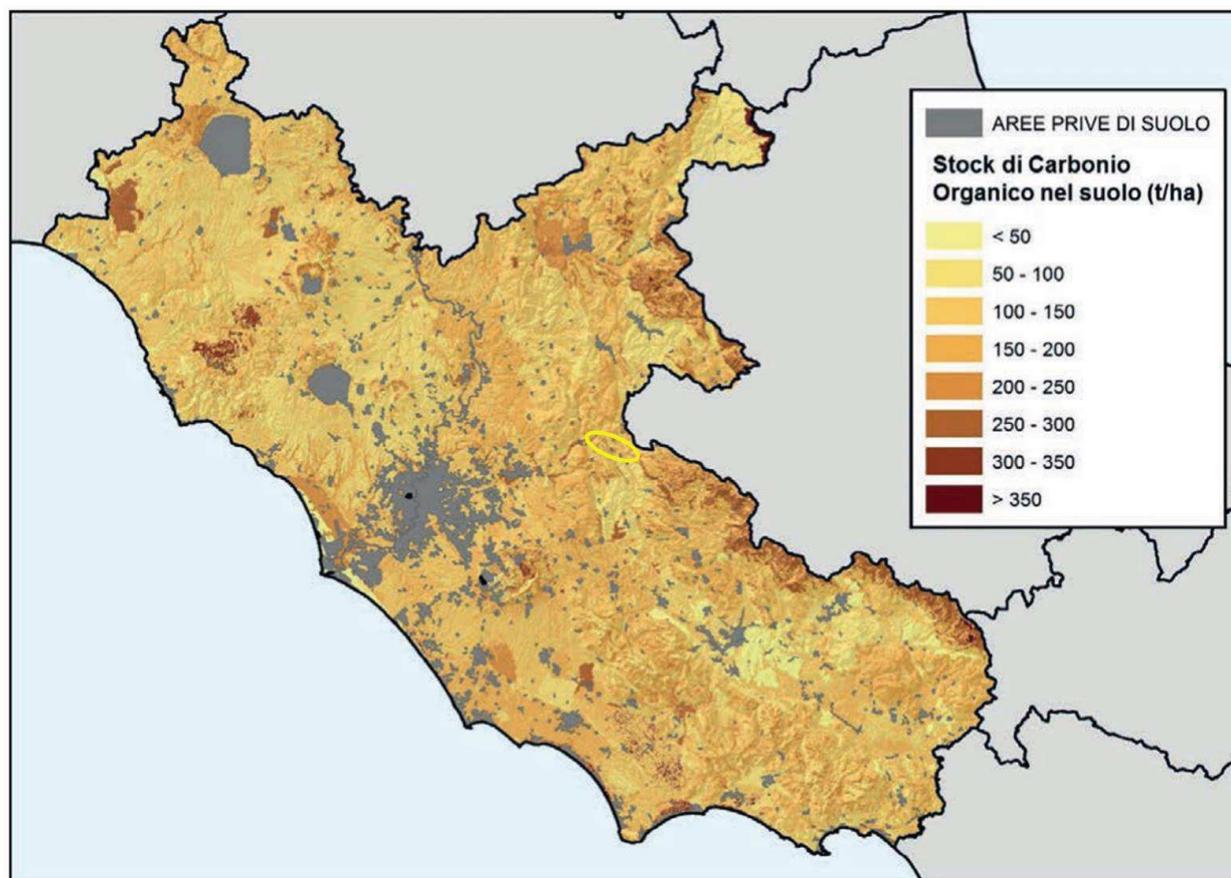


Figura 2-14. Cartografia degli stock di carbonio organico in classi di t/ha per i suoli del Lazio. (Napoli et al., 2019). In giallo è evidenziata l'area di studio. (Fonte: Atlante dei suoli del Lazio, 2019).

Per quanto riguarda i fenomeni di impermeabilizzazione, determinata dalla copertura del territorio con materiali "impermeabili" che inibiscono parzialmente o totalmente le possibilità del suolo di esplicare le proprie funzioni ecosistemiche, nell'area di studio si stima un maggior impatto nei pressi dei centri abitati, dove è più alta la percentuale di suolo coperta da costruzioni di tipo industriale, commerciale, di trasporto e abitativo, ma un effetto simile potrebbe riscontrarsi anche nelle aree adibite ad agricoltura intensiva, a causa della formazione di strati compattati.

Capacità di uso del suolo

La *Carta della Capacità d'Uso dei Suoli del Lazio* raggruppa i suoli in base alla loro capacità di produrre colture agricole, foraggi o legname senza subire un degrado, ossia conservando il proprio livello di qualità. La valutazione di tale capacità si basa sulle proprietà chimico-fisiche del suolo e sulle caratteristiche dell'ambiente nel quale si inserisce il suolo stesso.

Sono quindi state individuate otto classi, ordinate per livelli crescenti di limitazioni. Le prime quattro si riferiscono a suoli che sono considerati adatti all'attività agricola. Nelle classi dalla V alla VII sono inclusi i suoli considerati inadatti

all'agricoltura (per limitazioni o per esigenze di conservazione), dove però è possibile praticare selvicoltura e pascolo. I suoli della VIII classe possono essere destinati unicamente a fini ricreativi e conservativi. Suoli ed ambiti territoriali diversi tra loro, ma che presentano lo stesso livello di limitazione, possono ricadere nella stessa classe.

Come si osserva dallo stralcio della *Carta della Capacità d'Uso dei Suoli del Lazio* riportato qui di seguito, il territorio in esame è prevalentemente interessato dalla presenza di suoli di classe III, caratteristica delle aree vallive e di classe VI nelle zone di altitudine maggiore.

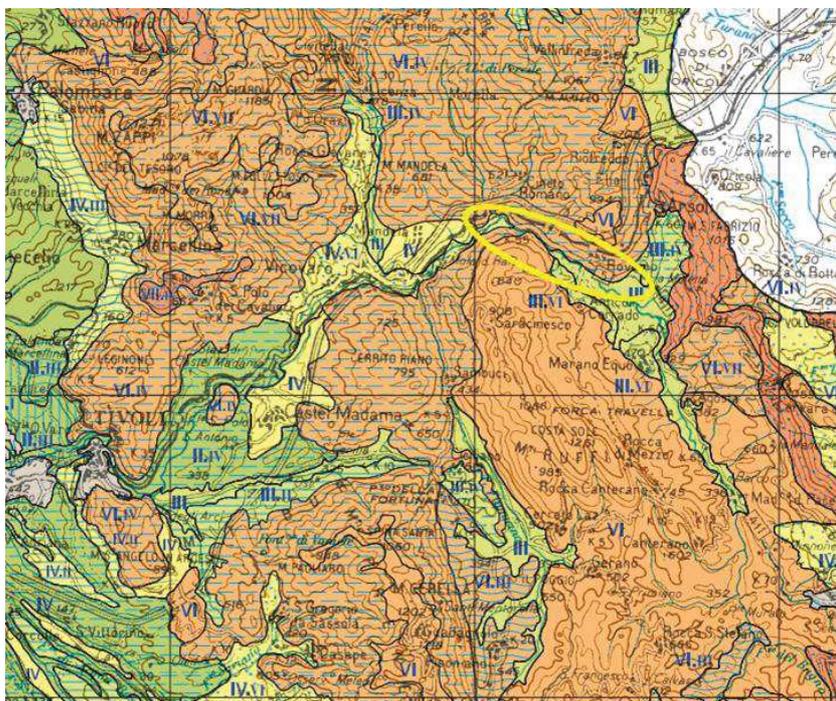


Figura 2-15. Stralcio della Carta della Capacità d'Uso dei Suoli del Lazio. In giallo l'area di studio

La classe VI è indicativa di suoli con limitazioni molto forti, dovute prevalentemente alle caratteristiche chimico-fisiche del suolo, quali ad esempio la tessitura, la profondità utile per le radici, la salinità, la fertilità chimica dell'orizzonte superficiale etc., e secondariamente al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole (dovuto alla pendenza e all'erosione superficiale). Costituiscono tutte delle limitazioni permanenti ed in gran parte ineliminabili. Ricoprono complessivamente il 18% della superficie regionale totale. Questa classe è quindi tipica dei suoli adatti al pascolo e alla forestazione.

Le classi II, III e IV, ricadono invece nella categoria di suoli adatti all'agricoltura. In particolare, la classe III ricopre il 25,2% della superficie totale, ed è indicativa di suoli con limitazioni molto forti (caratteristiche del suolo e rischio di erosione) che riducono la scelta delle colture impiegabili, del periodo di semina e di raccolta, nonché delle lavorazioni di suolo. Oppure è rappresentativa di suoli che richiedono speciali pratiche di conservazione.

2.3.3 Uso del suolo

L'uso del suolo dell'area in esame è dominato principalmente da aree a matrice naturale e secondariamente da aree a matrice agricola, intervallate dalla presenza dei piccoli centri urbani che costellano il territorio.

Le superfici naturali, in particolare, sono prevalentemente rappresentate da boschi di latifoglie, aree a vegetazione arbustiva e boschiva in evoluzione e aree a pascolo naturale. Altri elementi naturali sono i corsi d'acqua della valle dell'Aniene.

Le superfici a matrice agricola sono per lo più costituite da oliveti e da aree a seminativi.

Con lo scopo di analizzare il fattore ambientale in questione è stata redatta la "Carta dell'uso del suolo" (A250-SIA-D-25-0) elaborata sulla base delle cartografie presenti sul geoportale della Regione Lazio, e in particolare del Corine Land Cover aggiornato al 2016, seguito da un'analisi fotointerpretativa.

Le classi preponderanti di uso e copertura del suolo individuate nell'area in esame sono le seguenti:

- **Matrice naturale:**
 - 3110. Boschi di latifoglie
 - 3220. Cespuglieti e arbusteti
 - 3210. Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota
 - 3330. Aree con vegetazione rada
 - 3241. Aree a ricolonizzazione naturale

- **Matrice agricola:**
 - 2230. Oliveti
 - 2111. Seminativi semplici in aree non irrigue
 - 2310. Superfici a copertura erbacea densa
 - 2430. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti.
 - 2420. Sistemi colturali e particellari complessi.

- **Matrice antropica:**
 - 1111. Tessuto residenziale continuo
 - 1121. Tessuto residenziale discontinuo
 - 1122. Tessuto residenziale rado e nucleiforme

Qui di seguito ne viene riportato uno stralcio della *Carta di uso del suolo* dell'area di studio.

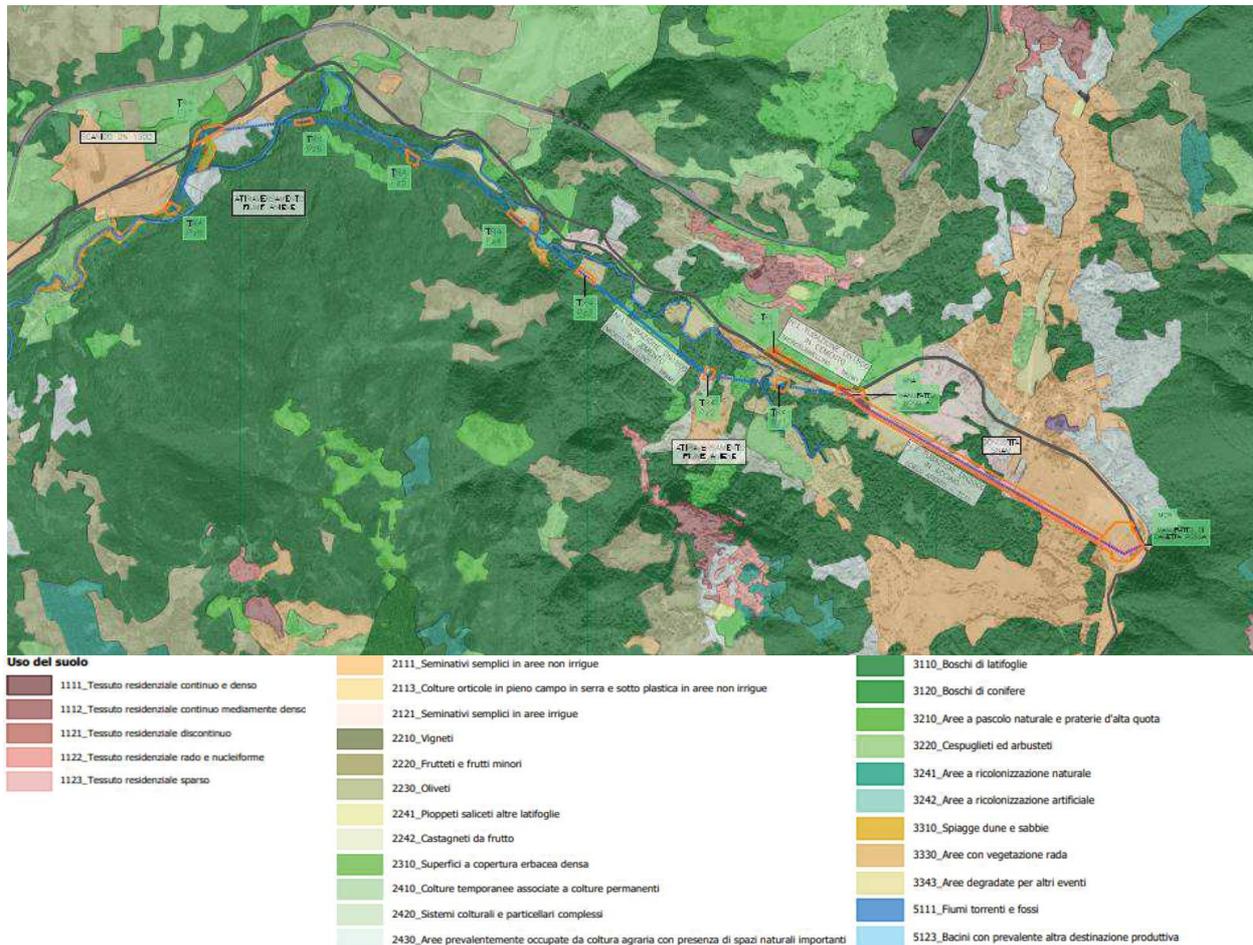


Figura 2-16. Stralcio Carta uso del suolo dell'area di interesse.

Nell'area di studio predominano formazioni boschive a prevalenza di latifoglie, in particolare boschi misti a cerro e carpino nero, soprattutto sul piano submontano dei rilievi che circondano le aree vallive, ovvero sui Monti Lucretili, Monti Ruffi e Monti Simbruini. Nel piano collinare si osserva invece una vegetazione forestale costituita da formazioni a prevalenza di sclerofille, spesso in forma di cespuglieti.



Figura 2-17. Esempio vegetazione arbustiva dell'area in esame.

Per quanto riguarda la matrice agricola, le zone coltivate più estese sono rappresentate da oliveti e seminativi, affiancati da nuclei di vegetazione arborea o arbustiva.



Figura 2-18. Esempio aree a matrice agricola del territorio in esame.

2.3.4 Le aziende agricole e i sistemi culturali

La regione Lazio, in base a quanto emerso dall'analisi dei dati del 6° Censimento Generale dell'Agricoltura (2010), si caratterizza per un consistente processo di contrazione delle imprese agricole, associato ad una riduzione molto meno marcata della Superficie Agricola Utilizzata (SAU): nel 2010, le aziende agricole operanti nella regione erano 98.216, con un calo del 48,17% rispetto al censimento del 2000, mentre la SAU era pari a 638.601,83 ha, con un calo assai meno evidente, pari a circa l'11,40%. Si è dunque osservato un incremento di più del 70% della dimensione media aziendale, passando da 3,80 a 6,50 ettari di SAU media, determinando così un processo di ricomposizione fondiaria particolarmente evidente. Tra tutte le province analizzate dal censimento, la provincia di Roma è quella nella quale si registra la variazione più ampia, con un aumento pari a più del doppio rispetto alle dimensioni medie aziendali del 2000. Al censimento del 2000 contava infatti circa 51.500 aziende, ridottesi nel corso del decennio a poco più di 21.500. La provincia conosce i processi di ricomposizione aziendale più evidenti, con una contrazione nella numerosità aziendale di poco inferiore al 60% e una riduzione della SAU molto contenuta (-4,9%): si tratta delle riduzioni, rispettivamente più elevate e ridotte rispetto al panorama regionale ed evidenziano un processo di profonda trasformazione che interessa il territorio provinciale.

In conseguenza di tale tendenza si riscontra una diminuzione nel numero di aziende con meno di un ettaro, che rappresentavano più della metà del totale nel censimento precedente, mentre al 2010 costituiscono poco meno di 1/3 del totale e parallelamente si ha un cambiamento nelle forme di titolarità del terreno, ad esempio, si assiste ad un crescente ricorso all'affitto. In provincia di Roma la riduzione delle aziende con solo superficie di proprietà subisce un calo superiore al 60%, infatti tali aziende risultano circa 17.000 al 2010, a fronte delle oltre 47.000 del censimento precedente.

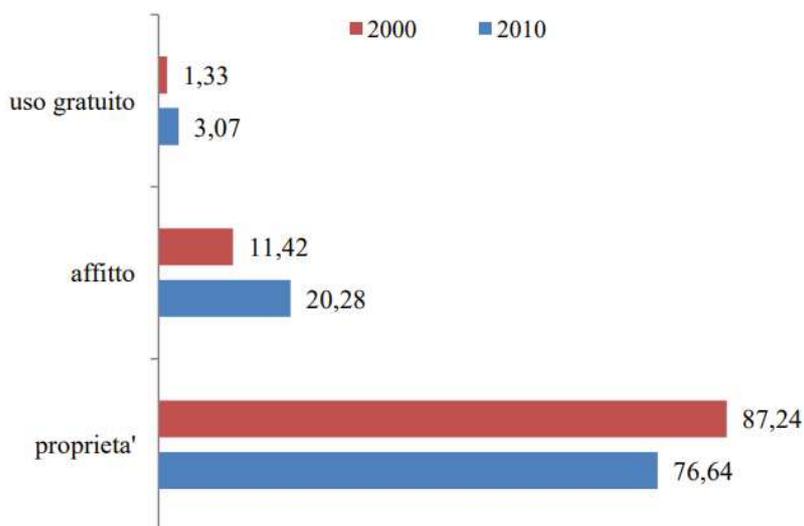


Figura -2-19. Superficie agricola utilizzata per titolo di possesso dei terreni nella provincia di Roma (Fonte: 6° Censimento dell'Agricoltura, 2010).

A livello comunale si osservano dati in linea con quanto riportato a livello provinciale e regionale, caratterizzati quindi da una forte riduzione del numero di unità aziendali, accompagnata da un calo di entità inferiore per quanto riguarda la SAU, la quale in alcuni casi sembra addirittura incrementare. Ciò si traduce in un generale aumento della dimensione media aziendale.

Comune	N° Aziende		SAU		SAT	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Anticoli Corrado	477	31	982,38	314,35	1.330,20	897,73
Arsoli	152	27	325,75	195,51	1.152,44	628,29
Mandela	123	44	653,51	1.003,08	824,30	1.398,23
Marano Equo	54	20	12,14	24,1	103,29	95,91
Roviano	290	19	112,80	2412,5	51.729,19	785,13

Tabella 2-39. Dati 5° e 6° CGA sul numero unità agricole, SAU, SAT - livello comunale. (Fonte: ISTAT).

Qui di seguito è inoltre riportata una tabella contenente i dati relativi al numero di aziende suddivise per titolo di possesso. Come si evince dai dati sottostanti, le aziende di proprietà, pur essendo in diminuzione rispetto al censimento precedente, rimangono comunque predominanti rispetto alle altre categorie citate.

Comune	Solo proprietà		Solo affitto		Solo uso gratuito	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Anticoli Corrado	475	19	-	-	-	7

Comune	Solo proprietà		Solo affitto		Solo uso gratuito	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Arsoli	148	20	1	-	2	3
Mandela	41	37	48	1	17	1
Marano Equo	52	13	-	-	-	4
Roviano	268	17	-	-	4	-

Tabella 2-40. Numero di aziende per titolo di possesso – livello comunale. (Fonte: ISTAT).

Per quanto riguarda la produzione delle aziende agricole a livello regionale, nel Lazio si contano 41.481 aziende con seminativi, con una superficie investita di 321.592,59 ha, che incidono per il 42,27% sul totale delle aziende di coltivazione, dato che si mantiene sostanzialmente invariato rispetto al censimento precedente. Sono seguiti da prati permanenti e pascoli, foraggere avvicendate, coltivazioni legnose agrarie e da coltivazioni cerealicole.

Nel settore dei seminativi, la maggior parte delle colture è interessata da processi di ristrutturazione aziendale (variazioni percentuali negative per le aziende, ma positive per la SAU) e di ricomposizione fondiaria (variazioni entrambe negative, ma meno che proporzionali per la SAU). La crescita dimensionale registrata nel settore delle foraggere deriva da processi di specializzazione aziendale, dovuti alla contrazione di colture alternative come il mais e la barbabietola. La cerealicoltura regionale evidenzia invece contrazioni più marcate rispetto al dato nazionale: al 2010 si contano 16.868 aziende e 103.189,20 ha di SAU. Il calo del 57% delle aziende e del 28% della SAU rispetto al 2000 mostra dinamiche di accorpamento fondiario. Le piante sarchiate da foraggio, invece, mostrano variazioni positive e significative della SAU (+308,23%), ma anche delle aziende (67,83%). Contrariamente ai seminativi, nelle coltivazioni legnose agrarie non sono presenti colture localizzabili in aree con variazioni positive delle aziende, con la sola eccezione delle altre legnose agrarie, interessate da vistosi incrementi sia nel numero delle aziende (che passano da 12 a 37), che della SAU (da 6 a 28,78 ha).

Le colture viticole sono oggetto di un profondo ridimensionamento: nel complesso, la vite cede il 70% delle aziende e quasi il 43% della SAU.

I dati appena discussi sono riassunti nella tabella seguente.

Coltivazioni	Aziende 2000	Aziende 2010	Variazioni % 2010- 2000	Superfici 2000	Superfici 2010	Variazioni % 2010- 2000
Seminativi	80.660	41.481	-48,57	343.693,83	321.592,59	-6,43
Foraggere	30.084	21.415	-28,82	121.946,66	160.759,66	31,83
Cerealicoltura	38.680	16.868	-56,39	143.290,39	103.189,20	-27,99
Piante sarchiate da foraggio	115	193	67,83	117,52	498,75	324,4
Coltivazioni	149.243	77.279	-48,22	146.133,23	122.299,98	-16,31

Coltivazioni	Aziende 2000	Aziende 2010	Variazioni % 2010- 2000	Superfici 2000	Superfici 2010	Variazioni % 2010- 2000
legnose agrarie						
Colture viticole	69.371	20.529	-70,41	29.533,41	16.822,28	-43,04
Prati permanenti e pascoli	60.998	18.387	-69,86	227.627,39	191.951,33	-15,67

Tabella 2-41. Aziende e superficie investita per tipo di coltivazione nella regione Lazio (Fonte: 6° Censimento Generale dell'Agricoltura – Regione Lazio).

A livello provinciale, la provincia di Roma dimezza le proprie aziende a seminativi, con un numero pari a 6442 nel 2010 rispetto alle 13.307 del 2000.

Le foraggere avvicendate, i cereali e le ortive sono le coltivazioni presenti nella maggioranza delle aziende provinciali; le foraggere avvicendate sono evidentemente interessate da processi di ristrutturazione aziendale: esse sono presenti in 3.329 aziende, con un calo di circa il 18,90%, ma con un sensibile incremento delle superfici investite pari a poco meno del 40%; si tratta dell'incremento maggiore registrato a livello regionale. La produzione orticola conosce una razionalizzazione dei processi con un forte calo delle aziende attive ma con un aumento delle superfici.

Cereali e legumi secchi sono invece caratterizzati dalla ricomposizione fondiaria, con notevole riduzione della numerosità aziendale. Patate, piantine, foraggere e sementi sono poi caratterizzate da processi di ristrutturazione aziendale contraddistinti da un aumento delle superfici investite a fronte di riduzioni delle aziende.

Per quanto riguarda le legnose agrarie, prevale la viticoltura (specializzata nella produzione delle viti non innestate e nella produzione di uva per vini DOP (rispettivamente 2,67 e 2,48), praticata in 15.495 aziende, dato in calo del 54,41% ma pur sempre rilevante, cui si associa una riduzione praticamente irrilevante delle superfici, il che determina un ampliamento considerevole della maglia aziendale che, peraltro, resta tuttora polverizzata. Le aziende e la superficie si concentrano maggiormente nei comuni dell'entroterra, al confine con la provincia di Rieti, con l'Abruzzo e nella zona dei Castelli Romani.

Per quanto riguarda la SAT, si assiste ad un calo del 10,40% circa su base provinciale; a livello comunale, il 40% (31,58%) degli ettari destinati a tale categoria ricade in aziende del comune di Bracciano, mentre il 19% è localizzata in aziende del comune di Roviano.

Nei diversi territori comunali, come si evince dalla tabella seguente, la classe di superficie coltivata dominante è quella appartenente ai prati permanenti e pascoli, seguita dalle coltivazioni legnose agrarie (tra le quali la principale risulta essere quella dell'olivo) e dai seminativi.

Territorio	Seminativi	Coltivazioni legnose agrarie	Vite	Olivo per la produzione di olive da tavola e da olio	Fruttiferi	Prati permanenti e pascoli
Anticoli Corrado	0,7	8,87	0,05	8,82	-	304,07
Arsoli	12,96	22,47	1,9	19,54	1,03	158,47
Mandela	123,7	48,8	0,5	44,69	3,61	829,5
Marano Equo	2,3	6,2	0,5	5,7	-	15,25
Roviano	1,06	8,84	1,33	7,51	-	230,85

Tabella 2-42. Superficie utilizzata (in ettari) per tipologia di coltivazione - livello comunale. (Fonte: ISTAT).

2.3.5 **Agricoltura biologica**

Per la regione Lazio i dati SINAB del 2019 riportano un numero di operatori della filiera biologica pari a 5122 unità, con una superficie destinata a coltura di circa 144.035 ettari. Rispetto al 2011 si registra quindi un aumento del 70,7% per quanto riguarda gli operatori e del 72,2% in termini di superficie biologica.

La seguente tabella, riferita ai dati del Censimento del 2010, mette in evidenza un dato molto importante, ovvero che seppure l'agricoltura biologica coinvolga solo il 2,8% delle aziende regionali riesce comunque a produrre complessivamente il 10,6% dello standard output totale del Lazio. Tale risultato deriva non solo dalla maggiore dimensione media delle aziende biologiche ma anche da una migliore redditività aziendale. Infatti, le strutture con produzioni biologiche nel 2010 hanno prodotto in media 258 euro di standard output per ogni giornata lavorativa investita nell'attività aziendale a fronte di un valore pari a 124 euro delle aziende convenzionali.

	Valori medi per azienda		Composizione percentuale	
	N. az.	Std. Out.	N. az.	Std.Out.
No biologico	95.465	22.915	97,2	89,4
Solo coltivazioni bio	2.038	72.979	2,1	6,1
Solo allevamenti bio	269	91.379	0,3	1,0
Coltivazioni e allevamenti bio	444	192.518	0,5	3,5

Tabella 2-43. Numero di produttori a discipline biologico, valori medi e percentuali di standard Output per la regione Lazio. (Fonte: L'agricoltura del Lazio: un'analisi dei dati del Censimento 2010).

Per quanto riguarda le colture maggiormente affermate sul territorio regionale e le relative superfici coltivate con metodo biologico, nel triennio 2008-2011 il comparto biologico ha registrato un incremento pari al 3,2% in termini di numerosità aziendale (+92 aziende) e un aumento delle superfici destinate alla coltivazione del 21,35% (14.719 ettari). La dimensione media per azienda con produzione esclusiva delle superfici destinate a colture biologiche risulta ampia (circa 3 ettari), anche se

registra una lieve riduzione rispetto al valore del 2008 (3,6 ettari). Al 2011 i dati MIPAAF-SIAN registrano il numero di operatori biologici certificati che hanno effettuato attività di esportazione pari a 19 unità.

Nella tabella seguente vengono riportate le principali produzioni biologiche del Lazio e le relative superfici espresse in ettari secondo i dati del rapporto SINAB "Bio in cifre 2020" riferiti all'anno 2019.

Denominazione prodotto	Superfici biologiche (Ha)
Cereali	17.542
Colture proteiche, leguminose e da granella	1.697
Piante da radice	168
Colture industriali	1.298
Colture foraggere e da seminativi	38.746
Ortaggi*	6.337
Frutta**	2.823
Frutta in guscio	8.777
Agrumi	16
Vite	2.293
Olivo	8.928

* Agli ortaggi sono accorpate le voci "fragole" e "Funghi coltivati".

**La frutta comprende "frutta da zona temperata", "frutta da zona subtropicale", "piccoli frutti".

Tabella 2-44. *Principali produzioni biologiche del Lazio e relative superfici (Ha). Anno 2019. (Fonte: "Bio in cifre 2020", SINAB).*

Inoltre, l'incidenza delle superfici biologiche del Lazio sul totale nazionale risulta essere del 23,2%, mentre quella delle aziende agricole biologiche è del 6,7%.

Si riporta infine una tabella riassuntiva del numero totale di aziende agricole biologiche presenti nei territori comunali di interesse, nonché la superficie biologica totale a loro dedicata (dati del 6° CGA).

Comuni	N° di aziende	Superficie biologica (ha)
Mandela	1	6

Tabella 2-45. *Numero di aziende agricole biologiche e superficie biologica (in ettari) nei territori comunali di interesse. (Fonte: ISTAT)*

2.3.6 La struttura delle aziende agricole

A livello regionale la forma di conduzione privilegiata dalle aziende agricole è quella diretta. Come si evince dalla Tabella 2-6, ben 96096 aziende sono condotte in maniera diretta, con una riduzione però del 48,61% rispetto al 2000. Un'altra

contrazione si osserva anche per la conduzione con salariati, la quale si riduce del 55,97% durante il decennio considerato.

Forma di conduzione	Aziende 2010	Aziende 2000	Variazioni assolute	Variazioni %
Conduzione diretta	96.096	186.998	-90.902	-48.61
Conduzione con salariati	1.814	4120	-2.306	-55.97
Altra forma di conduzione	306	99	207	209.9

Tabella 2-46. Aziende per forma di conduzione nel Lazio. (Fonte: 6° Censimento Generale dell'Agricoltura).

In termini percentuali la conduzione diretta mantiene alti livelli di prevalenza sul totale delle aziende, passando dal 97,79% al 97,84%.

La conduzione diretta, a fronte del 97% di aziende totali, detiene il 74,42% della SAU, dato accompagnato da un incremento dell'incidenza delle altre forme di conduzione e generato dal fenomeno di polverizzazione e frammentazione aziendale che caratterizza la realtà agricola regionale e nazionale.

Per quanto riguarda la provincia di Roma, invece, la forma di conduzione diretta, pur nettamente prevalente rispetto alle altre, incide meno rispetto a quanto osservato nel quadro regionale, con una percentuale pari al 96% del totale. Attualmente, infatti, rispetto alle 50.633 aziende a conduzione diretta registrate nel 2000, ne restano 20.881 con questa tipologia.

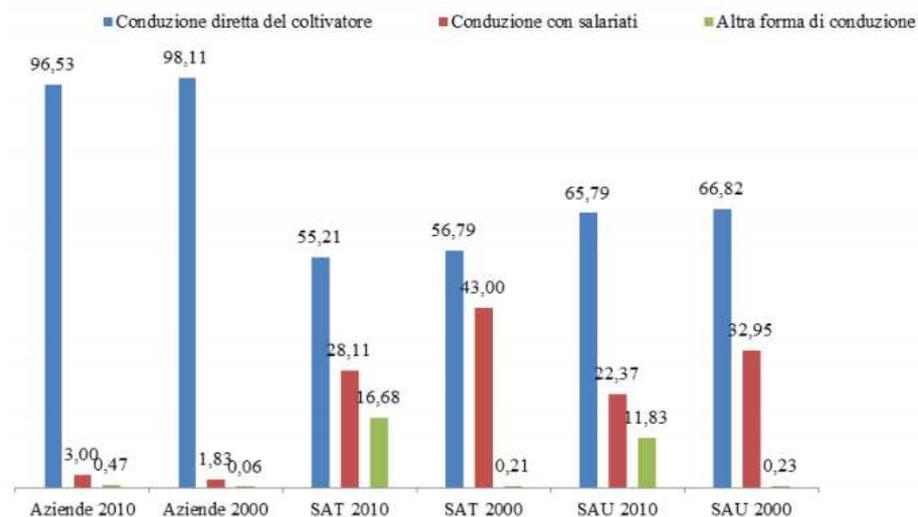


Figura 2-20. Aziende per forma di conduzione – provincia di Roma (% sul totale). (Fonte: 6° Censimento dell'Agricoltura, 2010).

In termini di superficie, come per le altre province, la quota di terreno agricolo detenuta dalla conduzione diretta scende di 30 punti percentuali come SAU (65,79%) e di oltre 40 punti come SAT (55,21%).

La relativa perdita di importanza della conduzione diretta è bilanciata dall'aumento della conduzione con salariati, superiore ad 1/5 del totale, valore in notevole diminuzione (-31,40%), e dal balzo della superficie detenuta dall'altra forma di conduzione.

Per quanto riguarda i territori comunali interessati, anche in questo caso la forma di conduzione diretta caratterizza la maggioranza delle aziende agricole censite nel 2010.

Comuni	Conduzione diretta		Conduzione con salariati		Altra forma di conduzione	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Anticoli Corrado	475	30	2	1	--	--
Arsoli	150	25	2	--	--	2
Mandela	122	41	1	2	--	1
Marano Equo	53	19	1	--	--	1
Roviano	289	18	1	1	--	--

Tabella 2-47 Numero di aziende per forma di conduzione – livello comunale. (Fonte: ISTAT).

Mediamente le aziende a conduzione diretta occupano circa il 33% della SAT. Infatti, per quanto riguarda i paesi di Anticoli Corrado e Roviano prevale la forma di conduzione con salariati, la quale detiene la porzione maggiore di superficie. Per gli altri paesi, dominano invece le altre forme di conduzione.

Comuni	Conduzione diretta		Conduzione con salariati		Altra forma di conduzione	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Anticoli Corrado	571,87	122,93	758,33	774,8	--	--
Arsoli	361,90	119,49	790,54	--	--	508,8
Mandela	314,48	403,23	509,82	195	--	800
Marano Equo	53,29	35,78	50,00	--	--	60,13
Roviano	220,14	50,63	38,00	734,5	--	--

Tabella 2-48. Superficie agricola totale (in ettari) per forma di conduzione – livello comunale. (Fonte: ISTAT).

Per quanto riguarda la forma giuridica delle aziende, a livello nazionale, la forma individuale risulta essere la tipologia giuridica prevalente, con incidenza percentuale delle aziende individuali che passa dal 99% del 2000 al 97% del 2010. Sebbene quindi si registri un calo relativo al numero delle aziende, tale valore rimane comunque molto elevato.

Per quanto riguarda il Lazio, si osservano dati in linea con quanto rilevato a livello nazionale. Tuttavia, il calo della tipologia giuridica prevalente risulta essere più vistoso, in termini percentuali. Il dato regionale raggiunge infatti una diminuzione del numero di aziende individuali pari al 49,58%. Più contenuto risulta essere il calo

relativo alle superfici gestite da questo tipo di aziende agricole, con contrazioni pari al 15,75% circa della SAU e al 18,81% della SAT.

Si registra poi un sensibile incremento delle formule societarie di gestione aziendale e in particolare delle società semplici, le quali aumentano dell'83,04%, arrivando a superare le 1.500 entità, dato a cui si associa anche un aumento dell'incidenza della superficie posseduta, la quale passa dal 3,76% al 7,55%.

Più vistosi sono i cambiamenti relativi alle società di capitali, in sensibile aumento a livello regionale, con incrementi percentuali del 273,47%, e delle cooperative, che invece aumentano dell'82,42%. Entrambe le percentuali risultano sistematicamente superiori alle variazioni registrate a livello nazionale, confermando una propensione alle forme associative e manageriali più spinta a livello regionale. I terreni gestiti da società di capitali e cooperative aumentano sensibilmente, con variazioni intorno al 148,59% (SAU) e 132,34% (SAT). Per effetto di queste dinamiche l'incidenza delle superfici gestite da forme associative cresce, passando al 15,61%.

Nel territorio della provincia di Roma si registra un calo di 30.031 aziende individuali, che in percentuale risulta essere di poco inferiore al 60%. Rispetto alle 57.731 del 2000, infatti, attualmente si contano 20.700 aziende individuali, le quali incidono per il 96% sul totale. In termini di superfici, la perdita che si registra in associazione alla contrazione aziendale è di gran lunga inferiore, con percentuali comprese tra il 16 e il 20% circa. In linea con quanto osservato a livello regionale, al calo delle formule individuali corrisponde anche qui un sensibile aumento di quelle societarie, rappresentativo del processo di professionalizzazione e managerializzazione dell'agricoltura laziale.

Le società semplici diventano quindi 324 (circa il 59%), con un aumento di superfici possedute del 130,13% in termini di SAU e del 110,09% circa in termini di SAT.

Le società di capitali vedono aumentare le proprie unità da 72 a 263, con un notevole incremento percentuale (+279,17%). A questi incrementi si associa un aumento consistente, ma proporzionalmente inferiore, pari al 121% di SAU e al 99% di SAT. Anche le società cooperative crescono, passando da 37 a 51 e aumentando la superficie occupata, ma con incrementi percentuali inferiori rispetto a quelli aziendali. La presenza pubblica tende ad assottigliarsi, mentre si affacciano sul panorama agricolo romano società che gestiscono proprietà collettive (al 2010 se ne contano 40) e società senza fini di lucro (al 2010 se ne contano 36): l'avvento dell'agricoltura sociale e di processi legati al ruolo multifunzionale dell'agricoltura determinano dunque nuove formule giuridiche di attività, che rispondono ad istanze sociali che il mondo agricolo e rurale può assecondare.

I dati a livello comunale relativi al numero di aziende per forma giuridica, nonché alla superficie agricola utilizzata (SAU) e totale (SAT) gestita da ogni tipologia elencata, sono riassunti nella tabella seguente.

Comune	N° di aziende				
	Azienda individuale	Società di persone	Società di capitali	Società cooperativa	Amministrazione o ente pubblico o privato
Anticoli Corrado	30	--	--	--	1

Arsoli	25	1	--	--	1
Mandela	42	--	1	--	1
Marano Equo	19	--	--	--	1
Roviano	18	--	--	--	1

SAU (ha)					
Comune	Azienda individuale	Società di persone	Società di capitali	Società cooperativa	Amministrazione o ente pubblico
Anticoli Corrado	112,9	--	--	--	201,45
Arsoli	43,4	0,01	--	--	89,55
Mandela	530,33	--	1	--	450
Marano Equo	16,8	--	--	--	6,1
Roviano	40,25	--	--	--	201,25

SAT (ha)					
Comune	Azienda individuale	Società di persone	Società di capitali	Società cooperativa	Amministrazione o ente pubblico
Anticoli Corrado	122,93	--	--	--	774,8
Arsoli	54,84	2,7	--	--	508,2
Mandela	557,29	--	10	--	800
Marano Equo	34,58	--	--	--	60,13
Roviano	51,15	--	--	--	734,5

Tabella 2-49. Numero di aziende, SAU e SAT per tipologia di forma giuridica – livello comunale.
 (Fonte: ISTAT).

Come si osserva dalle tabelle, anche a livello comunale si registra una preponderanza di aziende individuali, che tuttavia non si traduce in una dominanza di tale forma giuridica anche in termini di superficie. Nella quasi totalità dei casi, infatti, la fetta maggiore di superficie utilizzata e totale risulta essere gestita da amministrazioni o enti.

2.3.7 La zootecnica

Nel decennio 2000-2010, il settore zootecnico della regione Lazio ha conosciuto un massiccio ridimensionamento in termini di aziende, e una sostanziale stabilità in termini di patrimonio zootecnico misurato in UBA (Unità di Bestiame Adulto). Il settore ha quindi subito una riorganizzazione determinata dall'andamento dei prezzi alla produzione e alla dinamica dei costi di produzione, la quale ha portato ad

una definizione di un tessuto produttivo basato su strutture di maggiori dimensioni medie e più concentrato nello spazio.

La tabella seguente mostra un confronto tra i dati del 5° Censimento (2000) e quelli del 6° Censimento (2010) relativi al numero di capi e alle principali specie animali delle aziende zootecniche del territorio laziale.

	Aziende			Capi		
	2000	2010	Var. %	2000	2010	Var. %
Bovini	10.872	8.691	-20.06	239.457	218.642	-8.69
Bufalini	647	592	-8.50	33.518	62.876	87.59
Ovini	13.037	3.154	-75.81	636.499	592.115	-6.97
Caprini	3.442	772	-79,02	38.849	27.982	-27.97
Suini	18.881	901	-95,23	89.206	77.183	13,48
Avicoli	58.907	1.416	97,60	3.322.691	4.516.831	35,94

Tabella 2-50. Aziende zootecniche per le principali specie animali e numero di capi - Lazio. Confronto 2000-2010. (Fonte: 5° e 6° CGA).

Le maggiori contrazioni in termini di numerosità aziendale si osservano quindi nelle aziende zootecniche con allevamenti ovini (-75%), caprini (-79%), suini (-95%) e avicoli (-97%). Questo ridimensionamento aziendale non sempre è accompagnato da una riduzione del numero di capi. Infatti, nelle aziende con allevamenti bufalini e avicoli, si riscontra un aumento del numero di capi rispettivamente dell'87 e del 35%.

Per quanto riguarda la provincia di Roma, si riporta una tabella indicativa della media di UBA (Unità di bestiame adulto) ripartite per i diversi allevamenti presenti nel territorio laziale e per aree del PSN.

Allevamenti	Poli rurali	Aree rurali ad agricoltura intensiva specializzata	Aree rurali intermedie	Aree rurali con complessivi problemi di sviluppo
Bovini e bufalini	14914,60	16322,40	18076,00	2279,20
Ovicaprini	7339,90	2209,40	7104,30	559,80
Suini	1183,30	180,57	2515,70	44,16
Avicoli	18838,15	312,98	140,36	329,44

Tabella 2-51. Numero di unità di bestiame adulto ripartito per tipologia di allevamento e aree del PSN (6° CGA) – Provincia di Roma. (Fonte: L'agricoltura del Lazio: un'analisi dei dati del Censimento 2010).

Nel comparto bovino provinciale si osserva una riduzione delle aziende del 19,19% rispetto ai dati del censimento precedente, a fronte di una contrazione dei capi allevati pari al 9,63%. Il dato comunale fa emergere la consistenza della capitale e del comune di Fiumicino, con un numero di bovini di 14.719 unità, gli altri comuni non superano i 3.000 capi.

Nel comparto bufalino la provincia di Roma conta 11 aziende e circa 1.000 capi allevati, con una prevalenza nel comune di Pomezia (600), Roma (133), Fiano Romano (100) e Fiumicino (94).

Per quanto concerne gli allevamenti ovini si segnala il sensibile incremento dell'incidenza percentuale delle aziende della provincia romana: sebbene in calo numerico (da 1.500 circa a 686), in termini percentuali il peso cresce dall'11% al 21%. Anche come numero di capi, l'importanza dell'area romana aumenta al 28%, seconda soltanto alla provincia di Viterbo.

Nel complesso, nel settore dell'allevamento suinicolo, 137 aziende sono risultate operative in provincia di Roma, pari al 15,20% del totale.

Qui di seguito è infine riportata una tabella contenente i dati provenienti dal 6° CGA riguardanti il numero di aziende zootecniche presenti a livello comunale, divise per tipologia di allevamento. Gli allevamenti che non figurano nella tabella non sono stati inseriti per via della mancanza di disponibilità dei dati.

Comune	Bovini	Equini	Ovini	Caprini	Avicoli
Anticoli Corrado	5	9	2	1	--
Arsoli	1	6	1	1	1
Mandela	2	1	--	--	--
Marano Equo	3	6	1	1	--
Roviano	1	1	--	1	--

Tabella 2-52. Numero di aziende per tipologia di allevamento – Livello comunale (Fonte: ISTAT).

Per quanto riguarda le aziende zootecniche biologiche del Lazio, i dati SINAB del 2011 registravano un numero pari a 676 unità. Tale numero risulta essere stabile rispetto alla numerosità registrata nel 2009, pari a 667 unità.

I dati forniti dal 6° Censimento dell'Agricoltura mettono inoltre in risalto come il disciplinare biologico, in termini assoluti, sia più diffuso fra gli allevamenti bovini, equini, ovini ed avicoli. L'apicoltura biologica, invece, seppur praticata da sole 30 aziende, coinvolge il 12,5% dei prodotti regionali.

2.3.8 Il sistema agroindustriale

I principali comparti che contribuiscono maggiormente al valore della produzione agricola nel Lazio sono legati all'ortofrutta e alle produzioni zootecniche, quindi alla produzione del latte e della carne.

I dati Inea del decennio 2000-2011 mostrano una sensibile tendenza all'aumento dei comparti del latte, degli ortaggi, dei legumi e delle "altre legnose" associato ad un progressivo deterioramento dei comparti viticoltura, olivicoltura, cereali, piante industriali e agrumi. Il quadro che emerge da tale analisi suggerisce quindi un rafforzamento delle produzioni ad alta intensità di lavoro e, al contrario, un indebolimento delle produzioni meno intensive.

Secondo i dati Istat del 2018 le coltivazioni legnose assorbono il 20% della produzione complessiva; tra le ortive spiccano le coltivazioni di zucchini (6,3%) e pomodoro (4%), le foraggere, che assorbono il 3,8% e le coltivazioni arboree, tra cui l'actinidia, che copre quasi il 5%.

Rispetto all'anno precedente si registrano invece evidenti contrazioni nel comparto olivicolo, attività molto diffusa sul territorio nazionale, che subisce una perdita del 34%. Le arance mostrano un calo del 24%, mentre noci e nocciole si riducono rispettivamente del 17% e del 21% circa.

Sempre nel 2018, i comparti cerealicolo, vitivinicolo, frutticolo e dei legumi, al contrario, si presentano in netta ripresa, come anche alcune produzioni orticole.

Per quanto riguarda il settore zootecnico, nel periodo 2014-2018, la produzione del comparto delle carni bovine è caratterizzata da un trend decrescente e registra un calo dello 0,3% rispetto al 2017. Nello stesso periodo, le carni suine mostrano un andamento sostanzialmente stabile, con una leggera caduta del valore nel 2015, per poi crescere nel triennio successivo. Queste fluttuazioni sembrano proseguire fino al 2018, anno in cui il settore registra una flessione del 3,7% rispetto all'anno precedente.

Per quanto riguarda la produzione del comparto delle carni ovicaprine, si registrano variazioni negative nel tempo, ma a ritmi contenuti, mentre le carni da pollame registrano una flessione del valore pari al 2,3%.

La produzione dei prodotti derivati da allevamenti avicoli, nel 2018, registra un aumento del 9,7% rispetto al 2017.

Il comparto del latte bovino e di bufala è caratterizzato invece da una progressiva riduzione della produzione, la quale passa da 292.800 a 255.600 euro.

La filiera lattiero-casearia del Lazio riveste un ruolo importante nell'economia regionale e si articola su quattro rami principali: bovino, bufalino, ovino e caprino. Nel 2018 la produzione del latte raccolto è stata di 4.295.815 quintali, di cui 3.794.191 di latte vaccino e 248.557 di latte di bufala. Il latte vaccino ha quindi registrato un aumento delle quantità dell'1,4% rispetto all'anno precedente, mentre il latte bufalino si attesta in diminuzione di 3%. Nel 2018, la produzione del latte per uso alimentare ammonta a 1.760.796 quintali, quantità in calo rispetto al 2017 (-6,1%).

La distinzione sulla base del valore nutrizionale dopo il processo di scrematura vede la prevalenza nelle quantità prodotte, del latte intero (53%), per un volume pari a 933.465 quintali, dato in contrazione del -5,8%. Il 45% delle quantità di latte per consumo alimentare è costituito dal latte parzialmente scremato, per un totale di 793.745 quintali, volume in riduzione di 73.426 quintali rispetto al 2017 (-8,5%). La produzione di latte scremato assorbe 33.586 quintali; nell'ultimo biennio risulta notevolmente incrementata, di circa l'88%.

Nel 2018, la produzione di latte raccolto si presenta in calo rispetto al 2014 del 6,5%. In base alla provenienza del latte per specie animale, negli ultimi 5 anni, il latte di capra è stato il prodotto che ha sofferto una brusca contrazione, perdendo nel 2016 circa il 73% delle quantità. Il latte di pecora e il latte vaccino, seppur subiscono delle perdite (rispettivamente pari al 5% e 28%) mantengono andamenti sostanzialmente stabili, mentre, il latte di bufala subisce un arresto nel 2015, quando cala del 13,3% nelle quantità rispetto al 2014.

Per quanto riguarda il commercio estero, le esportazioni di prodotti agroalimentari ammontano a circa 1.085 milioni di euro nell'anno 2018. Tra i principali prodotti agroalimentari, come osservabile in Tabella 2-8, gli "altri prodotti alimentari" costituiscono il 16,1% dell'export agroalimentare regionale, confermandosi la principale voce di scambi in uscita. I dati in tabella mostrano inoltre un aumento del peso sull'export regionale degli ortaggi freschi (5,1%) mentre si riduce il ruolo dell'olio di oliva vergine ed extravergine (6,7%) e delle nocciole (4,1%). Tra gli altri principali comparti di esportazione va citato il significativo aumento di vendite all'estero di prodotti lattiero-caseari (+11,2%), di riso (19,7%), derivati di cereali (35%), di ortaggi trasformati (+19%), come pure di legumi e ortaggi freschi (+19%), agrumi (+44%) e in generale della frutta fresca, tropicale e secca. Si riduce invece l'export di frutta secca (-38,1%) e delle sementi (-81,1%), delle carni fresche e congelate (-57,5%), pannelli e mangimi (-56,6%) e olii e grassi (-19,4%).

Import			
	2016	2017	2018
Banane	NA	7,3	8,3
Pesci lavorati	6,5	7,0	8,1
Carni bovine	2,9	3,0	3,3
Olio di oliva	3,5	3,8	3,3

Export			
	2016	2017	2018
Altri prodotti alimentari	12,9	16,5	6,7
Olio di oliva vergine ed extravergine	8,7	8,0	6,7
Altri ortaggi freschi	4,4	4,9	5,1
Nocciole	NA	6,9	4,1
Frutta preparata e conservata	NA	NA	3,3

Tabella 2-53. Principali prodotti agroalimentari di import/export del Lazio, 2016-2018 (%). (Fonte: elaborazioni CREA-PB su dati Istat).

2.3.9 I prodotti e i processi produttivi agroalimentari di qualità

Le particolari caratteristiche geologiche e climatiche del territorio laziale rendono questa regione in grado di offrire una grande varietà di prodotti tipici sia agricoli che enogastronomici.

In totale, infatti, nell'elenco Mipaaf aggiornato al 18/05/2021, si contano 16 prodotti a marchio D.O.P. (Denominazione di Origine Protetta), 11 I.G.P. (Indicazione Geografica Protetta) e oltre 400 prodotti agroalimentari tradizionali (P.A.T.), che si accompagnano ad un robusto "carnet dei vini di qualità", composto da 27 denominazioni vinicole D.O.C. (Denominazione di Origine Controllata), 3

D.O.C.G. (Denominazione di Origine Controllata e Garantita) e 6 I.G.T. (Indicazione Geografica Tipica).

Per quanto riguarda i vini, l'area di interesse ricade all'interno della zona di denominazione "Roma" DOC, la quale si estende su una superficie complessiva di circa 330.000 ettari. La DOC Roma comprende sette tipologie di vino bianco, due tipologie di vino rosato e quattro tipologie di vino rosso.

Per quanto concerne le carni fresche e i prodotti a base di carne, l'intero territorio regionale del Lazio ricade all'interno della zona di produzione dell'"Abbacchio Romano" IGP, dell'"Agnello del Centro Italia" IGP, della "Mortadella Bologna" IGP e dei "Salamini italiani alla cacciatora" DOP.

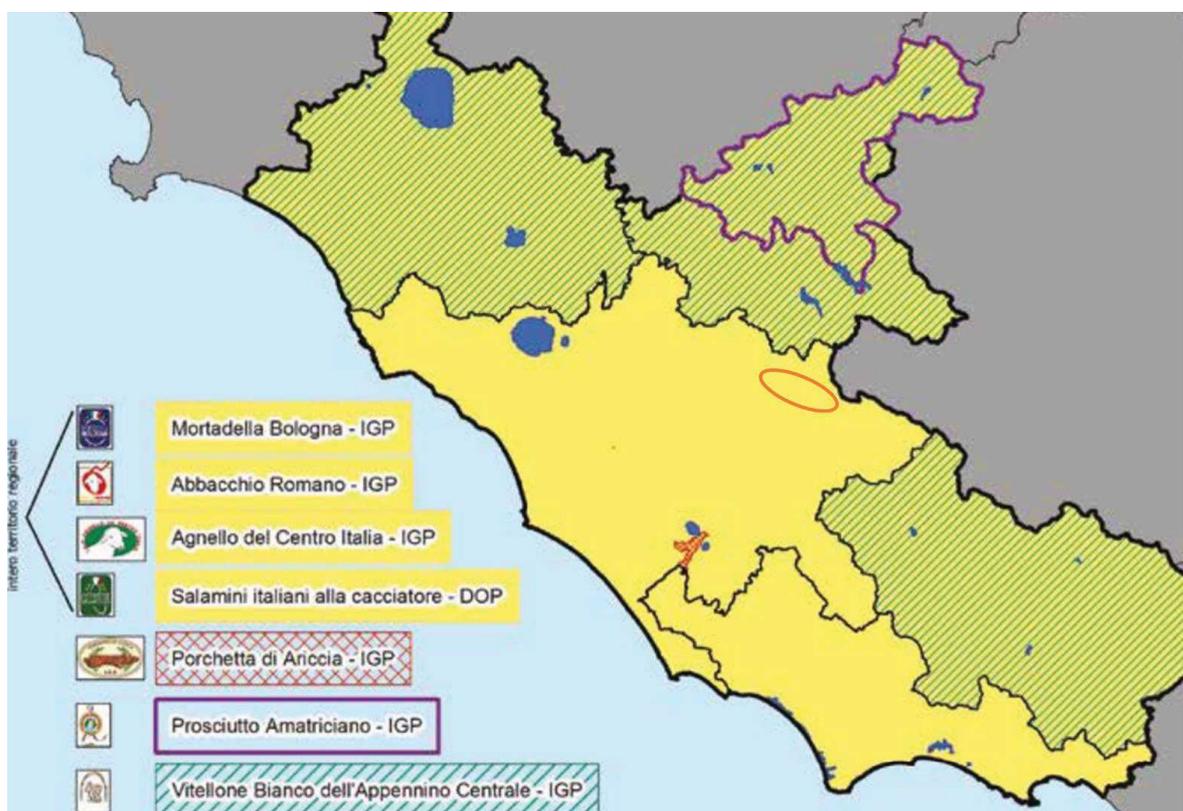


Figura 2-21. Zone di produzione delle DOP e IGP ricadenti nel territorio regionale. (Fonte: "Lazio patrimonio agroalimentare tra biodiversità e tradizione", ARSIAL e Regione Lazio, 2019). Area di studio evidenziata in arancione.

La denominazione "Abbacchio Romano" è riservata esclusivamente agli agnelli, maschi e femmine, nati e allevati allo stato brado e semibrado appartenenti alla razza Sarda e i suoi incroci, Comisana e i suoi incroci, Sopravissana e i suoi incroci, Massese e suoi incroci, Merinizzata Italiana e i suoi incroci. Caratteristica distintiva dell'Abbacchio Romano è data dalla scarsa presenza di grasso sia di copertura che infiltrato.

Il territorio regionale del Lazio rientra anche nell'area di produzione dell'“Agnello del Centro Italia” I.G.P., la cui carne è ottenuta con ovini poco più avanti in età rispetto a quelli dell'“Abbacchio romano”, alimentati esclusivamente con latte materno fino allo svezzamento, poi foraggi, costituiti da essenze spontanee di prati e di prati-pascolo, e una minima parte di granaglie.

Grazie alla presenza di numerosi allevamenti suinicoli e alla diffusione degli scambi commerciali dei prodotti alimentari, la produzione della “Mortadella Bologna” IGP, costituita da una miscela di carni di suino, si è estesa anche nel Lazio.

L'unico prodotto D.O.P. è costituito dai “Salamini alla Cacciatora”, per i quali, in base al relativo disciplinare di produzione, nel territorio regionale deve avvenire la nascita, l'allevamento e la macellazione dei suini destinati alla produzione. Iniziata nelle zone collinari del territorio lombardo, la produzione di Salamini Italiani alla cacciatora si è estesa dapprima alle regioni limitrofe del settentrione poi al centro Italia, anche in relazione alla presenza di importanti industrie di preparazione. L'areale, piuttosto ampio, coincide senza dubbio con la zona di allevamento del suino pesante italiano dal quale deriva la materia prima (carne e grasso) per la produzione dei salamini stessi. Gli aspetti climatici ed ambientali, oltre ad aver favorito lo sviluppo degli allevamenti del suino pesante italiano, svolgono un ruolo fondamentale nella buona riuscita dei salamini.

Passando al settore caseario, le peculiarità pedo-climatiche del Lazio e il suo territorio particolarmente vocato all'allevamento sono alla base di una produzione casearia di alto livello qualitativo. L'intero territorio regionale ricade infatti nella zona di produzione del “Pecorino romano” DOP e della “Ricotta romana” DOP.

Il primo è un formaggio di latte intero di pecora, a pasta dura e cotta, con stagionatura da 5 a 8 mesi, ed è riconosciuto come il più antico formaggio pecorino italiano. Costituisce sicuramente il prodotto caseario più rappresentativo della regione e il suo inconfondibile sapore sapido costituisce l'ideale accompagnamento per tutti gli storici “primi” della cucina regionale.

La seconda invece, è una denominazione riservata esclusivamente al prodotto caseario derivante da siero ottenuto da latte intero di pecora, appartenente alle razze maggiormente diffuse nel territorio laziale (Sarda e i suoi incroci, Comisana e i suoi incroci, Sopravissana e i suoi incroci, Massese e i suoi incroci).

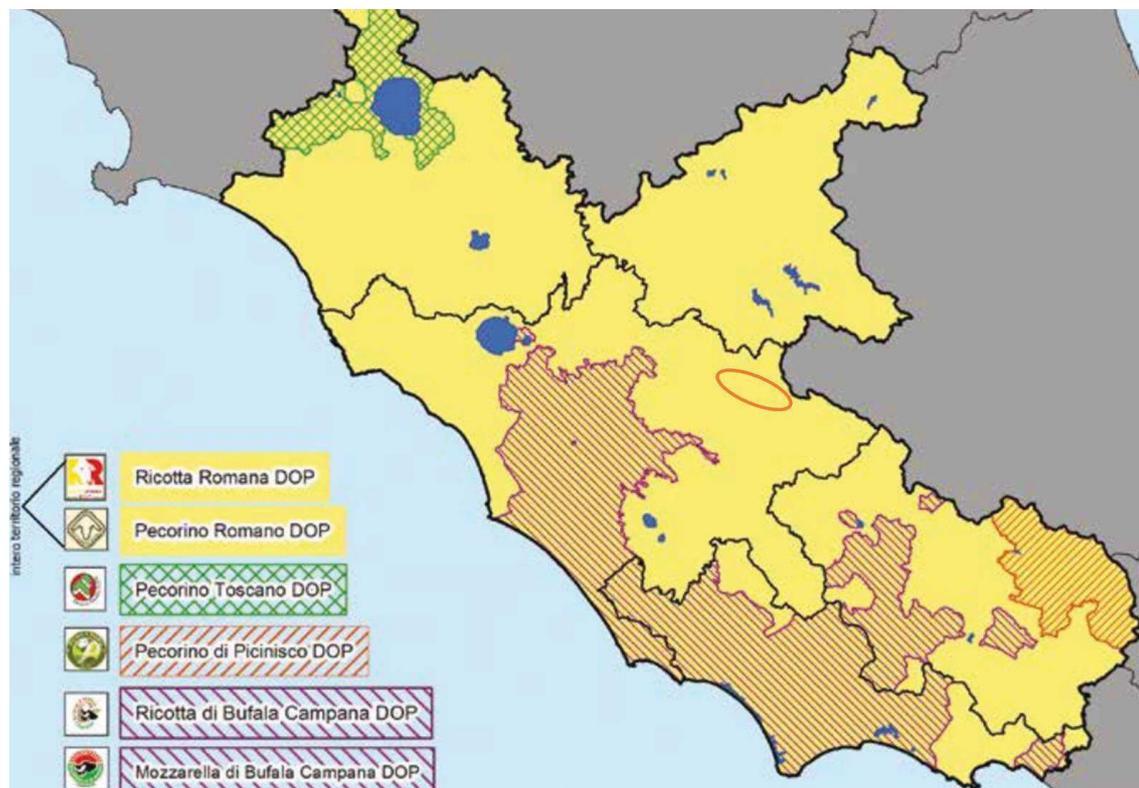


Figura 2-22. Zona di produzione delle DOP e IGP ricadenti nel territorio regionale. (Fonte: "Lazio patrimonio agroalimentare tra biodiversità e tradizione", ARSIAL e Regione Lazio, 2019). Area di studio evidenziata in arancione.

2.4 D – Geologia e acque

2.4.1 Inquadramento geomorfologico

La Valle dell'Aniene, nella quale si colloca l'area di progetto, attraversa una zona prevalentemente montuosa, comprendente le dorsali dei Monti Simbruini, dei Monti Cantari, dei Monti Affilani e dei Monti Ruffi, con quote massime intorno ai 2000 metri sul livello del mare (Monte Autore, Monte Cotento, Monte Tarino, Monte Viglio). La Media Valle dell'Aniene, compresa tra i centri di Tivoli e Subiaco, si inserisce, invece, in un territorio più collinare e limitatamente urbanizzato.

Nella figura seguente il tracciato relativo alla prima fase funzionale del Nuovo Acquedotto Marcio in progetto, localizzato tra i comuni di Marano Equo e Mandela.

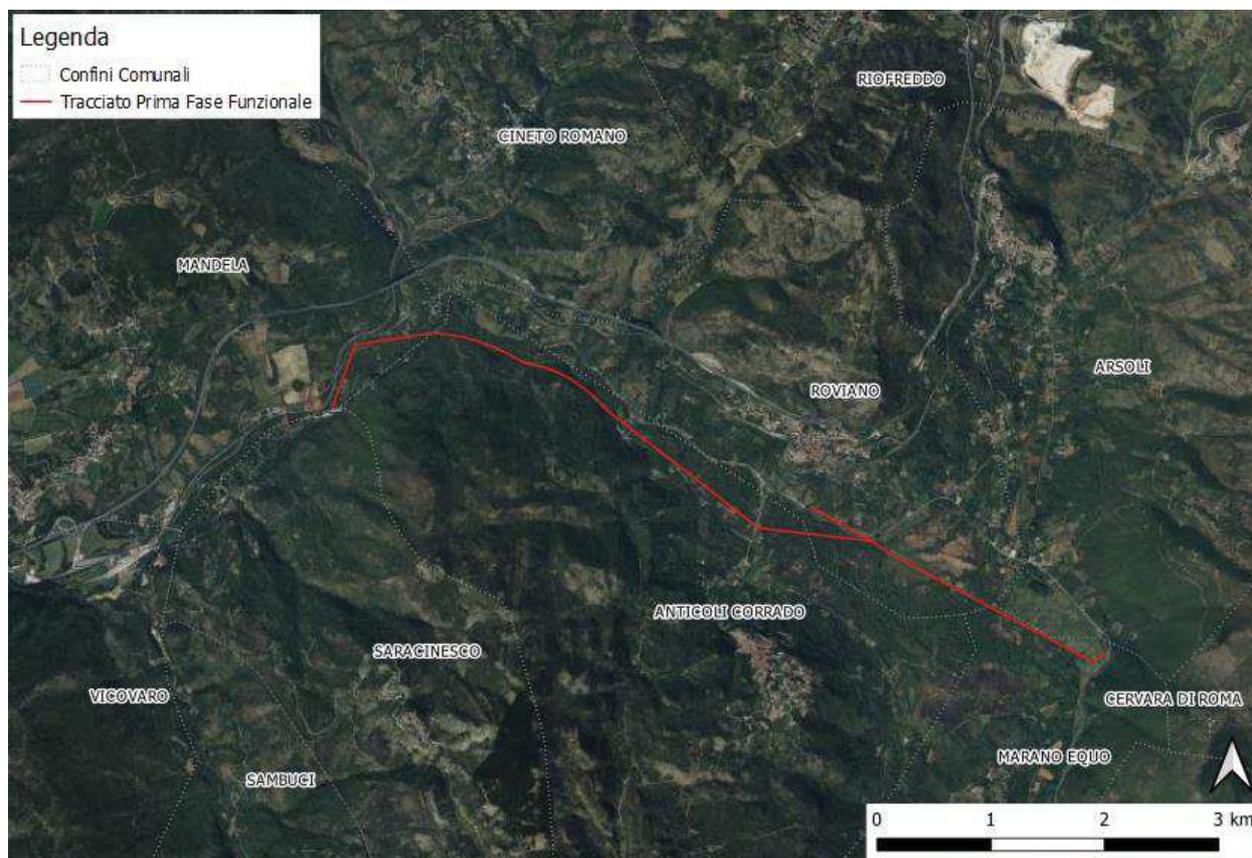


Figura 2-23 Posizione geografica del tracciato della Prima Fase Funzionale.

2.4.2 Inquadramento geologico

L'area interessata dal progetto è situata in Appennino Centrale e si sviluppa tra le dorsali dei Monti Ruffi e dei Monti Tiburtini in sinistra idrografica, mentre in destra idrografica si collocano i Monti Simbruini e i Monti Sabini/Lucretili.

All'interno della cartografia geologica ufficiale (CARG) l'area di progetto ricade nei fogli n.366 "Palombara Sabina" e n.367 "Tagliacozzo".

L'Appennino Centrale è una catena a pieghe e sovrascorrimenti con vergenza a nord-est, strutturatasi a seguito della subduzione di Adria, propaggine della placca africana, al disotto della placca europea. A questa fase deformativa è legata anche un'intensa attività vulcanica pleistocenica dei settori peritirrenici.

Le formazioni affioranti nell'area in esame si sono deposte a partire dal Giurassico inferiore in ambiente di mare basso (Calcere Massiccio), in un ampio settore della Tetide occidentale. A causa della fase tettonica distensiva instauratasi nel Lias, la piattaforma carbonatica preesistente è stata suddivisa in diverse porzioni, alcune delle quali, in un sistema ad horst e graben, sono annegate. Si sono così venuti a creare due ambienti deposizionali, rappresentati in Figura 2-24: la deposizione della parte di piattaforma rimasta in condizioni di alto strutturale non è cambiata in termini di ambiente deposizionale ed ha continuato a deporsi una successione calcareo-dolomitica che prende il nome di piattaforma laziale-abruzzese.

Le porzioni di piattaforma annegata, al contrario, hanno subito una forte modifica nell'ambiente deposizionale, divenuto di mare profondo e pertanto caratterizzato da litotipi differenti, tipicamente calcari marnosi. Tale successione bacinale prende il nome di successione umbro-marchigiana.

Al passaggio tra i due domini si è instaurata una situazione intermedia, detta di transizione o di rampa, identificabile nella successione sabina e caratterizzata da termini pelagici con abbondante materiale risedimentato proveniente dalla piattaforma laziale-abruzzese.

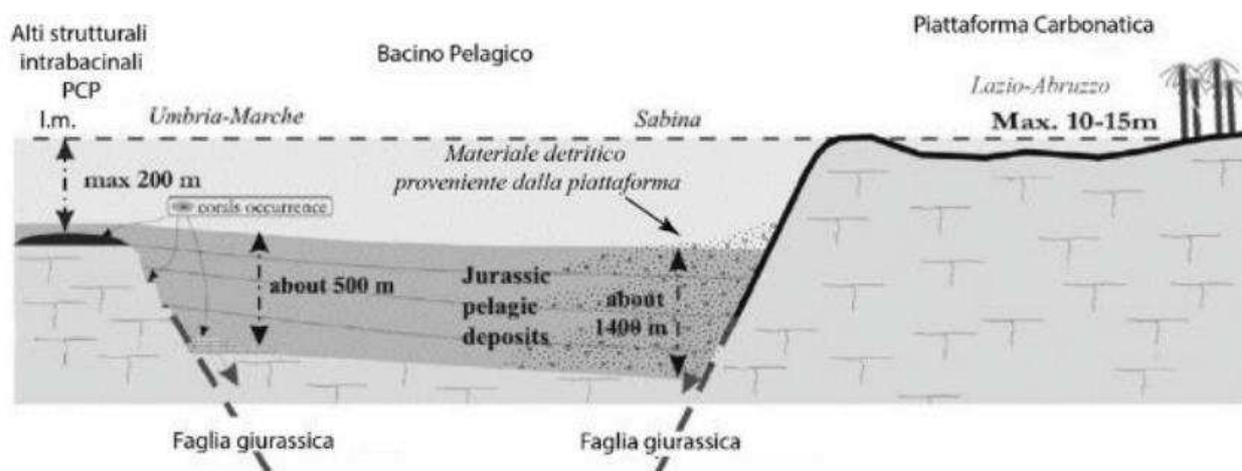


Figura 2-24 Rappresentazione schematica dei rapporti stratigrafici e tettonici tra il dominio Umbro-Marchigiano-Sabino e il dominio di piattaforma carbonatica Laziale-Abruzzese nel Giurassico (modificato da Carminati et al., 2013).

Ad eccezione dei Monti Simbruini, che appartengono al dominio paleogeografico della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese, le altre dorsali sono costituite dalle formazioni del dominio sabino.

A partire dal Miocene si registra una progressiva progradazione dei depositi di rampa carbonatica (Calcari a Briozoi e Litotamni).

Il coinvolgimento nelle fasi deformative orogeniche, a partire dal Miocene, nello specifico nel processo di flessurazione indotta dal peso della catena in formazione, è testimoniato dall'annegamento della rampa miocenica a seguito dell'approfondimento dell'ambiente marino, dalla messa in posto di pochi metri di marne emipelagiche a foraminiferi planctonici e dall'accumulo di importanti spessori di torbiditi silicoclastiche in contesti di avanfossa.

Al termine della fase compressiva che ha portato alla strutturazione dei rilievi montuosi dell'Appennino inizia la deposizione continentale, legata a dinamiche fluviali e di versante. Al contempo si instaura, a partire dal Pliocene superiore, un regime tettonico estensionale legato all'apertura del Mar Tirreno e tutt'ora attivo nell'Appennino Centrale.

Nel Pleistocene medio, inoltre, inizia l'attività vulcanica del Vulcano Laziale, caratterizzata dalla deposizione di vasti plateau ignimbrici che riempiono le porzioni di territorio più depresse, arrivando a lambire i rilievi montuosi.

Le strutture sabine sono delimitate ad est dal sistema di sovrascorrimenti noto come Linea Olevano-Antrodoco e ad ovest dal complesso di depressioni e valli che costituiscono il Bacino Tiberino e la piana delle Acque Albule.

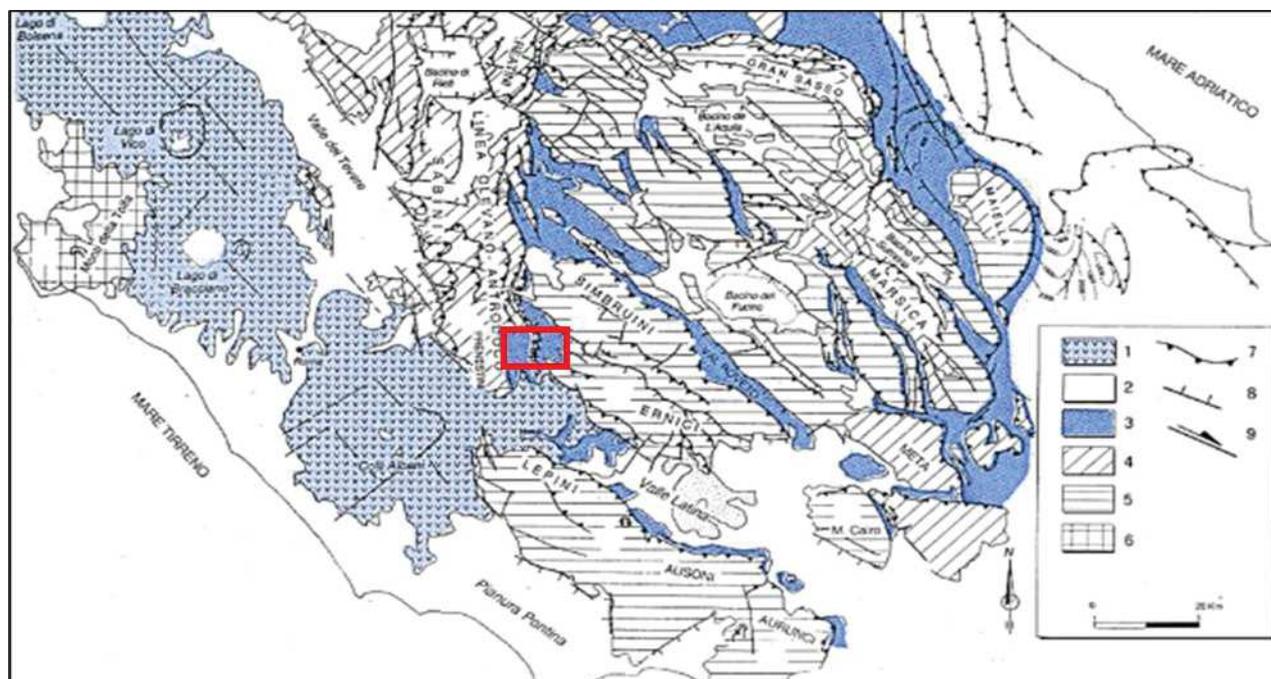


Figura 2-25 Schema geologico-strutturale dell'Appennino Centrale. Il rettangolo rosso indica l'area in esame. Legenda: 1- vulcaniti pleistoceniche, 2- depositi continentali plio-qaaternari, 3- depositi silicoclastici mio-piocenici, 4- depositi di transizione (dominio sabino), 5- depositi di piattaforma (dominio laziale-abruzzese), 6- Complesso Tolfetano Cerite, 7- principali sovrascorrimenti, 8- faglie dirette, 9- faglie trascorrenti (modificato da Bigi et al., 1990)

Dal punto di vista strutturale le successioni del dominio sabino sono strutturate in 4 principali unità tettono-stratigrafiche limitate da sovrascorrimenti est-vergenti. Tali unità sono numerate, in Cosentino e Parotto, 1991, da 1 a 4 andando da ovest verso est. I sovrascorrimenti che delimitano le unità sono denominati:

- Sovrascorrimento di M. Morra;
- Sovrascorrimento di M. Sterparo-M. Castelvecchio, le cui evidenze si hanno solo sul Colle Ripoli a sud di Tivoli;
- Sovrascorrimento del T. Licenza-M. Elci-M. Tancia;
- Linea Olevano-Antrodoco, che determina il sovrascorrimento delle unità sabine su quelle del dominio laziale-abruzzese e sui depositi flyschoidi di avanfossa alto-miocenici, affioranti nel settore orientale dell'area studiata, fino allo sbarramento di Roviano. In tale area affiora solo un segmento di questo lineamento di rilevanza regionale, denominato linea Olevano-Anticoli Corrado.

Nel dettaglio, le unità tettoniche sono, dalla più alta alla più bassa:

- U2, posta al tetto del sovrascorrimento di M. Sterparo-M. Castelvecchio. Questa unità tettonica affiora nella zona di Colle Ripoli, dislocata da un sistema di faglie estensionali orientate circa E-W. Tale unità è caratterizzata da una anticlinale con fianco orientale rovesciato, formata da litologie carbonatiche pelagiche di età compresa tra il Giurassico-Cretaceo Inferiore. Il relitto del sovrascorrimento di M. Sterparo-M. Castelvecchio, la cui massima estensione si ha fuori dal settore in analisi a Nord, ha andamento NW-SE nei quadranti più settentrionali, per poi disporsi con andamento circa meridiano in quelli più meridionali; l'immersione è di circa trenta gradi verso i settori occidentali. Le giaciture delle unità pelagiche al letto del sovrascorrimento seguono in maniera fedele la variazione di direzione del thrust. La successione di letto, inoltre, testimonia il fianco rovescio della sinclinale di letto del thrust.
- U3, compresa tra il sovrascorrimento di M. Sterparo-M. Castelvecchio e il sovrascorrimento del T. Licenza-M. Elci-M. Tancia. Questa unità caratterizza tutto settore occidentale dell'area analizzata (da Tivoli fino a Vicovaro). Questa unità è caratterizzata da una successione pelagica meso-cenozoica con, affioranti, le formazioni più antiche dell'area studiata che descrivono un'ampia piega anticlinale non cilindrica con fianco orientale rovesciato. L'asse dell'anticlinale ha direzione circa NNE-SSW, ed è ben visibile tra Tivoli e San Polo dei Cavalieri, fino a Roccagiovine, per un totale di 15 km. In linea generale il sovrascorrimento in oggetto ha un andamento circa NE-SW, con immersione verso i quadranti nord-occidentali nonostante locali variazioni (da nord-immersa ad est-immersa). Associate con gli elementi strutturali di prim'ordine si hanno pieghe alla mesoscala con piani assiali congrui con quelli della struttura principale, e piccoli splays del main thrust, come quello che affiora a nord di Vicovaro.
- U4, compresa tra il sovrascorrimento del T. Licenza-M. Elci-M. Tancia e la linea Olevano-Antrodoco. Questa unità è caratterizzata da estesi affioramenti dei litotipi miocenici. In destra idrografica del Fiume Aniene, invece, affiora

un mosaico di unità stratigrafiche cretacio-mioceniche, separato da un fitto sistema di faglie variamente orientate (set principali ad andamento circa meridiano e WNW-ESE) e con modesti rigetti. Il sistema di faglie dirette di importanza maggiore corre con orientamento circa E-W dal settore Nord dell'abitato di Mandela fino allo sbarramento di Roviano, bordando di fatto il versante destro della valle dell'Aniene. Questo set di elementi tettonici è verosimilmente responsabile della disomogeneità di affioramenti tra i due versanti della valle. Altro elemento tettonico molto importante è il sistema di faglie coniugate orientate circa N-S affiorante tra Santianni e Rovianello. Questo sistema presenta due lineamenti principali antitetici, ai quali si associa un complesso set di piani secondari, molto ben affioranti lungo la S.S. 5 "Tiburtina Valeria", all'altezza dello sbarramento di Roviano. La più orientale di queste faglie si segue abbastanza agevolmente da Santianni (versante sinistro della valle) a Rovianello (versante destro) e determina il ribassamento verso Ovest dell'unità di tetto della linea Olevano Antrodoco (U4).

- U5, al letto della linea Olevano-Antrodoco. Questa unità affiora estesamente a est della faglia Santianni-Rovianello, lungo il fondovalle e nella parte bassa dei due versanti della valle dell'Aniene. Essa può essere a sua volta divisa in due sotto-unità, in quanto la faglia bordiera dei Monti Simbruini, orientata circa N-S separa nettamente le unità del dominio di piattaforma carbonatica Laziale - Abruzzese, affioranti al margine orientale dell'area di studio dalle unità terrigene alto-mioceniche affioranti lungo la valle tra Marano Equo e lo sbarramento di Roviano. L'unità U5 si suddivide in due ulteriori sotto-unità:
 - U5a, al tetto della faglia bordiera dei Monti Simbruini. Questa sotto-unità è caratterizzata dall'affioramento delle unità silicoclastiche di avanfossa riferibili al complesso torbiditico alto-miocenico laziale-abruzzese. Fatta eccezione per la parte inferiore del colle su cui sorge l'abitato di Roviano, costituito da una porzione dell'U4 ribassata tettonicamente da faglie dirette sud-immergenti, questa unità affiora estesamente lungo i versanti inferiori della valle dell'Aniene tra lo sbarramento di Roviano e l'allineamento Fosso Scandrigliesi - Fosso Bagnatore, mentre è coperta dai depositi alluvionali dell'Aniene lungo il fondovalle. Il colle su cui sorge l'abitato di Marano Equo è costituito invece da calcari di piattaforma carbonatica alto-cretacici e miocenici, affioranti al tetto della faglia bordiera dei Monti Simbruini e ribassati di alcune centinaia di metri dalla stessa.
 - U5b, al letto della faglia bordiera dei Monti Simbruini. La porzione più orientale dell'area studiata corrisponde alle propaggini dei Monti Simbruini, ed è caratterizzata dall'affioramento di unità cretaciche e mioceniche riferibili al dominio di piattaforma carbonatica Laziale-Abruzzese, variamente dislocate da faglie con orientazione principale E-W.

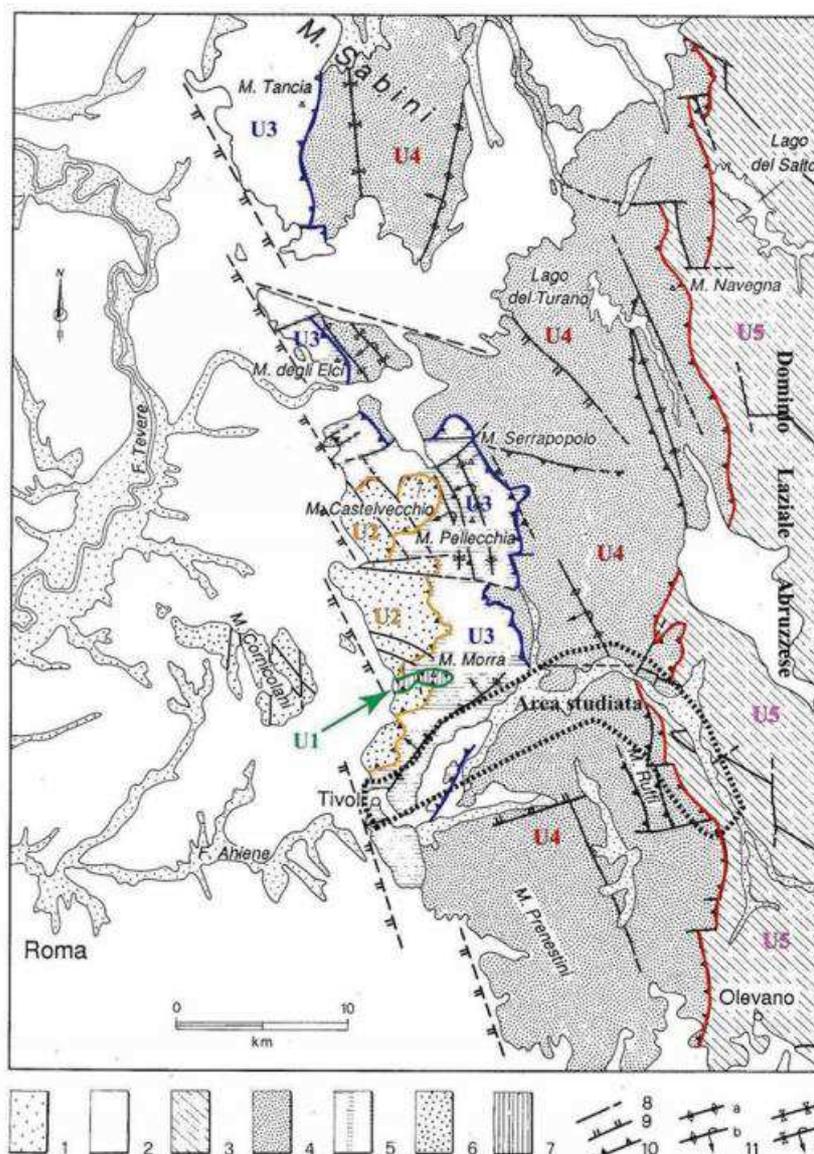


Figura 2-26 Inquadramento tettonico dei Monti Sabini. Le unità tettoniche e i sovrascorrimenti che le delimitano sono indicate con colori diversi: verde = U1 - sovrascorrimento di M. Morra; arancione = U2 - sovrascorrimento di M. Sterparo-M. Castelvecchio; blu = U3 - sovrascorrimento di T. Licenza-M. Elci-M.Tancia; rosso = U4 - Linea Olevano-Antrodoco. L'U5, in rosa, è l'unità al letto della Linea Olevano-Antrodoco, riferibile al dominio laziale-abruzzese (Modificato da Cosentino e Parotto, 1991)

Le unità tettoniche presenti all'interno dell'area interessata della Prima Fase Funzionale sono:

- U4 Unità compresa tra il sovrascorrimento del T. Licenza-M. Elci-M. Tancia e la linea Olevano-Antrodoco;
- U5 Unità al footwall della linea Olevano-Antrodoco (Dominio Laziale-Abruzzese).

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla Relazione Geologica (A250-PDS-R-003-0).

2.4.3 Stratigrafia

Di seguito vengono descritte le formazioni affioranti nell'area interessata dalla Prima Fase Funzionale e in un intorno di ampiezza significativo (Figura 2-27, legenda in Figura 2-28).

- **Depositi pre-orogenici**

- **Dominio Sabino**

- **Scaglia Detritica (SCZ):** analogo transizionale delle formazioni pelagiche della Scaglia Rossa, Bianca e Variegata caratterizzato da consistenti apporti di materiale detritico proveniente dalla Piattaforma Laziale-Abruzzese

- **SCZ1 - Scaglia Detritica - membro calcarenitico-calciruditico (Cenomaniano - Maastrichtiano):** organizzata in strati calcarenitici e calciruditici pluridecimetrici di colore bianco-grigiastro o avana, con subordinate bancate di spessore metrico, contenenti un biodetrito indeterminabile, bioclasti di organismi di piattaforma carbonatica (rudiste, echinodermi, microforaminiferi e macroforaminiferi bentonici tipo *Orbitoides* sp.) e litoclasti. La selce è meno frequente rispetto alla Scaglia Rossa tipica, e di colore bianco o grigio. L'unità affiora nell'unità tettonica 4, nei dintorni dell'abitato di Cineto Romano, nel settore centrale dell'area investigata. Il contenuto fossilifero dei livelli pelagici è del tutto paragonabile a quello della Scaglia Bianca e della porzione cretacea della Scaglia Rossa. Lo spessore è di circa 250 metri.
- **SCZ2 - Scaglia Detritica - membro calciruditico-calcarenitico (Daniano - Priaboniano):** Alternanze di calcari marnosi e marne calcaree di colore rosato, avana chiaro e nocciola, in strati da decimetrici a pluridecimetrici, con lenti di selce grigia e rossastra. Sono presenti frequenti intercalazioni calciruditiche, a volte prevalenti rispetto alle altre litofacies, bianche e avana, con echinodermi, macroforaminiferi (nummulitidi ed alveolinidi), briozoi, bivalvi e litoclasti di piattaforma carbonatica. Nella porzione superiore sono presenti sottili livelli marnoso-argillosi. I rari livelli pelagici presentano un contenuto fossilifero del tutto paragonabile a quello della porzione cenozoica della Scaglia Rossa e della Scaglia Variegata. L'unità affiora nell'unità tettonica 4 tra Mandela e Cineto Romano. Lo spessore può raggiungere i 150 m. La Formazione è stata rinvenuta nei

sondaggi geognostici S14 e S14bis a profondità comprese tra 30 metri da piano campagna e il fondo foro.

- **CDZ - Scaglia Cinerea detritica (Priaboniano p.p. -Rupeliano p.p.):** Nell'area investigata si presenta sempre in una facies dominata dalla componente detritica intercalata ai livelli pelagici. L'unità è costituita da intervalli carbonatici detritici, organizzati in strati pluridecimetri e bancate lenticolari, contenenti abbondanti macroforaminiferi e litoclasti. A questi si intercalano calcari marnosi e marne argillose di colore grigio-verdastro, giallastro e avana. La porzione marnosa è nettamente subordinata a quella calcarenitica/calcirudite, tanto che la formazione ha un aspetto francamente calcareo. L'unità affiora nelle unità tettoniche 3 e 4, ai piedi della dorsale su cui sorge l'abitato di San Polo dei Cavalieri, e in affioramenti discontinui lungo la valle dell'Aniene tra Castel Madama e Roviano, in particolare nell'area di Cineto Romano. Lo spessore della formazione supera i 200 metri. La Formazione è stata rinvenuta nel sondaggio geognostico S9 a profondità comprese tra 48 e 55 metri da piano campagna.
- **CFR - Calcareniti a Macroforaminiferi (Rupeliano p.p.- Aquitaniano p.p.):** Nell'area investigata affiora solo il membro superiore della formazione, le Calcareniti a miogypsine e lepidocycline (CFR2). Si tratta di calcareniti di colore avana e nocciola, organizzate in strati da decimetri a metri, con grossi noduli di selce biancastra e marrone, particolarmente abbondanti nella porzione inferiore della formazione; nella porzione superiore sono presenti calcareniti nocciola con punti di ossidazione arancioni. Il contenuto fossilifero è caratterizzato da abbondanti macroforaminiferi, tra cui lepidocycline, amphistegine, miogypsine e nella parte alta abbondanti spicole di spugna. Sono presenti intercalazioni di calcari marnosi con foraminiferi planctonici, marne calcaree, marne e livelli argillosi, di colore verde, per lo più in strati sottili e medi. L'unità affiora nell'unità tettonica 4, tra Mandela e Roviano. Lo spessore raggiunge i 70 m.
- **Unità Spongolitica (SPT)**
 - **SPT1a - Membro di Guadagnolo, litofacies calcarenitica (Aquitaniano p.p. – Burdigaliano p.p.):** Alternanze di calcareniti fini di colore avana con tracce di ossidazione, marne e marne calcaree grigie e avana chiaro, organizzate in strati da decimetri a pluri-decimetri. La parte bassa dell'unità è caratterizzata da calcari detritici a macroforaminiferi, e da marne calcaree con foraminiferi planctonici. La parte alta è caratterizzata da un progressivo aumento degli interstrati marnosi e da una maggiore percentuale di matrice nelle calcareniti, così come un incremento della silicizzazione testimoniato dai frequenti noduli e dalle liste di selce nera. Il contenuto fossilifero è costituito da abbondanti spicole di spugna e associazioni a

foraminiferi bentonici. L'unità affiora nell'unità tettonica 4, a nord dell'abitato di Mandela e nei dintorni di Cineto Romano. Lo spessore raggiunge i 60 m.

- **SPT1b - Membro di Guadagnolo, litofacies marnosa (Burdigaliano p.p. - Langhiano p.p.):** Alternanze di marne, marne calcaree e marne argillose a luoghi più calcaree, di colore avana chiaro, e marrone, in strati pluri-decimetrici e bancate metriche. Sono presenti intercalazioni calcarenitiche costituite da detrito bioclastico caratterizzato da associazioni ad abbondanti foraminiferi bentonici. Nella porzione superiore questi livelli calcarenitici, spesso caratterizzati da una tipica fratturazione a losanga, si rinvencono abbondanti frammenti di echinodermi, bivalvi e briozoi, e la loro frequenza aumenta, fino a diventare una caratteristica dominante dell'unità. In questa porzione è presente anche selce grigia in grossi noduli. Oltre al citato detrito bioclastico, il contenuto fossilifero degli intervalli marnosi e marnoso calcarei dell'unità è dominato da spicole di spugna e foraminiferi planctonici. L'unità affiora estesamente nell'area investigata, nell'unità tettonica 4, e in particolare costituisce la stragrande maggioranza degli affioramenti in sinistra idrografica del Fiume Aniene, tra lo sbarramento di Roviano e Castel Madama. Lo spessore di questa litofacies è di circa 500 - 600 metri. Il Membro di Guadagnolo (SPT1b) è stata rinvenuto nelle parti più profonde dei sondaggi geognostici S27 e S55 (a partire da circa 60 metri di profondità) e lungo l'intera verticale del sondaggio S32.
- **Dominio di Piattaforma carbonatica laziale-abruzzese**
 - **CIR - Calcari ciclotemici a Requienidi (Aptiano p.p. - Cenomaniano):** Calcari a tessitura molto varia, da *wackestones* a *packstones* molto grossolani, in strati da decimetrici a pluri-decimetrici, di colore grigio-avana, caratterizzati dalla frequente presenza di intervalli ricchi di rudiste requienidi. Alcuni livelli si presentano molto dolomitizzati, e sono presenti livelli calcarei arrossati. Gli intervalli a granulometria più fine sono caratterizzati da associazioni fossilifere a foraminiferi bentonici molto abbondanti, ostracodi e frammenti di bivalvi. L'unità affiora nell'unità tettonica 5, nella porzione orientale dell'area investigata, lungo i versanti dei Monti Simbruini. Lo spessore è di circa 600 m.
 - **RDT - Calcari a Radiolitidi (Turoniano - Campaniano p.p.):** *Packstones* e *wackestones* in strati da decimetrici a metrici, con geometria prevalentemente tabulare; a luoghi affiorano corpi chiaramente lentiformi costituiti da accumuli di abbondante detrito di rudiste o da rudiste in posizione fisiologica disposte in *clusters* o *bouquets* (principalmente hippuritidi e radiolitidi). La porzione

inferiore è caratterizzata da litofacies micritiche con faune oligotipiche riferibili al Turoniano. Il contenuto fossilifero delle porzioni media e superiore è caratterizzato da abbondanti associazioni a foraminiferi bentonici, alghe, ostracodi e frammenti di bivalvi. L'unità è organizzata in cicli peritidali. L'unità affiora nell'unità tettonica 5, nella porzione orientale dell'area investigata, lungo i versanti dei Monti Simbruini. Lo spessore è maggiore di 450 m, e può raggiungere i 600 m.

- **CTN – Calcarea Saccaroide a Orbitoidi (Campaniano p.p. – Maastrichtiano p.p.):** *Packstones* estremamente ricristallizzati, totalmente privi di strutture sedimentarie, massivi o organizzati in strati di spessore metrico. Il contenuto fossilifero è caratterizzato dalla presenza di macroforaminiferi del genere *Orbitoides* e da rudiste radiolitidi del genere *Sabinia* (Fabbi et al., 2018). L'unità affiora nell'unità tettonica 5, nella porzione orientale dell'area investigata, lungo i versanti dei Monti Simbruini e nei dintorni di Marano Equo. Lo spessore è di circa 70 m
- **Successione carbonatica miocenica**
 - **CBZ2 - Calcareniti a punti rossi (Langhiano p.p.):** Calcareniti fini, a luoghi bioclastiche, di colore avana e nocciola, con tracce puntiformi di ossidazione; sono disposte prevalentemente in banchi, e caratterizzate da strutture a losanga. Localmente si rinvencono intercalazioni di marne. Il contenuto fossilifero è costituito da frammenti di echinidi e pettinidi, da ditrupe, da rari foraminiferi planctonici e bentonici. Il limite inferiore di questo membro è caratterizzato dall'aumento della componente pelitica, che segna il passaggio alla sottostante litofacies marnosa del Membro di Guadagnolo (SPT1b). L'unità affiora nei dintorni di Roviano, sul Monte Licino e lungo la bassa valle del Torrente Fiumicino. Lo spessore è di circa 90-100 m.
 - **CBZ3 - Calcareniti a briozoi (Serravalliano):** Calcareniti bioclastiche di colore avana e bianco, a grana media e grossolana, in strati medi e spessi, a luoghi in bancate. Nella parte superiore dell'unità sono spesso frequenti strutture a losanga. A tratti sono osservabili strutture sedimentarie quali laminazioni piano-parallele ed ondulate. Nelle litofacies carbonatiche, sono presenti, oltre a colonie di briozoi e litotamni, associazioni di foraminiferi bentonici di piccole dimensioni e frammenti di lamellibranchi. A luoghi, tra una bancata e l'altra si osservano sottili intercalazioni di orizzonti calcareo-marnosi finemente detritici color avana e senape, che aumentano di frequenza verso l'alto. Questi orizzonti sono, a luoghi, ricchi in glauconite, bioturbazioni (*Thalassinoides*) e foraminiferi planctonici. Il limite inferiore è marcato da un brusco aumento dello spessore degli strati carbonatici e dalla scomparsa, quasi totale, della frazione pelitica. Questa unità affiora estesamente a Roviano, Rovianello, e tra Anticoli Corrado e Saracinesco. Il limite superiore è caratterizzato da un

hardground glauconitico-fosfatico, che segna il passaggio alla soprastante Unità argilloso-marnosa. Lo spessore è di circa 70 m. La Formazione dei Calcari a Briozoi (CBZ3) è stata rinvenuta, in condizioni di forte tettonizzazione, nel sondaggio geognostico S6 a profondità comprese tra 32 metri da piano campagna e fondo foro.

- **Depositi sin-orogenici**

- **Successione terrigena miocenica**

- **UAM - Unità argilloso-marnosa - Marne a *Orbulina* (Tortoniano p.p.):** Argille e marne argillose di colore grigio, ricche in foraminiferi planctonici (tra cui *Orbulina* spp., Marne a *Orbulina Auct.*). In località Santianni (Anticoli Corrado) questa unità segue stratigraficamente le facies del CBZ3, come marcato da un'intensa mineralizzazione del *bedrock* carbonatico. Altri affioramenti si hanno in località Spinetta (W di Anticoli Corrado), e in prossimità della Stazione di Mandela Scalo. Il passaggio all'unità sovrastante (UAP) è marcata dalla comparsa delle intercalazioni torbiditiche silicoclastiche. Lo spessore è variabile, e raggiunge un massimo di 60 m.

- **UAP - Unità Arenaceo-Pelitica (Tortoniano superiore):** Si tratta di arenarie grossolane giallastre e grigie, più o meno cementate, con rari interstrati argilloso marnosi; a luoghi si rinvencono inclusi pelitici (*soft pebbles*). L'Unità arenaceo-pelitica è spesso coperta dalle unità ubiquitarie dei depositi post-orogenesi. L'unità affiora estesamente tra Anticoli Corrado e Roviano. Lo spessore affiorante è di circa 200 metri. L'Unità Arenaceo-Pelitica (UAP) è stata rinvenuta nel sondaggio geognostico S4 a profondità comprese tra 25 metri da piano campagna e fondo foro.

- **Depositi post-orogenici**

- **Unità sedimentarie post-orogeniche continentali**

- **Supersistema Tiburtino:** I depositi appartenenti a questo supersistema affiorano lungo l'attuale valle del Fiume Aniene, e si tratta di depositi legati a sistemi deposizionali fluviali di diversa età, con drenaggio verso il Fiume Tevere. Questo supersistema comprende anche depositi connessi al drenaggio del paleo-Aniene. I depositi del Supersistema Tiburtino poggiano in forte discordanza angolare sul substrato deformato pre-pliocenico. Comprende tre diversi sistemi, due dei quali affiorano nell'area d'interesse. Il limite superiore del supersistema corrisponde alla superficie topografica attuale o al passaggio discordante con le coperture ubiquitarie oloceniche.

- **UMN - Sistema di Mandela (Pleistocene inf.):** Conglomerati granosostenuti con ciottoli poligenici, prevalentemente calcarei relativi alle successioni carbonatiche locali e, secondariamente, ciottoli marnosi ed arenacei. Il deposito è generalmente eterometrico e con grado di arrotondamento dei clasti elevato. La matrice è principalmente sabbiosa, con contenuto variabile, mentre il

cemento, di natura carbonatica, conferisce ai conglomerati un aspetto massivo. Dato l'elevato grado di cementazione, i depositi clastici afferibili all'UMN presentano evidenti tracce di carsificazione. La caratteristica cementazione è tuttavia possibilmente soggetta a variazioni sia areali che lungo la verticale stratigrafica, mostrando sporadici orizzonti a granulometria più fine (S27: sabbie medio-fini, debolmente limoso-argillose) da debolmente addensati a sciolti. I depositi del Sintema di Mandela affiorano solo in riva destra rispetto all'attuale decorso del Fiume Aniene. L'UMN affiora, con buone esposizioni, nel centro abitato di Mandela e nell'area compresa tra il bivio per Santa Balbina, Colle Sacco Muro e Colle Ottati. Con particolare riferimento alla zona di Vicovaro-Mandela, quando la Formazione UMN è presente al di sotto dei Travertini VCV, il passaggio verso l'alto è caratterizzato da un graduale arricchimento in Travertino. Lo spessore raggiunge i 150 m. Carote di materiale della suddetta Formazione sono state rinvenute anche nella zona di Santa Balbina nei sondaggi S39, S41 e S60 a partire da 30 metri di profondità da piano campagna in poi.

- **SAR - Sabbie di Arsoli (Pleistocene superiore):** Sabbie gialle con lenti diatomitiche e travertinose concrezionali, di origine lacustre. Affiorano limitatamente al settore settentrionale di Mola di Regno, con spessore di pochi metri.
- **VCV – Sintema di Vicovaro (Pleistocene sup. – Olocene):** Il Sintema di Vicovaro è costituito prevalentemente da depositi di *calcareous tufa* (Carrara et al., 2006), con intercalazioni conglomeratico-sabbiose, a matrice prevalentemente travertinosa, con frustoli vegetali, e più raramente sabbiosa. Nella zona di Mandela-Vicovaro il processo di precipitazione del carbonato di calcio è stato probabilmente innescato da una struttura morfotettonica, situata appena a sud di Vicovaro, dove è stato riconosciuto un corpo di sbarramento fluviale. Durante tale processo il fiume ha lasciato diverse nicchie di depositi alluvionali, generalmente costituite da ghiaie, conglomerati e sabbie stratificati orizzontalmente e di alcuni metri spessore, racchiusi nei tufi calcarei (Carrara et al., 2006). I depositi carbonatici continentali (*calcareous tufa*) sono vacuolari, porosi e a volte poco litoidi, con frequenti frustoli vegetali e ricristallizzazioni secondarie di calcite alabastrina. Le rupi di Vicovaro e del Convento di S. Cosimato sono costituite da travertini massivi, e sono interessati da evidenti fenomeni carsici. Questi depositi poggiano in maniera concordante sui conglomerati e sabbie del Sintema di Mandela (UMN) e discordante sulla litofacies marnosa del Membro di

Guadagnolo (SPT1b). Altri affioramenti si hanno in prossimità della stazione di Mandela Scalo, così come circa 1 km a est di Mandela. Lo spessore dell'unità è variabile, con valori massimi di almeno di 60 m.

○ **Depositi ubiquitari**

- **b2 - Coltre eluvio-colluviale (Olocene):** Coltri dovute ad alterazione chimico-fisica della roccia madre sottostante. Depositi a clasti monogenici, con prevalenza di clasti di selce, immersi in matrice di colore rosso acceso. Sono generalmente situati sulle cime dei rilievi o in zone depresse non prossime a versanti.
- **bv - Depositi alluvionali/colluviali che rimaneggiano parzialmente le vulcaniti (Olocene):** Depositi di origine alluvionale e colluviale costituiti da ghiaie calcaree, sabbie, limi, argille e argille torbose, con inclusi minerali e piccoli litici vulcanici. Questi depositi, difficilmente individuabili dal rilevamento classico di campagna, sono stati largamente rinvenuti nei sondaggi geognostici effettuati nella zona di Santa Balbina (S39, S41, S60 e S60bis). Sebbene risulti difficile delimitare arealmente la presenza di tali depositi per via della vegetazione e della parziale inaccessibilità ai siti, si ritiene che la distribuzione areale sia potenzialmente connessa con le caratteristiche morfologiche attuali e passate dell'area: risulta infatti che la presenza di questi litotipi è particolarmente evidente nei sondaggi effettuati in prossimità dell'attuale impluvio delle piccole valli in destra idrografica dell'Aniene. Queste morfologie vallive sarebbero quindi state interessate da processi fluviali, e più recentemente colluviali, connessi al parziale smantellamento delle Formazioni vulcaniche, che oggi sono rappresentate con le loro caratteristiche litologiche originali solo in corrispondenza degli alti morfologici ed al di sotto di essi. L'erosione delle vulcaniti avveniva in maniera contestuale allo smantellamento della limitrofa dorsale carbonatica, che ha garantito nel tempo un continuo apporto di sedimento calcareo. I dati di sondaggio presenti mostrano depositi con spessori di almeno 30 m che poggiano alla base sui conglomerati UMN del Sintema di Mandela.
- **b - Depositi alluvionali/fluvio-lacustri (Olocene):** I depositi alluvionali (fluviali e di conoide) sono costituiti da alternanze di varie litologie determinate dal complesso paleo-morfologia dell'area e dai diversi ambienti sedimentari succedutisi nel corso del tempo. I depositi sono generalmente costituiti da ghiaie eterometriche, con clasti da sub-arrotondati a sub angolosi e da centimetrici a decimetrici, sabbie e limi, nei quali si intercalano possibili livelli di sabbie travertinose, e spessi strati o lenti di argille e torbe contenenti talora clasti calcarei e marnosi. Gli elementi clastici, contraddistinti da una notevole eterogeneità, sono riferibili a litotipi calcarei appartenenti alla successione della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese ed alla successione di transizione umbro-sabina; litotipi

arenacei delle successioni torbiditiche silicoclastiche alto-mioceniche sono perlopiù assenti o estremamente rari. Le coperture alluvionali oloceniche sono morfologicamente incassate nelle unità continentali più antiche e nel substrato carbonatico. Questi depositi che caratterizzano quindi le depressioni vallive sono principalmente associati al decorso dei fiumi Aniene e Licenza e la stratigrafia tipica varia da luogo a luogo a causa delle non uniformi modalità di deposizione. Il limite superiore è riferibile alla piana alluvionale; il limite inferiore, di natura erosiva, corrisponde alla superficie di contatto sulle unità continentali più antiche e sul substrato. Le informazioni provenienti dalla campagna geognostica suggeriscono invece che la geometria trasversale delle valli, e quindi il contatto laterale con le adiacenti dorsali montuose, può avvenire con superfici di incisione a pendenza molto elevata, determinando la presenza di notevoli spessori di depositi alluvionali anche nelle zone di bordo valle. In altri casi gli spessori massimi vengono invece raggiunti secondo superfici più a basso angolo, testimoniando un possibile decentramento dell'antico asse della valle rispetto all'attuale. La morfologia di questa antica valle epigenetica sembrerebbe caratterizzata da pareti quasi sub-verticali e sedimentazione alla base di potenti strati di argille, tuttavia, essendo questa struttura suturata al di sotto dei più recenti depositi alluvionali, risulta pressoché impossibile con le informazioni attuali determinare la sua posizione rispetto all'asse attuale del Fiume Aniene. Le indagini geofisiche (geoelettriche, microgravimetriche e sismiche a rifrazione e riflessione) unitamente ai dati di sondaggio, suggeriscono spessori massimi mediamente di 60m. Materiale riconducibile a tali depositi è stato rinvenuto nei sondaggi S1, S2, S3, S3bis, S4, S6, S8, S9, S12, S13, S14, S14bis, S21, S24, S31.

- **a - Depositi di versante (Olocene):** Depositi detritici costituiti da clasti spigolosi, generalmente eterometrici e poligenici, a matrice sabbioso-argillosa, a tratti cementati e clinostratificati. Caratterizzano le aree pedemontane, con spessore modesto.
- **h - Deposito antropico (Olocene):** Depositi eterogenei dovuti allo spostamento o ammassamento di materiale roccioso. Si hanno in prossimità del tiro a volo di Roviano, in località Santianni legati allo scavo della condotta idroelettrica di ACEA che convoglia le acque del Fiume Aniene da località "La Sbarra" alla centrale di Mandela, e in prossimità delle cave a sud di Cineto Romano. Lo spessore raggiunge i 30 m.

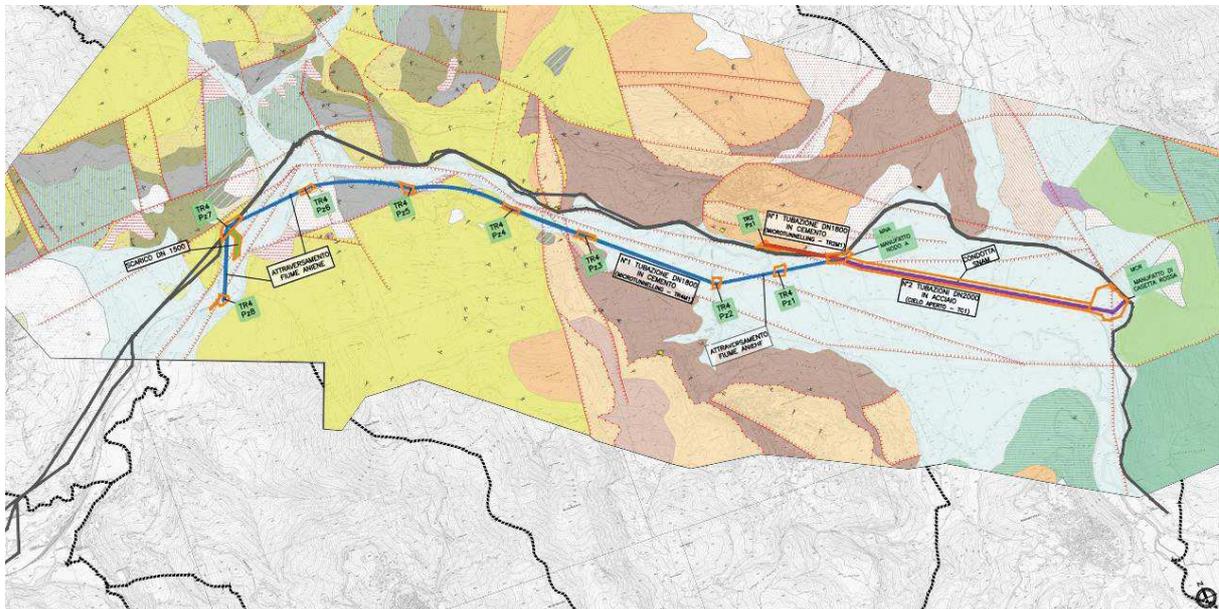


Figura 2-27 Carta geologica dell'area interessata dalla Prima Fase Funzionale



Figura 2-28 Legenda della carta geologica

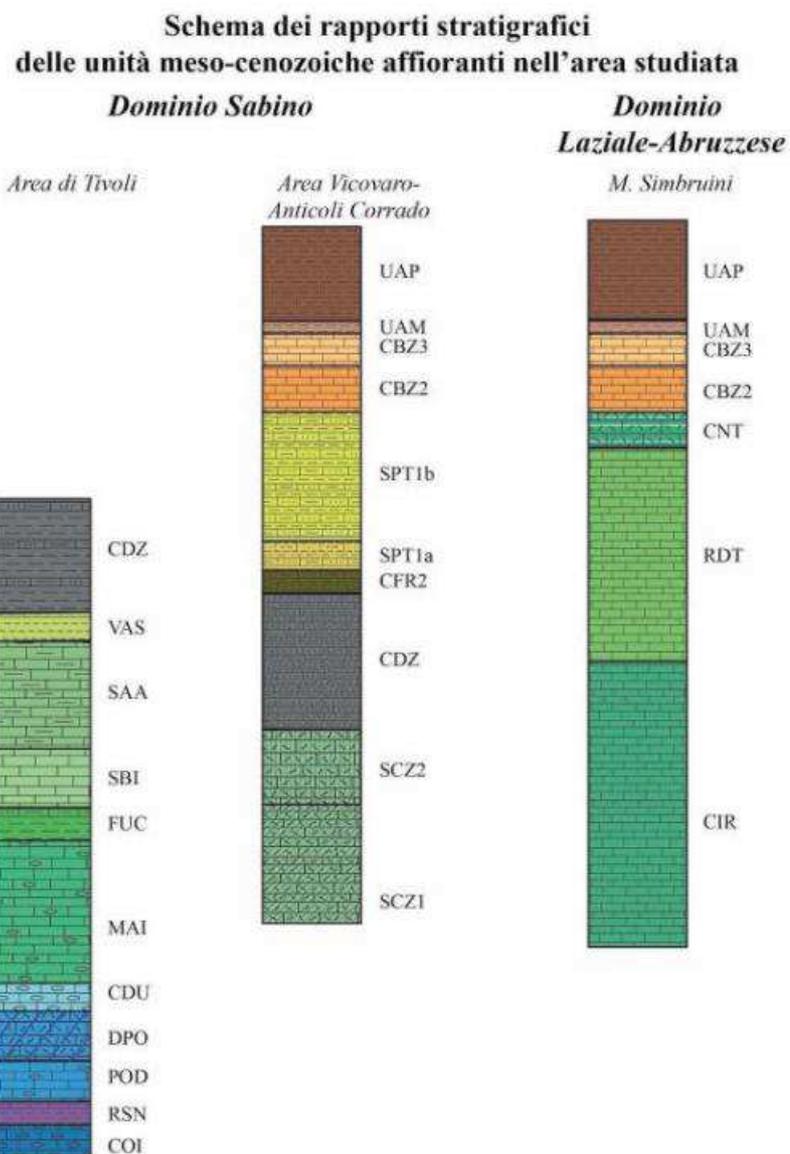


Figura 2-29 Colonne stratigrafiche e schema dei rapporti stratigrafici delle unità pre- e sin-orogeniche

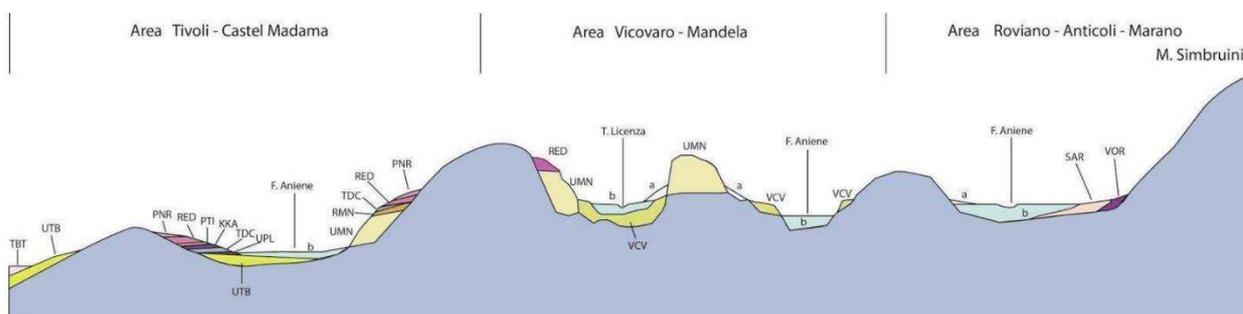


Figura 2-30 Schema dei rapporti stratigrafici delle unità post-orogeniche quaternarie affioranti nell'area

2.4.4 Aspetti geotecnici-geomeccanici

Per quanto concerne la caratterizzazione geomeccanica delle litologie affioranti nell'area che comprende l'opera di progetto per il Nuovo Acquedotto Marcio, sono state effettuate indagini in sito, di laboratorio e geofisiche elaborate in parallelo anche dal Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e Controllo dei Rischi Geologici (CERI) dell'Università La Sapienza di Roma. Tra maggio e agosto 2020 sono state effettuate 19 stazioni geomeccaniche di tipo oggettivo (Figura 2-31). Queste hanno avuto come fine la caratterizzazione degli ammassi rocciosi (in termini di caratteristiche fisiche, meccaniche e dei parametri di deformabilità e resistenza) affioranti in un'area più estesa rispetto a quella che interessa la Prima Fase Funzionale.

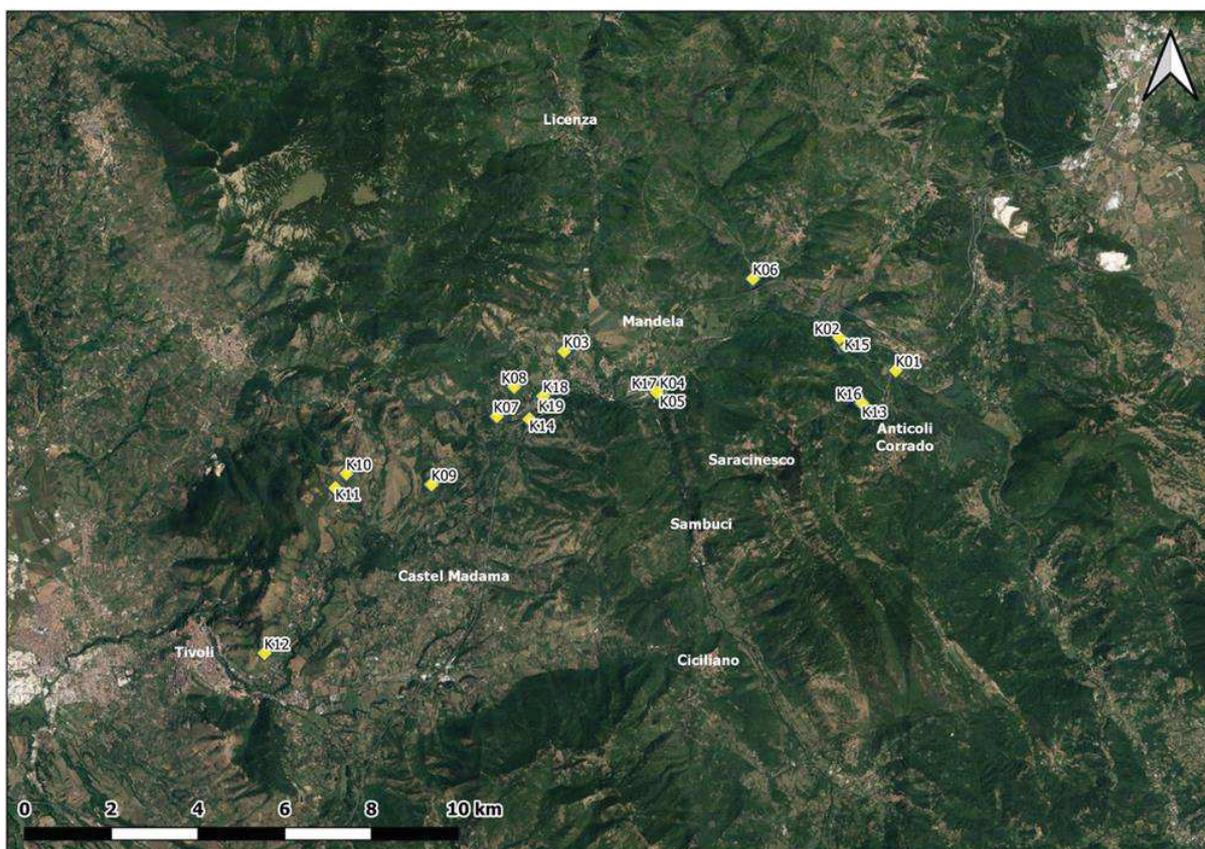


Figura 2-31 Vista planimetrica riportante l'ubicazione delle stazioni geomeccaniche effettuate nell'area interessata dalla Prima Fase Funzionale.

In Tabella 2-54 si riportano le informazioni anagrafiche di ogni stazione geomeccanica rilevata: la sigla identificativa (data dalla lettera K e da un numero progressivo), la data di esecuzione, le coordinate geografiche espresse in gradi decimali di latitudine e longitudine, l'altitudine, la distanza dai tracciati misurata perpendicolarmente ad essi, l'ipotetica entità delle coperture data dalla distanza verticale tra la quota a cui la stazione geomeccanica è stata rilevata e la quota della livelletta di scavo in quel punto, la formazione geologica alla quale è ascrivibile

l'affioramento rilevato ed il rispettivo acronimo CARG così come riportato sui fogli n° 375 Tivoli e n° 366 Palombara Sabina.

Stazione Geomeccanica	Data esecuzione	Longitudine WGS84	Latitudine WGS84	Quota (m) s.l.m.	Copertura stazione (m)/ quota scavo TR2 approssimata	Copertura stazione (m)/ quota scavo TR4 approssimata	Distanza TR2 (m)	Distanza TR4 (m)	Formazione geologica	CARG
K01	25.06.20	12.991247	42.022996	360	50	50	25	408	Calcari a briozoi e litotamni - Calcareniti a briozoi	CBZ3
K02	25.06.20	12.975808	42.028934	338	35	35	101	171	Calcari a briozoi e litotamni - Calcareniti a punti rossi	CBZ2
K03	25.06.20	12.899140	42.024885	390	110	110	551	551	Scaglia Rossa	SAA
K04	02.07.20	12.926072	42.016879	302	15	15	127	222	Calcari a briozoi e litotamni - Calcareniti a punti rossi	CBZ2
K05	02.07.20	12.926040	42.016799	302	15	15	130	225	Calcari a briozoi e litotamni - Calcareniti a punti rossi	CBZ2
K06	02.07.20	12.951245	42.041166	344	50	50	524	784	Scaglia Detritica - Membro Calcirudítico	SCZ2
K07	07.07.20	12.880933	42.010801	288	15	15	129	129	Scaglia Cinerea Detritica	CDZ
K08	07.07.20	12.885525	42.016971	358	80	80	106	106	Scaglia Rossa	SAA
K09	07.07.20	12.863166	41.996626	337	75	75	452	219	Sintema di Mandela	UMN
K10	09.07.20	12.839037	41.997614	420	165	135	1047	637	Maiolica	MAI
K11	09.07.20	12.836317	41.995182	386	130	100	940	515	Maiolica	MAI
K12	09.07.20	12.817649	41.960065	364	105	105	140	140	Maiolica	MAI
K13	29.07.20	12.982482	42.015464	407	100	100	676	1086	Unità Arenaceo - Pelitica	UAP
K14	29.07.20	12.889940	42.010570	278	5	5	715	715	Pozzolane Rosse	RED
K15	31.07.20	12.977166	42.027667	325	25	20	149	116	Calcari a briozoi e litotamni - Calcareniti a briozoi	CBZ3
K16	31.07.20	12.982482	42.015464	408	100	100	680	1090	Unità Arenaceo - Pelitica	UAP
K17	31.07.20	12.925555	42.017034	297	10	10	175	136	Sintema di Vicovaro	VCV
K18	31.07.20	12.893625	42.015512	299	20	20	390	390	Sintema di Mandela	UMN
K19	31.07.20	12.893325	42.015305	298	20	20	413	413	Sintema di Vicovaro	VCV

Tabella 2-54 Informazioni anagrafiche di base per ogni stazione geomeccanica effettuata nell'area interessata dalla Prima Fase Funzionale

Obiettivo di tali indagini, in particolare, è stato:

- Caratterizzare in ciascuna stazione di misura le discontinuità presenti nell'ammasso in termini di parametri geometrici, morfologici e di alterazione, definendo inoltre i principali set di discontinuità;
- Ricavare per ogni stazione geomeccanica i parametri fisici e meccanici d'ammasso;
- Attribuire all'ammasso roccioso una classificazione in termini di Rock Mass Rating (RMR) e Geological Strength Index (GSI);
- Individuare i criteri per una possibile definizione di unità litotecniche tramite accorpamento e/o suddivisione delle Formazioni geologiche affioranti, sulla base dei parametri geomeccanici rilevati da affioramento e, in particolare, delle caratteristiche litologiche e di stato di fratturazione.

Il rilievo geomeccanico di tipo oggettivo (cioè tramite il censimento e la caratterizzazione di ogni discontinuità incontrata lungo più scan-line di riferimento) è stato condotto in accordo con le raccomandazioni IRSM (1978) nonché a quelle AGI (1993). Tutti i dati di seguito presentati si riferiscono alle condizioni d'ammasso a piano campagna, cioè laddove questo è stato rilevato. Il numero delle stazioni rilevate è stato determinato dall'ammissibilità delle condizioni di misura, dalla presenza di affioramenti di roccia adeguatamente accessibili in sicurezza, con scarsa o assente copertura vegetale e di estensione tale da garantire la significatività statistica dei dati misurati.

Per ogni stazione geomeccanica sono state condotte le analisi in Tabella 2-55.

Parametri fisico - meccanici	Caratterizzazione delle discontinuità	Classificazioni d'ammasso
γ_n - Peso per unità di volume	Struttura d'ammasso (ISRM)	GSI - Geological Strength Index
σ_c - Resistenza a compressione semplice	Grado di alterazione (ISRM)	RMR - Rock Mass Rating
c' - Coesione	Jv - Numero di giunti a metro cubo	
ϕ' - Angolo d'attrito	S - Spazializzazione totale media delle discontinuità	
Em - Modulo di deformabilità d'ammasso	RQD - Rock Quality Designation	
	STEREOPLOT - individuazione principali set di discontinuità	

Tabella 2-55 Quadro d'insieme delle analisi condotte per ogni stazione geomeccanica

I risultati sono riportati in Tabella 2-56.

Formazione geologica (CARG)	N° stazioni	Jv (joint/m3) medio	S (cm) medio	RQD (%) medio	γ_n (g/cm^3) medio	σ_c (MPa) medio	c (Mpa) medio	ϕ° medio	Em (Mpa) medio	RMR medio	GSI medio
CBZ3	2	13,22	10,14	51,94	2,62	91,01	5,09	31,97	17428,2	57,5	55,0
CBZ2	3	12,97	8,83	46,59	2,69	113,18	6,22	31,98	15619,4	58,0	55,0
CDZ	1	25,63	3,92	30,63	2,56	78,53	3,06	25,75	3985,6	52,0	40,0
SCZ2	1	14,50	6,93	51,25	2,70	141,53	5,06	24,30	2567,2	63,0	35,0
SAA	2	33,63	3,20	8,63	2,63	107,55	4,02	25,72	7507,8	47,5	40,0
UMN	2	8,30	12,13	66,20	2,60	114,53	9,79	43,45	43223,8	68,0	72,0
MAI	3	23,33	4,90	24,36	2,68	87,83	4,38	29,59	14732,5	51,0	53,3
UAP	2	15,00	8,42	60,20	2,59	24,75	1,31	32,82	5061,9	56,0	42,5
RED	1	5,30	18,93	89,10	1,76	38,25	2,60	37,21	28718,6	63,0	65,0
VCV	2	27,27	3,68	25,00	2,38	43,20	2,35	33,57	6663,1	51,0	45,0

Tabella 2-56 Quadro riassuntivo dei risultati ottenuti. I valori presenti sono la media dei singoli valori ottenuti nelle stazioni geomeccaniche effettuate nell'area interessata dalla Prima Fase Funzionale

Per un ulteriore approfondimento sulle analisi effettuate e le metodologie impiegate si rimanda alla Relazione geologica, allegata al PFTE.

Dall'analisi dei risultati sopra esposti e dalle informazioni di carattere geologico è possibile proporre otto Unità Litotecniche, che sintetizzano le formazioni geologiche sulle base dei caratteri di similitudine e assimilabilità litologica e geomeccanica. Nel definire la proposta di Unità Litotecniche si è data priorità al carattere litologico e formazionale, dal momento che il grado di fratturazione è influenzato dalla prossimità ad elementi tettonici, non rari nell'area, ed è pertanto intrinsecamente molto variabile nello spazio. Di seguito sono elencate e discusse le unità proposte:

- **A: Unità Litotecnica delle Formazioni Carbonatiche Fratturate:** (CBZ3 - SCZ2 - SCZ1 - RDT), afferiscono tutte le Formazioni geologiche litoidi che presentano una matrice esclusivamente calcarea. Si assume per questa unità litotecnica una discreta variabilità degli indici di fratturazione d'ammasso, principalmente determinata dalla vicinanza con elementi tettonici anche di piccola entità. La variabilità dei parametri fisico - meccanici, mostra invece range meno ampi ed è fondamentalmente pronosticabile tramite la valutazione della matrice calcarea in esame (rispettivamente per parametri fisico-meccanici crescenti: calcilutite, calcarenite o calcirudite);
- **B: Unità Litotecnica delle Formazioni con possibile Stratificazione Alternata:** (CBZ2 - SPT1a - SPT1b - CDZ - CFR - UAM), caratterizzata da Formazioni geologiche che possono presentare un'alternanza di calcari e marne. In conseguenza dell'ambiente deposizionale di transizione che ha caratterizzato l'area, la percentuale di orizzonti marnosi all'interno della stessa Formazione è molto variabile arealmente, passando da rari strati centimetrici fino a quasi il 50% della matrice rocciosa. La deformazione può quindi seguire sia le discontinuità che interessano l'ammasso roccioso sia essere guidata dalla presenza di weak planes rappresentati dallo strato marnoso. Inoltre, si evidenzia come, all'interno di questa Unità Litotecnica, la componente marnosa possa rappresentare un orizzonte di acquiclude nei confronti della circolazione idrica sotterranea;
- **C: Unità Litotecnica dei Depositi Silicoclastici Sin-orogenici:** (UAP), dove afferiscono i depositi di flysh presenti nell'area. Caratteristica principale di questa unità è la presenza di un ammasso roccioso composto da arenaria litoide, subordinatamente alternato a strati marnosi con caratteristiche geotecniche compatibili con quelle di una roccia tenera per le fasce meno alterate, ed a quelle di una terra compatta per le fasce più alterate.
- **H: Unità Litotecnica dei terreni delle coperture recenti e quaternarie:** (b - b2), costituita da terreni eluvio-colluviali e di piana alluvionale prevalentemente sciolti, affioranti principalmente in tutta la valle del Fiume Aniene e nelle zone comprese tra Mandela e Vicovaro. Le stratigrafie di sondaggio acquisite dimostrano una notevole variabilità nelle litologie caratteristiche di questi depositi, con sedimenti tipici di acque a bassa energia (limi, argille e torbe) alternate a spessi strati di sabbie e ghiaie.

Nella seguente tabella si riporta un quadro d'insieme delle Unità Litotecniche proposte in relazione alle Formazioni geologiche afferenti.

Sigla	Unità litotecniche	Formazioni
A	Unità litotecnica delle formazioni carbonatiche fratturate	CBZ ₃ – SCZ ₂
B	Unità delle formazioni con possibile stratificazione alternata	CBZ ₂ – SPT Ia – SPT Ib – UAM – CFR – CDZ
C	Unità litotecnica dei depositi <u>silicoclastici</u> sin-orogenici	UAP
H	Unità litotecnica dei terreni delle coperture	b – b2 – <u>by</u> - a

Tabella 2-57 Quadro riassuntivo delle Formazioni Geologiche afferenti alle varie Unità Litotecniche proposte. Le sigle delle Formazioni Geologiche afferenti ad ogni Unità Litotecnica sono evidenziate in grassetto, qualora analizzate durante il rilevamento geomeccanico di campagna, ed in corsivo, qualora analizzate durante campagna geognostica in almeno una prova di laboratorio o indagine di sito

2.4.5 Qualità delle terre

Nell'ambito del progetto del Nuovo Acquedotto Marcio sono state commissionate da ACEA 25 analisi di campioni di terreno, di cui 18 nell'area interessata dalla Prima Fase Funzionale. I punti di prelievo (n. 6 punti) dei 18 campioni sono rappresentati in Figura 2-32.

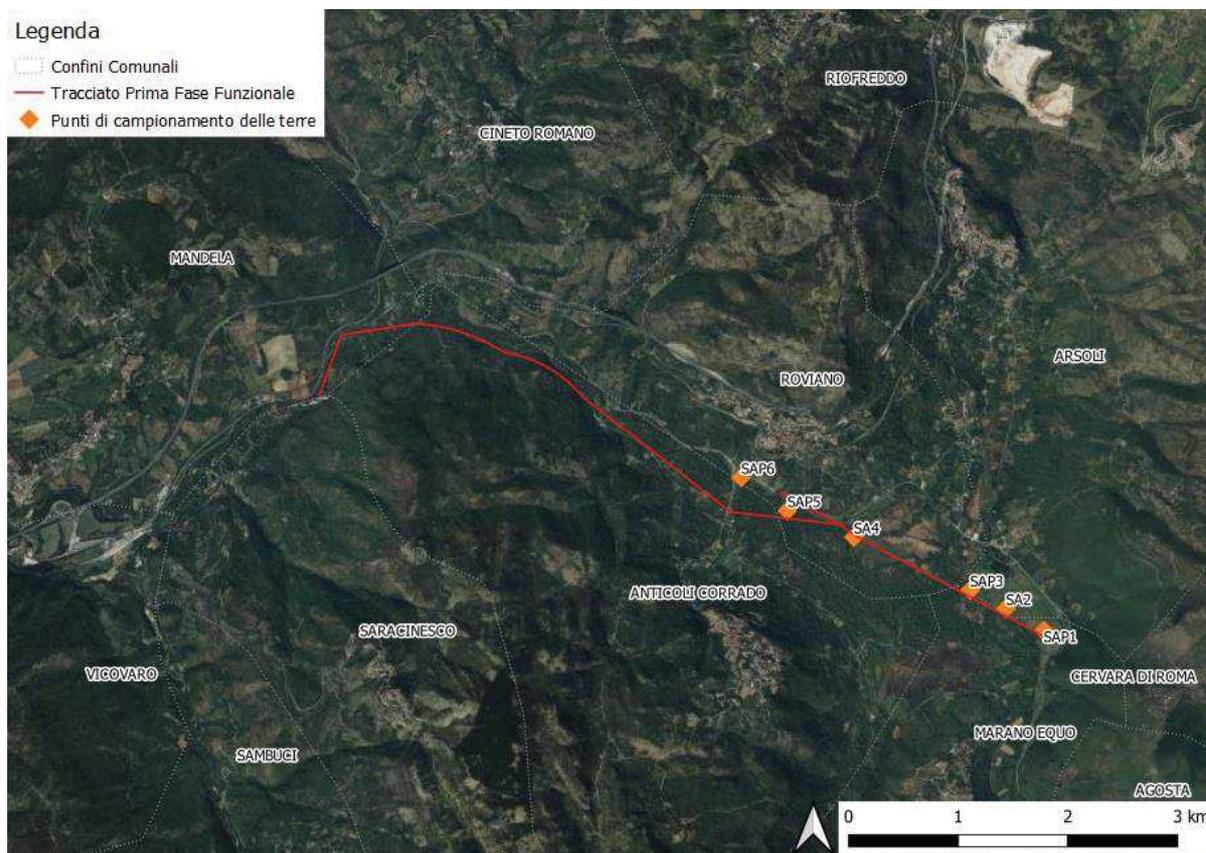


Figura 2-32 Ubicazione dei punti di prelievo dei campioni rispetto al tracciato di progetto

In Tabella 2-58 sono riassunte le caratteristiche dei 18 campioni.

ID	Località	Quota	Profondità
		m.s.l.m.	m
SAP1-C1	Mola di Regno	322	0-1
SAP1-C2	Mola di Regno	322	2-3
SAP1-C3	Mola di Regno	322	4-5
SA2-C1	Mola di Regno	322	0-1
SA2-C2	Mola di Regno	322	2-3
SA2-C3	Mola di Regno	322	4-5
SAP3-C1	Mola di Regno	322	0-1
SAP3-C2	Mola di Regno	322	3-4
SAP3-C3	Mola di Regno	322	4-5
SA4-C1	Mola di Regno	321	0-1
SA4-C2	Mola di Regno	321	2-3
SA4-C3	Mola di Regno	321	4-5
SAP5-C1	Mola di Regno	319	0-1
SAP5-C2	Mola di Regno	319	2-3
SAP5-C3	Mola di Regno	319	4-5
SAP6-C1	Mola di Regno	321	0-1
SAP6-C2	Mola di Regno	321	2-3
SAP6-C3	Mola di Regno	321	4-5

Tabella 2-58 Caratteristiche dei punti di campionamento ricadenti nell'area della Prima Fase Funzionale

Parametro	Metodo	Limiti (*)
Residuo secco a 105°C	UNI EN 14346:2007	-
Arsenico	EPA 3052 1996 + EPA 6020B 2014	≤ 20
Cadmio	EPA 3052 1996 + EPA 6020B 2014	≤ 2
Cobalto	EPA 3052 1996 + EPA 6020B 2014	≤ 20
Nichel	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2018	≤ 120
Piombo	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2019	≤ 100
Rame	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2020	≤ 120
Zinco	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2021	≤ 150
Mercurio	EPA 7473 2007	≤ 1
Idrocarburi pesanti C>12	UNI EN ISO 16703:2011	≤ 50
Cromo totale	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2018	≤ 150
Cromo VI	DM 08/05/2003 Suppl.8 GU n° 116 21/05/03	≤ 2

(*) D. Lgs 152 Parte IV All. 5 Tab. A

Tabella 2-59 Metodo di analisi impiegato per ciascun parametro e limiti previsti dal D.lgs. 152/06

ID	Residuo secco a 105°C	Arsenico	Cadmio	Cobalto	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Mercurio	Idrocarburi pesanti C>12	Cromo totale	Cromo VI
	%	mg/Kg ss	mg/Kg ss	mg/Kg ss								
SAP1-C1	88,5	12,5	0,6	11,5	33,2	31,9	28,7	85,6	0,04	<100	50	<0,10
SAP1-C2	71,2	13,1	0,6	12,0	38,3	33,4	25,8	86,2	0,04	<100	60,7	<0,10
SAP1-C3	61,6	13,0	0,5	11,2	36,4	32,2	27,1	67,0	0,04	<100	57,5	<0,10
SA2-C1	81,5	12,7	0,7	14,7	40,9	36,7	39,3	83,3	0,07	<100	63,0	<0,10
SA2-C2	50,7	10,1	0,6	10,0	34,8	32,1	27,2	77,5	0,08	<50	58,3	<0,10
SA2-C3	63,0	10,8	0,5	13,5	41,0	32,8	30,4	75,5	0,05	<100	67,3	<0,10
SAP3-C1	87,4	16,0	0,7	12,4	32,8	49,0	24,5	70,1	0,08	<100	51,6	<0,10
SAP3-C2	76,6	19,8	0,7	13,8	34,2	58,4	27,5	93,3	0,04	<100	53,9	<0,10
SAP3-C3	71,5	17,5	0,7	13,9	43,7	60,1	32,7	106,0	0,06	<50	67,6	<0,10
SA4-C1	83,0	12,2	1,0	9,2	35,2	33,0	27,4	80,2	0,06	<100	56,7	<0,10
SA4-C2	73,2	19,2	0,8	13,6	51,6	53,4	34,1	96,3	0,04	<100	81,6	<0,10
SA4-C3	42,0	9,8	<0,3	3,0	16,3	8,3	5,0	25,0	0,02	<100	23,0	<0,10
SAP5-C1	87,8	14,6	0,8	13,3	37,4	37,1	33,4	75,7	0,07	<100	57,7	<0,10
SAP5-C2	76,6	16,6	0,7	15,5	43,3	38,4	29,5	82,7	0,04	<100	65,2	<0,10

ID	Residuo secco a 105°C	Arsenico	Cadmio	Cobalto	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Mercurio	Idrocarburi pesanti C>12	Cromo totale	Cromo VI
	%	mg/Kg ss	mg/Kg ss	mg/Kg ss								
SAP5-C3	74,3	17,2	0,8	15,4	43,9	38,7	35,0	87,0	0,05	<100	68,4	<0,10
SAP6-C1	90,7	13,6	1,4	9,8	23,9	33,6	38,2	83,9	0,05	<50	35,8	<0,10
SAP6-C2	86,6	7,4	1,1	6,3	18,2	26,0	36,0	73,9	0,08	<100	32,3	<0,10
SAP6-C3	84,5	6,6	0,8	5,9	14,7	11,7	17,5	52,0	0,06	<100	26,5	0,10

Tabella 2-60 Analisi chimica dei 16 campioni raccolti nell'area interessata dalla Prima Fase Funzionale

Come si evince dal confronto tra i valori in Tabella 2-60 con i limiti di legge riportati in Tabella 2-59, nessuno dei valori supera detti limiti.

2.4.6 Sismicità

Lo studio della sismicità italiana parte, su vasta scala, dalla zonazione sismogenetica ZS9, pubblicata nel 2004 da Stucchi et al. (Figura 2-33) Le zone sismogenetiche vengono distinte in base alle caratteristiche dei terremoti che vi si generano in termini di frequenza, magnitudo e cinematica.

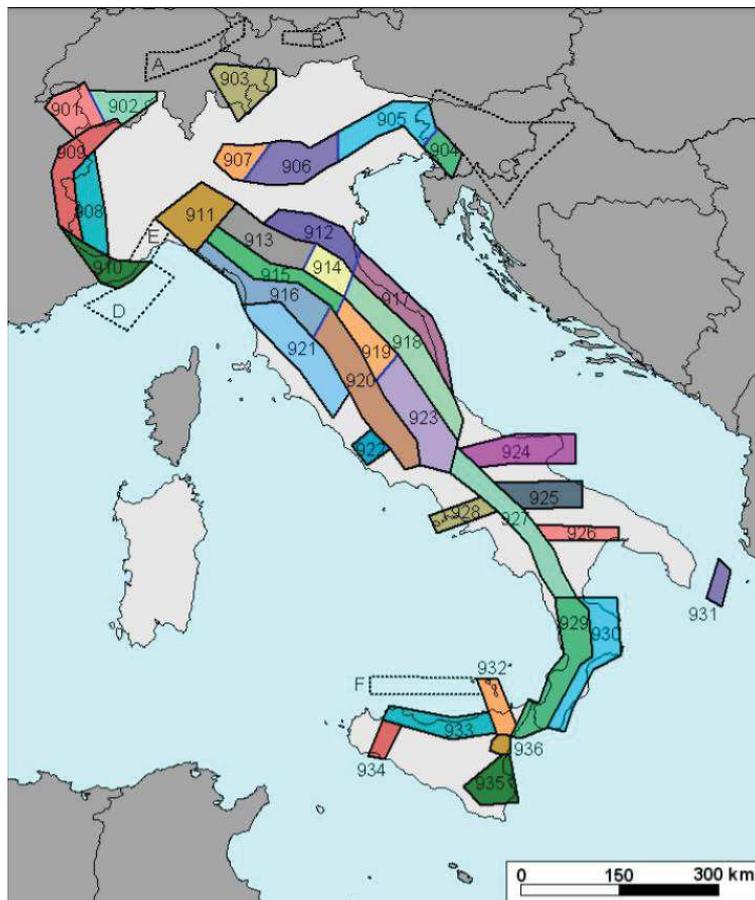


Figura 2-33 Zonazione sismogenetica ZS9, Stucchi et al., 2004

Il tracciato di progetto attraversa le zone sismogenetiche 920 e 922. La zona 920 rientra nel settore interessato dalla tettonica estensionale del Tirreno ed è caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati. La magnitudo massima attesa per la zona è $M_d=4.6$. La zona 922 è caratterizzata da un elevato flusso di calore, legato al vulcanismo recente, e da una sismicità diffusa di energia moderata, con pochi eventi di magnitudo più elevata che provocano danni in areali ristretti, anche a causa della superficialità degli ipocentri. La magnitudo massima attesa è $M_d=3.9$.

La sismicità relativa all'area della media valle del Fiume Aniene interessata dai tracciati di progetto è principalmente legata ai risentimenti dei terremoti prodotti dalle vicine strutture sismogeniche dell'Appennino centrale (settoro aquilano/marsicano con ipocentri a distanza inferiore a 100 km), oltre che di eventuali terremoti regionali (con ipocentri a distanza maggiore di 100 km). Più localmente, entro un raggio di circa 20 km, dai cataloghi storici risulta una moderata sismicità relativa all'alta Valle dell'Aniene caratterizzata da scosse isolate o brevi crisi sismiche come quelle relative ai terremoti dell'8 settembre 1941 (Cervara di Roma) e 11 marzo 2000 (Canterano) di magnitudo massima 4.3 e risentimenti nell'area di intensità macrosismica (MCS) massima pari a 7 (Molin et

al., 2002) (Pirro & Di Maro, 2002). In particolare, analizzando la più recente versione del DISS (Database delle sorgenti sismogenetiche con terremoti potenziali superiori a $M_w=5.5$) a cura dell'INGV (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>), le sorgenti sismogenetiche prossime all'area di progetto che concorrono a determinare la pericolosità sismica di base a cui essa è esposta sono di seguito evidenziate in Figura 2-34:

- Sorgente composita ITCS086 "Castelli Romani" a circa 27 km SW del tracciato estesa per circa 20 km in direzione anti-appenninica con terremoti potenziali attesi di M_w massima pari a 5.6;
 - Sorgente individuale ITIS059 "Velletri"
- ITCS025 "Salto-Barrea-Ovindoli" tra 20-40 km a E-NE del tracciato, nell'area del distretto sismico Marsicano (comprendente, tra le altre, la struttura sismogenetica individuale del "Bacino del Fucino") estesa su una fascia di 120 km in direzione NW-SE, cui è associata una M_w massima attesa pari a 6.7;
 - Sorgente individuale ITIS002 "Fucino Basin"
- ITCS013 "Borbona-L'Aquila-Aremogna" a tra 40 e 60 km a E-NE del tracciato, estesa per circa 110 km in direzione NW-SE, (comprendente l'ampio distretto sismico aquilano con differenti sorgenti sismogenetiche individuali tra le quali "Bacino di Montereale" e "Paganica") con M_w massima attesa pari a 6.5;
 - Sorgente individuale ITIS003 "Aremogna – Cinque Miglia".

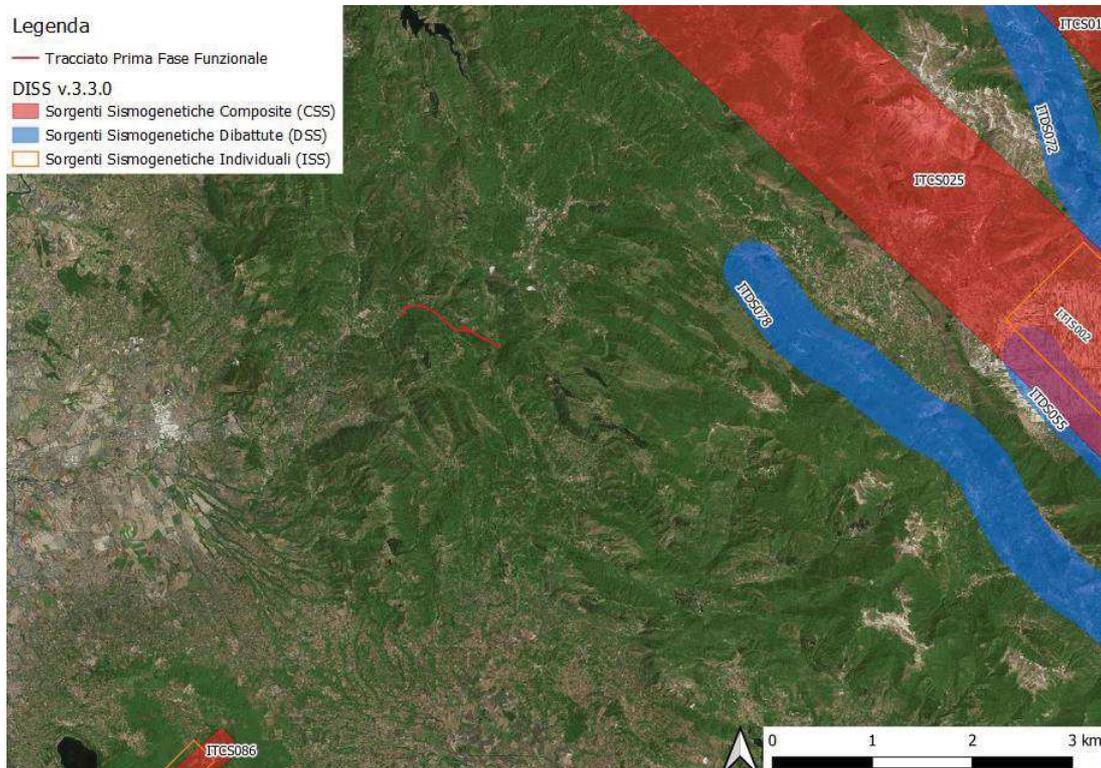


Figura 2-34 Estratto della carta delle sorgenti sismogenetiche (DISS 3.2.1 - 2018) prodotta da INGV (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>) in relazione con il tracciato della Prima Fase Funzionale (linea rossa) del Nuovo Acquedotto Marcio.

Il catalogo delle faglie capaci ITHACA⁶ non riporta faglie in grado di rompere la superficie nell'area direttamente interessata dalle condotte di progetto.

Non vi sono, inoltre, effetti sismoindotti al suolo (es. frane, cedimenti, collassi, fratturazione superficiale) inventariati nei cataloghi CEDIT (Catalogo Italiano degli Effetti Deformativi al Suolo Indotti da Forti Terremoti - <http://www.ceri.uniroma1.it/index.php/web-gis/cedit/>) (Fortunato et al., 2012) e CFTI 5Med (<http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/>) (Guidoboni et al., 2018, 2019) nell'area di interesse per le condotte acquedottistiche in progettazione.

La sismicità relativa all'area della media valle del Fiume Aniene interessata dai tracciati del Nuovo Acquedotto Marcio è principalmente legata ai risentimenti dei terremoti prodotti dalle vicine strutture sismogeniche dell'Appennino centrale (settore aquilano/marsicano con ipocentri a distanza inferiore a 100 km), oltre che di eventuali terremoti regionali (con ipocentri a distanza maggiore 100 km).

Per valutare la sismicità a scala più locale è stato consultato il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani⁷ (CPTI15, Rovida et al., 2015) per alcuni dei centri principali posti lungo il tracciato del nuovo acquedotto. Come si vede in Figura 2-35 l'intensità maggiore riscontrata in ciascuno dei comuni è quella associata al sopraccitato terremoto della Marsica del 1915 (Mw circa 7.0). In questa occasione tutti i comuni analizzati hanno superato la soglia del danno (MCS=6). Roviano ha raggiunto tale soglia anche in occasione del terremoto dell'Alto Aniene del 10 aprile 1961 (Mw=4.55).

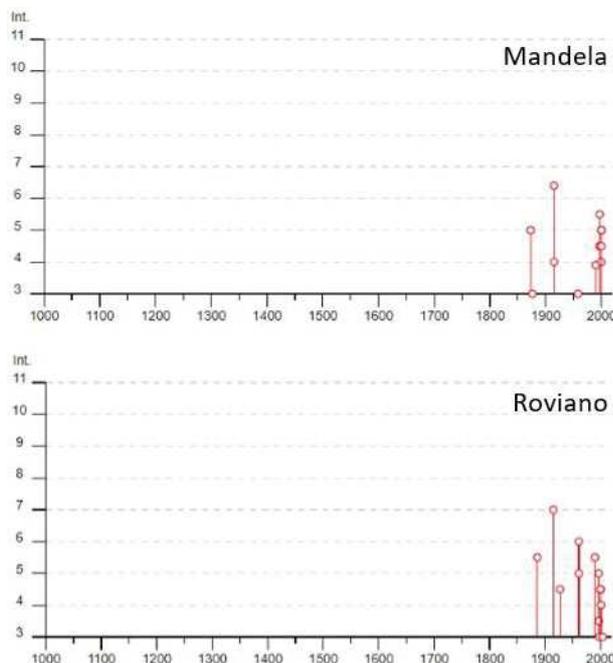


Figura 2-35 Sismicità storica di alcuni dei centri principali collocati lungo il tracciato del nuovo acquedotto (Fonte: CPTI15)

⁶ <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/index.html>

⁷ https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/

Entro un raggio di circa 20 km, dai cataloghi storici risulta inoltre una moderata sismicità relativa all'alta Valle dell'Aniene caratterizzata da scosse isolate o brevi crisi sismiche come quelle relative ai terremoti dell'8 settembre 1941 (Cervara di Roma) e 11 marzo 2000 (Canterano) di magnitudo massima 4.3 e risentimenti nell'area di intensità macrosismica massima pari a 7 (Molin et al., 2002) (Pirro & Di Maro, 2002). È infatti possibile notare come l'area di studio sia caratterizzata, come già evidenziato, da una modesta sismicità locale con terremoti di magnitudo in genere inferiore a 4 con l'eccezione per due eventi di magnitudo 4 e 4.3 dell'alta Valle dell'Aniene.

Secondo la carta della pericolosità sismica redatta dall'INGV, riportata in Figura 2-36, il tracciato dell'acquedotto interessa un territorio in cui l'accelerazione massima attesa su suolo rigido (PGA) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni è compresa tra 0.150g e 0,175g, collocandosi pertanto nella zona sismica 2B come definita nella DGR Lazio 387 del 22/05/2009 (Figura 2-37).

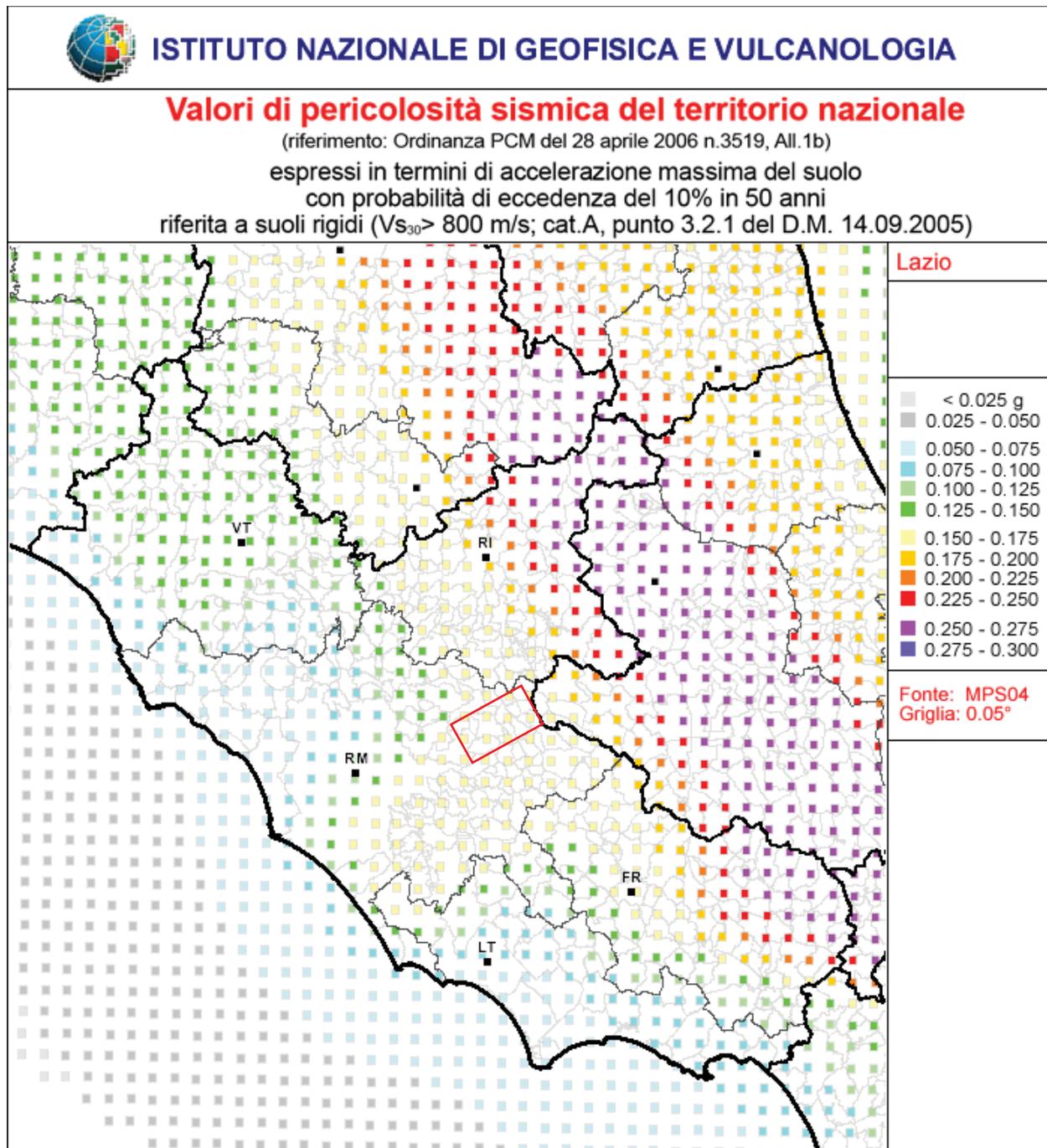
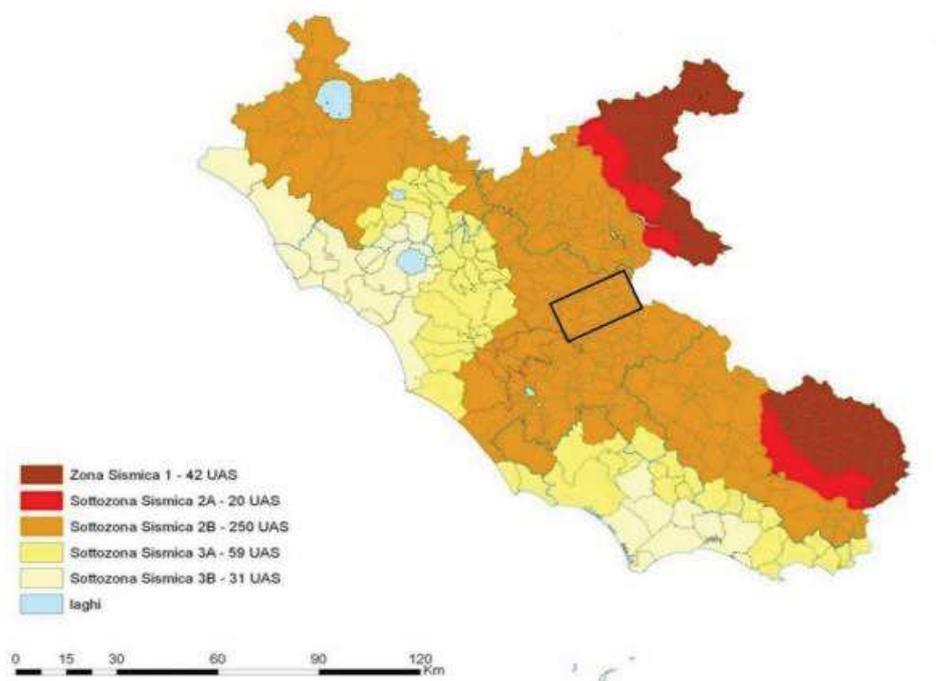


Figura 2-36 Carta della pericolosità sismica del Lazio (Fonte: INGV). Il riquadro rosso evidenzia l'area di progetto.



ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0.278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$

Figura 2-37 Classificazione sismica della Regione Lazio (DGR 387/2009 e 835/2009) e relativi valori di a_g corrispondenti alle differenti zone e sottozone sismiche. Il riquadro nero indica l'area di progetto

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 ("Nuove Norme tecniche per le Costruzioni"), le azioni sismiche di progetto in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati si definiscono attraverso specifiche analisi di Risposta Sismica Locale (RSL). In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà del terreno siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella seguente tabella (Tab 3.2.II delle NTC18), è possibile fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 2-38 Tab. 3.2.II delle NTC18, inerente alle categorie di sottosuolo che permettono l'impiego dell'approccio semplificato

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS_{eq} (in m/s).

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione riportata nella seguente tabella (Tab 3.2.III delle NTC18).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Figura 2-39 Tab. 3.2.III delle NTC18, inerente alle caratteristiche della superficie topografica

Per una valutazione locale degli effetti dovuti a risentimento tellurico, seppur indotto da una zona epicentrale esterna all'area, risulta di notevole importanza la specifica situazione sia litologica che morfologica del sito; in tal senso si ritiene che la morfologia pianeggiante rappresenti un elemento positivo mentre la presenza in loco di una potente coltre di terreni di copertura determini fenomeni di amplificazione sismica locale.

Ai sensi del D.P.R. 545/2010 che definisce le linee guida per gli studi di Microzonazione Sismica del territorio della Regione Lazio, risultano pubblicati per la

maggior parte dei Comuni intercettati dal tracciato della prima fase funzionale del Nuovo Acquedotto Marcio, gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1.

2.4.7 Pericolosità geomorfologica

La pericolosità geomorfologica dell'area interessata dai tracciati di progetto è ascrivibile a diversi fattori naturali:

- Pericolosità areale connessa a processi di subsidenza e frana
- Pericolosità puntuale connessa alle forme da carsismo ipogeo con evoluzione verticale e formazione di sinkholes

Al fine di valutare le criticità per processi di frana nelle zone in cui ricade il progetto in esame, è stata verificata la presenza di movimenti franosi già catalogati nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI 2002 e 2017) dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, nel database del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) redatto da APAT (2007) e nella Carta Inventario dei Fenomeni Franosi della Regione Lazio (Prestininzi, 2000).

In Figura 2-40 è riportato uno stralcio del Progetto IFFI per l'area interessata dalla Prima Fase Funzionale. In prossimità dell'abitato di Anticoli Corrado, sono censite alcune frane da colamento lento, presumibilmente limitate alle coltri superficiali frutto dell'alterazione del substrato (che in questa zona è composto essenzialmente da flysch). Nella stessa zona sono presenti anche due frane con movimento complesso.

Il catalogo IFFI non riporta altri fenomeni franosi di rilevanza per l'area interessata dalla Prima Fase Funzionale.

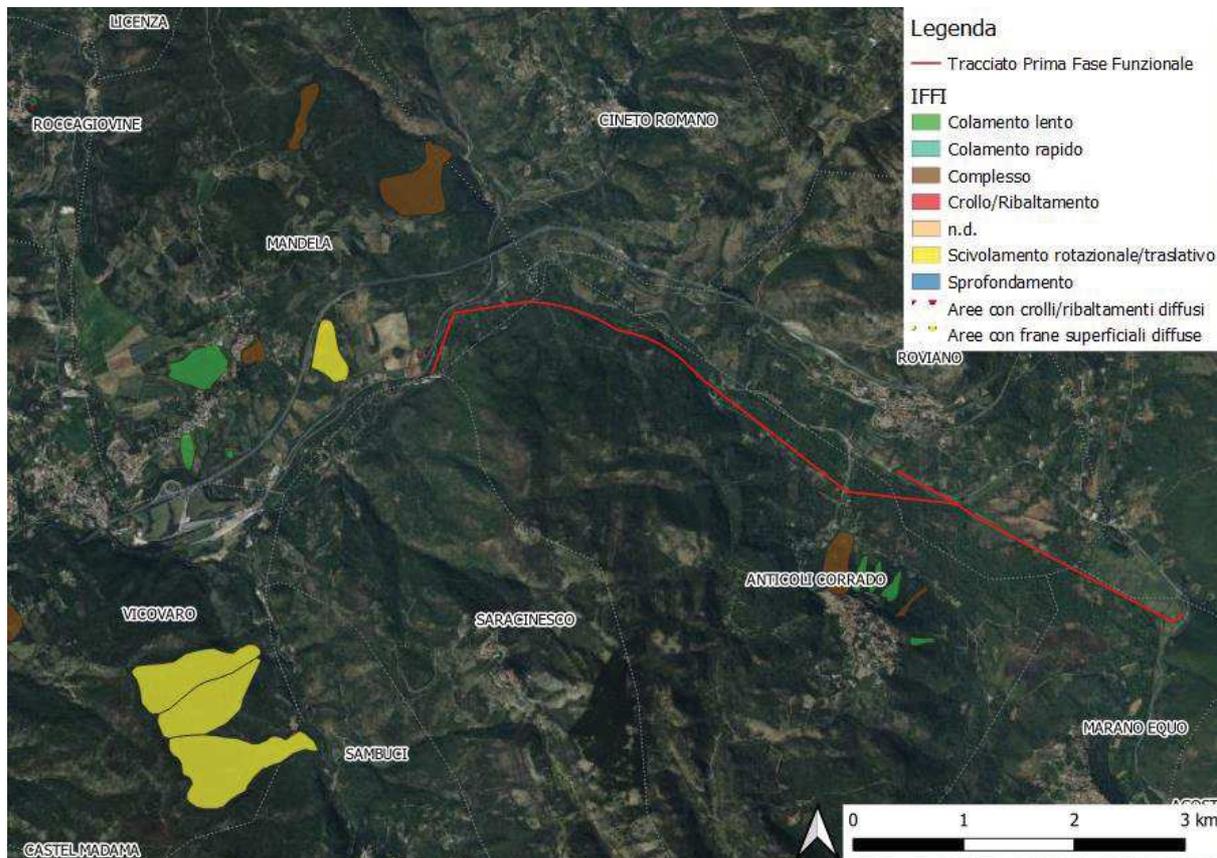


Figura 2-40 Frane presenti nell'IFFI per l'area interessata dalla Prima Fase Funzionale

Dall'analisi del PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere per l'area di interesse si possono dedurre situazioni che, seppur approssimativamente analoghe a quelle riportate nel catalogo IFFI, vanno a modificare geometria, estensione ed a volte tipologia dei corpi di frana.

Nella zona di Roviano la versione più recente del PAI (Figura 2-41) riporta situazioni simili alla precedente, risalente al 2002 (Figura 2-42 e Figura 2-43).

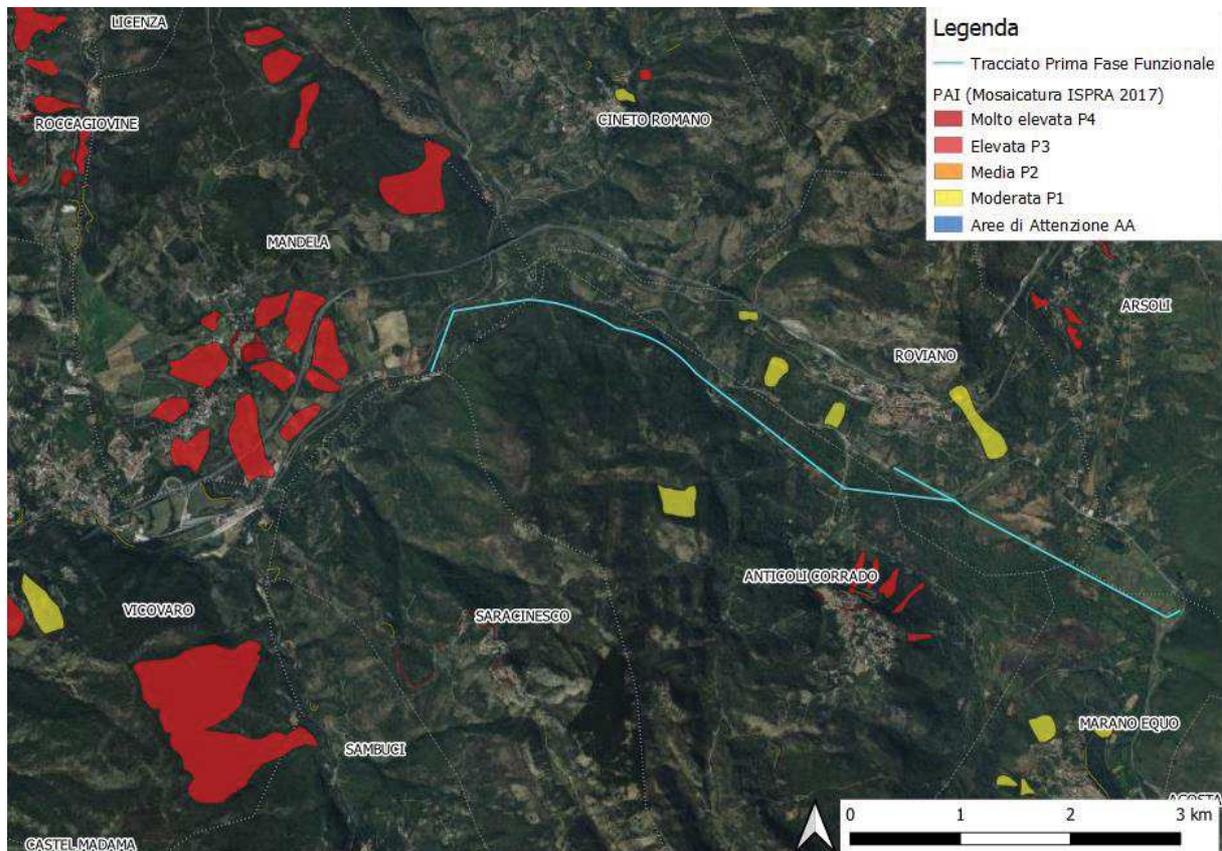
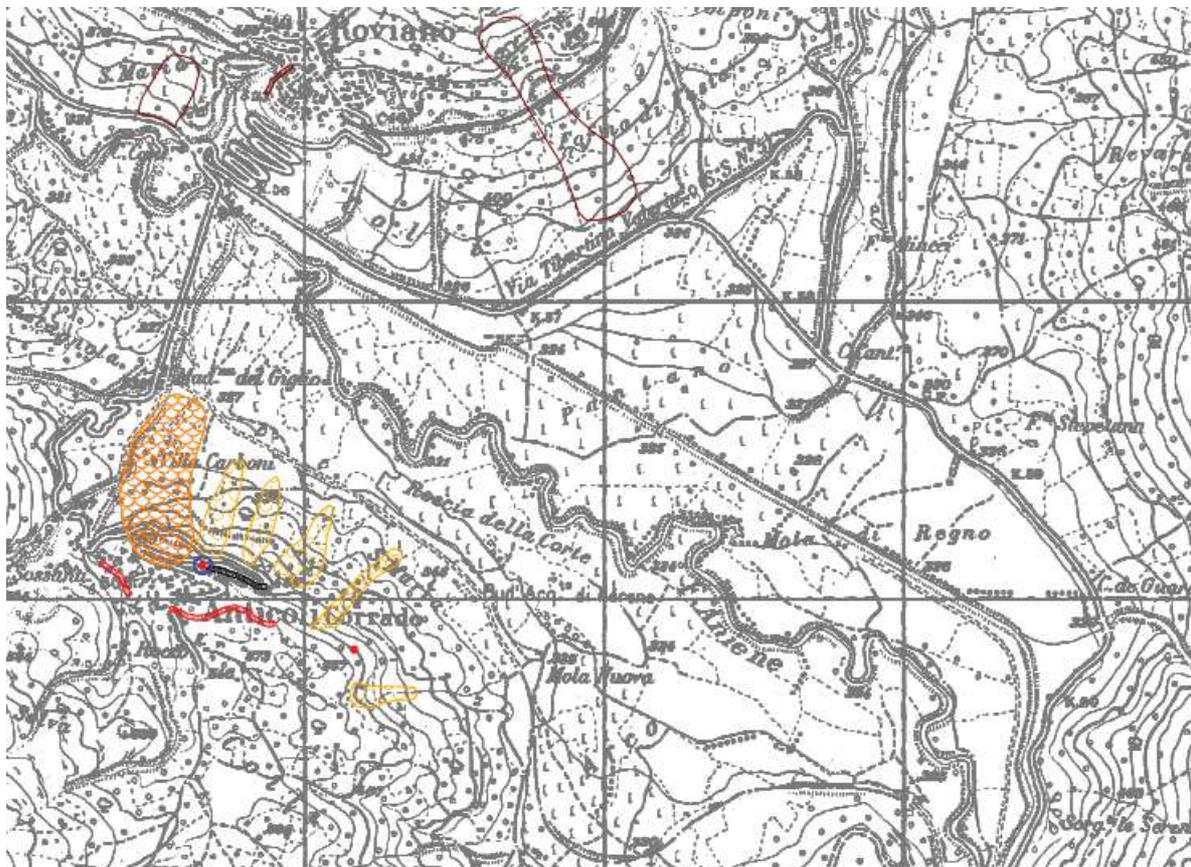


Figura 2-41 Pericolosità da frana riportata dal PAI 2017 per l'area interessata dalla Prima Fase Funzionale



Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

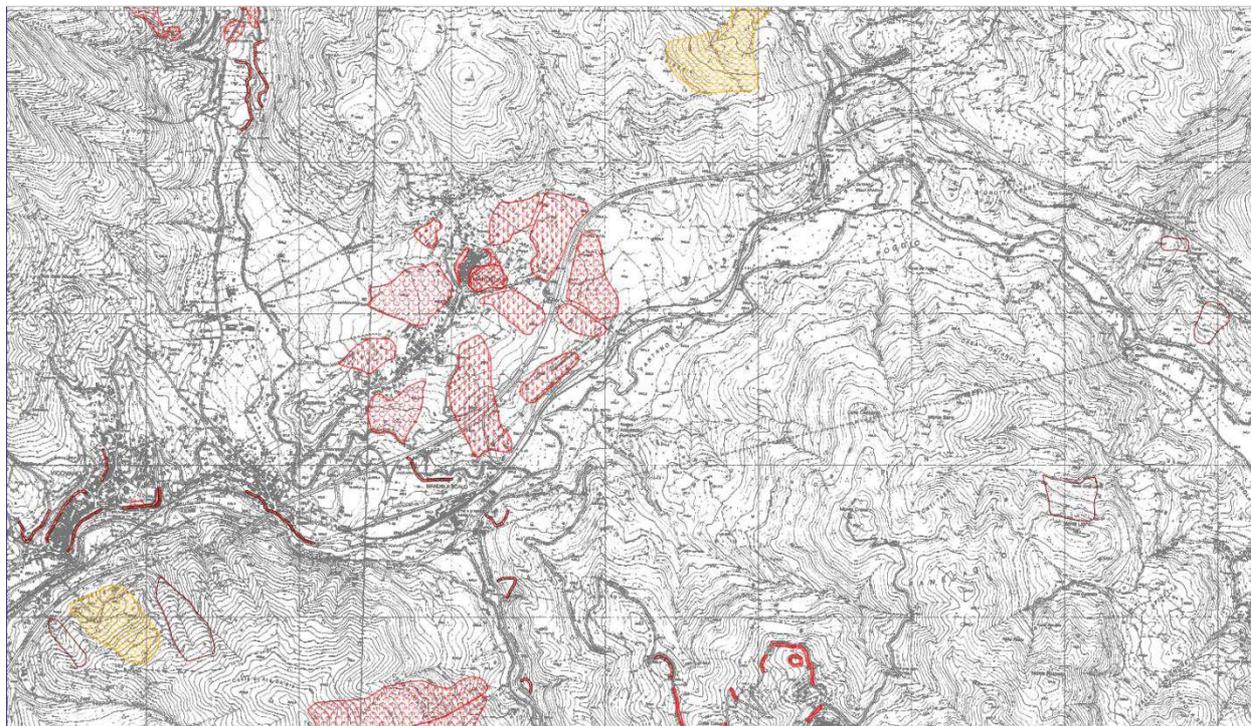
Frana attiva	Frana quiescente	Frana inattiva	Frana presunta	
				Frana per crollo o ribaltamento
				Frana per scivolamento
				Frana per colamento
				Frana complessa
				Area con franosità diffusa
				Area interessata da deformazioni gravitative profonde di versante DGTV
				Area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso
				Falda e/o cono di detrito
				Debris flow (colata di detrito)

Fenomeno attivo	Fenomeno quiescente	Fenomeno inattivo	Fenomeno presunto	
				Area a calanchi o in erosione
				Frana presunta
				Orlo di scarpata di frana
				Frana non cartografabile

Situazioni di rischio da frana

	R4 – «molto elevato»
	R3 – «elevato»

Figura 2-42 Frane cartografate nel PAI 2002 per la zona compresa tra Agosta e Roviano (tavola 41).



Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

Frana attiva	Frana quiescente	Frana inattiva	Frana presunta	
				Frana per crollo o ribaltamento
				Frana per scivolamento
				Frana per colamento
				Frana complessa
				Area con franosità diffusa
				Area interessata da deformazioni gravitative profonde di versante DGPV
				Area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso
				Falda e/o cono di detrito
				Debris flow (colata di detrito)

Fenomeno attivo	Fenomeno quiescente	Fenomeno inattivo	Fenomeno presunto	
				Area a calanchi o in erosione
				Frana presunta
				Orlo di scarpata di frana
				Frana non cartografabile

Situazioni di rischio da frana

	R4 – «molto elevato»
	R3 – «elevato»

Figura 2-43 Frane cartografate nel PAI 2002 per la zona compresa tra Roviano e Vicovaro (tavola 53)

Successivamente, in Figura 2-44, si riporta lo stralcio della Carta Inventario dei Fenomeni Franosi della Regione Lazio redatta dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università La Sapienza (Prestininzi, 2000). Tale cartografia va essenzialmente a ribadire, e quindi ad irrobustire, quella del PAI.

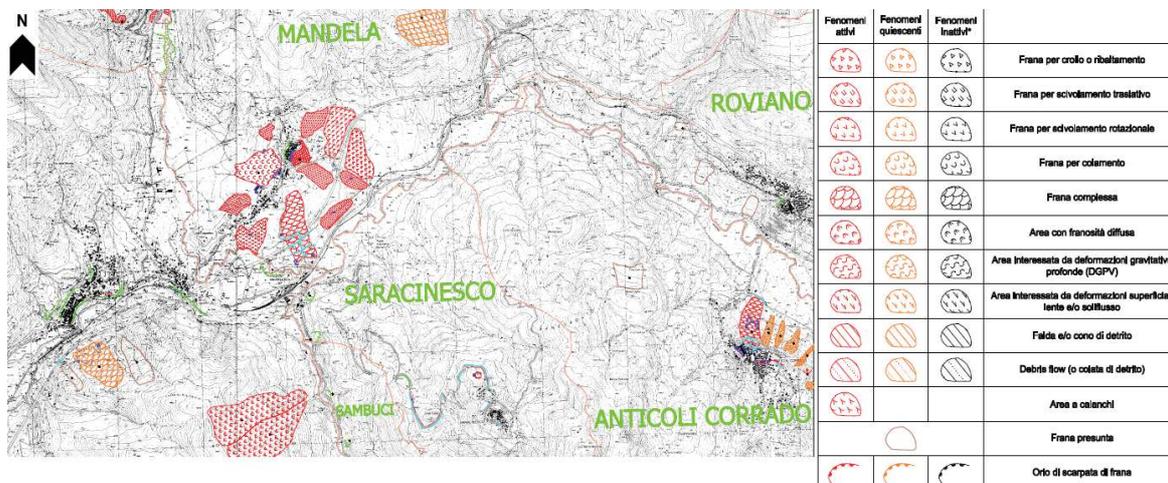


Figura 2-44 Frane dalla Carta Inventario dei Fenomeni Franosi per la zona tra Roviano e Vicovaro.

Dall'analisi di tutta la cartografia sopra esposta si possono effettuare le seguenti considerazioni:

- È presente un cluster di frane con tipologia complessa e di colamento lento sul versante sotto l'abitato di Anticoli Corrado. Data la distanza del tracciato dal versante in frana e data la morfologia caratterizzata da una valle a fondo piatto che si interpone tra la condotta e i corpi franosi, si ritiene che questi non possano generare situazioni di rischio per l'opera.
- La stretta valle che da Roviano si sviluppa in direzione Nord-Ovest presenta due frane riportate come presunte nell'Inventario dei Fenomeni Franosi e a pericolosità moderata nel PAI; si ritiene che, essendo in questa zona l'energia del rilievo relativamente alta e gli ammassi rocciosi particolarmente fratturati, potrebbero instaurarsi quindi delle situazioni di instabilità dovute essenzialmente a crolli o scivolamenti. Questo diventa tanto più rilevante considerando anche che le condotte acquedottistiche si muoveranno alla base dei versanti, con profondità generalmente comprese tra 10 e 20 metri da piano campagna.

Per una valutazione di massima su vasta scala di dissesti in atto sul territorio di interesse e con particolare riferimento a movimenti di versante e fenomeni di subsidenza, ad integrazione delle osservazioni di sito si è fatto riferimento ai risultati del Piano Straordinario di Telerilevamento condotto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM). In particolare, grazie al servizio WMS disponibile sul portale cartografico nazionale, sono stati acquisiti i dati derivati dall'analisi interferometrica dei dati SAR satellitari COSMO-SkyMed (copertura 2013 - 2015) ed ENVISAT (copertura 2008 - 2010), che consentono nel loro insieme di visualizzare la componente lungo la linea di vista del satellite dell'andamento delle deformazioni su un arco temporale di 5 anni. Va tenuto conto del fatto che i prodotti interferometrici del PST derivano da analisi semi-automatiche su vasta scala, che i dati forniti dal WMS sono già elaborati; pertanto, non è possibile condurre analisi più avanzate o più specifiche e che le analisi

condotte con tecnica PS (Persistent Scatterers) è molto influenzata dalla presenza di riflettori naturali o artificiali al suolo.

L'unico cluster presente caratterizzato da una componente verticale è quello ubicato nell'area di Ponte Anticoli.

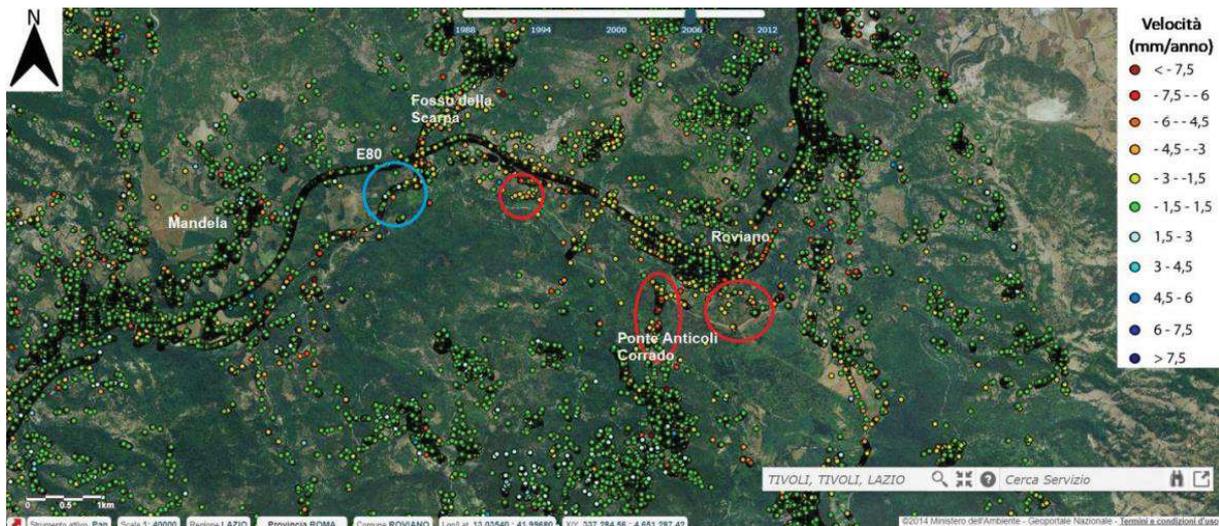


Figura 2-45 Dati COSMO-SkyMed in orbita ascendente per l'area tra Vicovaro e Agosta. Cerchiati in rosso i principali cluster di PS in allontanamento ed in celeste quelli in avvicinamento.

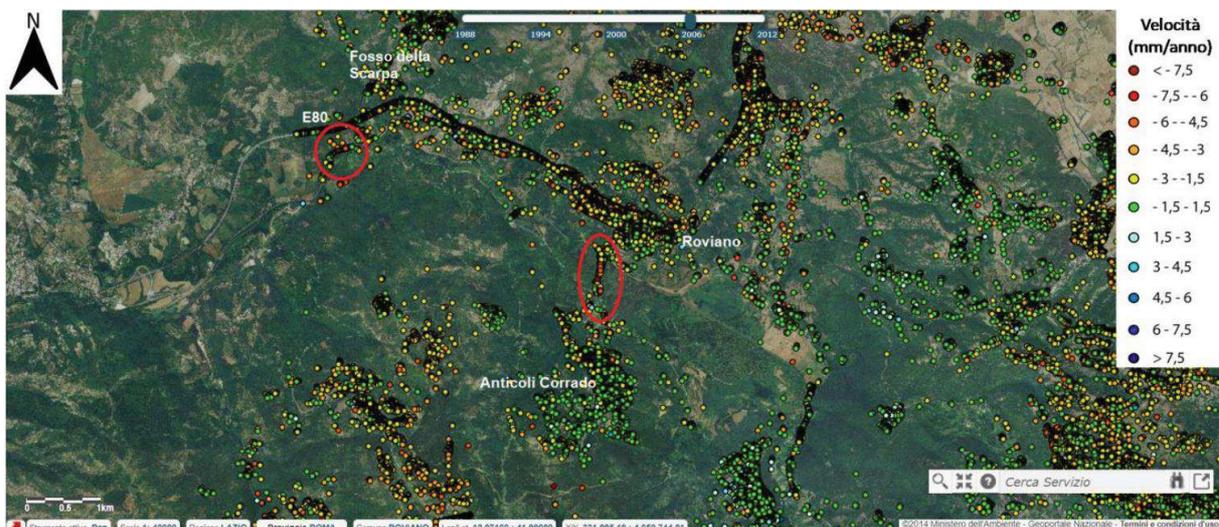


Figura 2-46 Dati COSMO-SkyMed in orbita discendente per l'area tra Vicovaro e Agosta. Cerchiati in rosso i principali cluster di PS in allontanamento.

La consultazione dei dati interferometrici ENVISAT non ha invece mostrato alcuna situazione rilevante, tranne un piccolo cluster in abbassamento, di dubbia origine, nei pressi di Roviano.

I fattori di pericolosità geologica di tipo puntuale sono ascrivibili principalmente a fenomeni carsici di sprofondamento (sinkhole) e, più in generale, a tutti quei processi che nel corso del tempo hanno permesso la creazione di cavità ipogee. A tal proposito, è altresì importante distinguere i fenomeni di sinkhole da quelli di sprofondamenti dolinali, in quanto, mentre le doline s.s. si formano in zone in cui un substrato carsificato è in affioramento o è ricoperto da una sottile coltre di sedimenti, nel caso dei sinkhole propriamente detti, lo spessore delle coperture può essere anche maggiore di 100 m (Nisio & Salvati, 2004). In relazione alla naturale evoluzione dei processi carsici ipogei, le doline si sviluppano dall'alto verso il basso per via di processi puramente carsici. La genesi dei sinkhole presenta, invece, polarità opposta, iniziando con la formazione di una proto-cavità all'interfaccia bedrock-coperture che si propaga verso l'alto per crolli successivi. La propagazione è funzione del meccanismo prevalente (ravelling oppure piping) e delle caratteristiche delle coperture. Il collasso avviene quando lo spessore di terreno tra la cavità e il piano campagna non risulta più in grado di sostenere il carico litostatico, generando le voragini imbutiformi o subcilindriche superficiali (Nisio, 2003).

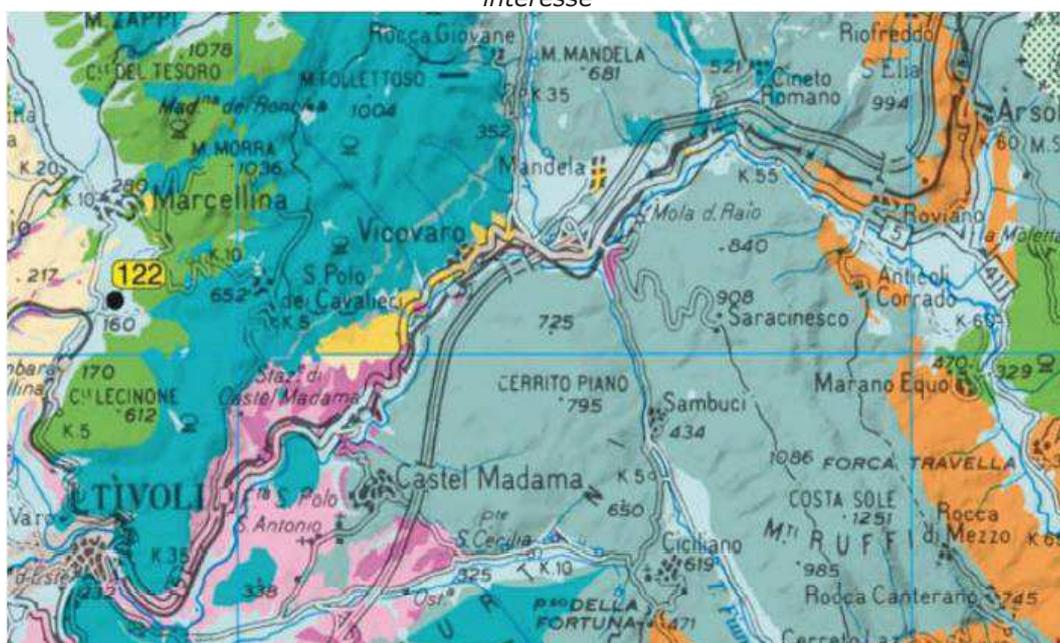
I fattori predisponenti da tenere in considerazione per definire un'area come potenzialmente soggetta a sinkholes sono i seguenti:

- lo spessore delle coperture recenti in relazione alla profondità alla quale affiora il substrato carbonatico;
- l'effettiva distribuzione di fenomeni di carsismo ipogeo in relazione al livello di stress, ossia al grado di tettonizzazione;
- le caratteristiche idrogeologiche ed idrodinamiche della falda in relazione ad un possibile circuito carsico;
- la presenza di una falda confinata in relazione all'effetto di sotto-spinta da essa indotta a fronte del carico litostatico totale soprastante;
- l'avvicinarsi del movimento verticale discendente delle acque con un flusso ascendente, nei casi in cui l'acquifero carbonatico entri in collegamento con i terreni della copertura;
- la presenza di manifestazioni idrotermali o minerali.

Per l'identificazione di possibili aree già soggette a fenomeni di dissesto carsico si è fatto riferimento al Database Nazionale Sinkhole ISPRA (Figura 2-47) ed alla cartografia ufficiale della Regione Lazio (Meloni et al., 2012) (Figura 2-48). Entrambe le cartografie tematiche non riportano, nelle zone interessate dai tracciati di progetto, situazioni note di sinkhole (i più vicini si trovano nella piana di Tivoli e nella zona del comune di Marcellina, quindi a distanze considerevoli dall'opera).



Figura 2-47 Fenomeni di sinkhole censiti nel Database Nazionale Sinkhole (ISPRA) per l'area di interesse



157 ● Sinkhole (il numero indica il riferimento nella tabella, il simbolo l'ubicazione in carta).

Alluvioni, terre rosse, depositi continentali recenti	Lave	Argille con gessi	Calcarei e calcari marnosi pelagici e di transizione
Argille, sabbie, conglomerati continentali antichi	Scorie e lapilli	Formazioni Flyschoidi	Marne e calcari detritici
Conglomerati poligenici	Tufi litoidi e terrosi	Flysch tolettani	Filladi
Travertino	Argille, sabbie e ghiaie marine	Calcarei e dolomie di piattaforma carbonatica	Confine regionale

Figura 2-48 Stralcio della Carta dei Sinkhole nella Regione Lazio (ISPRA) per l'area d'interesse

Di particolare attenzione, nell'ottica del dissesto idrogeologico connesso a fenomeni di sinkhole e di subsidenza concentrata per fenomeni carsici, risulta essere l'area della piana di Mola di Regno. L'assetto geologico, caratterizzato da substrato carbonatico (calcari micritici ed eventuali travertini) sottostante un notevole spessore di depositi quaternari di piana alluvionale, e quello idrogeologico, caratterizzato da circolazioni profonde e superficiali, potrebbero predisporre l'area a fenomeni di piping sinkhole, provocando l'erosione dal basso dei depositi continentali. All'interno del perimetro dell'area di captazione ACEA sono infatti visibili depressioni sub-circolari nei depositi alluvionali (Figura 2-49), a luoghi evolutesi in forme da sprofondamento concentrato (sink).



Figura 2-49 Evidenza di una zona di depressione subcircolare nei depositi alluvionali in corrispondenza della Piana di Agosta (entro il perimetro della zona di captazione)

Al fine di determinare la presenza nel sottosuolo di eventuali deficit di massa e quindi di aree potenzialmente a rischio sinkhole, nella piana di Mola di Regno è stata effettuata una prospezione microgravimetrica, il cui areale di indagine copre le aree prossime al Manufatto Origine (Figura 5.4.5).



Figura 2-50 In viola l'area oggetto di prospezione microgravimetrica, ubicata nella porzione della piana di Agosta prossima al manufatto "Origine". In rosso i tracciati di progetto.

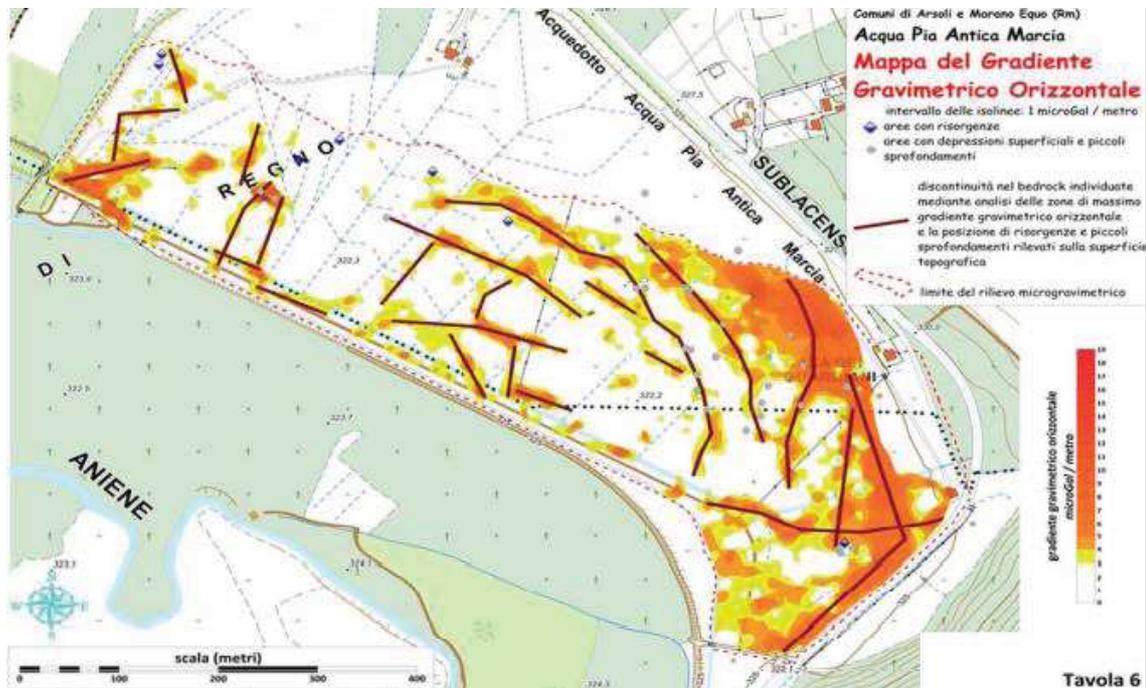


Figura 2-51 Tavola di sintesi a partire dal gradiente gravimetrico orizzontale in zona Piana di Agosta.

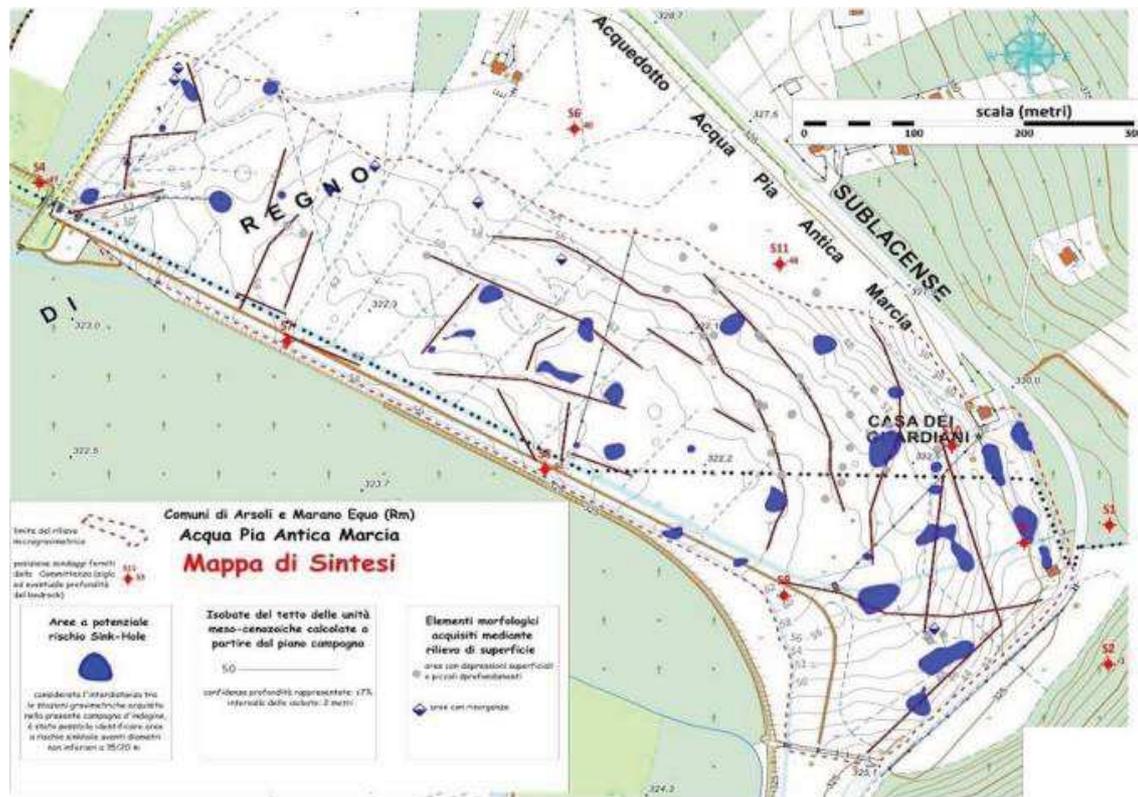


Figura 2-52 Tavola di sintesi del rilievo microgravimetrico in zona piana di Mola di Regno.

In conclusione, è possibile fare le seguenti considerazioni in relazione alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche, connesse con fenomeni carsici, di tutto l'areale di interesse:

- Nella piana di Mola di Regno, l'assetto geologico, caratterizzato da substrato carbonatico (calcarei micritici ed eventuale travertini) sottostante un notevole spessore di depositi quaternari di piana alluvionale, e quello idrogeologico, caratterizzato da circolazioni profonde e superficiali, predispone l'area a fenomeni di piping per erosione dal basso dei depositi continentali con conseguente deficit di massa profondi, locali subsidenze della topografia e possibile predisposizione al fenomeno di sinkhole.
- A causa della presenza di falde superficiali nei Conglomerati dell'Unità di Mandela (UMN) possono verificarsi fenomeni carsici e pseudo-carsici, con la formazione di vuoti e cavità o nei conglomerati stessi, od al contatto con le sottostanti formazioni carbonatiche. È infatti noto dalla letteratura bibliografica (Cappa et al., 2005) che tali depositi, a causa della forte componente carbonatica sia dei clasti che della matrice, mostrano evidenze in varie zone della Regione Lazio di processi carsici (doline, cavità ipogee). Si sottolinea come il tracciato di progetto TR2 intercetti tali depositi limitatamente alle progressive km 4.9-5.1, km 14.7- 15.1 e km 15.4-15.8: in tali settori si potrebbero intercettare zone soggette a questi processi.
- In corrispondenza di Vicovaro, Mandela e Tivoli, la presenza di estesi depositi di travertino, in correlazione con la presenza di circolazioni idriche sia attuali

che passate, ha favorito lo sviluppo di cavità carsiche ipogee al loro interno. Con particolare riferimento alla zona di Vicovaro, dove si ha testimonianza di tali processi, non si esclude inoltre la presenza di cavità antropogeniche nel travertino (come le grotte in corrispondenza del Convento di San Cosimato). È quindi plausibile che, nel tratto in cui il tracciato interessa i depositi di travertino, questi possano essere caratterizzati dalla presenza di zone carsificate e/o cavità ipogee. Tuttavia, le indagini geognostiche che hanno interessato i depositi travertinosi (S27 e S55) non hanno riscontrato evidenze di tali zone carsificate e/o cavità ipogee.

- A completezza della documentazione, si sottolinea anche che la presenza di piroclastiti poggianti su corpi carbonatici (nell'area di interesse rappresentati dal bedrock calcareo e dai conglomerati pleistocenici), possa generare fenomeni di sinkhole (Cappa et al., 2005). Questa situazione stratigrafica è principalmente presente nelle zone a Nord-Est di Tivoli (Bivio San Polo – Santa Balbina), in cui le piroclastiti quaternarie poggiano in discordanza sul versante carbonatico. Non esistono tuttavia testimonianze di tali processi in quest'area (da fonte Database Nazionale Sinkhole ISPRA).

2.4.8 Inquadramento idrogeologico

Nel presente paragrafo viene riportata l'analisi delle acque sotterranee interessate dal progetto del Nuovo Acquedotto Marcio ed in particolare della Prima Fase Funzionale, ai sensi di quanto indicato dalla direttiva europea 2000/60/CE.

Il contesto idrogeologico della media valle del Fiume Aniene è fortemente influenzato dall'assetto geologico-strutturale dell'area, caratterizzato da rocce intensamente tettonizzate che hanno favorito lo sviluppo dei fenomeni carsici.

Come si vede in Figura 2-53 il Fiume Aniene attraversa in gran parte unità idrogeologiche di origine carbonatica di età meso-cenozoica, sede della circolazione idrica regionale (in rosso, indicate con la lettera C), e solo in un piccolo tratto interessa l'unità idrogeologica flyschoidale della Valle dell'Aniene (indicata con F4).

Il fondovalle alluvionale, caratterizzato da spessori ed ampiezze variabili in funzione dell'assetto dei depositi pre-quaternari, rappresenta un ulteriore elemento idrogeologico significativo poiché localmente ospita un acquifero multifalda in relazione diretta con il Fiume Aniene e a luoghi alimentato dalle dorsali carbonatiche adiacenti.

Nello specifico, sul versante orientale i Monti Simbruini costituiscono, insieme agli Ernici, l'Unità Idrogeologica dei Monti Simbruini ed Ernici (C12 in Figura 2-53), che si estende in direzione appenninica per circa 636 km². L'unità è costituita da litotipi carbonatici di facies neritica ed è circondata da depositi terrigeni poco permeabili che la isolano idraulicamente alle idrostrutture limitrofe. I carbonati che costituiscono la dorsale presentano una permeabilità secondaria che ha favorito lo sviluppo del carsismo sia superficiale che profondo. L'elevata permeabilità ed i depositi che tamponano la base dell'idrostruttura hanno consentito lo sviluppo di un'imponente falda di base la cui area di ricarica è rappresentata dalla dorsale appenninica. I principali punti di recapito della circolazione dell'idrostruttura (frecce nere), ubicati al contatto con i depositi alto-miocenici o con i termini lacustri

quaternari, sono rappresentati dal gruppo sorgivo di Agosta (5,4 m³/s), e dalle sorgenti dell'Alto Aniene.

A ovest della Linea Olevano-Antrodoco sono ubicate le idrostrutture dei Monti Sabini meridionali, dei Monti Ruffi e Prenestini e dei Monti Cornicolani e Lucretili (C10 e C11 in Figura 2-53). Nel loro insieme queste idrostrutture risultano idraulicamente isolate ad opera dei depositi argilloso-limosi della Valle del Tevere a nord-ovest, delle piroclastiti del Vulcano Laziale a sud e del flysch alto-miocenico a est. Quest'ultimo contatto è di natura tettonica ed il limite di permeabilità si attesta a quote più elevate rispetto al fondovalle dell'Aniene, generando numerose piccole emergenze allineate sul fronte orientale delle idrostrutture Sabina e dei Monti Ruffi. Emergenze più rilevanti sono ubicate sul margine settentrionale e su quello occidentale, dove si trovano le sorgenti Le Capore (4,5 m³/s), il gruppo Capore-Sant'Angelo (0,3 m³/s), la sorgente Acquoria (0,75 m³/s) e le sorgenti delle Acque Albule (2 m³/s), oltre alle sorgenti lineari del Fiume Aniene nel tratto tra Anticoli Corrado e Tivoli (2,5 m³/s).

A differenza dell'idrostruttura Simbruina, questa è maggiormente disomogenea dal punto di vista dei litotipi e, di conseguenza, nella permeabilità. Questa disomogeneità favorisce la formazione di falde sospese e discontinue, sebbene prevalgano le falde profonde e molto produttive.

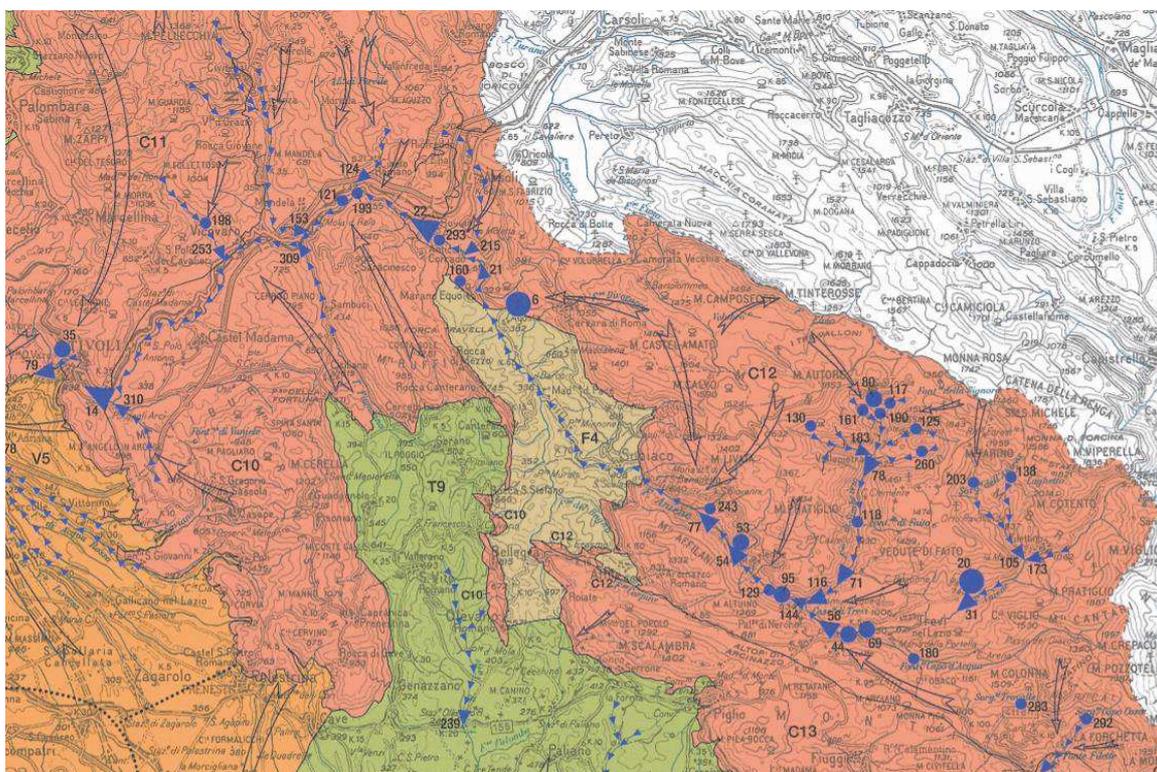


Figura 2-53 Stralcio della Carta Idrogeologica del Lazio (carta unità) con indicazione delle unità idrogeologiche presenti nell'area (rosso: complessi carbonatici, beige: flysch, verde: unità detritico-alluvionali, arancione: unità vulcaniche), della circolazione sotterranea (frecche nere) e delle sorgenti lineari (triangoli blu) e puntuali (cerchi blu) (da Capelli et al., 2012).

L'assetto idrogeologico complessivo della Media Valle del Fiume Aniene che viene di seguito illustrato è la sintesi delle conoscenze bibliografiche in ambito stratigrafico, geologico-strutturale, idrogeologico ed idrochimico, arricchite dai risultati di nuove indagini ed analisi condotte nell'ambito del PTFE del Nuovo Acquedotto Marcio.

Le unità litostratigrafiche individuate nell'area di studio sono state raggruppate in base alle loro caratteristiche idrogeologiche in 16 complessi (Figura 2-54), individuati anche sulla base di quanto esposto nella cartografia idrogeologica (Capelli et alii, 2012; Boni et alii, 1988), per la loro capacità di assorbire ed immagazzinare le acque meteoriche, attitudine espressa in maniera qualitativa secondo i criteri di bassa, media ed alta potenzialità acquifera. Tale classificazione è stata basata ulteriormente sull'assetto crono-stratigrafico e deposizionale delle differenti unità ovvero, come esempio, formazioni prettamente calcaree sono state tra loro distinte anche in funzione della loro età e/o dell'ambiente deposizionale da cui provengono. Di seguito è riportata una breve descrizione dei complessi idrogeologici, con indicazione delle sigle CARG delle unità litostratigrafiche a cui fanno riferimento e la loro potenzialità acquifera. Complessi con alta potenzialità acquifera possono ospitare al loro interno falde acquifere mentre quelli con bassa potenzialità assumono il ruolo di aquicludi o aquitardi nei confronti della circolazione idrica sotterranea.

1		Complesso dei depositi antropici
2		Complesso dei depositi di versante
3		Complesso dei depositi di frana
4		Complesso dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri
5		Complesso delle coltri eluvio-colluviali
6		Complesso delle vulcaniti
7		Complesso dei travertini e dei depositi travertinosi
8		Complesso dei conglomerati
9		Complesso dell'unità arenaceo-pelitica
10		Complesso delle Marne a Orbulina
11		Complesso delle calcareniti mioceniche
12		Complesso dell'unità spongolitica marnosa
13		Complesso delle calcareniti
14		Complesso delle Scaglie marnoso-argillose
15		Complesso delle Scaglie calcaree
16		Complesso dei calcari di piattaforma

Figura 2-54 Complessi idrogeologici individuati nell'area di studio e relativa numerazione.

Di seguito si elencano i complessi individuati, specificando quali di essi risultano affiorare nell'area interessata dalla Prima Fase Funzionale:

1. Complesso dei depositi antropici (h): Depositi eterogenei dovuti allo spostamento o ammassamento di materiale roccioso. Dato il loro limitato spessore (fino a 30 metri) e la loro eterogeneità, le potenzialità di tale complesso sono da riferirsi in funzione di quello su cui appoggiano.
2. Complesso dei depositi di versante (a): Depositi detritici costituiti da clasti spigolosi, generalmente eterometrici e poligenici, a matrice sabbioso-argillosa, a tratti cementati e clinostratificati. Con spessori modesti, si ritrovano ai piedi dei versanti e nelle zone depresse prossime ai rilievi. Potenzialità acquifera da bassa ad alta.
3. Complesso dei depositi di frana (a1): Detriti di frane e brecce di pendio. Spessori variabili. Potenzialità acquifera da bassa ad alta.
4. Complesso dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri (b,bv) Depositi fluviali e di conoide alluvionale. Litologicamente molto eterogenei costituiti da ghiaie, sabbie, sabbie travertinose, limi, argille e argille organiche. La permeabilità è molto variabile, in funzione delle percentuali di limi ed argille organiche. Potenzialità acquifera da bassa ad alta. In presenza di fossi e nelle piccole valli i cui alti morfologici sono costituiti da vulcaniti, tali depositi possono includere minerali e piccoli litici vulcanici.
5. Complesso delle coltri eluvio-colluviali (b2): Coltri dovute ad alterazione chimico fisica della roccia madre sottostate. Depositi a clasti monogenici, con prevalenza di clasti di selce immersi in matrici di colore rosso acceso. Sono generalmente situati sulle cime dei rilievi o in zone depresse non prossime ai versanti. Presentano spessori limitati. Potenzialità acquifera bassa.
6. Complesso delle vulcaniti (VOR): Ceneri da fini a grossolane, alternate con argille palustri e diatomiti. Alla base, tufi litoidi cineritici grigi con inclusi litici carbonatici. Spessore pochi metri. Potenzialità acquifera bassa.
7. Complesso dei travertini e dei depositi travertinosi (TBT, SAR, VCV): Travertini di prevalente origine idrotermale, generalmente intercalati a depositi alluvionali e lacustri. Spessori variabili da pochi metri a diverse decine di metri. Potenzialità acquifera alta.
8. Complesso dei conglomerati (RMN, UMN, UTB, BTC): Conglomerati poligenici ed eterometrici con differenti potenzialità idriche in funzione del grado di cementazione derivante dal relativo ambiente deposizionale. Spessori variabili da qualche decina ad oltre un centinaio di metri. Potenzialità acquifera da medio-bassa a medio-alta.
9. Complesso dell'Unità arenaceo-pelitica (UAP): Arenarie grossolane giallastre e grigie, più o meno cementate, con rari interstrati argilloso marnosi. Esigue falde locali si possono trovare laddove prevalga una fessurazione e/o nelle coltri sabbiose di alterazione più superficiale. Spessore superiore ai 200 metri. Potenzialità acquifera medio-bassa.
10. Complesso delle Marne a Orbulina (UAM): Argille e marne argillose di colore grigio ricche in foraminiferi planctonici. Spessore fino a 60 m. Potenzialità acquifera bassa.

11. Complesso delle calcareniti mioceniche (CBZ3, CBZ2): Calcareniti bioclastiche in strati o bancate, con strutture a losanga ed intercalazioni di orizzonti calcareo-marnosi finemente detritici. Spessore complessivo inferiore a 200 metri. Potenzialità acquifera media.
12. Complesso dell'Unità Spongolitica marnosa (SPT1b): Alternanze di marne, marne calcaree e marne argillose a colorazione variabile, con intercalazioni calcarenitiche nella parte alta. Spessore fino a 500-600 m. Potenzialità acquifera medio-bassa.
13. Complesso delle calcareniti (SPT1a, CFR): Calcareniti avana e nocciola con intercalazioni di calcari marnosi e marne calcaree di colore variabile. Sono presenti selci in noduli, liste o lenti. Spessore complessivo fino a 130 metri. Potenzialità acquifera media.
14. Complesso delle Scaglie marnoso-argillose (CDZ, VAS): Calcari marnosi, marne e marne argillose, di colore variabile e strati molto sottili, ai quali si intercalano livelli detritici. Spessore fino a 300 metri. Potenzialità acquifera bassa.
15. Complesso delle Scaglie calcaree (SCZ2, SCZ1, SAA, SBI): Calcari micritici e calcari marnosi bianchi e rosa con intercalazioni detritico-organogene e selce di vari colori in liste o noduli. Lo spessore totale è compreso tra i 200 e i 500 metri. Gli affioramenti di questo complesso, dove intensamente fratturati e/o carsificati, contribuiscono alla ricarica degli acquiferi carbonatici del dominio pelagico e di transizione. Potenzialità acquifera medio-alta.
16. Complesso dei calcari di piattaforma (Non affiorante nell'area): Calcari e calcari dolomitici, in strati da sottili a spessi, con livelli e intercalazioni bioclastiche. Spessore fino ad oltre 1000 metri. Potenzialità acquifera alta.

In Figura 2-55 sono riportati i principali elementi tettonici dell'area di studio, distinti in base alla loro componente distensiva o compressiva, ed i complessi idrogeologici individuati.

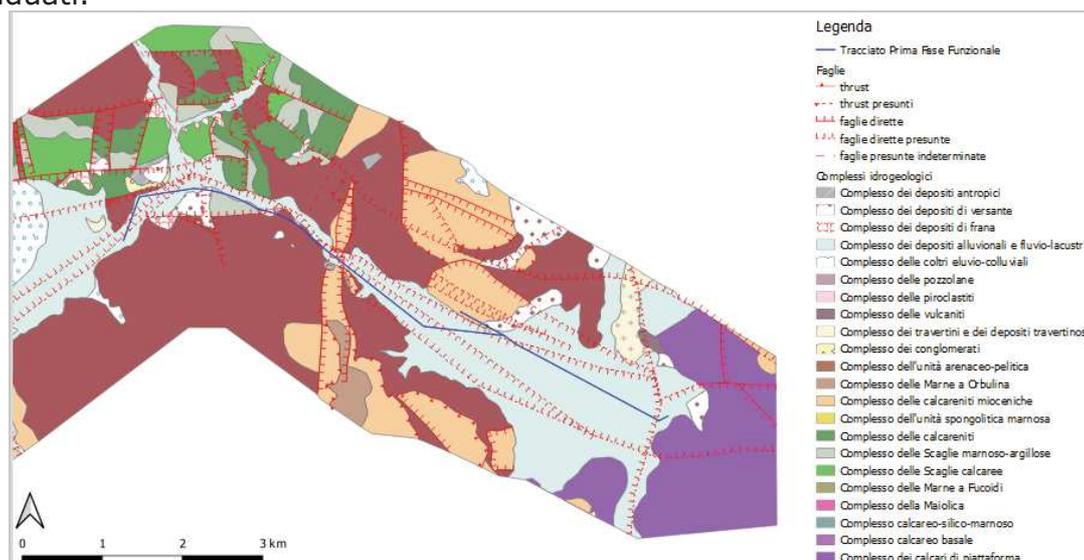


Figura 2-55 Carta dei complessi idrogeologici e degli elementi strutturali dell'area interessata dalla Prima Fase Funzionale.

Le indicazioni generali sulle potenzialità acquifere dei differenti complessi riconosciuti nell'area di indagine sono state fornite sulla base delle caratteristiche idrogeologiche che assumono a scala regionale. Tuttavia, durante le esecuzioni dei sondaggi realizzati per il PFTE del Nuovo Acquedotto Marcio, sono state realizzate delle prove di permeabilità in foro in alcuni di essi per la valutazione del relativo coefficiente di conducibilità idraulica (k). Si segnala che i risultati delle prove eseguite hanno evidenziato in generale dei valori del coefficiente di permeabilità che risultano in assoluto più bassi (di qualche ordine di grandezza) rispetto a quelli generalmente indicati per i complessi che sono potenzialmente in grado di ospitare delle falde acquifere. Tuttavia, ciò può essere giustificato con il particolare assetto strutturale dell'area di indagine, in cui la permeabilità ha una forte dipendenza dallo stato di fratturazione.

Le modalità e relative profondità di esecuzione, nonché i risultati dettagliati delle indagini eseguite sono riportati nel successivo 5.1.7. (prove Lefranc). Per la determinazione della permeabilità sono state eseguite n.16 prove Lefranc a carico variabile in 6 sondaggi su 4 differenti complessi:

- Complesso dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri e delle alluvioni con piroclastiti rimaneggiate (4, 4b) – Sondaggi 3 BIS, 6, 9, 12;
- Complesso dell'Unità arenaceo-pelitica (11) – Sondaggio 4;
- Complesso delle calcareniti mioceniche (13) – Sondaggio 6;
- Complesso dell'Unità Spongolitica marnosa (15) – Sondaggio 8.

I risultati delle analisi evidenziano un'ampia variabilità del coefficiente di permeabilità in quei complessi caratterizzati da una forte eterogeneità litologica, quale il complesso dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri. All'aumentare della componente argillosa la permeabilità diminuisce fino a 7×10^{-7} m/s, mentre i valori medi rientrano in un range compreso tra 1×10^{-5} m/s e 9×10^{-6} m/s. Di tale variabilità sito-specifica del complesso dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri si è tenuto conto nell'analisi idrogeologica relativa alla valutazione del ruolo che il complesso assume nei confronti delle falde ospitate negli acquiferi carbonatici regionali, ovvero che possa essere in continuità idraulica o che svolga un ruolo di aquitard nei confronti di tali circolazioni idriche sotterranee.

I valori di k associati al complesso delle calcareniti mioceniche ($k_{\text{medio}}: 1.1-1.4 \times 10^{-3}$ m/s) e a quello dell'unità arenaceo-pelitica ($k_{\text{medio}}: 4.8 \times 10^{-7}$ m/s) ne confermano, rispettivamente, l'alta e la bassa potenzialità acquifera. Infine, i risultati relativi alle prove Lefranc sui campioni associati ai complessi dell'Unità Spongolitica marnosa mostrano sempre una più ampia variabilità dei valori del coefficiente di permeabilità dovuta a caratteristiche litologiche eterogenee sito-specifiche e/o a una variabilità dello stato di fratturazione, cui possono essere oggetto tali complessi.

Le acque sotterranee e sorgentizie della media valle dell'Aniene hanno natura bicarbonato-calcica sebbene con tenori di mineralizzazione diversi, legati al mixing

tra le acque del ciclo carsico vadoso ed i fluidi di origine profonda che sfruttano in risalita le discontinuità tettoniche.

A tal proposito, le analisi fornite da ACEA relativamente ad acque campionate nella zona di Mola di Regno (ACEA, 2017) sono state confrontate con quelle relative a sorgenti ubicate tra il comune di Marano Equo e quello di Anticoli Corrado (Percopo, 1998), la cui ubicazione è riportata in Figura 2-56.

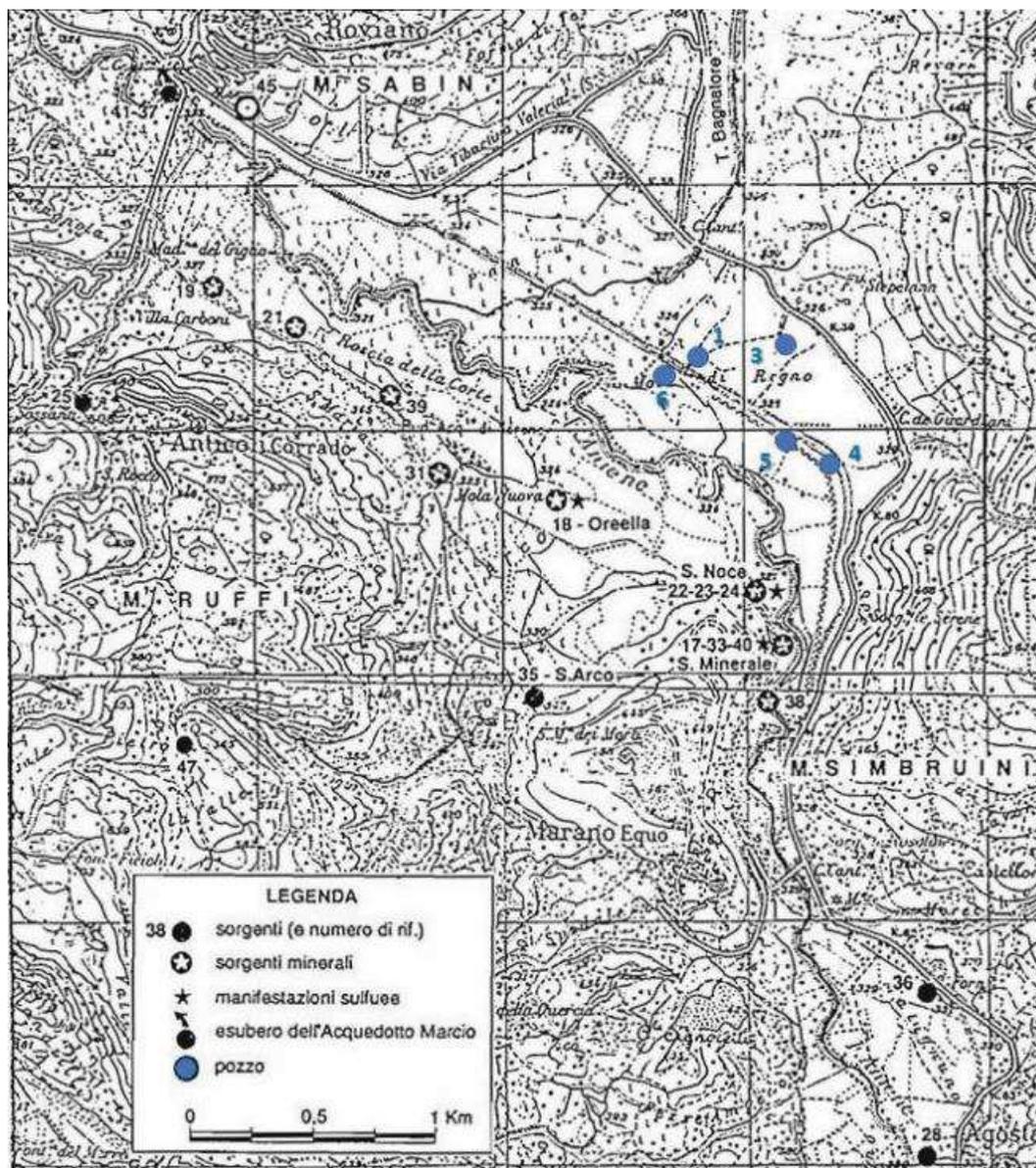


Figura 2-56 Ubicazione delle sorgenti e acque sotterranee campionate. In nero i punti di campionamento dal lavoro di Percopo, 1998. In azzurro i punti di campionamento delle acque sotterranee analizzate negli studi ACEA, 2017

Le acque più mineralizzate, come ad esempio quelle sulfuree dei gruppi sorgivi "Noce" (riferimento 371 nel Foglio 2 della Carta Idrogeologica del Lazio alla scala

1:100.000 - Capelli et al., 2012) e “Minerale”, entrambi ubicate in sinistra idrografica nel comune di Marano Equo, presentano anomale concentrazioni in solfati unitamente ad un elevato flusso gassoso (CO₂-H₂S) di probabile origine profonda, controllato da lineamenti tettonici presenti nel settore compreso tra la direttrice Olevano-AnTRODoco e la depressione strutturale che separa i Monti Ruffi dai Monti Simbruini.

Altre sorgenti, come la sorgente Sossanti, si collocano a quote medio-alte lungo il lineamento strutturale Olevano-AnTRODoco, che funge da barriera idraulica tra l’idrostruttura Simbruina e quelle dei Monti Sabini e Ruffi. Questa tipologia di sorgente presenta portate minori e mineralizzazione ridotta.

Alla base del versante orientale dei Monti Ruffi sono presenti piccole venute d’acqua legate a piccole falde di interesse locale.

Nel settore a valle della diga di Roviano, il Fiume Aniene attraversa le idrostrutture del dominio geologico Umbro-Sabino: in destra idrografica, tra la S.S. Tiburtina (tra i Km 53.0 e 54.0 circa) e il corso d’acqua, sono localizzate una serie di emergenze, non facilmente localizzabili, che in alcuni casi risultano fortemente mineralizzate e associate a manifestazioni gassose. Tali sorgenti (Ponte Arconi, Acqua Zolfa, Solfureae Sublacense) sono caratterizzate da portate complessive di circa 60 L/s (Boni et alii, 1988) ma presentano caratteristiche idrogeochimiche che le distinguono dalle altre della zona, ricevendo il contributo di fluidi gassosi di origine profonda: la sorgente Solfurea, ubicata ad una quota di circa 315 metri s.l.m., risulta la più arricchita nello ione solfato tra quelle analizzate dell’area di studio.

Più a valle sempre in destra idrografica sono localizzate una serie di emergenze sia lineari, in corrispondenza delle aste fluviali dei principali immissari dell’Aniene, i Torrenti Ferrata e Licenza, sia localizzate ai bordi della piana alluvionale in prossimità delle zone di confluenza. Il Torrente Ferrata risulta drenare la falda basale dei Monti Sabini meridionali al di sotto dei 320 metri s.l.m., nel settore compreso tra il viadotto dell’autostrada A24 e la S.S. Tiburtina; nei pressi di quest’ultima è localizzato sia in destra che in sinistra idrografica del Fosso della Scarpa, il gruppo di sorgenti Morgia Rossa, Osteria Ferrata ed Acetosa, per una portata complessiva di circa 100 L/s (Boni et alii, 1988). Riferibile al drenaggio dell’idrostruttura dei Monti Sabini meridionali è, sempre in destra idrografica, anche il Torrente Licenza che, nel suo ultimo tratto a partire da una quota di circa 310 metri s.l.m., intercetta la circolazione dell’acquifero basale con una portata complessiva di circa 150 L/s. Procedendo verso valle apporti sorgivi con modestissimi quantitativi (inferiori al centinaio di L/s) sono imputabili ad altri tributari minori: in riva sinistra il Fosso Fiumicino, che trae alimentazione dalla idrostruttura dei Monti Prenestini-Ruffi e, in riva destra, alcuni piccoli corsi d’acqua come il Fosso dei Ronci, che intercettano piccole falde dell’idrostruttura dei Monti Lucretili e Cornicolani. Il limite tra l’idrostruttura Sabina e quella dei Monti Lucretili-Cornicolani è sempre di natura tettonica e corre parallelamente al Torrente Licenza e al Fiume Aniene; tale condizione geologico-strutturale condiziona la circolazione idrica sotterranea favorendo una direzione di drenaggio verso il recapito principale

dell'idrostruttura, rappresentato dalla sorgente Acquoria a Tivoli, con una portata di 0,75 m³ /s.

Per la caratterizzazione idrochimica delle acque con cui i tracciati del Nuovo Acquedotto Marcio andranno ad interagire, sono stati individuati 14 punti tra sorgenti (6 punti di campionamento), corsi d'acqua (3 punti di campionamento) e acque sotterranee (5 piezometri), la cui ubicazione è riportata in Figura 2-57. Di questi, 12 sono stati campionati nel mese di Luglio 2021 mentre nel mese di Ottobre 2021 sono stati campionati il piezometro 14 (9) e il punto PP nella Via della Vecchia Ferrovia (8).

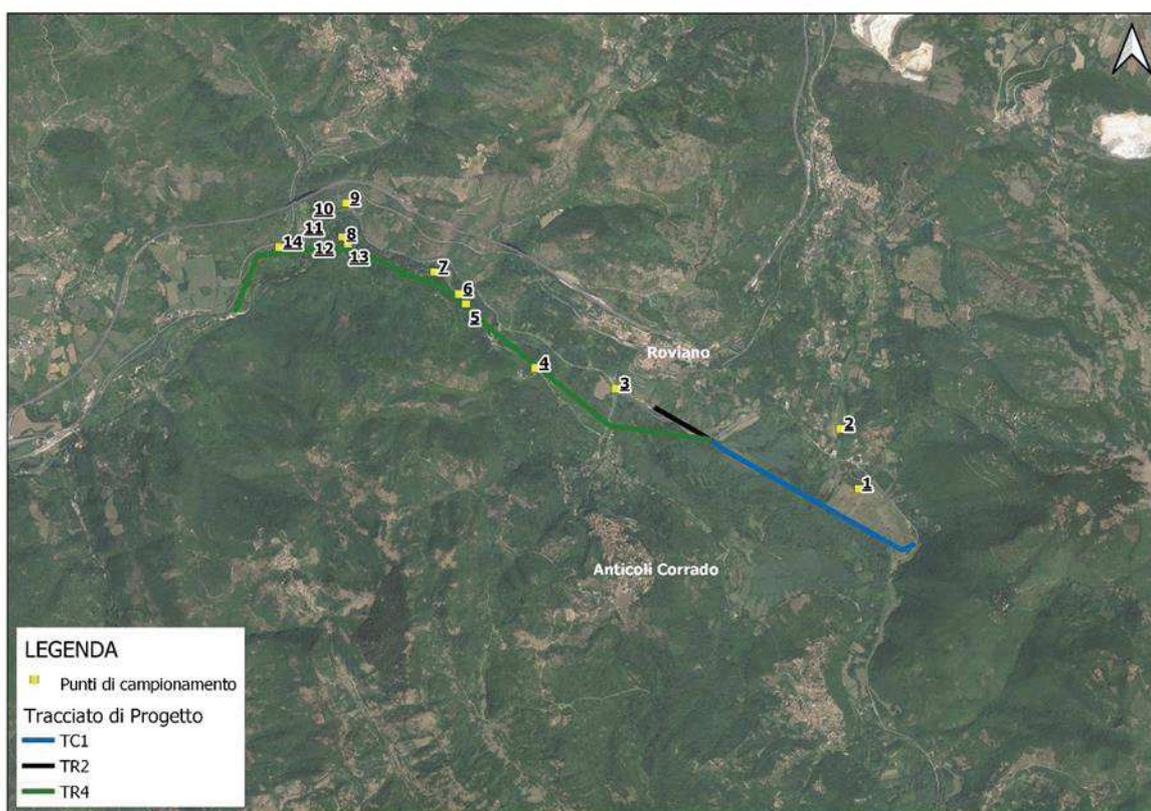


Figura 2-57 Ubicazione dei punti di campionamento per l'analisi idrochimica.

Per i risultati delle analisi svolte su ciascun campione si rimanda alla Relazione Geologica redatta nell'ambito del PFTE.

Nel complesso si conferma la caratterizzazione delle acque sotterranee come bicarbonato-calciche.

Per ciò che riguarda gli aspetti quantitativi, tra i mesi di luglio ed ottobre 2021 sono state realizzate una serie di misure della portata in alveo finalizzate alla valutazione quantitativa delle acque sotterranee emergenti in alcuni settori della Media valle del Fiume Aniene, con particolare riguardo all'asta fluviale del principale corso d'acqua e di alcuni dei suoi maggiori affluenti.

La scelta delle 4 sezioni in cui sono state realizzate le misure di portata, la cui ubicazione è riportata in Figura 2-58 e i cui valori delle misure di portata sono dettagliati in Tabella 2-61, è stata agevolata dalla necessità di avere una valutazione aggiornata degli apporti sorgivi presenti nell'area di indagine ed indicati dalla letteratura e cartografia idrogeologica (Boni et alii, 1986; Boni et alii, 1988; Capelli et alii, 1987; Capelli et alii, 2012).

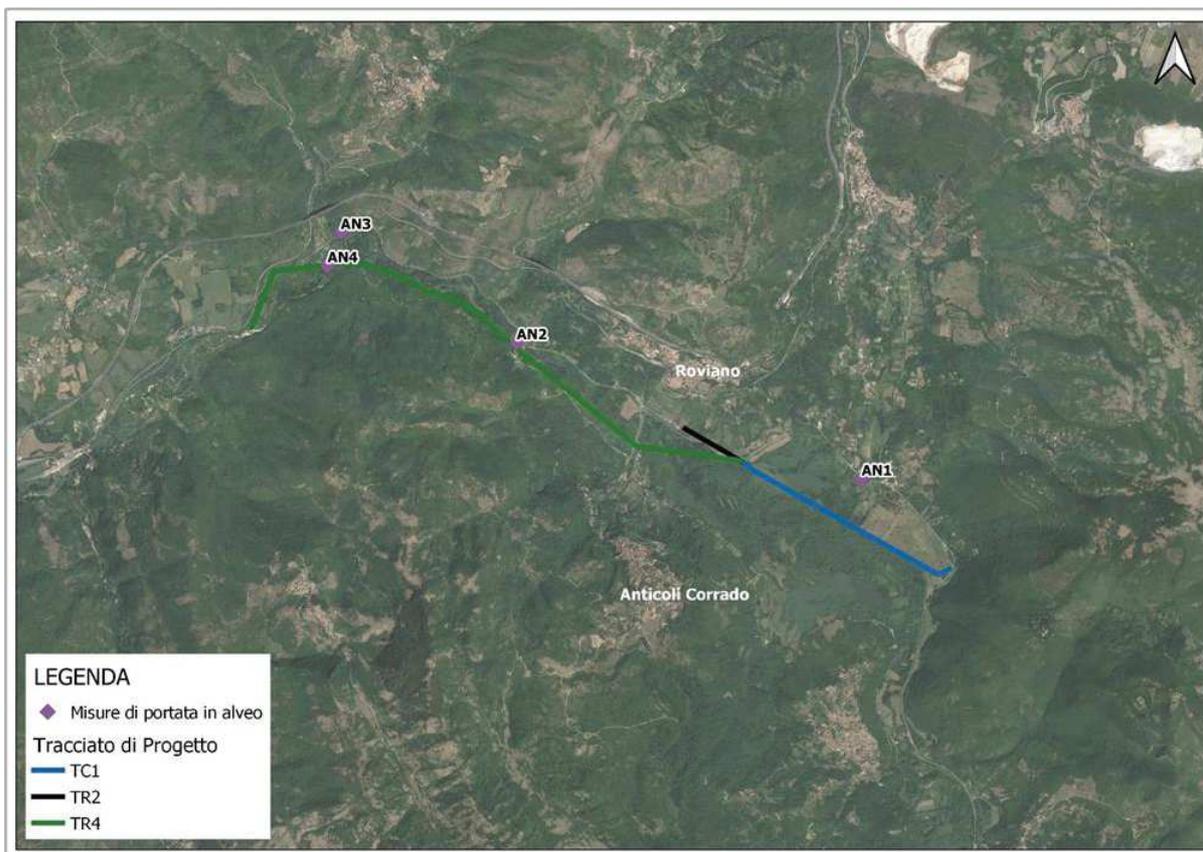


Figura 2-58 Ubicazione delle misure di portata realizzate, indicate in carta da una sigla relativa al bacino idrografico di appartenenza (AN) e un numero progressivo da 1 a 4.

Sigla	Riferimento misura	lug-21	ago-21	set-21	ott-21
		Portata misurata (L/s)			
AN1	Fosso Bagnatore presso S.S. Sublacense	532	569	442	391
AN2	Aniene valle traversa Roviano	1193	1066	1115	899
AN3	Fosso della Scarpa (Torrente Ferrata) presso S.S.5	264	228	200	183
AN4	Aniene a valle ponte via della vecchia ferrovia	2857	2564	2677	2350

Tabella 2-61 Risultati delle misure di portata (in L/s)

Le indagini realizzate hanno permesso di mettere in evidenza quanto segue:

- il Fosso Bagnatore è caratterizzato da una portata media di magra valutata in 485 L/s presso la sezione AN1, valore confrontabile con quanto indicato da Boni et alii (1988);
- il settore del Fiume Aniene presso la confluenza con il Fosso della Scarpa rappresenta il recapito di una circolazione idrica sotterranea che presenta volumi di portate erogate differenti rispetto a quelle attese dalla ricostruzione su base bibliografica. Infatti, dalle misure realizzate presso le sezioni AN2, AN3 ed AN4 risulta complessivamente una portata media erogata di oltre 1500 L/s, di cui quasi 220 L/s sono riferibili al solo Fosso della Scarpa, in cui confluisce il Torrente Ferrata. Il valore di portata riferito a quest'ultimo gruppo sorgivo è in accordo con i 200 L/s indicati in letteratura per la sorgente Lineare del torrente Ferrata (Tabella 4.5) Durante i rilievi condotti, tuttavia, l'alveo del Torrente Ferrata e quello del Fosso della Scarpa sono risultati essere sempre asciutti nel settore a monte del viadotto autostradale, con un drenaggio in alveo che avveniva nel solo Fosso della Scarpa nella zona in prossimità della S.S. Tiburtina Valeria. Il drenaggio superficiale della falda regionale avviene quindi a quota inferiore ai 320 metri s.l.m.;
- il contributo sorgivo misurato come differenza tra le sezioni AN4 ed AN2, escludendo quello del Fosso della Scarpa misurato alla sezione AN3, è mediamente di 1325 L/s. A causa delle difficoltà logistiche nell'individuare possibili punti di misura intermedi tra l'ubicazione delle sezioni AN2 ed AN4, la quota superiore di inizio del drenaggio in alveo non è facilmente identificabile, seppure sia possibile ipotizzare che cominci in prossimità dei primi affioramenti del complesso delle calcareniti.

2.4.9 Inquadramento idrografico

L'area di studio investigata per la nuova opera si sviluppa lungo la Valle dell'Aniene, in provincia di Roma e comprende in particolare il tratto di valle compreso tra i comuni di Agosta e Mandela. Tale zona è caratterizzata dalla presenza del fiume Aniene che ne determina la vallata principale. L'asta fluviale, di una lunghezza pari a circa 30 km, riceve lungo il suo percorso il contributo di alcuni affluenti tra cui, nell'area direttamente interessata dalla Prima Fase Funzionale, il Fosso Bagnatore ed il Fosso della Scarpa.

Il territorio è, grazie alla natura carsica del terreno, straordinariamente ricco di sorgenti, di portata molto differenziata, nell'insieme capaci di fare della Valle una grande dispensa d'acqua. In particolare, le sorgenti più importanti, sono quelle presenti nei territori di Agosta e Marano Equo.

Il bacino del fiume Aniene (Figura 2-59) si estende a est di Roma, fino al limite della regione Lazio su un'area di 1.400 km².

Il fiume passa alle pendici dei rilievi su cui sorgono gli abitati di Trevi e Jenne, fino ad arrivare alla città di Subiaco; più o meno parallelo è il corso della Sublacense, che procede a ridosso del fiume fino a giungere in prossimità di Roviano. L'Aniene si lascia quindi sulla destra i centri abitati di Agosta e la frazione di Madonna della

Pace e a sinistra i comuni di Rocca Canterano, Marano Equo e Anticoli Corrado. Nei pressi di Roviano la Sublacense si immette sulla Tiburtina e il fiume costeggia l'asse infrastrutturale che collega Roma all'Abruzzo. A monte di Tivoli l'Aniene ha infatti un corso in gran parte parallelo al tracciato della SS Tiburtina, alla linea ferroviaria Roma-Pescara, ed all'Autostrada A24 Roma - L'Aquila, superando i centri abitati di Cineto Romano, Mandela, Vicovaro (in riva destra) e Castel Madama (in riva sinistra). Nei pressi di Tivoli, con un salto di 160 metri, la valle dell'Aniene si apre sulla campagna romana, dove il corso diviene meandriforme.

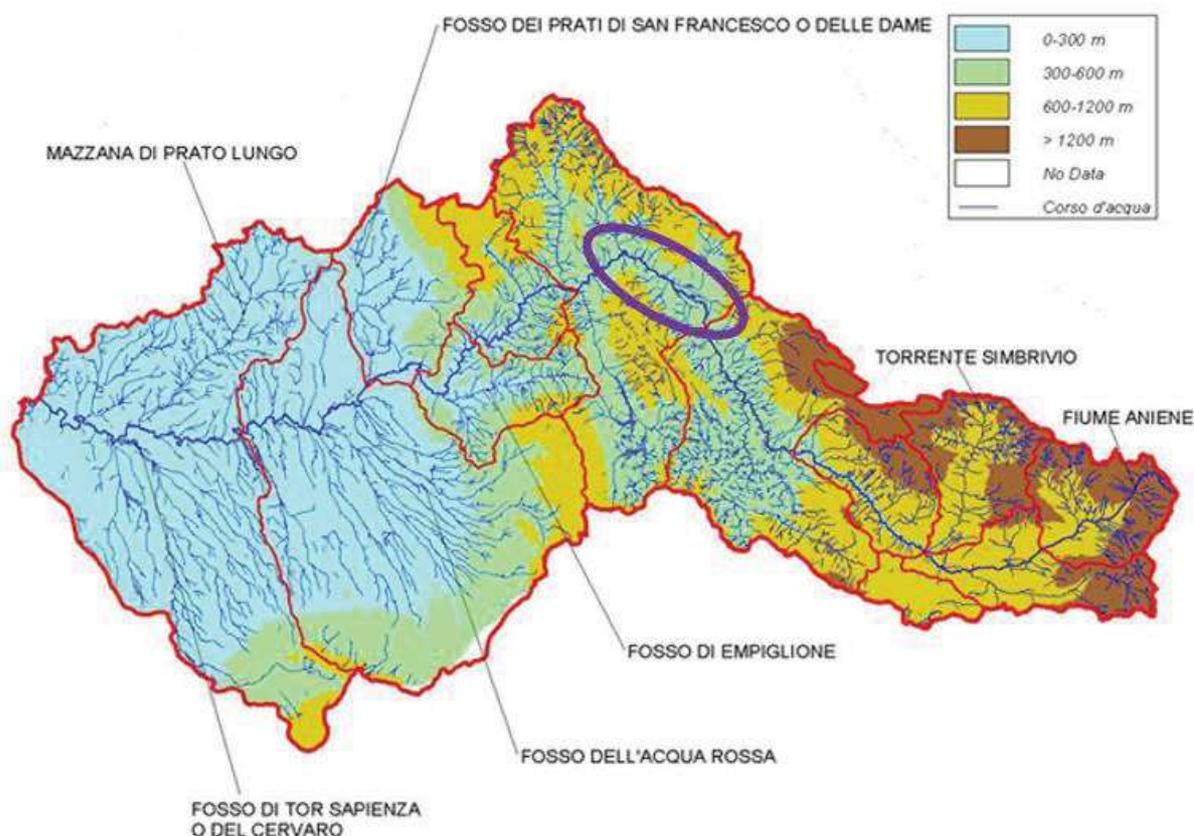


Figura 2-59 Bacino idrografico del Fiume Aniene e orografia

Il corso del fiume è suddivisibile in tre parti, che comprendono differenti e caratteristici sottosistemi di paesaggio:

- Alto corso, dalle sorgenti a Subiaco, con centri dal peso demografico contenuto e pressioni antropiche meno rilevanti; è quasi interamente compreso all'interno del Parco Naturale Regionale dei Monti Simbruini. In questo tratto l'alveo di magra del fiume Aniene, di limitata sezione (circa 40 m²), si sviluppa entro una valle trasversalmente pianeggiante, di ampiezza compresa tra 100 e, al massimo, 400m. Lungo la gran parte di questo tratto, in concomitanza di eventi di piena, si manifestano fenomeni di esondazione, con altezze d'acqua sul piano di campagna, che mediamente non superano i 50-80cm. Nella restante parte dell'Aniene, fino al piede delle cascate di

Tivoli, la pendenza dell'alveo cresce progressivamente fino a portarsi, all'estremo, a valori poco inferiori al 7‰. Tutto il tratto a monte di Tivoli è caratterizzato da pendenze del fondo massime comprese tra circa il 2‰ ed il 7‰. Un lungo tratto, che si sviluppa per oltre 15km, caratterizzato da valori particolarmente elevati della pendenza (3÷7‰), si sviluppa nelle formazioni impermeabili sede dei bacini Licenza e Fiumicino, corsi d'acqua che tanta parte hanno nella genesi delle piene del fiume Aniene.

- Medio corso, da Subiaco a Tivoli, tratto interessato dall'opera in progetto. In tale tronco la valle del fiume Aniene è profondamente incassata. Fino all'altezza di Anticoli Corrado non si hanno, anche in occasione delle massime piene, fenomeni di esondazione; alle cascate di Tivoli si concentra un dislivello di circa 150m;
- Basso corso, da Tivoli alla confluenza con il Tevere caratterizzato da una urbanizzazione diffusa anche con elevate densità, dalla presenza di aree degradate e di aree naturali ed agricole circoscritte.

L'opera in esame interessa il bacino del Fiume Aniene, che presenta caratteristiche morfologiche tipiche dei corsi d'acqua montani. Tra queste si possono evidenziare due tratte con caratteristiche comuni:

- Tronco montano: Anticoli Corrado – Subiaco. In questo tronco, che da Anticoli si estende fino a Subiaco, l'alveo di magra del fiume Aniene, di limitata sezione (circa 40 m²), si sviluppa entro una valle trasversalmente pianeggiante, di ampiezza compresa tra 100 d, al massimo, 400m. Lungo la gran parte di questo tratto, in concomitanza di eventi di piena, si manifestano fenomeni di esondazione, con altezze d'acqua, sul piano di campagna, che mediamente non superano i 50-80cm. Nella restante parte dell'Aniene, fino al piede delle cascate di Tivoli, la pendenza dell'alveo cresce progressivamente fino a portarsi, all'estremo, a valori poco inferiori al 7‰. Tutto il tratto a monte di Tivoli è caratterizzato da pendenze del fondo massime comprese tra circa il 2‰ ed il 7‰. Un lungo tratto, che si sviluppa per oltre 15km, caratterizzato da valori particolarmente elevati della pendenza (3÷7‰), si sviluppa nelle formazioni impermeabili sede dei bacini Licenza e Fiumicino, corsi d'acqua che tanta parte hanno nella genesi delle piene del fiume Aniene.
- Tronco montano: Tivoli – Anticoli Corrado In tale tronco la valle del fiume Aniene è profondamente incassata. Fino all'altezza di Anticoli Corrado non si hanno, anche in occasione delle massime piene, fenomeni di esondazione; alle cascate di Tivoli si concentra un dislivello di circa 150m.

2.4.10 Pericolosità e rischio idraulico

Per l'analisi della tematica si è fatto riferimento a quanto indicato dal Piano stralcio di Assetto di Idrogeologico (PAI), ed il Piano di Gestione Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino centrale (PGRAAC).

Il PAI è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del successivo DL n. 180/1998, anche detto Decreto Sarno, e si configura come stralcio funzionale del Piano di Bacino del Fiume Tevere. Obiettivo del PAI è la ricerca di un assetto che minimizzi il danno connesso ai rischi idrogeologici e costituisca un quadro di conoscenze e di regole atte a dare sicurezza alle popolazioni, agli insediamenti, alle infrastrutture ed in generale agli investimenti nei territori che insistono sul bacino del fiume Tevere. Vengono definite dal PAI, secondo le norme specificate nel DPCM 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento in attuazione del D.L. 180/98), quattro classi di rischio:

- R4 rischio molto elevato: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche;
- R3 rischio elevato: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- R2 rischio medio: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- R1 rischio moderato: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.

Dall'analisi della suddetta cartografia emerge che il tratto oggetto della Prima Fase Funzionale della realizzazione del Nuovo Acquedotto Marcio si colloca quasi totalmente in zona P3, quindi a pericolosità elevata, corrispondente alla Fascia A.

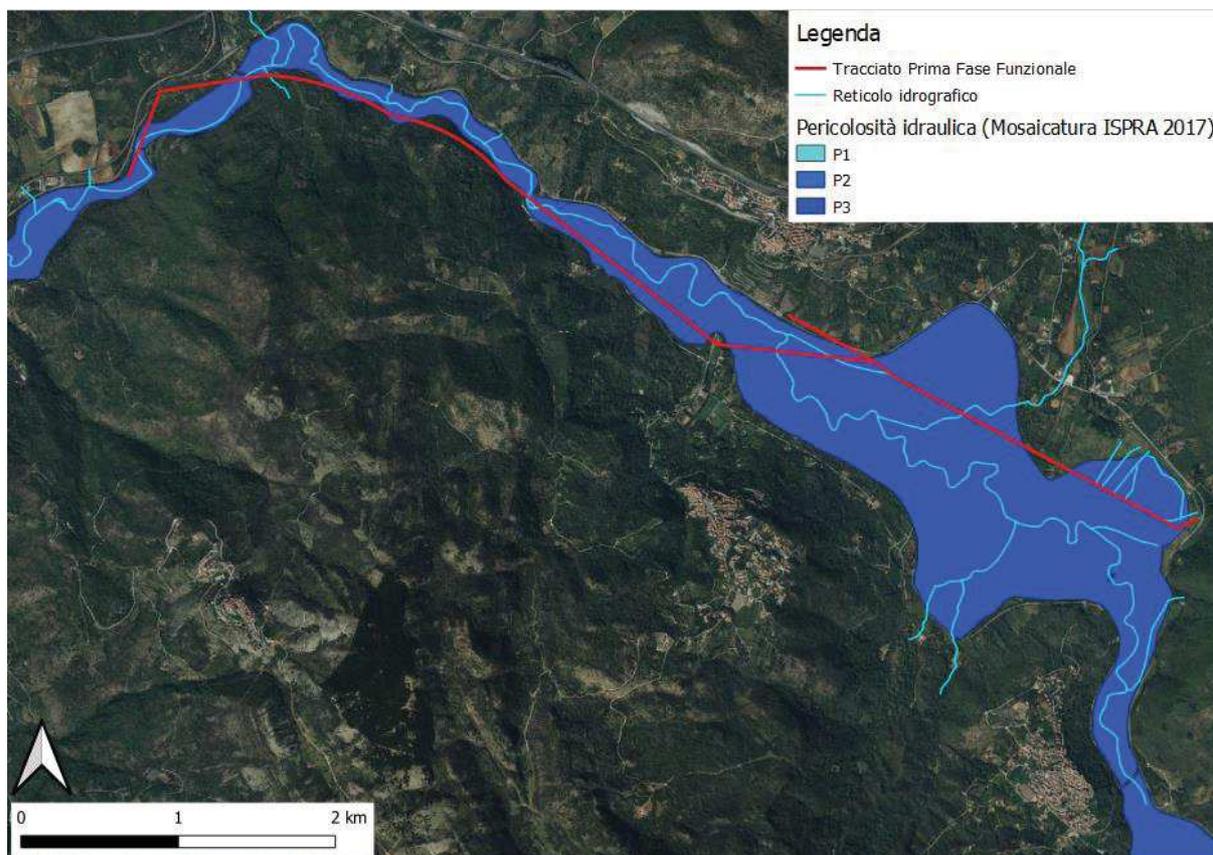
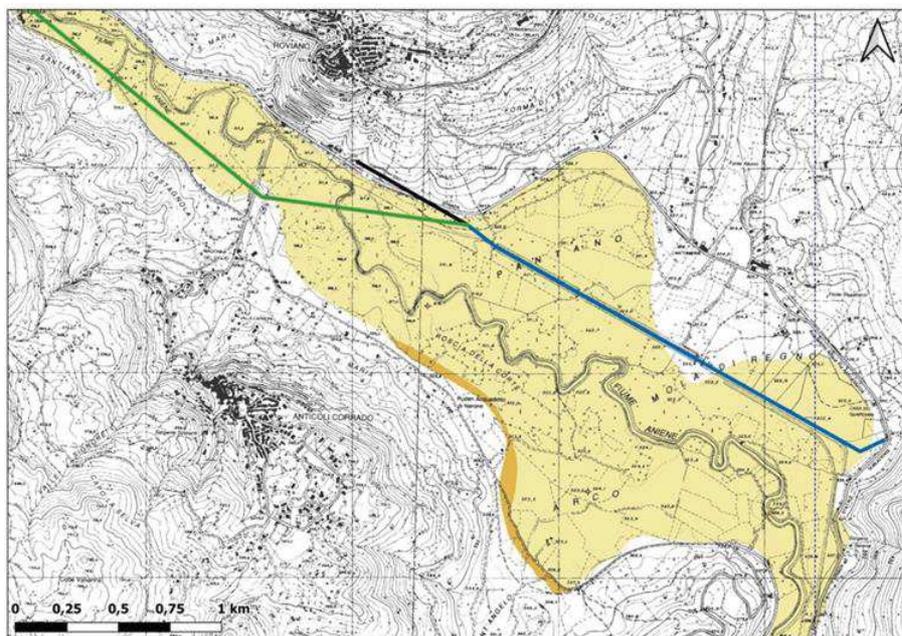


Figura 2-60 Fasce di pericolosità idraulica riportate nel PAI 2017 per l'area interessata dalla Prima Fase Funzionale



**PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO
FASCE FLUVIALI E ZONE A RISCHIO**

 FASCIA A	 ZONE A RISCHIO R4
 FASCIA B	 ZONE A RISCHIO R3
 FASCIA C	 ZONE A RISCHIO R2

Figura 2-61 Fasce fluviali e zone a rischio connesse al reticolo principale PAI per la zona tra Agosta e Roviano.

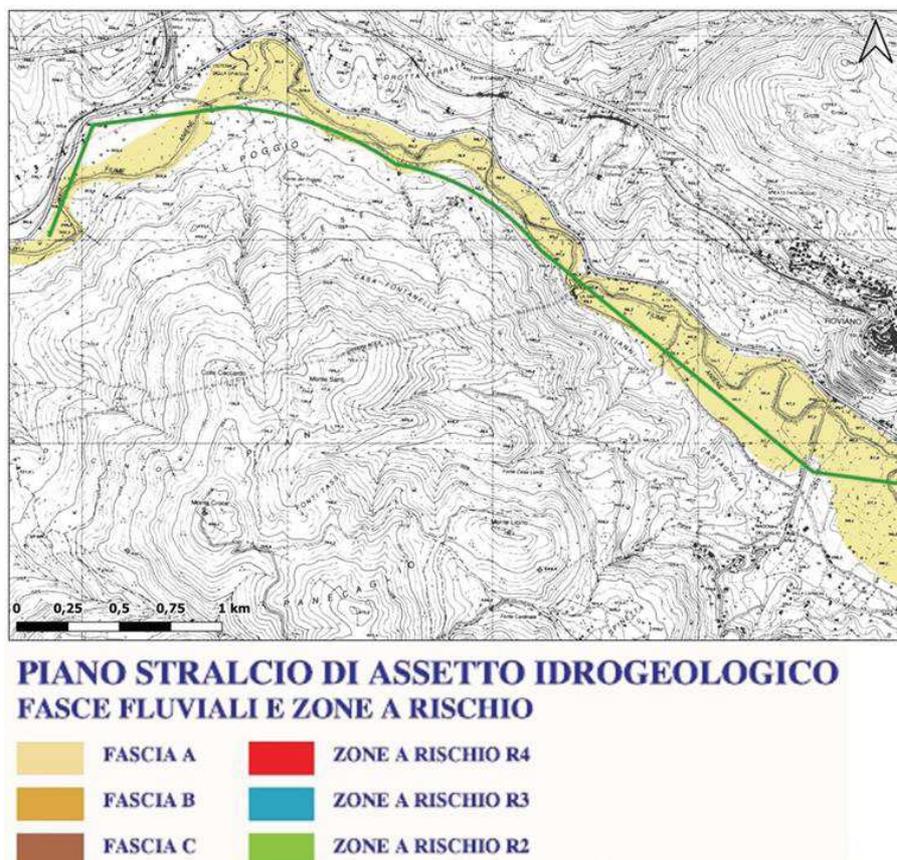


Figura 2-62 Fasce fluviali e zone a rischio connesse al reticolo principale PAI per la zona tra Roviano e Mandela.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale (PGRAAC), redatto in osservanza alla Direttiva 2007/60/CE ed al D.L. 49/2010 (Direttiva Alluvioni), è stato adottato il 17 dicembre 2015 con deliberazione n. 6 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, costituito ai sensi dell'art.12, comma 3, della legge n. 183/1989 e integrato dai componenti designati dalle Regioni il cui territorio ricade nel Distretto Idrografico non già rappresentante nel medesimo Comitato. Successivamente è stato approvato dal Presidente del Consiglio dei ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017.

È attualmente in atto il secondo ciclo di pianificazione del PGRA dell'Appennino centrale, effettuato in applicazione del comma 3 dell'art. 12 del D.Lgs. 49/2010 che prevede l'aggiornamento di detti strumenti di pianificazione entro il 22 settembre 2021 e, successivamente, ogni sei anni.

Secondo le specifiche europee gli Stati Membri nel secondo ciclo di gestione devono riportare le aree potenzialmente soggette a rischio alluvioni a partire dalle alluvioni già avvenute in passato, da integrare con i dati del PAI ed altri dati preesistenti.

Per quanto riguarda la modellazione delle alluvioni che potrebbero verificarsi in futuro, invece, le fonti informative indicate a livello nazionale comprendono, tra le altre cose, le mappature e gli aggiornamenti del PAI.

Le due tipologie di piano, pertanto, sono strettamente legate l'una all'altra e si integrano a vicenda.

La Direttiva comunitaria, e con essa il Decreto di recepimento, si pone l'obiettivo di costruire un quadro conoscitivo omogeneo a livello europeo sugli effetti che gli eventi alluvionali generano su un territorio in termini di:

- aree allagate
- popolazione coinvolta
- superfici urbanizzate e produttive ed infrastrutture strategiche interessate
- beni ambientali e storico-culturali interessati

Per fare si prevede, innanzitutto, la redazione di mappe di pericolosità secondo tre scenari mediante metodologie basate su modellistica idrologico-idraulica e in assenza di essa sulla base di informazioni storiche o criteri geomorfologici e successivamente la valutazione del livello di rischio rispetto al quale sono definite norme di vincolo e in generale le misure di piano. Tali scenari sono:

- P1 probabilità bassa, tempo di ritorno 500 anni
- P2 probabilità moderata, tempo di ritorno 200 anni
- P3 probabilità elevata, tempo di ritorno 100 anni

I valori delle portate di piena per il F. Aniene associate agli eventi caratterizzati da pericolosità P3, P2 e P1 sono rispettivamente pari a circa 550, 790 e 900 m³/s. In Figura 2-63 si riportano, unite, le tavole p98, p90 e p91 del secondo ciclo del PGRAAC.

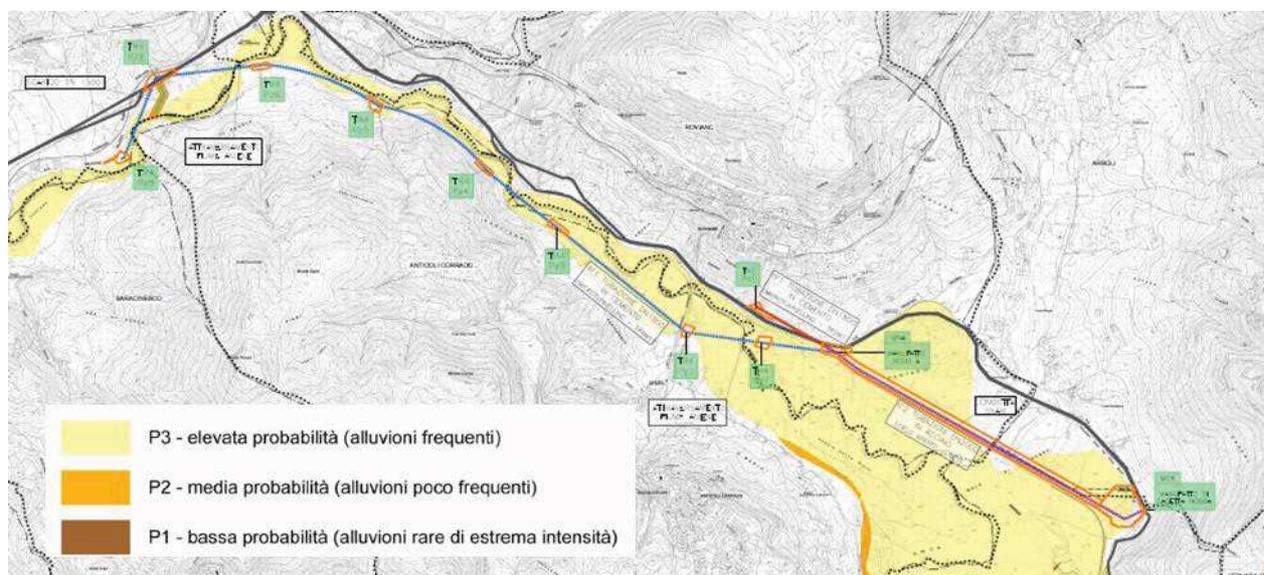


Figura 2-63 Carta della Pericolosità Idraulica

Dalla figura si evince come il tracciato di progetto interessi alcune aree caratterizzate da elevata probabilità di alluvioni (P3).

Anche il PGRAAC, come il PAI, suddivide le aree a rischio in n. 4 categorie, determinate a partire dalla probabilità di accadimento e pesando gli effetti che si verificherebbero nell'eventualità che uno dei tre scenari sopra descritti si verifici:

- R4 rischio molto elevato;
- R3 rischio elevato;
- R2 rischio medio;
- R1 rischio moderato o nullo.

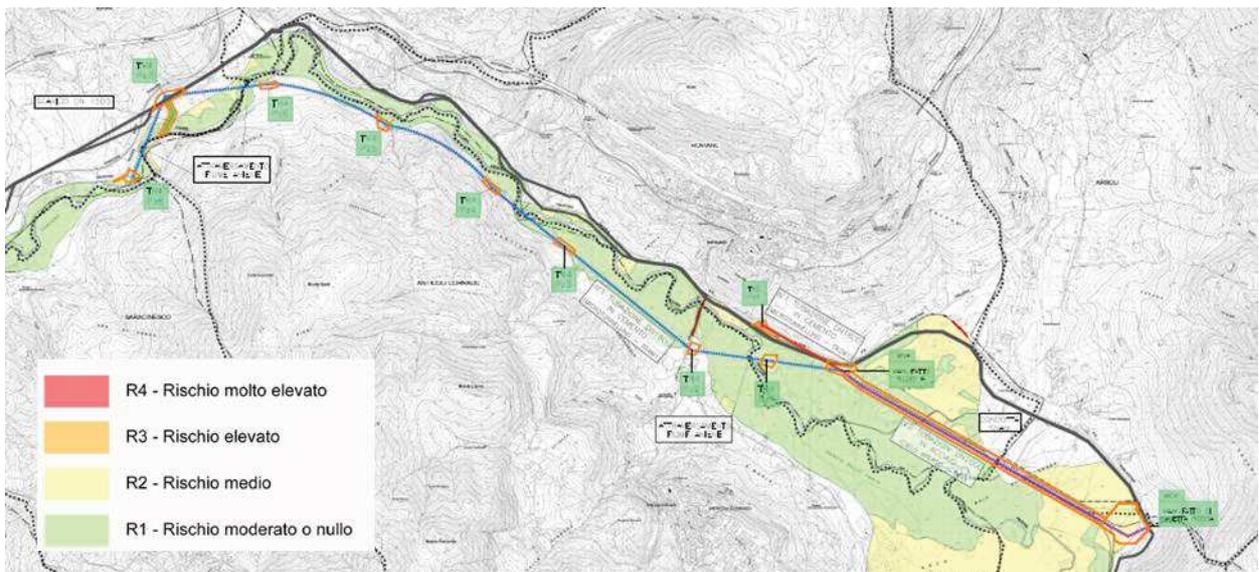


Figura 2-64 Carta del Rischio Idraulico

Dalla carta del PGRAAC riportata in Figura 2-64 si evince che il tracciato di progetto ricade in zona R1 – Rischio moderato o nullo e R2 – Rischio medio.

2.4.11 Qualità delle acque superficiali e sotterranee

La tutela dello stato di qualità ambientale delle acque è uno degli obiettivi della direttiva europea 2000/60/CE. Nello specifico, l'Allegato V riporta gli elementi da valutare per ciascuna tipologia di corpo idrico al fine di stabilirne lo stato qualitativo di base, rispetto al quale, sempre ai sensi della medesima direttiva, non devono verificarsi peggioramenti.

Lo stato qualitativo delle acque è determinato dalla valutazione di una serie di indicatori rappresentativi delle diverse condizioni dell'ecosistema, la cui composizione, secondo regole prestabilite, rappresenta lo Stato Ecologico e lo Stato Chimico.

Il processo di valutazione si articola attraverso l'elaborazione di indicatori rappresentativi delle diverse componenti la cui combinazione (secondo il principio che il valore peggiore individua lo stato finale) determina lo Stato Ecologico e lo Stato Chimico dei diversi corpi idrici di riferimento.

Gli indicatori ambientali di riferimento per la valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono:

- Indicatori biologici (per i seguenti elementi di qualità biologica: Macroinvertebrati, Diatomee, Macrofite e Pesci) il cui monitoraggio è pianificato in modo differente per ogni stazione;
- Elementi di qualità fisico - chimica a sostegno: LIMeco (Livello di Inquinamento dai Macroscrittori per lo stato ecologico);
- Elementi chimici a sostegno (altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità).

Tali indici vengono classificati secondo cinque classi di qualità: "Elevato", "Buono", "Sufficiente", "Scarso" e "Cattivo" ad eccezione degli elementi chimici a sostegno il cui stato è espresso da "Elevato", "Buono" e "Sufficiente".

Gli indicatori ambientali di riferimento per la valutazione dello stato chimico dei corsi d'acqua, secondo quanto previsto dal 152/2006 e s.m.i. sono:

- L'indice chimico basato sulla presenza di sostanze inquinanti di natura pericolosa e persistenti nella matrice acqua con livelli di concentrazione superiore agli Standard di Qualità Ambientale (SQA-MA, SQA-CA) di cui alla tab.1A del DM 260/2010 e Dlgs 172/2015;
- L'indice chimico basato sulla presenza di sostanze inquinanti di natura pericolosa e persistenti nella matrice pesci con livelli di concentrazione superiore agli Standard di Qualità Ambientale (SQA-MA, SQA-CA) di cui alla tab.1A del Dlgs 172/2015.

Tali indici sono classificati secondo le seguenti due classi: "buono" e "non buono" in cui "buono" rappresenta l'assenza di sostanze inquinanti oltre il valore limite.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le valutazioni in termini di Stato Ecologico e Stato Chimico dei corpi idrici superficiali basate sui dati del monitoraggio del sessennio 2015-2020 (Tabella 2-62).

Cod. Stazione	Corpo Idrico	Stato Ecologico 2015-2017	Stato Ecologico 2018-2020	Stato Chimico 2015-2017	Stato Chimico 2018-2020
F4.13	Fiume Aniene 3	Buono	Buono	Buono	Buono
F4.71	Fiume Aniene 1	Buono	Buono	Buono	Buono
F4.72	Fiume Aniene 2	Buono	Buono	Buono	Buono
F4.74	Fiume Aniene 4	Scarso	Sufficiente	Buono	Buono
F4.82	Fosso Bagnatore 1	Buono	Scarso	Buono	Buono

Tabella 2-62 Stato Ecologico e Chimico dei corpi idrici compresi nel bacino del Fiume Aniene, sessennio 2015-2020 (Fonte: ARPA Lazio)

Come si vede lo Stato Ecologico dei corsi idrici monitorati nella zona interessata dalla Prima Fase Funzionale della realizzazione del Nuovo Acquedotto Marcio è

generalmente buono, eccezion fatta per la stazione F4.74 sul Fiume Aniene e per il Fosso Bagnatore, rispettivamente classificati con Stato Ecologico "Sufficiente" e "Scarso". Nel primo caso si è registrato un miglioramento dello Stato Ecologico tra il primo triennio analizzato (2015-2017) ed il secondo (2018-2020); al contrario, il Fosso Bagnatore ha fatto registrare un peggioramento dello Stato Ecologico tra il primo ed il secondo triennio.

In merito allo Stato Chimico, invece, tutte le stazioni di monitoraggio presenti nell'area hanno permesso di attribuire ai relativi corsi d'acqua uno Stato Chimico costantemente "Buono" nel corso dell'intero sessennio.

Il LIMeco è un indice sintetico che integra alcuni elementi chimico-fisici considerati a sostegno delle comunità biologiche. Tali elementi sono:

- Ossigeno disciolto, espresso in termini di percentuale di saturazione
- Azoto ammoniacale
- Azoto nitrico
- Fosforo totale

Per quanto riguarda il caso specifico del fiume Aniene, in Figura 2-65 viene riportato l'andamento dell'indice LIMeco registrato tra il 2016 al 2019 in seguito ai campionamenti effettuati da ATO2 presso Ponte Anticoli, Comunacque-Castel Madama e Ponte Salario Nuovo, all'incrocio con via Prati Fiscali. Come si osserva dal grafico le prime due stazioni, situate nel tratto più a monte, presentano per tutti e quattro gli anni uno stato "Elevato" dell'indice LIMeco, mentre la terza stazione, posta all'interno di Roma, presenta uno stato "Scarso" negli anni 2016, 2018 e 2019 mentre nel 2017 lo stato scende a "Cattivo".

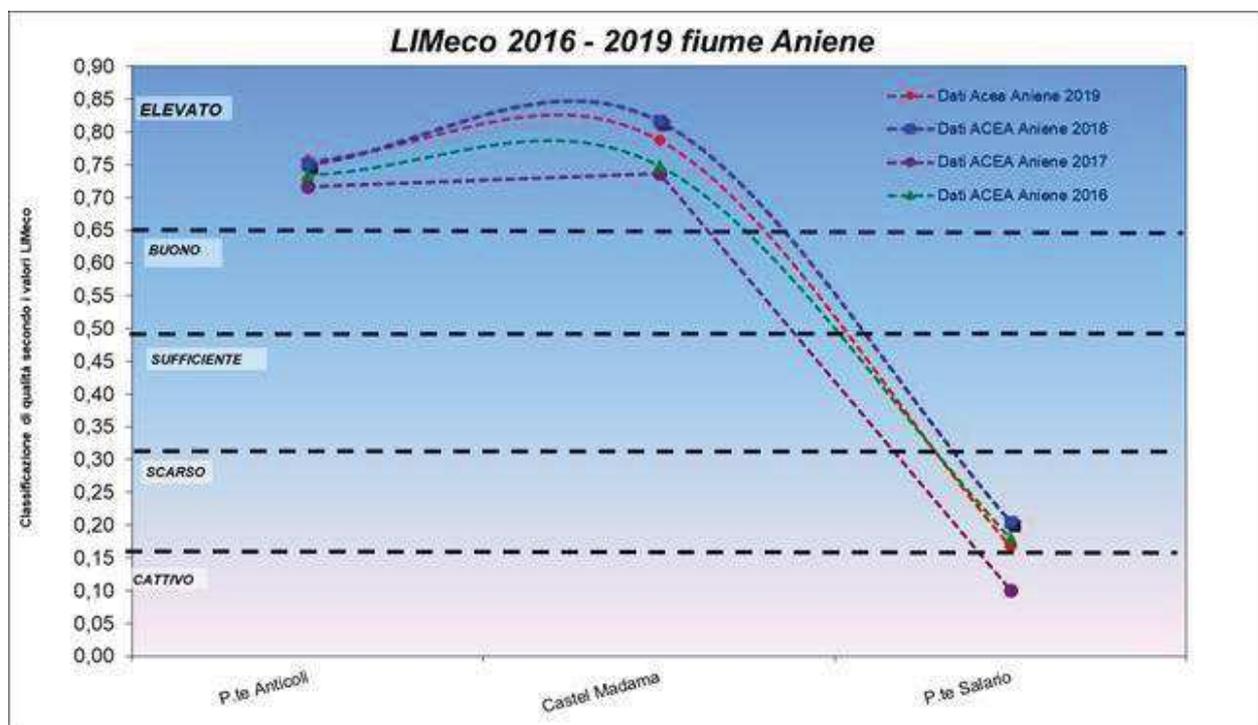


Figura 2-65 Andamento dell'indice LIMeco del fiume Aniene dal 2016 al 2019 secondo i dati ACEA

A titolo di esempio, in Tabella 2-63 si riportano i valori riscontrati nell'arco del monitoraggio 2019 per i parametri che concorrono alla determinazione dell'indice LIMeco.

Codice Pt.	Data Camp.	Ossigeno disciolto	Ammoniaca	Nitrati	Fosforo tot.
		% di saturazione	mg/L NH4	mg/L NO3	mg/L P
A02	15/01/2019	83,9	<0.02	2,84	<0.05
A03	15/01/2019	89,7	<0.02	1,95	<0.05
A07	15/01/2019	85,4	0,31	9,45	0,24
A02	29/01/2019	85,7	<0.02	1,93	<0.05
A03	29/01/2019	89,8	0,03	1,74	0,06
A07	29/01/2019	66,4	0,63	7,09	0,39
A02	05/02/2019	88,1	<0.10	1,57	<0.05
A03	05/02/2019	91,6	0,042	1,68	0,05
A07	05/02/2019	81,7	0,28	5,77	0,25
A02	19/02/2019	88,1	<0.02	1,75	<0.05
A03	19/02/2019	92,3	<0.02	1,89	<0.05
A07	19/02/2019	72,1	0,28	8,22	0,22
A02	05/03/2019	91	1,54	1,8	<0.05
A03	05/03/2019	94,1	0,04	1,74	<0.05
A07	05/03/2019	75,7	0,38	7	0,29
A02	19/03/2019	95,4	0,02	1,93	0,05
A03	19/03/2019	98,1	<0.02	1,63	<0.05
A07	19/03/2019	67,1	0,23	9,16	0,4
A02	02/04/2019	85,3		1,76	<0.05
A03	02/04/2019	91,5		1,42	<0.05
A07	02/04/2019	68	0,25	9,41	0,37
A02	16/04/2019	92,5	<0.02	1,88	0,08
A03	16/04/2019	102,1	0,04	1,43	<0.05
A07	16/04/2019	62	1,56	8,65	0,5
A02	30/04/2019	83,8	<0.02	1,77	<0.05
A03	30/04/2019	88,9	0,02	1,96	<0.05
A07	30/04/2019	66,9	0,51	8,87	0,44
A02	14/05/2019	83,6	<0.02	1,85	<0.05
A03	14/05/2019	90,3	<0.02	1,57	<0.05
A07	14/05/2019	68,4	0,65	9,42	0,4
A02	04/06/2019	82,4	0,03	1,77	0,06
A03	04/06/2019	85,4	0,06	1,78	0,14
A07	04/06/2019	65,7	0,27	6,86	0,36
A02	18/06/2019	94,2	<0.02	1,81	<0.05
A03	18/06/2019	95,7	<0.02	1,65	<0.05

Codice Pt.	Data Camp.	Ossigeno disciolto	Ammoniaca	Nitrati	Fosforo tot.
		% di saturazione	mg/L NH4	mg/L NO3	mg/L P
A07	18/06/2019	71,9	0,2	7,82	0,32
A02	02/07/2019	91,3	<0.02	1,84	0,06
A03	02/07/2019	92,6	0,03	1,51	<0.05
A07	02/07/2019	76,2	0,27	8,76	0,44
A02	16/07/2019	9,6	<0.02	1,75	0,06
A03	16/07/2019	111,4	0,06	1,37	<0.05
A07	16/07/2019	66,8	0,21	8,61	0,41
A02	03/09/2019	95,9	<0.02	2,25	0,09
A03	03/09/2019	99,3	<0.02	1,9	<0.05
A07	03/09/2019	62,7	0,5	10	0,38
A02	17/09/2019	94,2	<0.02	2,24	<0.05
A03	17/09/2019	97,6	<0.02	1,8	<0.05
A07	17/09/2019	71,5	0,25	11,1	0,42
A02	15/10/2019	88,9	0,08	2,07	0,07
A03	15/10/2019	92	<0.02	1,84	<0.05
A07	15/10/2019	66	0,55	10,4	0,45
A02	05/11/2019	83,1	0,02	2,62	0,06
A03	05/11/2019	89	0,02	2,64	0,05
A07	05/11/2019	56,2	0,32	6,99	0,28
A02	03/12/2019	94,6	0,05	1,54	0,14
A03	03/12/2019	100,3	0,04	1,63	0,13
A07	03/12/2019	73,5	0,8	8,05	0,49
A02	17/12/2019	94,1	0,06	1,72	<0.05
A03	17/12/2019	96,4	0,04	1,74	<0.05
A07	17/12/2019	84,2	0,33	7,07	0,26

A02: Ponte Anticoli

A03: Comunacque – Castel Madama

A07: Ponte Salaria Nuovo – Via Salaria (incrocio via Prati Fiscali)

Tabella 2-63 Valori riscontrati nell'arco del monitoraggio 2019 per i parametri che contribuiscono alla determinazione dell'indice LIMeco

La rete di monitoraggio delle acque sotterranee regionale gestita da ARPA Lazio finalizzata alla classificazione dello stato chimico comprende 70 stazioni di campionamento, localizzate in corrispondenza di sorgenti che sono state scelte perché sottendono importanti acquiferi su scala regionale o in quanto soggette a variazioni legate a periodi di siccità.

La classificazione dello stato chimico delle acque sotterranee viene eseguita secondo le indicazioni previste dalla direttiva europea 2000/60/CE, recepita con il D. Lgs 152/06, integrato successivamente dal D.M. 260/10, di modifica al D.Lgs 30/2009. Dal 2015 la suddetta rete è stata implementata da 29 stazioni affinché il numero dei corpi idrici sotterranei monitorati fosse maggiore; si passa così da 16 a 37 rimanendo comunque esiguo il numero dei punti di monitoraggio per acquifero.

Tali stazioni aggiuntive fanno parte di altre reti di monitoraggio: rete per il monitoraggio dei nitrati, dei fitosanitari e stazioni di sorgenti per acqua potabile.

Nella valutazione dello Stato chimico delle acque sotterranee si è tenuto conto del contesto naturale: la normativa prevede infatti che, nel caso sia dimostrata scientificamente la presenza di metalli o altri parametri di origine naturale in concentrazioni di fondo superiori ai limiti fissati per i valori soglia, tali livelli di fondo costituiscono i Valori Soglia per la definizione del Buono Stato Chimico.

Nel reporting WFD a livello distrettuale, per la regione Lazio sono stati fissati i seguenti valori di fondo per Arsenico, Fluoruri e Vanadio, presenti principalmente negli acquiferi vulcanici, ed in misura minore derivanti da sorgenti profonde mineralizzate:

- Arsenico: 0-80
- Fluoruri: 0-3000
- Vanadio: 0-60

In Tabella 2-64 sono elencate le stazioni facenti parte della rete di monitoraggio delle acque sotterranee prossime all'area in esame:

Codice stazione	Comune	Denominazione stazione	Coordinate UTM ED 50 zona 33	
			x	y
S.26	Vallepietra	Casa degli angeli	355291	4644587
S.27	Vallepietra	Pantano alta e bassa	354200	4645887
S.38	Marano Equo	Madonna della quercia	334502	4650183
S.42	Vicovaro	Ronci capo d'acqua	323622	4654747
S.43	Gerano	Maranera	332941	4642759
S.44	Poli	Solara	325895	4638044
S.45	San Vito romano	Vollica	333011	4640104
S.46	Arsoli	Fonte Petricca I gruppo	335491	4656122
S.47	Vallepietra	Carpinetto	353452	4646028
S.48	Jenne	Cerreto gruppo	348938	4637319
S.49	Jenne	Comunacque	350135	4636977

Tabella 2-64 Anagrafica delle stazioni di misura della qualità delle acque sotterranee prossime all'area di studio

I risultati delle analisi effettuate nel corso del sessennio 2014-2020 sono riportati in Tabella 2-65.

Corpo idrico sotterraneo	Complesso idrogeologico	Codice stazione	Stato chimico 2014-2017	Stato chimico 2018-2020
Monti Simbruini-Ernici	CA	S.26 – S.46 – S.47 – S.49 -	Non Buono	Buono

Corpo idrico sotterraneo	Complesso idrogeologico	Codice stazione	Stato chimico 2014-2017	Stato chimico 2018-2020
		S.27 – S.48		
Monti Prenestini-Ruffi- Cornicolani	CA	S.38 – S.44 – S.42	Non Buono	Non Buono
Unità terrigena delle valli dei fiumi Sacco, Liri e Garigliano	DQ	S.43 – S.45	Non Buono	Non Buono

Tabella 2-65 Stato chimico delle acque sotterranee nel sessennio 2014-2020 (Fonte: ARPA Lazio)

Come si evince dalla tabella, lo stato delle acque sotterranee è, per la quasi totalità dei corpi idrici sotterranei considerati, “Scarso”, eccezion fatta per l’acquifero carbonatico dei Monti Simbruini – Ernici al quale, nel secondo triennio di monitoraggio (2018-2020), è stato assegnato uno Stato Chimico “Buono”.

2.4.12 Livello di falda

Durante la campagna di indagine geognostica sono stati realizzati in totale 12 piezometri di monitoraggio localizzati l’ungo il tracciato del Nuovo Acquedotto Marcio, di cui 5 si collocano in prossimità del tracciato della Prima Fase Funzionale (Figura 2-66), necessari per la ricostruzione delle superfici piezometriche delle falde ospitate dagli acquiferi, al fine di valutare in maniera corretta la possibilità di una loro interazione con i tracciati acquedottistici. In corrispondenza di tali piezometri è stato effettuato un monitoraggio mensile, svoltosi in parallelo allo sviluppo delle indagini geognostiche a partire dal mese di agosto 2020 fino ad Ottobre 2021.

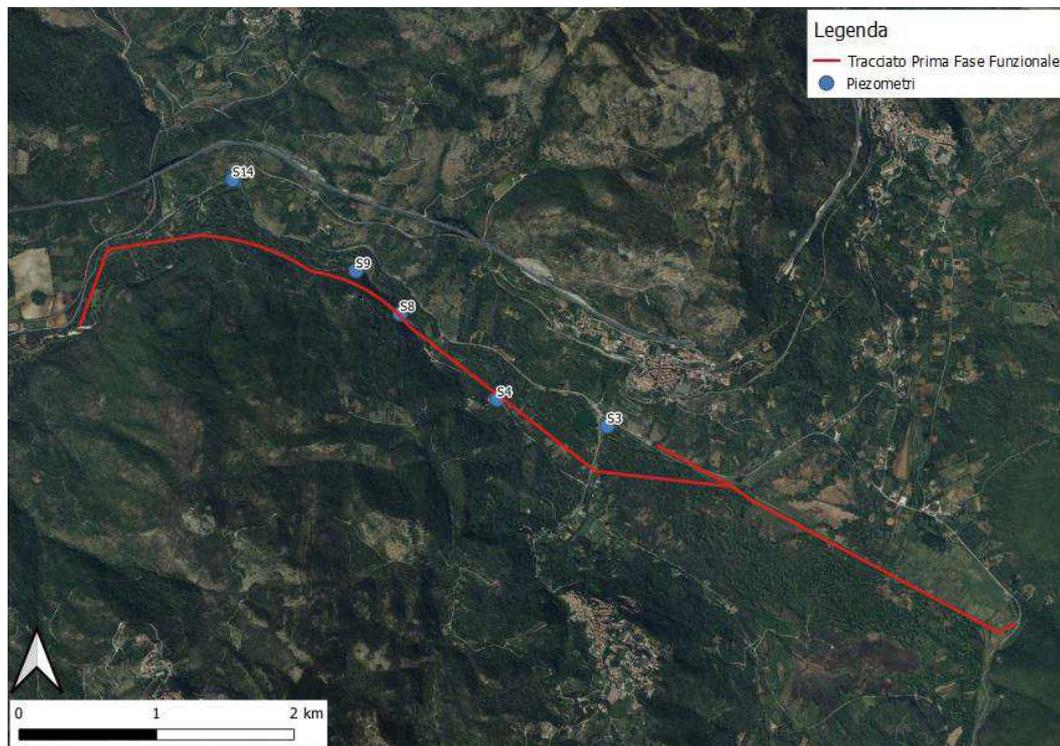


Figura 2-66 Ubicazione dei piezometri realizzati nell'area interessata dalla Prima Fase Funzionale.

I piezometri indicati nella Figura 2-66 si collocano in corrispondenza dell'affioramento dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri.

L'analisi delle variazioni del livello della superficie piezometrica misurato per ogni singolo piezometro nel periodo Settembre 2020 – Ottobre 2021 (Figura 2-67) indica, per misure eseguite contemporaneamente, che mentre nei primi quattro la quota relativa diminuisce spostandosi verso valle, nel piezometro S14 la falda risulta stazionare ad una quota maggiore rispetto ai due ubicati a monte (piezometri S8 e S9); ciò evidenzia che si possano riferire ad acquiferi differenti, ipotesi che trova conferma anche nella differente conducibilità elettrica misurata all'interno dei piezometri. In particolare, nei piezometri S3, S4, S8 e S9 la quota piezometrica può essere ricondotta alla falda regionale dei Monti Simbruini (compresa tra 319 e 311 metri s.l.m.) che in questo settore della valle è in continuità idraulica con i depositi alluvionali permeabili, mentre nel piezometro S14 gli stessi depositi alluvionali appaiono in continuità idraulica con la circolazione idrica della falda regionale dei Monti Sabini meridionali (la cui quota è compresa tra 314 e 317 metri s.l.m.).

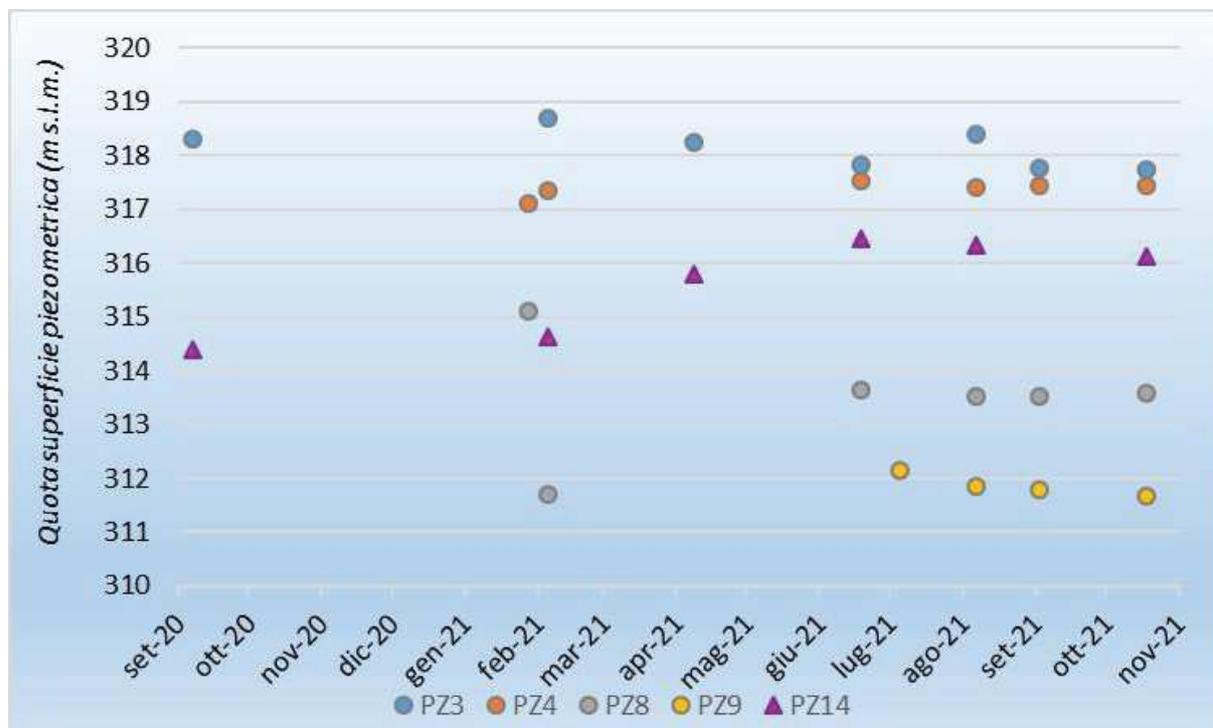


Figura 2-67 Andamento della superficie piezometrica misurata nei piezometri 3, 4, 8, 9 e 14 tra settembre 2020 ed ottobre 2021

Sono riassunte di seguito procedure e modalità d'installazione in foro di sondaggio dei tubi piezometrici, accompagnate dai risultati del monitoraggio.

Piezometro PZ3

Realizzato in data 06/08/2021, il piezometro PZ3 è ubicato a valle dell'abitato di Roviano (42°01'20.06"N, 12°59'26.42"E), ad una quota di 321 m s.l.m. Si tratta di un piezometro a tubo aperto in materiale plastico, di diametro pari a 50.80 mm e di lunghezza complessiva pari a 30 metri di cui:

- Tubo cieco: da 0.00 a 2.00 m;
- Tubo cieco: da 2.00 a 30.00 m.

Dal confronto con la stratigrafia di sondaggio corrispondente, il piezometro PZ3 risulta intestato, per i primi 3 metri da fondo foro, in calcareniti molto fratturate, appartenenti al complesso delle calcareniti mioceniche, a loro volta sovrastate da 27 metri del Complesso dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri, presenti in loco come alternanze di argille con limo e limi sabbiosi.

Il piezometro PZ3, selezionato come idoneo al monitoraggio piezometrico, ha restituito un valore di soggiacenza media pari a 2.9 ± 0.4 m da piano campagna, corrispondente ad un livello piezometrico medio di 318.1 ± 0.4 m s.l.m.

DATA	27/08/2020	07/09/2020	28/01/2021	05/02/2021	08/04/2021	18/06/2021	05/07/2021	06/08/2021	02/09/2021	18/10/2021
Soggiacenza(da p.c.)	-	2.69	-	2.31	-	3.18	-	2.6	3.24	3.27
Livello Piezometrico (m s.l.m.)	-	318.31	-	318.69	-	317.82	-	318.4	317.76	317.73

Tabella 2-66 Valori di soggiacenza e livello piezometrico riferiti al piezometro 3.

Piezometro PZ4

Realizzato in data 27/10/2020, il piezometro PZ4 è ubicato a SW dell'abitato di Roviano (42°01'25.72"N, 12°58'51.42"E), ad una quota di 323 m s.l.m. Si tratta di un piezometro a tubo aperto in materiale plastico, di diametro pari a 76.2 mm e di lunghezza complessiva pari a 38 metri di cui:

- Tubo cieco: da 0.00 a 3.00 m;
- Tubo filtro: da 3.00 a 38.00 m.

Dal confronto con la stratigrafia di sondaggio corrispondente, il piezometro PZ4 risulta intestato, per i primi 14 metri da fondo foro, in arenarie da fratturate a mediamente compatte, riconosciute come appartenenti al complesso dell'Unità arenaceo-pelitica, a loro volta sovrastate da 24 metri del complesso dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri, presenti in loco come argille sabbiose e sabbie argillose lungo il tratto filtrante e come brecce calcaree in corrispondenza del tratto, più superficiale, di tubo cieco.

Il piezometro PZ4, ritenuto idoneo al monitoraggio piezometrico, ha restituito un valore di soggiacenza media pari a 5.6 ± 0.13 m da piano campagna, corrispondente ad un livello piezometrico medio di 317.4 ± 0.13 m s.l.m.

DATA	27/08/2020	07/09/2020	28/01/2021	05/02/2021	08/04/2021	18/06/2021	05/07/2021	06/08/2021	02/09/2021	18/10/2021
Soggiacenza(da p.c.)	-	-	5.9	5.65	-	5.48	-	5.6	5.56	5.56
Livello Piezometrico (m s.l.m.)	-	-	317.1	317.35	-	317.52	-	317.4	317.44	317.44

Tabella 2-67 Valori di soggiacenza e livello piezometrico riferiti al piezometro 4.

Piezometro PZ8

Realizzato in data 06/11/2020, il piezometro PZ8 è ubicato poco più ad Ovest della traversa di Roviano (42°01'46.23"N, 12°58'20.85"E), ad una quota di 318 m s.l.m. Si tratta di un piezometro a tubo aperto in materiale plastico, di diametro pari a 76.2 mm e di lunghezza complessiva pari a 35 metri di cui:

- Tubo cieco: da 0.00 a 3.00 m;
- Tubo filtro: da 3.00 a 35.00 m.

Dal confronto con la stratigrafia di sondaggio corrispondente, il piezometro PZ8 risulta intestato, per i primi 12 metri da fondo foro in calcari fratturati e sabbie calcaree sciolte, travertinose, riconosciute come parte del complesso dell'Unità spongolitica marnosa, a loro volta sovrastate da 23 metri del complesso dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri, presenti in loco come brecce calcaree e limi argillosi.

Il piezometro PZ8, giudicato idoneo al monitoraggio piezometrico, ha restituito un valore di soggiacenza media pari a 4.5 ± 1.0 m da piano campagna, corrispondente ad un livello piezometrico medio di 313.5 ± 1.0 m s.l.m.

DATA	27/08/2020	07/09/2020	28/01/2021	05/02/2021	08/04/2021	18/06/2021	05/07/2021	06/08/2021	02/09/2021	18/10/2021
Soggiacenza (da p.c.)	-	-	2.9	6.3	-	4.36	-	4.48	4.49	4.43
Livello Piezometrico (m s.l.m.)	-	-	315.1	311.7	-	313.64	-	313.52	313.51	313.57

Tabella 2-68 Valori di soggiacenza e livello piezometrico riferiti al piezometro 8.

Piezometro PZ9

Realizzato in data 01/07/2021, il piezometro PZ9 è ubicato a SE dell'abitato di Cineto Romano ($42^{\circ}01'55.9''N, 12^{\circ}58'07.5''E$), ad una quota di 315.5 m s.l.m. Si tratta di un piezometro a tubo aperto in materiale plastico, di lunghezza complessiva pari a 55 metri di cui:

- Tubo cieco: da 0.00 a 6.00 m;
- Tubo filtro: da 6.00 a 55.00 m.

Dal confronto con la stratigrafia di sondaggio corrispondente, il piezometro PZ9 risulta intestato, per i primi 7 metri da fondo foro, in calcari grigi con vene di calcite, caratterizzati da uno stato medio di fratturazione, riconosciuti come parte del complesso delle Scaglie marnose-argillose, a loro volta sovrastati da 48 metri del complesso dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri, in particolare sabbie limose in profondità e ghiaie in matrice sabbiosa verso la superficie.

Il piezometro PZ9, selezionato come idoneo al monitoraggio piezometrico, ha restituito un valore di soggiacenza media pari a 3.6 ± 0.2 m da piano campagna, corrispondente ad un livello piezometrico medio di 311.9 ± 0.2 m s.l.m.

DATA	27/08/2020	07/09/2020	28/01/2021	05/02/2021	08/04/2021	18/06/2021	05/07/2021	06/08/2021	02/09/2021	18/10/2021
Soggiacenza (da p.c.)	-	-	-	-	-	-	3.35	3.65	3.71	3.83
Livello Piezometrico (m s.l.m.)	-	-	-	-	-	-	312.15	311.85	311.79	311.67

Tabella 2-69 Valori di soggiacenza e livello piezometrico riferiti al piezometro 9.

Piezometro PZ14

Realizzato in data 08/08/2020, il piezometro PZ14 è ubicato a Sud dell'abitato di Cineto Romano ($42^{\circ}2'17.90''N, 12^{\circ}57'27.88''E$), ad una quota di 3123 m s.l.m. Si tratta di un piezometro a tubo aperto in materiale plastico, di lunghezza complessiva pari a 50 metri di cui:

- Tubo cieco: da 0.00 a 2.00 m;
- Tubo filtro: da 2.00 a 50.00 m.

Dal confronto con la stratigrafia di sondaggio corrispondente, il piezometro PZ14 risulta intestato, per i primi 20 metri da fondo foro, in calcari biancastri sottilmente stratificati e fratturati, riconosciuti come parte del complesso delle Scaglie marnose-argillose, a loro volta sovrastati da 30 metri del complesso dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri, presenti in loco prevalentemente come sabbie limoso-ghiaiose poco addensate e ghiaie sabbiose mediamente addensate.

Il piezometro PZ14 è risultato idoneo al monitoraggio piezometrico ed ha restituito un valore di soggiacenza media pari a 7.4 ± 0.8 m da piano campagna, corrispondente ad un livello piezometrico medio di 315.6 ± 0.8 m s.l.m.

DATA	27/08/2020	07/09/2020	28/01/2021	05/02/2021	08/04/2021	18/06/2021	05/07/2021	06/08/2021	02/09/2021	18/10/2021
Soggiacenza(da p.c.)	-	8.6	-	8.38	7.2	6.55	-	6.67	-	6.87
Livello Piezometrico (m s.l.m.)	-	314.4	-	314.62	315.8	316.45	-	316.33	-	316.13

Tabella 2-70 Valori di soggiacenza e livello piezometrico riferiti al piezometro 14.

Il piezometro PZ32 è stato ritenuto idoneo al monitoraggio piezometrico ed ha restituito un valore di soggiacenza media pari a 3.1 ± 0.2 m da piano campagna, corrispondente ad un livello piezometrico medio di 269.9 ± 0.2 m s.l.m.

DATA	27/08/2020	07/09/2020	28/01/2021	05/02/2021	08/04/2021	18/06/2021	05/07/2021	06/08/2021	02/09/2021	18/10/2021
Soggiacenza(da p.c.)	-	-	-	-	-	-	3.1	2.85	3.2	3.3
Livello Piezometrico (m s.l.m.)	-	-	-	-	-	-	269.9	270.15	269.8	269.7

Tabella 2-71 Valori di soggiacenza e livello piezometrico riferiti al piezometro 32.

I dati relativi al monitoraggio piezometrico realizzato ed attuato per i piezometri negli ultimi mesi sono stati utilizzati per realizzare 4 mappe piezometriche a scala locale. L'area interessata dalla Prima Fase Funzionale ricade nelle seguenti aree:

- "Mola di Regno": l'area presenta un drenaggio da SE verso NW, in direzione della valle alluvionale del Fiume Aniene. La falda del complesso alluvionale, che risulta essere in continuità idraulica con quella regionale dei Monti Simbruini, raggiunge le quote maggiori (327 metri s.l.m.) in prossimità della zona di emergenza "Le Serene".

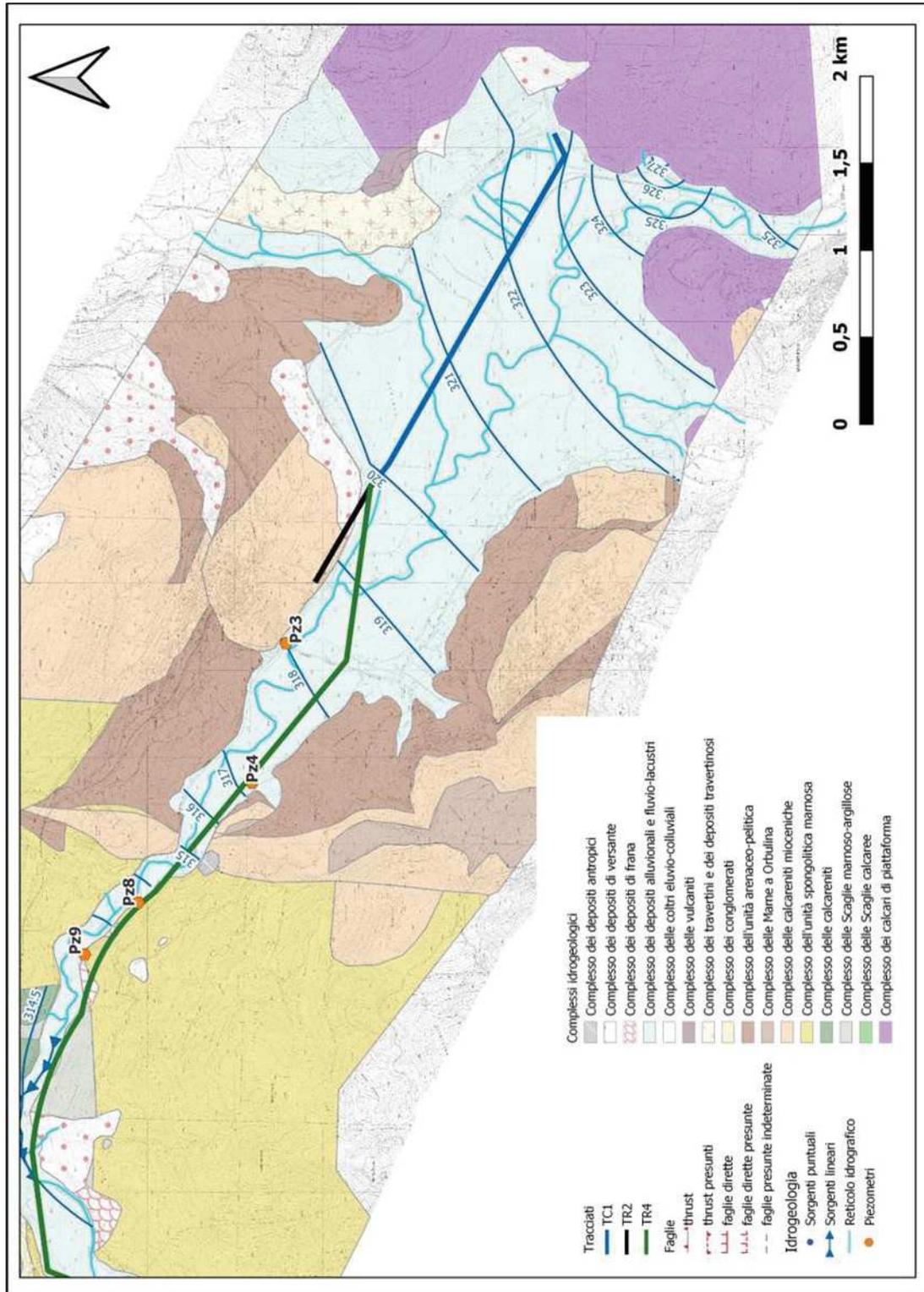


Figura 2-68 Piezometria dell'area "Mola di Regno"

- “Valle Stretta”: il drenaggio va da N verso S, in direzione della valle alluvionale del Fiume Aniene in prossimità della confluenza del Fosso della Scarpa. La falda nel complesso alluvionale, in continuità con quella regionale dei Monti Sabini meridionale, raggiunge le quote maggiori (316 metri s.l.m.) in prossimità del piezometro 16 e del Fosso della Scarpa a monte della S.S. Tiburtina.

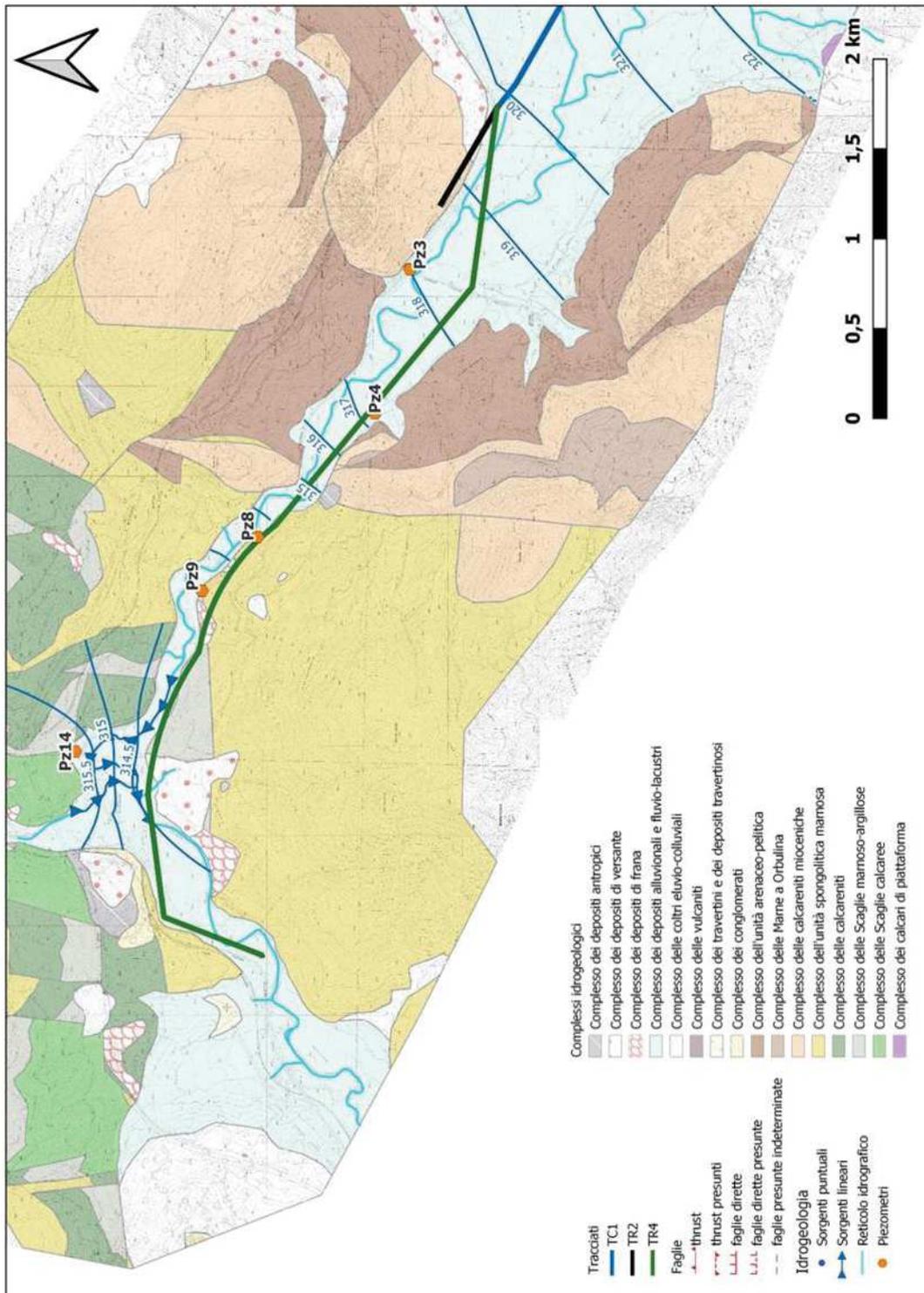


Figura 2-69 Piezometria dell'area "Valle Stretta".

2.4.13 Vulnerabilità dell'acquifero

La vulnerabilità dell'acquifero dipende da fattori intrinseci dell'acquifero stesso, quali la porosità, la permeabilità e la soggiacenza della falda.

Con riferimento alla carta della vulnerabilità intrinseca inclusa nel Piano di Tutela delle Acque Regionale del Lazio, il tracciato di progetto attraversa settori a vulnerabilità diversa: il tratto che va dall'inizio del tracciato fino a Mandela si colloca sostanzialmente in una zona a vulnerabilità elevata corrispondente al fondovalle.

2.4.14 Cave e discariche

Al fine di verificare la disponibilità di attività estrattive nell'area è stata effettuata una ricerca delle cave attive in un raggio di circa 30 km dal baricentro del tracciato della Prima Fase Funzionale della realizzazione del Nuovo Acquedotto Marcio.

Nello specifico sono state individuate le cave dalle quali vengono estratti materiali inerti e per malte cementizie o leganti, come riportato in Tabella 2-73 e Figura 2-70.

Codice	Rag. Sociale	Provincia	Comune	Litologia	Distanza [km]
RIO001	SO.GE.MA	Roma	Riofreddo	Calcari da inerti per costruzioni e/o malte cementizie	4,71
GUI005	BUZZI UNICEM	Roma	Guidonia	Calcari da inerti per costruzioni e/o malte cementizie	21,99
ROG001	CALCESTRUZZI TURANESE	Roma	Roccagiovine	Sabbie e ghiaie da inerti per costruzioni	6,85
MAL001	C.I.M.	Roma	Marcellina	Calcari da inerti per costruzioni e/o malte cementizie	15,20
GUI004	BUZZI UNICEM	Roma	Guidonia	Depositi argillosi per laterizi e/o leganti	22,98
TIV021	BUZZI UNICEM	Roma	Tivoli	Materiali vulcanici per leganti, inerti, inerti leggeri e isolanti	20,72
ROM015	FORNACI DCB	Roma	Roma	Depositi argillosi per laterizi e/o leganti	32,08
66062C	NOMENTANA CAVE	L'Aquila	Oricola	Calcari da inerti per costruzioni e/o malte cementizie	6,30

Tabella 2-72 Elenco delle cave attive nel raggio di circa 30 km dal baricentro del tracciato della Prima Fase Funzionale

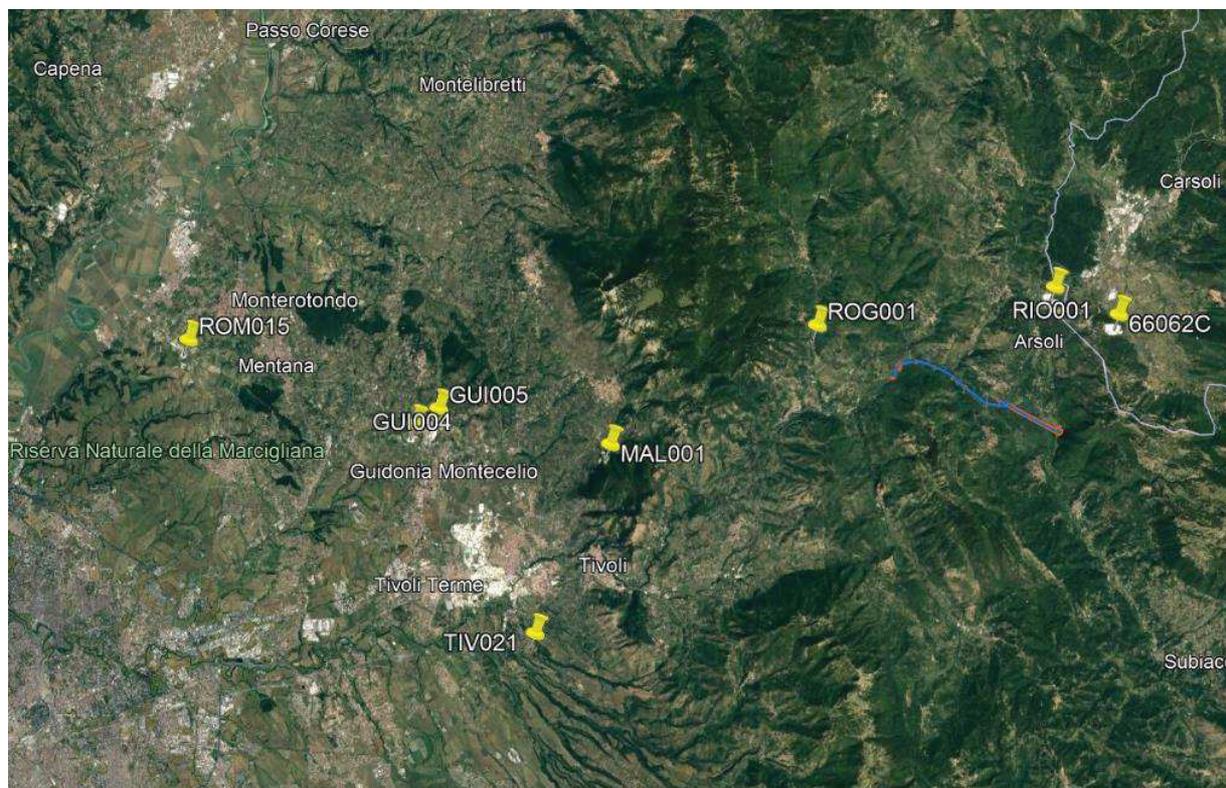


Figura 2-70 Ubicazione delle cave attive ubicate a circa 30 km di distanza dal tracciato della Prima Fase Funzionale

Per quanto concerne gli impianti di gestione dei rifiuti, è stata effettuata una ricerca dei siti autorizzati allo stoccaggio ed al recupero dei rifiuti con codice C.E.R. 17 05 04 (terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03) ubicati nel territorio della Città Metropolitana di Roma e all'interno della Provincia di L'Aquila posti ad una distanza massima dal tracciato di progetto di circa 50 km. Tale ricerca ha messo in evidenza l'esistenza di 7 siti attivi, riportati in Tabella 2-73 e Figura 2-71.

N	Rag. Sociale	Comune	Provincia	Tipologia impianto	Distanza [km]
R1	Trash SRL	Roma	RM	Discarica / Recupero	34,03
R2	Gruppo Porcarelli	Roma	RM	Discarica / Recupero	28,92
R3	Eco 2000	Artena	RM	Discarica / Recupero	30,96
R4	SEIPA SRL	Roma	RM	Discarica / Recupero	47,55
R5	CODIMAR SRL	Capistrello	AQ	Discarica / Recupero	32,08
D1	Centro Riciclo Colleferro	Colleferro	RM	Discarica	29,59

N	Rag. Sociale	Comune	Provincia	Tipologia impianto	Distanza [km]
D2	Paolacci s.r.l.	Piombinara	RM	Discarica	28,95

Tabella 2-73 Elenco degli impianti di recupero rifiuti autorizzati alla gestione delle terre da scavo (CER 17 05 04)

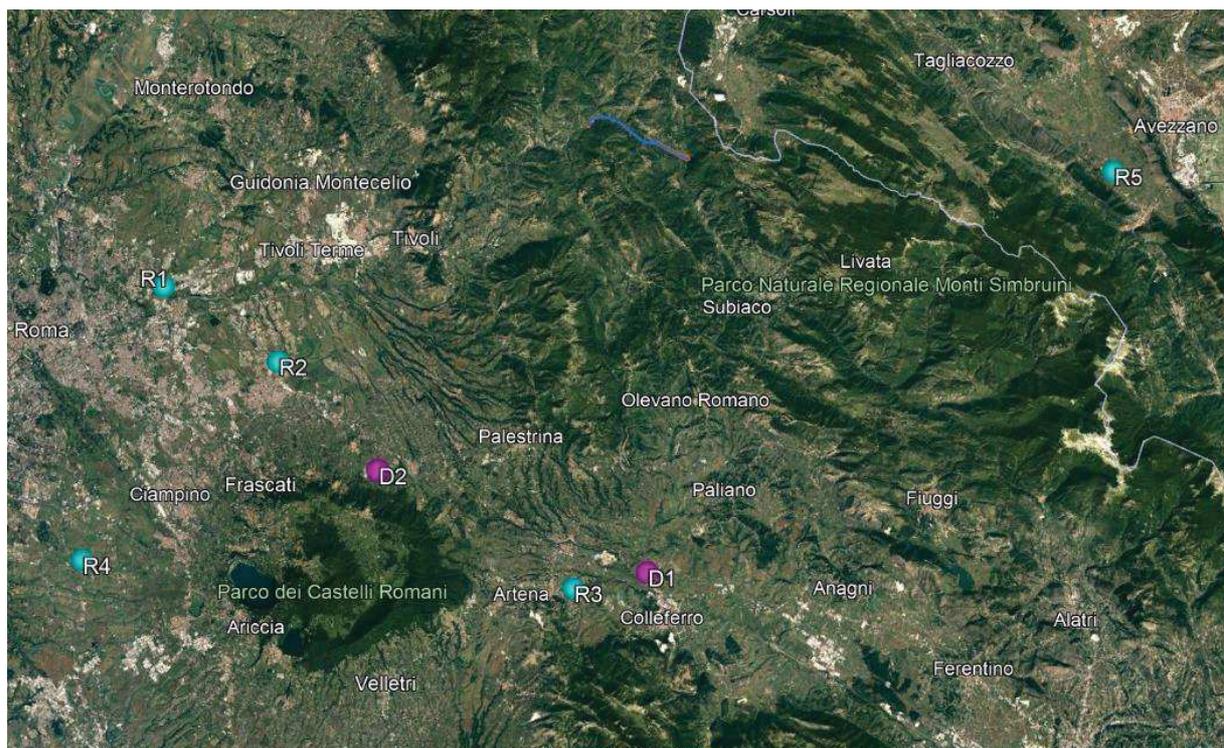


Figura 2-71 Ubicazione degli impianti di gestione rifiuti attivi nel raggio di 50 km dal tracciato della Prima Fase Funzionale

2.4.15 Siti contaminati

I Siti d'Interesse Nazionale (SIN) sono siti contaminati individuabili, ai fini della bonifica, in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali. (Art. 252, comma 1 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.).

Nel Lazio l'unico SIN perimetrato è quello del bacino del fiume Sacco, perimetrato con D.M. 22/11/2016.

Analogamente, in Abruzzo, l'unico SIN perimetrato è quello di Bussi sul Tirino (D.M. 49 del 27/01/2021).

Come si vede in Figura 2-72, nessuno dei due SIN ricade nell'area interessata dal progetto.



Figura 2-72 Ubicazione dei SIN di Bussi sul Tirino e della Valle del Sacco rispetto al tracciato della Prima Fase FUNzionale (in blu).

Per quanto riguarda i siti potenzialmente contaminati, sono state consultate le anagrafi delle regioni Lazio⁸ e Abruzzo⁹, curate dalle rispettive ARPA ed aggiornate all'anno 2020, al fine di valutare la presenza di tali siti nell'intorno del tracciato di progetto e delle relative aree di cantiere.

La consultazione delle anagrafi ha evidenziato la presenza di quattro siti potenzialmente contaminati ubicati a distanze inferiori a 5 km dal tracciato di progetto e dalle aree di cantiere, localizzati unicamente nel Lazio.

8 <https://www.arpalazio.it/web/guest/ambiente/suolo-e-bonifiche/dati-suolo-e-bonifiche>

9 https://www.artaabruzzo.it/siti-contaminati.php?id_page=1

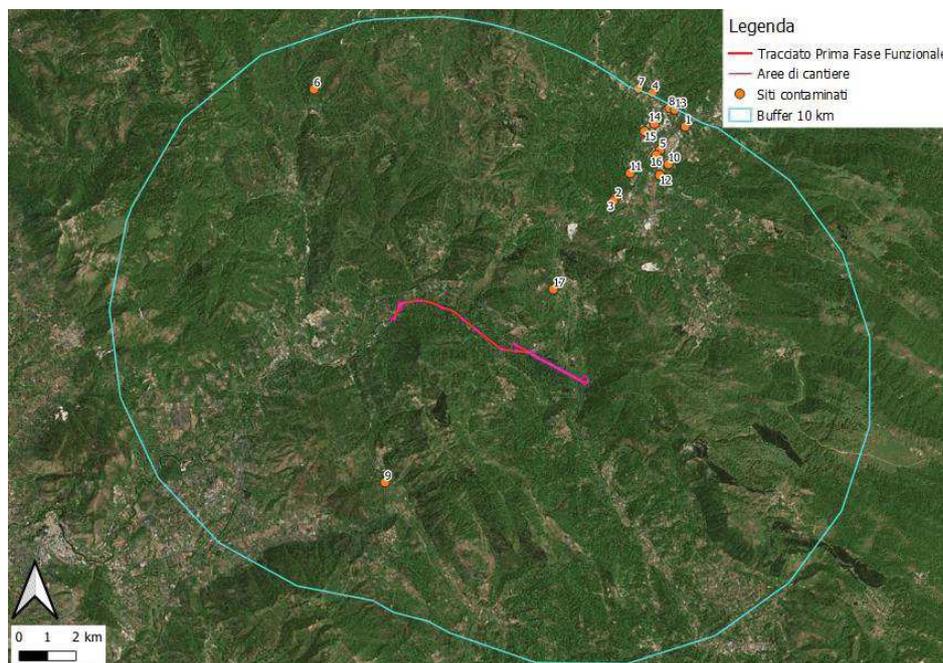


Figura 2-73 Ubicazione del sito potenzialmente contaminato posto a distanza di circa 10 km dal tracciato di progetto o dalle aree di cantiere

ID	Nome	Comune	Prov.	Distanza [km]
1	Albergo Le Sequoie	Carsoli	AQ	9,46
2	Area di servizio Civita Nord PVF n. 5667	Oricola	AQ	6,25
3	Area di servizio Civita Sud PVC AGIP	Oricola	AQ	6,06
4	ATIMEC	Carsoli	AQ	10,01
5	Autocarrozzeria 2000	Oricola	AQ	8,42
6	Cabina ENEL n. 025627 "Coppolino"	Percile	RM	8,1
7	Casa Bianca	Carsoli	AQ	9,95
8	Eidomat Italia S.p.A.	Carsoli	AQ	9,89
9	ENEL CABINA "Agriturismo" N. 449157	Ciciliano	RM	6,17
10	Fornace Corvaia	Oricola	AQ	8,13
11	Fornace Nitoglia	Oricola	AQ	7,25
12	Luciani Marmi	Oricola	AQ	7,64
13	Olivetti	Carsoli	AQ	9,94
14	P.E.I. C.R.E.A.	Carsoli	AQ	9,08
15	Pozzo Grissitalia	Oricola	AQ	8,7
16	Pozzo Vetreria TecnoGlass			8,2
17	Sorgente Fonte Petricca I Gruppo (Codice Stazione S46)			2,37

Tabella 2-74 Siti potenzialmente contaminati ubicati a distanze inferiori a circa 10 km dal tracciato di progetto e dalle aree di cantiere

2.5 E – Atmosfera: aria e clima

2.5.1 Analisi meteoclimatica

2.5.1.1 Analisi generali

Il presente paragrafo è volto all'analisi meteoclimatica dell'area di studio. Tale analisi è strutturata al fine di perseguire una finalità costituita da due fasi consequenziali: in primis occorre analizzare dal punto di vista "storico" il contesto di intervento, definendo in un arco temporale ampio le condizioni climatiche che hanno caratterizzato l'area interessata dall'iniziativa progettuale in esame, secondariamente occorre analizzare il dato meteorologico di riferimento per le simulazioni modellistiche dell'area di intervento al fine di verificarne la coerenza con il dato storico.

In questo modo sarà possibile validare il dato utilizzato e verificare che le simulazioni effettuate non facciano riferimento ad outliers meteorologici che potrebbero inficiare l'intero processo di analisi.

La presente trattazione pertanto sarà divisa in due parti principali: "il dato storico" che descrive l'analisi nell'arco temporale di riferimento 1971 – 2000 e l'analisi dei "dati di simulazione" corrispondenti all'anno 2020.

2.5.1.2 Il dato storico: andamento 1971-2000

L'analisi meteorologica dell'area di intervento è stata effettuata sulla base dei dati presenti nell'Atlante Climatico dell'Aeronautica Militare che raccoglie i dati relativi ad un arco temporale di un trentennio, permettendo così la ricostruzione, in termini medi, dell'andamento meteo climatico.

L'Atlante è gestito dall'Aeronautica Militare e risulta coerente con quanto espresso dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) dove il clima è definito come lo stato medio delle variabili fisiche atmosferiche, con riferimento ad uno specifico periodo temporale e ad un'area circoscritta.

Nei paragrafi successivi verranno analizzati separatamente diversi indicatori climatici appartenenti a tre categorie: Temperature, Precipitazioni e Venti. Per comprendere e rendere facilmente leggibili tali indicatori, di seguito si riportano le legende. Con specifico riferimento alle temperature, gli indicatori analizzati sono riportati in Tabella 2-75.

Simbolo	Descrizione	U.M.
Tm	Temperatura media (max + min)/2	°C
Tx 1d	Temperatura massima media della prima decade	°C
Tx 2d	Temperatura massima media della seconda decade	°C
Tx 3d	Temperatura massima media della terza decade	°C
Txm	Temperatura massima media mensile	°C
Tn 1d	Temperatura minima media della prima decade	°C
Tn 2d	Temperatura minima media della seconda decade	°C
Tn 3d	Temperatura minima media della terza decade	°C

Tnm	Temperatura minima media mensile	°C
TxP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature massime	°C
TnP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature minime	°C
P99x (P99n)	99° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P85x (P85n)	85° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P15x (P15n)	15° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P1x (P1n)	1° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
NgTn<=0	N° giorni con Tn (temperatura minima) <= 0 °C	(conteggio)
NgTn<=-5	N° giorni con Tn (temperatura minima) <= -5 °C	(conteggio)
NgTx>=25	N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 25 °C	(conteggio)
NgTx>=30	N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 30 °C	(conteggio)
GrGi>0	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 0°C	°C
GrGi>5	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 5°C	°C
GrGi_18	Gradi-giorno (Somme (S-Tm) solo se (S-Tm) > 0°), dove S = 18°C	°C
Txx	Temperatura massima assoluta	°C
An Txx	Anno in cui si è verificata Txx	
Tnn	Temperatura minima assoluta	°C
An Tnn	Anno in cui si è verificata Tnn	

Tabella 2-75 Indicatori di temperatura (fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Con riferimento alle precipitazioni ed eventi correlabili, i principali indicatori sono riportati in Tabella 2-76.

Simbolo	Descrizione	U.M.
RTot	Precipitazione totale media mensile	mm
RQ0	Minimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
RQ1	Primo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ2	Secondo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ3	Terzo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ4	Quarto quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ5	Massimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
Rx12a	Precipitazione massima fra le ore 00 e le 12 (ora UTC)	mm
Rx12b	Precipitazione massima fra le ore 12 e le 24 (ora UTC)	mm
Rx24	Precipitazione massima in 24 ore	mm
An Rx24	Anno in cui si è verificata Rx24	
Ng R>1	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 1 mm	(conteggio)
Ng R>5	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 5 mm	(conteggio)
Ng R>10	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 10 mm	(conteggio)
Ng R>50	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 50 mm	(conteggio)
Ng Fog	Numero medio di giorni al mese con nebbia	(conteggio)
Ux%	Media mensile dell'umidità percentuale massima	%
Un%	Media mensile dell'umidità percentuale minima	%
Ng h6 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 6	(conteggio)
Ng h6 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 6	(conteggio)
Ng h18 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 18	(conteggio)
Ngh18 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 18	(conteggio)

Tabella 2-76 Indicatori delle precipitazioni (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Infine, in relazione alla distribuzione dei venti è possibile fare riferimento alla Tabella 2-77.

Simbolo	Descrizione	U.M.
HH	Orario	UTC
MM	Mese	
Calme	Percentuali dei casi di vento con intensità = 0 nodi	%
N1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 1 e 10 nodi	%
N11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 11 e 20 nodi	%
N>20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità superiore a 20 nodi	%
NE1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NE11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NE>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
E1-10	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
E11-20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
E>20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità superiore a 20 nodi	%
SE1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SE11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SE>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
S1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 1 e 10 nodi	%
S11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 11 e 20 nodi	%
S>20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità superiore a 20 nodi	%
SW1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SW11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SW>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
W1-10	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
W11-20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
W>20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
NW1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NW11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NW>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
Vxx	Intensità massima del vento	KT

Tabella 2-77 Indicatori della distribuzione dei venti (fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Per il rilevamento dei dati meteorologici sono state inizialmente prese le due centraline più vicine all'area oggetto di studio riportate in Figura 2-74 e rispettivamente Stazione AM Guidonia e Stazione AM Ciampino.



Figura 2-74 Localizzazione stazioni meteorologiche

Stazione AM	Distanza massima dall'intervento (*)	Percentuale di dati assenti/invalidi (**)	Idonea per le analisi
Guidonia	25 km	> 20 %	✘
Ciampino	40 km	< 20%	✔

(*) «Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente Atmosfera e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A.» - APAT

(**) «Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera» - ARPA Lombardia

Tabella 2-78 Valutazione della idoneità delle centraline per l'analisi meteoroclimatica

Dopo aver effettuato una valutazione sulla quantità e validità dei dati a disposizione per ciascuna delle due possibili centraline, è stato ritenuto opportuno scegliere per l'analisi meteoroclimatica la centralina di Ciampino, la quale risulta avere i dati sufficienti per condurre una valida analisi modellistica.

La stazione meteo di Ciampino, ubicata nell'area sud-orientale di Roma, presso l'aeroporto di Roma-Ciampino, che dista dall'area di studio circa 40 chilometri, può essere ritenuta significativa e rappresentativa delle condizioni meteo-climatiche dell'area in esame, in quanto, come riporta il documento dell'APAT "*Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente Atmosfera e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A.*", le osservazioni rilevate dalle stazioni meteo dell'Aeronautica Militare sono rappresentative di un'area di circa 70 chilometri di raggio.

La stazione meteo di riferimento è inquadrata in Figura 2-75 con le seguenti coordinate:

- Lat: 41.482949;
- Lng: 12.350582.

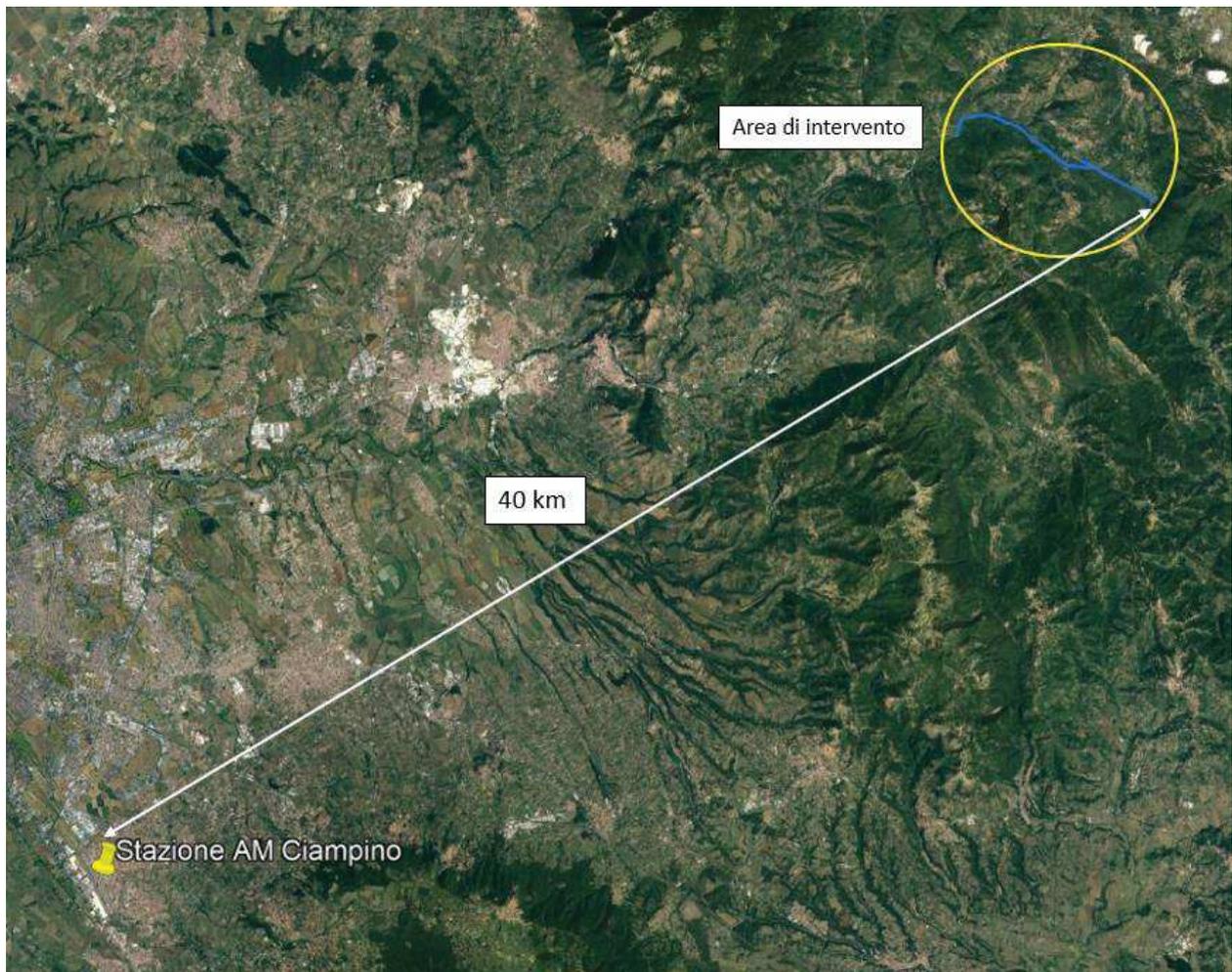


Figura 2-75 Localizzazione della Stazione meteorologica di Roma – Ciampino rispetto l'area di intervento

Regime termico

Il primo aspetto analizzato nella trattazione del dato storico riguarda il regime termico. La Tabella 2-79 riporta i dati principali circa le temperature nei tre decenni di analisi.

Mese	Tm	Tx1d	Tx2d	Tx3d	Txm	Tn1d	Tn2d	Tn3d	Tnm	TxP85 -15	TnP85 -15	Tm
Gen	7.5	11.4	11.7	12.4	11.9	2.8	2.8	3.6	3.1	5.2	7.8	7.5
Feb	8.2	13	12.6	13.3	13	3.5	3.5	3.4	3.5	5.4	7	8.2
Mar	10.2	14.2	15.2	16.3	15.2	4.3	5.1	6	5.2	5.8	6.4	10.2
Apr	12.6	17.2	17	18.8	17.7	7.4	6.8	8.3	7.5	6.2	5.4	12.6
Mag	17.2	20.9	22.9	24.3	22.8	10.4	11.8	12.7	11.6	7.4	5.2	17.2
Giu	21.1	26.1	26.6	28.1	26.9	14.5	15.1	16.3	15.3	6.6	5	21.1
Lug	24.1	29.5	30.1	31	30.3	17.5	18	18.5	18	5.4	4.6	24.1
Ago	24.5	31.6	31.1	29.1	30.6	18.9	18.7	17.5	18.3	6.4	4.8	24.5
Set	20.8	27.6	26.7	25.2	26.5	15.9	15.2	14.5	15.2	6.2	5.2	20.8
Ott	16.4	23	21.9	19.6	21.4	12.7	11.7	9.7	11.3	6.6	7.2	16.4
Nov	11.4	17.9	15.9	13.9	15.9	8.5	7.1	5.1	6.9	6.6	8	11.4
Dic	8.4	13	12.7	12	12.6	4.4	4.5	3.8	4.2	5.8	8.4	8.4
Mese	NgTn ≤0	NgTn ≤-5	NgTx ≥25	NgTx ≥30	GrGi >0	GrGi >5	GrGi _18	Txx	AnTx	Tnn	AnTn	NgTn ≤0
Gen	6.7	0.4	0	0	232	80	325	19.8	1971	-11	1985	6.7
Feb	4.9	0	0	0	231	91	275	21.2	1978	-4.4	1993	4.9
Mar	2.1	0.1	0.1	0	315	161	241	26.6	1981	-5.6	1971	2.1
Apr	0	0	0.3	0	374	226	161	27.2	2000	0	1987	0
Mag	0	0	8.8	0	535	380	47	33	1977	3.8	1987	0
Giu	0	0	22.2	5.2	631	481	4	37.8	1982	7.8	1980	0
Lug	0	0	30.3	17.6	752	596	0	39.4	1983	10.6	1978	0
Ago	0	0	30.3	18.6	762	606	0	40.6	1981	10	1978	0
Set	0	0	22	2.8	629	478	5	38.4	1982	5.6	1971	0
Ott	0	0	4.8	0	506	352	66	30	2000	0.8	1981	0
Nov	1	0	0	0	344	193	200	25	1971	-5.2	1973	1
Dic	4.3	0	0	0	259	105	296	20.2	1989	-4.8	1996	4.3

Tabella 2-79 Regime termico (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Con riferimento alla Temperatura Media registrata nei tre decenni è possibile notare come le temperature siano comprese tra 7.5 °C e 24.5 °C, rispettivamente registrate nei mesi di gennaio e di agosto.

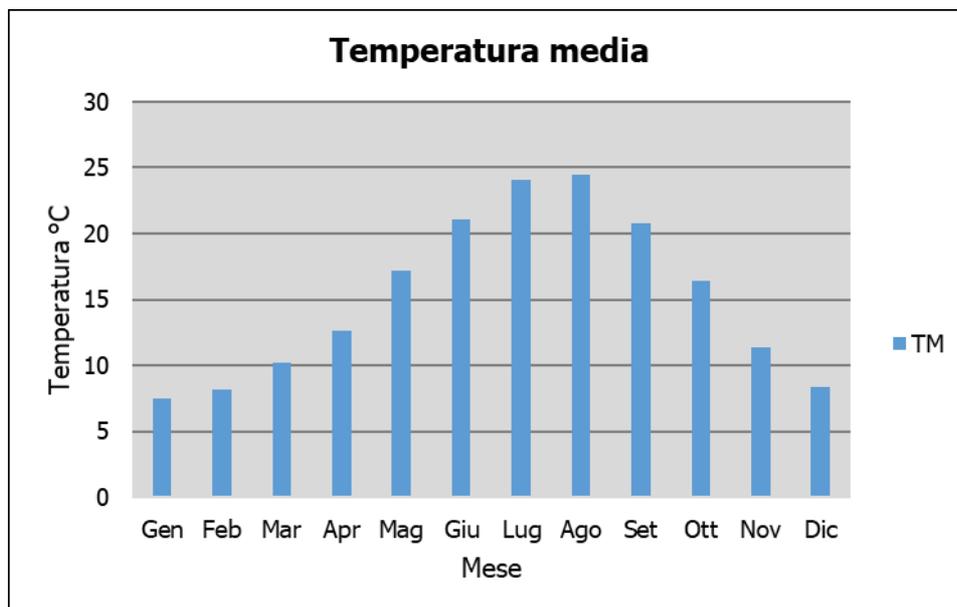


Figura 2-76 Temperatura media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Analizzando i valori massimi e minimi medi della temperatura nelle tre decadi si osserva come il trend analizzato per la temperatura media nelle tre decadi sia individuabile anche in tali valori, evidenziando come mese con temperature massime medie più elevate il mese di agosto con 30,6 °C, mentre il mese con le temperature minime medie più basse risulta gennaio con 3,1 °C.

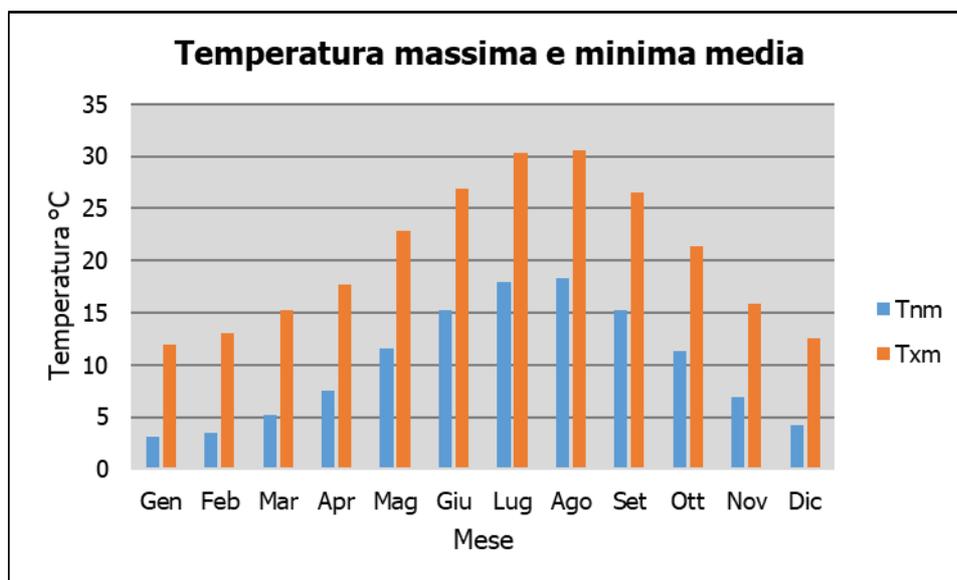


Figura 2-77 Temperatura massima e minima nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Al fine di poter valutare dei trend di evoluzione della temperatura è possibile fare riferimento ai valori di temperatura minima e massima media mensile analizzata nelle tre differenti decadi di riferimento (1971 – 1980; 1981 – 1990; 1991 – 2000).

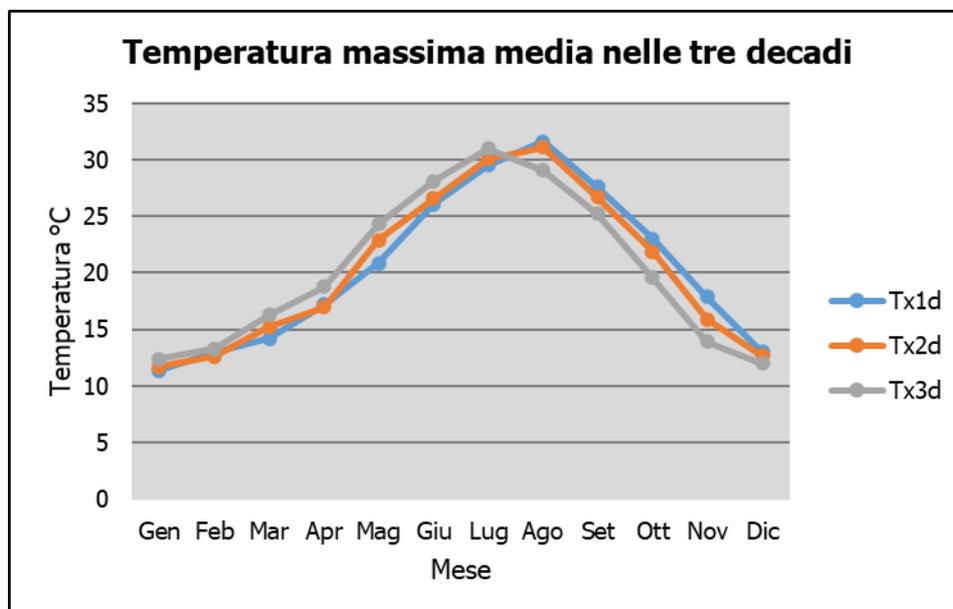


Figura 2-78 Temperatura massima media suddivisa per decadi (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Dalla figura sopra riportata si può notare nel corso dei decenni un'inversione del trend delle temperature con un anticipo delle temperature massime di circa un mese. La linea grigia, infatti, rappresentativa della terza decade, fa registrare valori più elevati delle altre due nei mesi compresi tra gennaio e luglio. Nei mesi da agosto a dicembre si registra, invece, un trend opposto con il valore della temperatura massima sempre inferiore a quello delle altre due decadi. Nell'ultima decade di analisi il mese con la temperatura massima media più elevata risulta luglio con un valore di 31 °C.

Analoghe considerazioni possono essere effettuate in riferimento alle temperature minime così come mostrato in Figura 2-79.

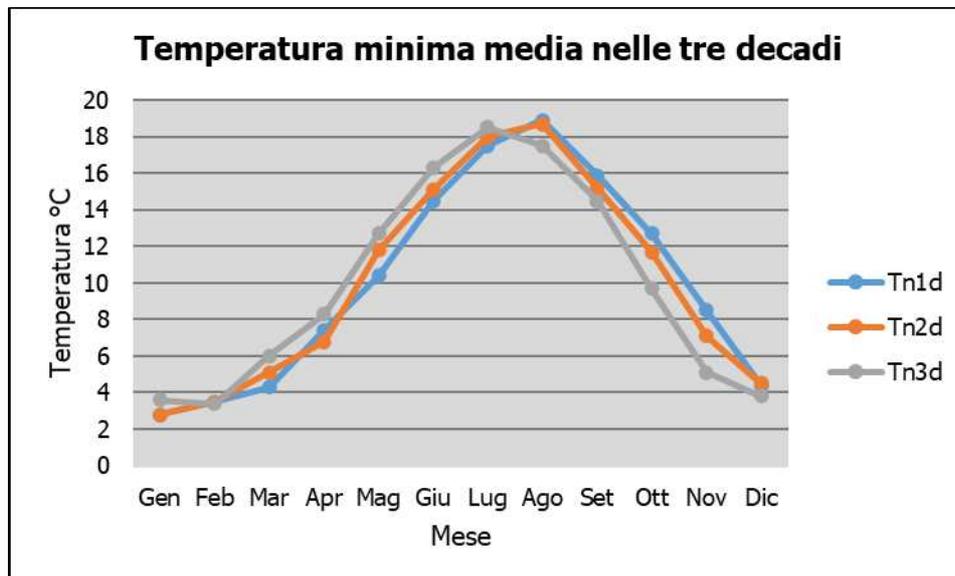


Figura 2-79 Temperatura minima media suddivisa per decadi (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico Aeronautica Militare)

È inoltre possibile analizzare il fenomeno termico anche dal punto di vista dei percentili. In particolare, si può osservare la distribuzione in termini di differenze tra l'85° ed il 15° percentile al fine di determinare un intervallo di variazione dei valori contenuti tra tali percentili. Tale differenza può essere effettuata sia in termini di temperatura massima sia in termini di temperatura minima.

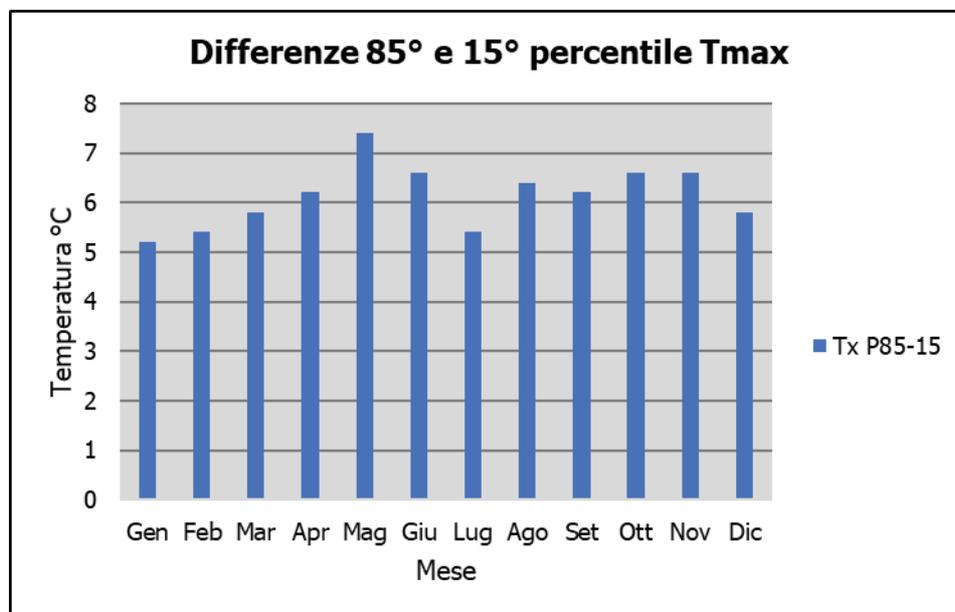


Figura 2-80 Differenza 85 - 15 percentile temperatura massima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico Aeronautica Militare)

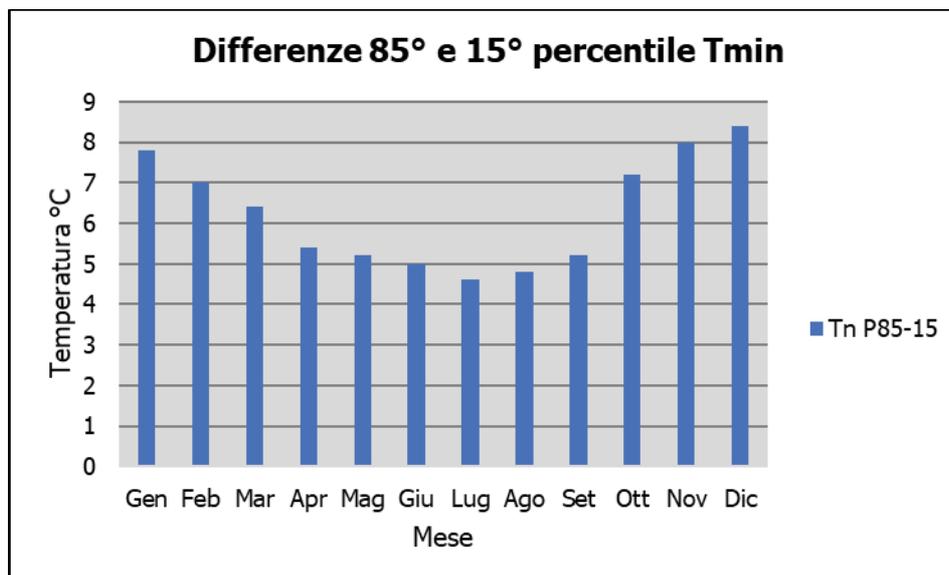


Figura 2-81 Differenza 85 – 15 percentile temperatura minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Dall'analisi delle temperature massime si può notare come il delta sia abbastanza costante e compreso tra 5,2 °C e 7,4 °C. Con riferimento alla temperatura minima invece, si può evidenziare un trend in cui il minimo del delta è rappresentato dai mesi estivi, il cui valore è di circa 5 °C, mentre il massimo valore si ha nei mesi invernali con il delta massimo registrato nel mese di dicembre dove la differenza tra l'85° ed il 15° percentile raggiunge un valore superiore agli 8 °C.

In ultimo, al fine di completare l'analisi sulle distribuzioni delle temperature nei diversi mesi nelle tre decadi di riferimento, è possibile effettuare un'analisi sull'occorrenza di determinati eventi, oltre che sulla loro entità. In particolare, è possibile valutare l'occorrenza di fenomeni "estremi", quali il superamento di temperature "soglia" sia in termini di temperatura massima, sia in termini di temperatura minima.

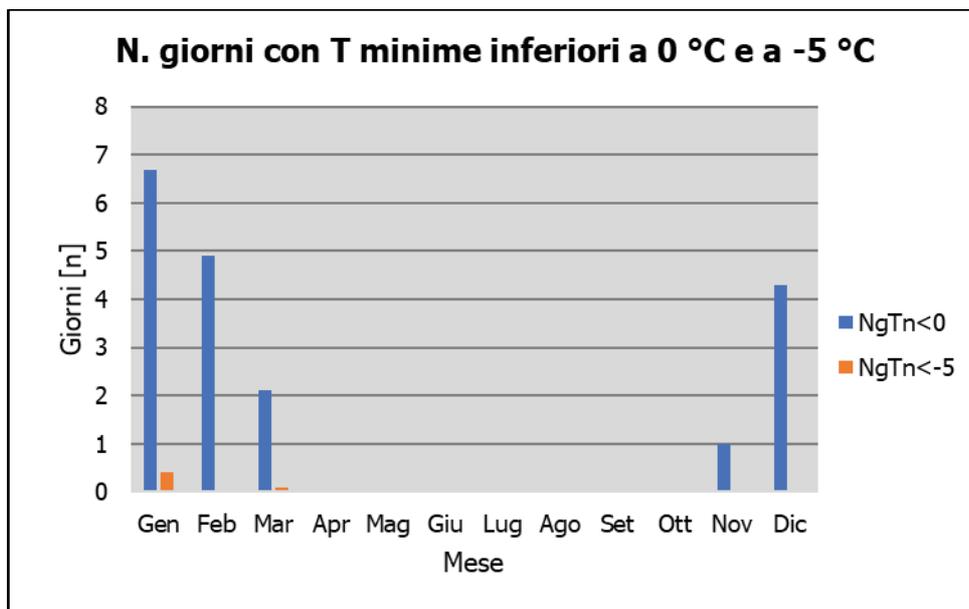


Figura 2-82 N° giorni con temperature minime inferiori a 0° e a -5° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

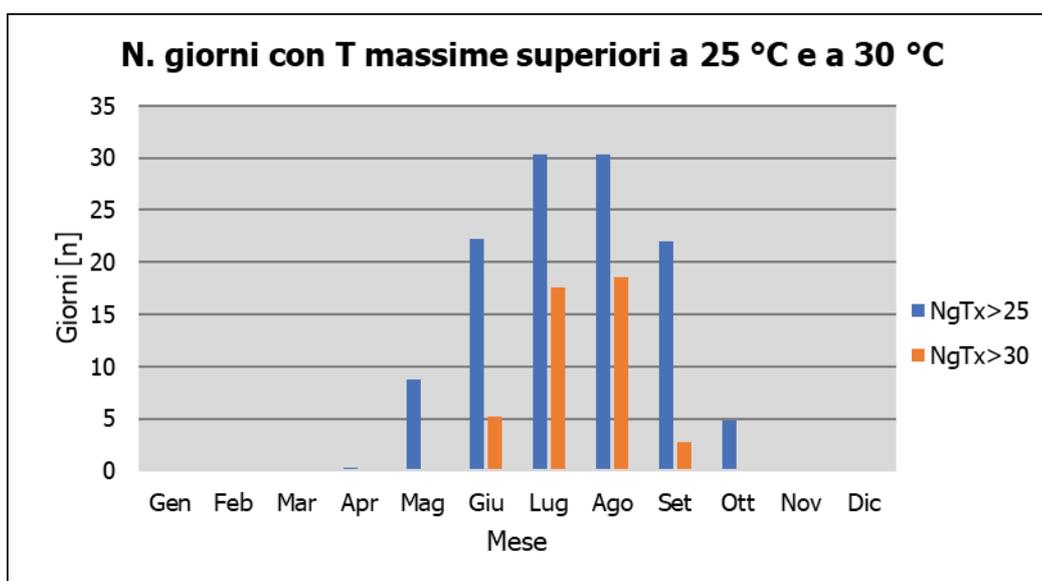


Figura 2-83 ° giorni con temperature massime superiori a 25° e 30° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Con riferimento alle figure soprastanti è possibile verificare come le temperature inferiori ai -5 °C siano registrate nel solo mese invernale di gennaio e nel mese primaverile di marzo, mentre le giornate con temperature inferiori allo 0 °C siano concentrate nei mesi invernali da gennaio e marzo e poi a novembre e dicembre. Per quanto riguarda le temperature massime, invece, si registrano superamenti della soglia di 30 °C nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre mentre i superamenti della soglia di 25 °C sono molto frequenti nei mesi da marzo a ottobre.

Ultimo aspetto riguarda l'analisi dei giorni in cui si sono verificati i massimi ed i minimi assoluti rispetto al periodo di riferimento dell'Atlante Climatico. È possibile notare come, sia rispetto alle temperature massime che minime, la distribuzione nelle tre decadi (1971 – 1980; 1981 – 1990; 1991 – 2000) risulta essere dispersa.

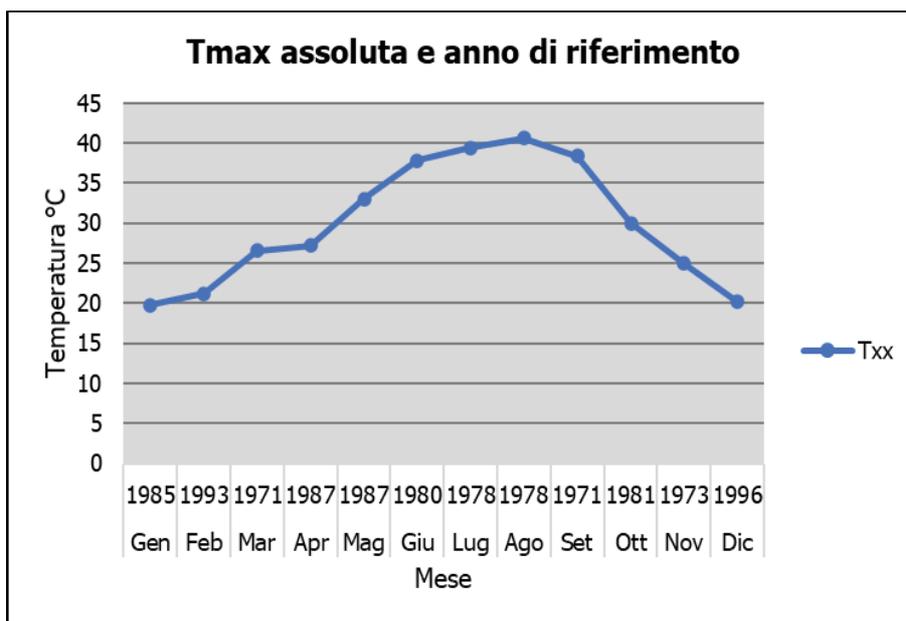


Figura 2-84 Temperatura massima assoluta ed anno di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

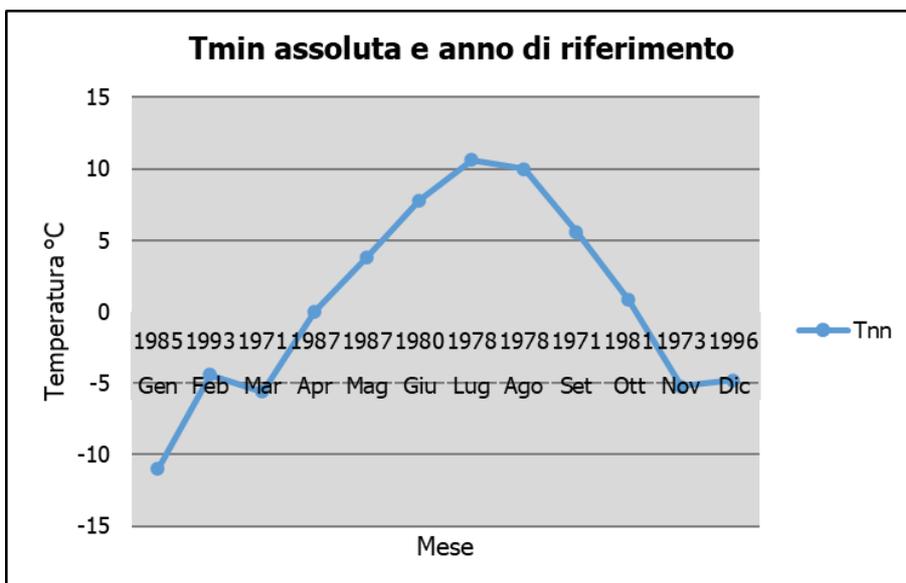


Figura 2-85 Temperatura minima assoluta ed anno di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Regime pluviometrico

Il regime pluviometrico è definito attraverso i dati registrati e riportati nella Tabella 2-80. In tale tabella sono anche riportati i dati circa l'umidità registrata nonché la presenza di nebbia e di copertura nuvolosa.

Mese	RTot	RQ0	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Rx12a	Rx12b	Rx24	AnRx24
Gen	66.9	0	8.9	47	66.9	109.5	164	32	50.4	63.4	1978
Feb	73.3	0	15.4	55.8	68.5	107.7	180.6	60.4	39.2	66	1984
Mar	57.8	0	32	43.4	61.3	77.6	123.6	34.4	31.8	36	1988
Apr	80.5	0	20.7	56.8	88.1	126.9	234.5	30.6	41.6	48	1999
Mag	52.8	1.3	27.1	44	54.5	68.6	137.4	26	56.8	65	1998
Giu	34	1.4	11.1	23.3	29.6	45.4	127.6	53	50.2	53	1983
Lug	19.2	0	0.5	5.9	16.5	41.8	71.8	22	57.8	57.9	1990
Ago	36.8	0.1	5.8	10.6	36.2	81.3	113.5	47	42.2	52	1973
Set	73.3	3.8	29.4	57.6	81.4	109.5	158.5	42.6	55	55	1999
Ott	113.3	10.6	43.6	84.1	128.5	165.4	262	74	81.2	120	1978
Nov	115.4	6.9	40.3	81.2	145.4	179.8	245.8	61.6	47.8	109.4	1997
Dic	81	1.5	46.9	66.3	82.5	110.8	192.5	65.2	41.4	66.6	1990
Mese	NgR >1	NgR >5	NgR >10	NgR >50	Ng Fog	Ux %	Un %	Ng h6 Nuv≤4	Ng h6 Nuv>4	Ngh18 Nuv≤4	Ngh18 Nuv>4
Gen	7	3.7	2.1	0.1	2.1	93	59	16.5	14.6	16.4	14.6
Feb	7.6	4	2.4	0.1	1.4	92	53	14.5	13.8	14.7	13.6
Mar	7.6	3.9	2.1	0	1.2	93	49	14.8	16.2	14.6	16.4
Apr	9.2	5.2	2.9	0	1.7	94	51	14.1	15.9	12	18
Mag	6.2	3.3	2	0	1.4	93	48	17	14	14.6	16.5
Giu	4.3	1.9	1.2	0.1	0.5	92	43	20.3	9.4	18.8	11
Lug	2.1	1.2	0.6	0	0.3	91	40	25.7	5.4	23.6	7.3
Ago	3.3	1.8	1.1	0	0.5	91	41	25.1	5.8	23	8
Set	6.2	4	2.4	0.1	0.3	93	46	19.7	10.1	19.1	10.9
Ott	8.2	5.4	3.9	0.2	0.9	94	55	16.7	14.3	18.4	12.6
Nov	9.7	6.3	4.1	0.1	1.8	94	62	15.1	15	16.1	13.8
Dic	8	4.8	2.8	0.1	1.9	94	63	15.8	15.2	16.4	14.5

Tabella 2-80 Regime Pluviometrico (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

Il primo aspetto di analisi fa riferimento alla precipitazione totale media mensile registrata dalla stazione di riferimento in termini di millimetri, così come riportato in Figura 2-86.

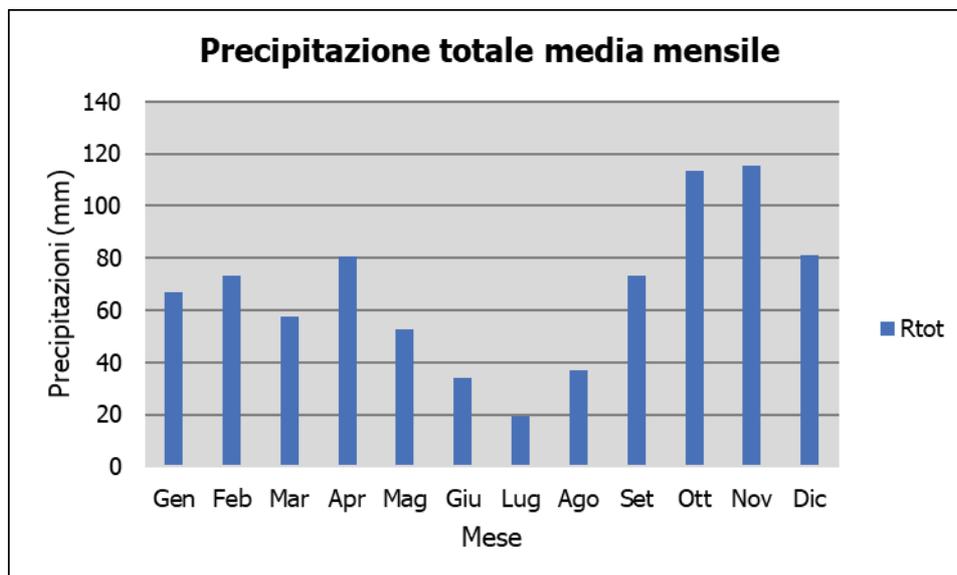


Figura 2-86 Precipitazione totale media mensile (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come il mese con la media mensile più elevata sia novembre con 115,5 mm di precipitazione, mentre il mese maggiormente asciutto è luglio con un valore di 19,2 mm.

Al fine di avere una valutazione quantitativa della distribuzione delle precipitazioni nei diversi mesi è possibile fare riferimento alla Figura 2-87.

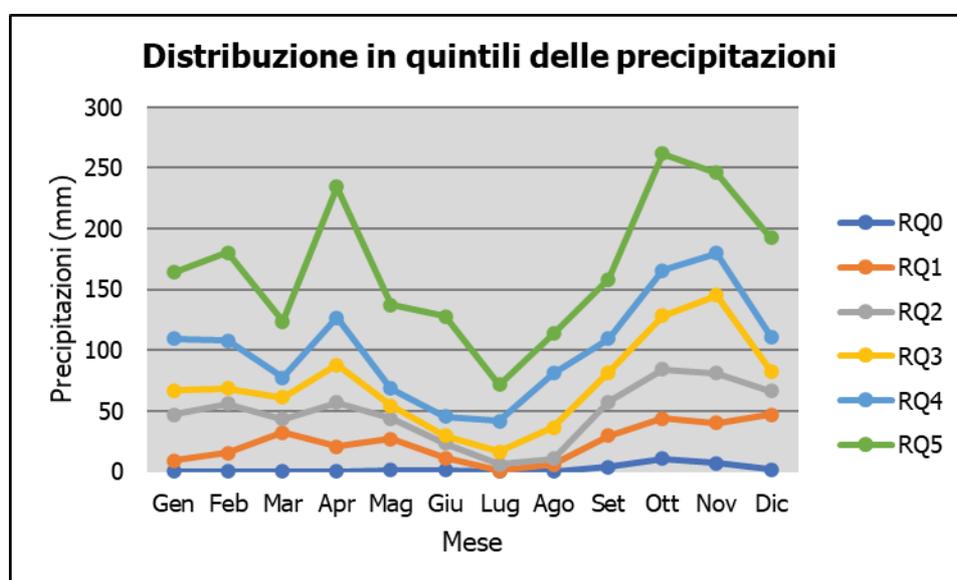


Figura 2-87 Distribuzione in quintili delle precipitazioni mensili (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

In termini qualitativi è possibile evidenziare un delta marcato tra il quarto ed il quinto quintile ovvero il massimo della distribuzione in quintili ed un delta meno marcato dal primo al quarto quintile.

È inoltre possibile valutare la divisione delle precipitazioni massime con riferimento a due intervalli temporali 00-12 e 12-24, così come definito nella Figura 2-88.

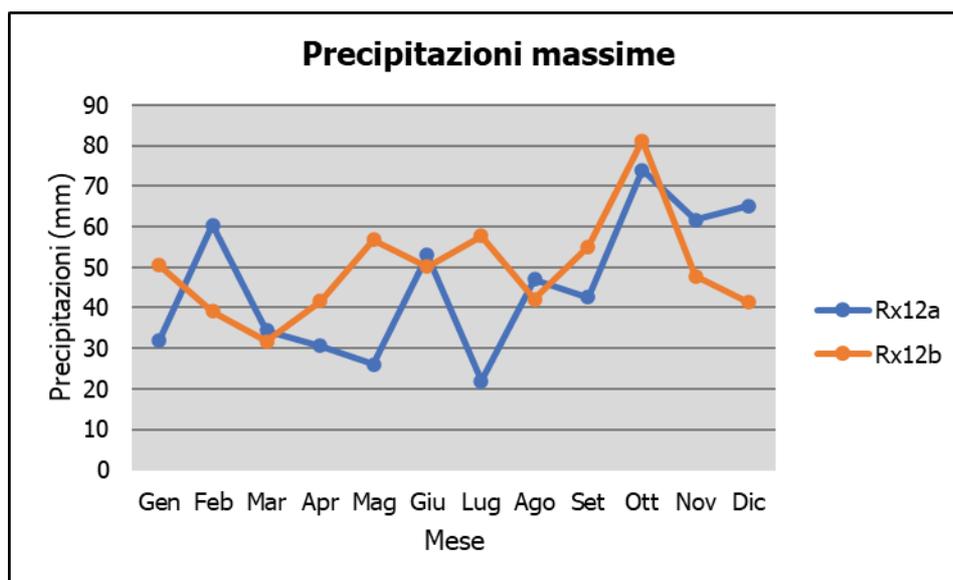


Figura 2-88 Precipitazioni massime periodi 00-12 e 12-24 (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come, sia nel primo periodo di riferimento che nel secondo il massimo si registri nel mese di ottobre con valore rispettivamente di 47.8 mm ed 81.2 mm di precipitazione circa.

Di seguito si riporta la distribuzione dei massimi nelle 24 ore, nonché la data in cui si è verificata rispetto al periodo di analisi dell'Atlante Climatico.

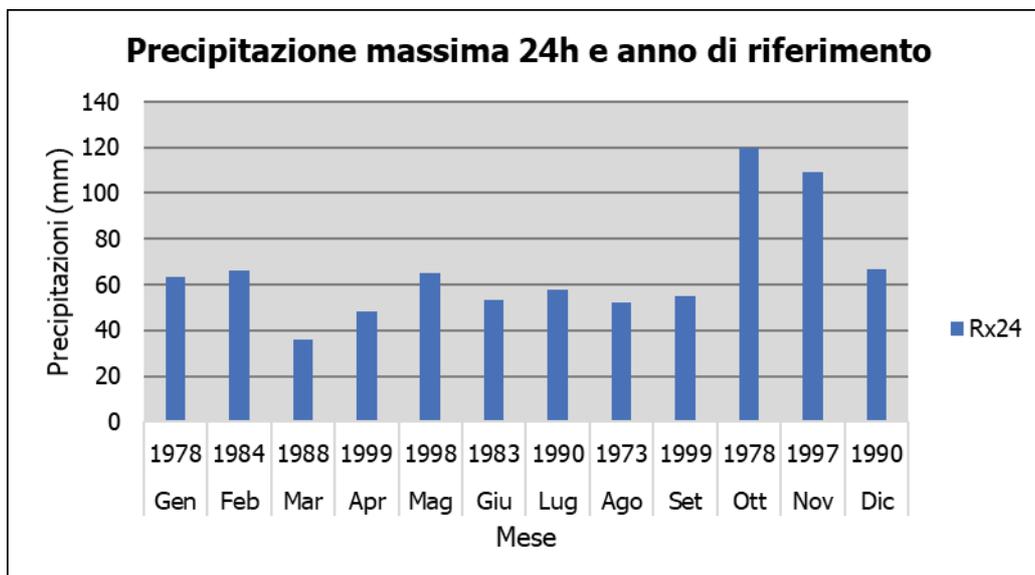


Figura 2-89 Precipitazioni massima nelle 24 h ed anno di occorrenza (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

In ultimo, in analogia a quanto visto per le temperature, anche per il regime pluviometrico viene effettuata un'analisi circa il numero di giorni in cui si verifica il superamento di determinati valori di soglia. Nel caso in esame, riportato in Figura 2-90, vengono riportati il numero medio di giorni con precipitazioni superiori ad 1, 5, 10 e 50 mm.

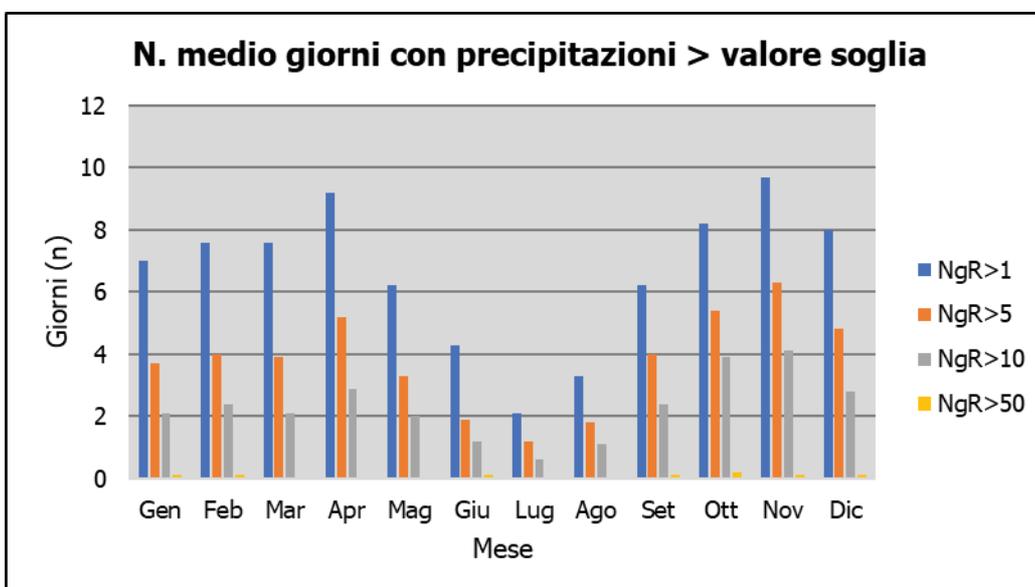


Figura 2-90 N° di giorni medio al mese con precipitazioni superiori a 1, 5, 10 e 50 mm di precipitazioni (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dall'analisi di tali dati è possibile evidenziare come il mese di novembre sia quello in cui mediamente ci sono più giorni con superamento del valore di 1 mm subito

seguito dal mese di aprile, mentre per quanto riguarda la soglia più elevata (50 mm) i superamenti vengono registrati nei mesi di gennaio, febbraio, giugno e da settembre a dicembre.

Con riferimento al secondo parametro analizzato, ovvero la presenza di nebbia, è possibile osservare la Figura 2-91, in cui vengono rappresentati i giorni medi al mese in cui è presente la nebbia. La distribuzione di tali valori varia molto poco poiché compresa sempre tra 0 e 2,5 giorni di nebbia, i valori più alti si registrano nei mesi invernali.

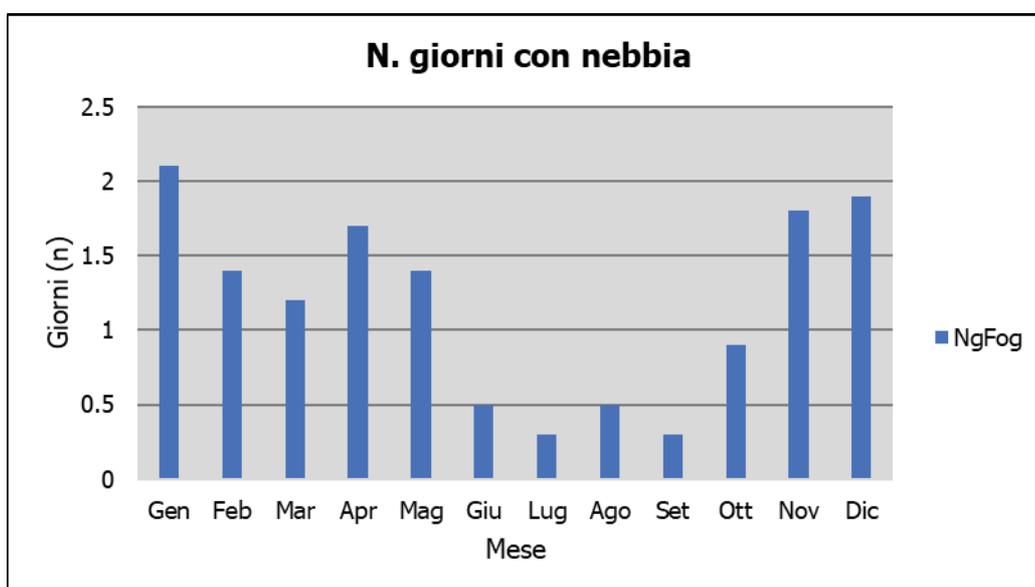


Figura 2-91 Numero di giorni medio al mese con presenza di nebbia (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Con riferimento all'umidità percentuale massima e minima si nota come il primo parametro sia compreso tra il 91 e il 94%, con oscillazioni molto contenute, i cui massimi si registrano nei mesi invernali da ottobre a dicembre e nel mese primaverile di aprile. Con riferimento al secondo parametro il delta si amplia con un valore minimo nel mese di luglio pari al 40%, valori di peso maggiori tra aprile e settembre in media pari a circa il 45% e valori più alti negli altri mesi, con il massimo valore registrato nei mesi di novembre e dicembre pari al 63%.

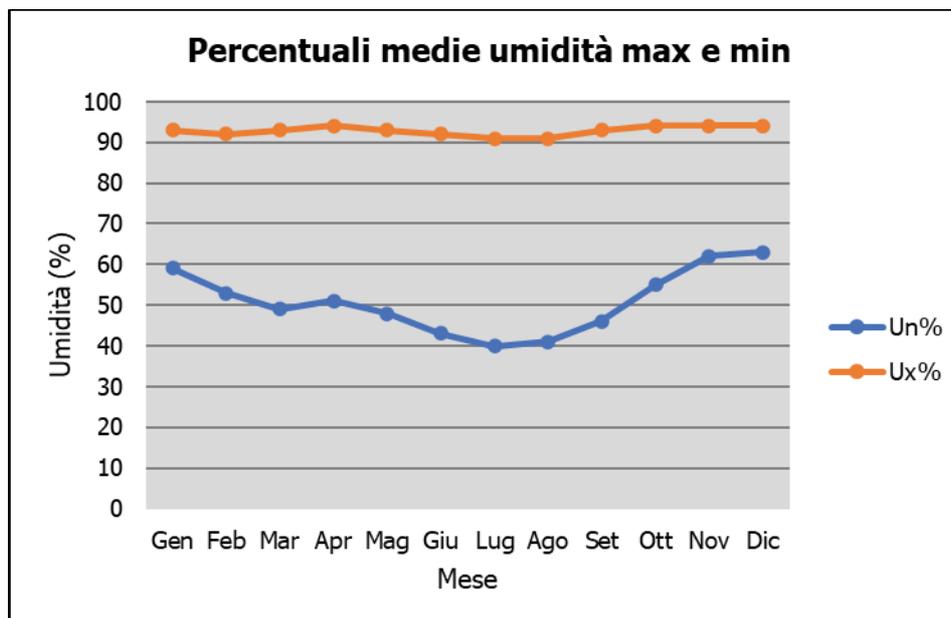


Figura 2-92 Media mensile dell'umidità percentuale massima e minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Ultimo aspetto del presente paragrafo riguarda l'analisi della copertura nuvolosa. In particolare, tale aspetto viene considerato con riferimento al numero di giorni in relazione ad alcuni aspetti che possono essere così riassunti:

- la copertura nuvolosa espressa in ottavi, ed in particolare se inferiore o superiore ai quattro ottavi;
- le ore del giorno, definendo due scenari di analisi dalle ore 6 e alle ore 18.

La combinazione di tali aspetti dà luogo a quattro scenari di analisi:

- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 6;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 6;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 18;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 18.

Le risultanze delle analisi sono riportate nella Figura 2-93.

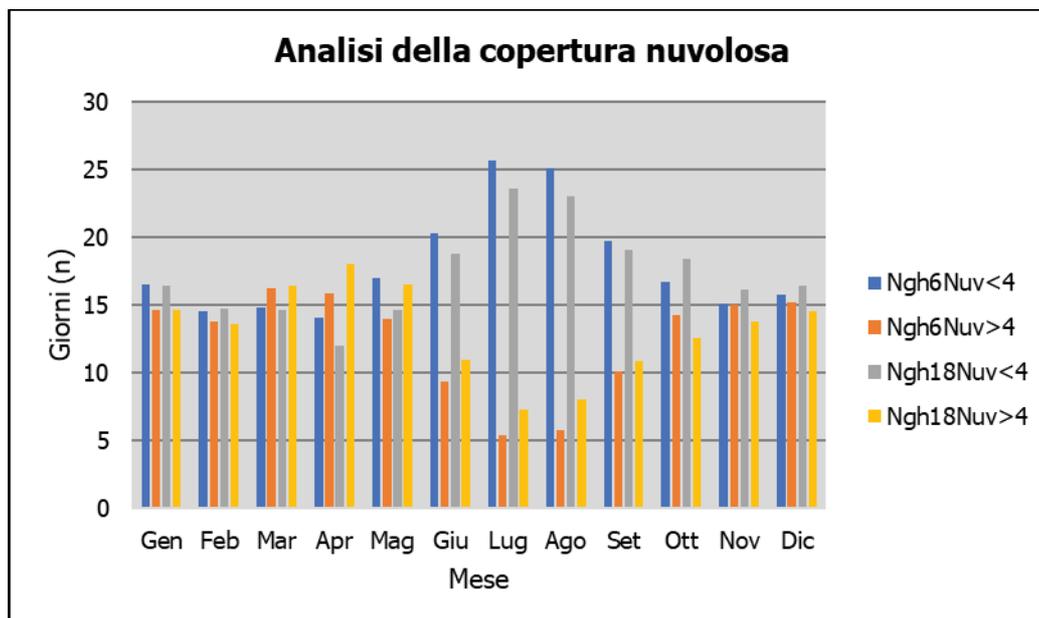


Figura 2-93 Analisi della copertura nuvolosa (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Si può evincere come durante i mesi dell'anno più o meno si registrano 15 giorni di nuvolosità elevata con massimi fino ai 26 giorni nei mesi estivi di luglio ed agosto e 15 giorni di nuvolosità bassa, con minimi nei mesi estivi da giugno a settembre.

Regime anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi, suddivisa nelle classi definite precedentemente. I valori registrati sono sinteticamente riportati nelle tabelle seguenti con riferimento a quattro orari: 00:00, 06:00, 12:00, 18:00.

HH00													
Mese	Cal-me	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	34.16	4.96	2.26	0.43	22.09	1.83	0	7.11	1.19	0	4.96	3.66	1.08
Feb	32.47	4.72	1.77	0.24	17	2.13	0	9.68	1.53	0	9.33	3.78	0.71
Mar	37.65	4.1	2.27	0	11.65	1.4	0	7.12	1.19	0.11	9.06	3.67	2.05
Apr	41	2.67	0.56	0.11	8.78	0.89	0	8.11	1.11	0	6.89	2.67	1
Mag	47.85	3.98	0.11	0	8.39	0.11	0	7.74	0.22	0	7.74	1.61	0
Giu	49.89	1.45	0.11	0	5.93	0	0	9.4	0.45	0	9.17	1.79	0
Lug	51.35	2.8	0.32	0	6.35	0.22	0	8.07	0.11	0	9.8	0.75	0.11
Ago	52.1	2.16	0.22	0	4.75	0.65	0	10.46	0.22	0	11.76	0.54	0.32
Set	44.32	3.12	0	0	9.47	0.45	0	10.58	0.67	0	11.8	3.34	0.33
Ott	38.11	4.52	0.97	0	15.5	1.18	0	9.58	0.54	0	8.18	4.52	0.65
Nov	35.78	6.78	1.67	0.33	15.56	1.56	0	7.33	0.89	0	4.89	4.44	1.33
Dic	32.33	6.79	2.37	0.32	20.15	3.13	0.11	6.47	1.62	0	4.09	3.34	1.4
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Gen	4.74	7.76	0.54	0.65	0.65	0	0.54	0.11	0	1.08	0.11	0	62
Feb	6.26	6.26	0.59	0.71	0.71	0	0.47	0.12	0.24	1.06	0.12	0	70

Mar	8.41	5.61	0.43	2.27	0.65	0.11	0.76	0.11	0	1.08	0.11	0.11	68
Apr	14.11	6.78	0.67	1.56	1.11	0	1	0	0	1	0	0	69
Mag	12.9	4.73	0.32	2.04	0.54	0	1.29	0	0	0.43	0	0	65
Giu	12.86	3.47	0.34	2.8	0.45	0	0.78	0.11	0	0.89	0.11	0	47
Lug	14.64	3.12	0.11	0.97	0.11	0	0.75	0.11	0	0.32	0	0	80
Ago	12.73	1.62	0.22	1.29	0.43	0	0.22	0	0	0.32	0	0	66
Set	8.91	2.9	0.56	1.78	0.11	0.11	0.33	0.45	0.11	0.56	0.11	0	65
Ott	5.81	6.46	0.32	0.97	0.75	0	0.86	0	0	0.75	0.22	0	84
Nov	5.44	8.22	1	1	1.78	0.11	0.44	0.44	0	0.78	0	0	75
Dic	5.06	7.76	0.43	1.72	1.08	0	0.22	0.54	0	0.54	0.43	0.11	70

Tabella 2-81 Andamento del regime anemometrico ore 00:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH06													
Mese	Cal-me	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	30.96	4.1	2.16	0.11	29.13	2.7	0	5.83	1.73	0	3.78	4.31	0.97
Feb	32.43	4.14	2.49	0.12	28.76	2.25	0	5.21	1.54	0	3.79	4.02	0.59
Mar	36.54	4.97	2.05	0.22	21.73	1.95	0	6.27	0.97	0	4.76	4.11	1.41
Apr	41.34	6.26	0.89	0.11	17.43	1.56	0	5.47	0.56	0	4.36	3.69	0.67
Mag	45.58	10.02	0.54	0	17.78	0.75	0	3.99	0.22	0	2.69	2.05	0.54
Giu	45.05	10.47	0.45	0	16.55	0.45	0	3.15	0.11	0	2.03	2.59	0.11
Lug	47.52	9.16	0.43	0	21.88	0.75	0	3.77	0	0	3.02	1.19	0
Ago	49.95	7.69	0.11	0	19.93	0.43	0	6.07	0.11	0	4.12	1.73	0.11
Set	44.59	5.29	0.56	0	23.87	0.23	0	6.87	0.34	0	3.94	3.04	0.23
Ott	37	6.26	0.32	0	23.52	0.97	0	8.63	0.76	0	4.53	4.64	0.65
Nov	34	5.78	1.67	0.11	23.22	2	0	7.33	1.22	0	4	4	1
Dic	31.21	5.72	2.27	0.22	24.73	2.92	0.11	5.4	2.16	0.11	3.67	4.32	0.65
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	°
Gen	4.75	5.83	0.76	0.54	0.32	0	0.22	0.32	0	0.76	0.76	0	
Feb	4.85	6.27	0.83	0.36	0.59	0	0.59	0.24	0	0.59	0.36	0	
Mar	5.3	6.38	0.54	0.97	0.22	0	1.19	0.11	0	0.22	0.11	0	
Apr	6.03	5.92	0.45	1.45	1.01	0	1.34	0.45	0	0.89	0	0	
Mag	6.47	5.6	0	1.62	0.54	0	0.43	0	0	0.97	0.22	0	
Giu	7.88	5.29	0.11	2.82	0.34	0	1.01	0.11	0	1.35	0	0	
Lug	5.06	3.66	0.11	1.4	0.65	0	0.65	0	0	0.65	0.11	0	
Ago	5.42	1.52	0	1.08	0.22	0	0.43	0	0	0.98	0	0	
Set	4.62	4.39	0.23	0.56	0.34	0	0.45	0.11	0	0.34	0	0	
Ott	4.85	4.75	0.43	0.97	0.54	0	0.54	0.11	0	0.54	0	0	
Nov	4	6.89	1.11	1.33	0.78	0	0.33	0.11	0	0.89	0.22	0	
Dic	4	7.24	1.3	0.54	1.73	0.11	0.43	0.11	0	0.65	0.32	0	

Tabella 2-82 Andamento del regime anemometrico ore 06:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH12													
Mese	Cal-me	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	17.01	16.36	5.92	0.86	16.47	3.66	0.11	2.05	1.18	0.11	1.4	4.2	1.18
Feb	13.24	14.78	5.91	0.71	8.98	2.6	0.24	2.01	1.06	0	0.83	3.19	0.83
Mar	7.99	8.64	5.08	1.3	5.51	1.94	0	1.4	0.43	0	1.3	2.59	1.3
Apr	4.89	6.12	3.23	0.11	2.45	1.45	0.33	1.67	1.11	0.11	0.56	2.45	1.22
Mag	2.47	4.62	2.15	0	2.26	0.75	0	0.97	0.11	0	0.54	1.18	0.86
Giu	1.9	3.36	2.13	0	1.46	0.45	0	1.34	0.34	0	0.9	1.46	0.45
Lug	2.37	4.42	2.37	0.11	1.83	0.54	0	0.86	0.54	0	0.76	0.97	0.11
Ago	3.45	5.6	1.72	0.11	1.94	0.65	0	1.29	0.22	0	0.86	0.65	0.54
Set	8.23	7.23	1.78	0	3.34	0.78	0	1.11	0.67	0	0.89	1.78	0.56

Ott	12.61	11.21	2.91	0.11	6.25	1.4	0	1.29	0.65	0	1.29	4.85	1.29
Nov	19.13	14.68	4.89	0.44	12.24	2.22	0.11	1.78	0.56	0.11	1.56	5.56	1
Dic	17.97	16.45	6.82	0.97	16.02	4.11	0.32	2.38	1.41	0	1.62	4.22	1.08
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	°
Gen	4.74	12.27	0.86	2.8	0.97	0.22	1.72	1.08	0.11	3.44	1.08	0.22	
Feb	6.03	14.3	1.77	6.03	3.07	0	4.61	1.42	0.12	6.62	1.42	0	
Mar	4.97	15.55	1.84	11.88	8.96	0.32	9.4	1.62	0	6.26	1.51	0.22	
Apr	2.89	16.8	2.34	13.68	15.68	0.22	10.9	5.9	0.44	3.67	1.78	0	
Mag	2.69	15.16	0.75	13.55	21.08	0	15.7	6.77	0	6.13	2.04	0	
Giu	3.7	14.89	1.23	14.11	23.18	0.11	12.77	9.18	0	5.15	1.79	0	
Lug	5.07	13.05	0.86	12.73	23.09	0	11.97	11.11	0.11	5.39	1.62	0	
Ago	5.82	14.76	0.43	13.04	18.86	0.32	12.18	7.76	0	8.19	1.29	0	
Set	7.34	15.68	1	13.46	10.9	0	10.79	3.89	0	9.57	0.89	0.11	
Ott	7.97	14.87	1.62	6.9	5.06	0.11	7.65	2.16	0	8.84	0.75	0	
Nov	4.45	13.46	1.56	3.34	4.67	0.11	2.45	1.22	0	3.45	1	0	
Dic	4	11.04	1.62	1.41	3.9	0	0.76	1.3	0.11	1.41	0.97	0	

Tabella 2-83 Andamento del regime anemometrico ore 12:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH18													
Mese	Cal-me	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	31.32	3.34	4.09	0.32	9.58	1.08	0	8.61	1.29	0	9.58	3.23	1.72
Feb	26.65	4.48	5.66	0.35	5.54	1.18	0	2.83	0.83	0	3.3	2.95	0.94
Mar	24.03	2.05	4.74	0.32	2.91	1.51	0	1.4	1.29	0	1.19	2.59	1.72
Apr	22.72	2.12	3.23	0	2.67	1.45	0	1.56	0.89	0	1.45	3.23	0.89
Mag	16.56	2.15	2.15	0	2.15	0.54	0	1.61	0.43	0	0.75	1.08	0
Giu	7.26	1.12	1.79	0.11	1.56	1.23	0	1.12	0.34	0	0.56	0.45	0.11
Lug	7.33	1.19	2.69	0.11	1.83	0.54	0	0.43	0.54	0	0.75	0.65	0
Ago	10.34	1.62	1.72	0	1.4	0.43	0	0.86	0.54	0	0.86	0.97	0.11
Set	30.92	1.67	1.33	0	2.34	1	0.11	1.78	0.56	0	1.56	1.33	0.22
Ott	34.3	3.01	1.18	0	3.87	0.75	0.11	2.69	0.65	0	7.42	3.66	0.65
Nov	32.89	4.24	3.01	0.11	8.81	0.67	0	6.91	1.56	0.11	9.7	5.69	0.56
Dic	31.57	4.96	3.34	0.65	10.45	1.51	0.11	11.1	1.19	0	7.97	4.85	0.86
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	°
Gen	13.35	6.57	0.65	2.05	0.32	0	0.97	0.32	0	0.97	0.65	0	
Feb	23.35	8.61	0.59	6.6	1.42	0.24	2.24	0.35	0	0.94	0.94	0	
Mar	16.49	10.88	0.54	16.59	1.62	0	7.33	0.97	0	0.86	0.97	0	
Apr	11.36	11.47	0.78	20.49	3.12	0.11	9.47	1.22	0	1.11	0.67	0	
Mag	9.46	10.97	0.54	30.54	3.87	0	14.19	1.08	0	1.18	0.75	0	
Giu	5.03	10.06	0.11	31.17	8.72	0	21.45	5.47	0	1.45	0.78	0	
Lug	3.45	9.38	0.22	29.96	10.67	0	21.98	7	0	0.97	0.32	0	
Ago	5.06	6.36	0.22	36.96	6.68	0	21.01	3.45	0	0.75	0.65	0	
Set	13.46	7.79	0.33	23.8	2.22	0	6.67	0.78	0	1.45	0.67	0	
Ott	22.15	8.28	0.54	5.81	0.65	0	2.47	0.22	0.11	1.08	0.43	0	
Nov	11.26	8.03	1.34	1.56	1.45	0.33	0.45	0.45	0	0.56	0.33	0	
Dic	8.62	7.97	0.54	1.08	1.29	0.11	0.65	0.22	0	0.54	0.22	0.22	

Tabella 2-84 Andamento del regime anemometrico ore 18:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

I diagrammi seguenti riportano, in funzione delle diverse stagioni e dei diversi orari, le direzioni di provenienza dei venti, espressi in termini percentuali. Al fine di una loro corretta lettura è opportuno specificare come le diverse aree rappresentino la frequenza della direzione del vento osservata in funzione delle classi di intensità, rispettivamente partendo dal margine interno a quello esterno:

- tra 1 e 10 nodi – area in blu;
- tra 10 e 20 nodi – area in rosso;
- superiore a 20 nodi – area in verde.

La frequenza percentuale di ciascuna classe si ottiene sottraendo al valore mostrato nel diagramma, quello riferito all'area più interna. Solo per la prima classe (area in blu) il valore evidenziato sul diagramma anemometrico coincide con la frequenza. I diagrammi anemometrici sono rappresentati per stagioni considerando:

- la stagione invernale nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio;
- la stagione primaverile nei mesi marzo, aprile e maggio;
- la stagione estiva nei mesi di giugno, luglio e agosto;
- la stagione autunnale nei mesi di settembre, ottobre e novembre.

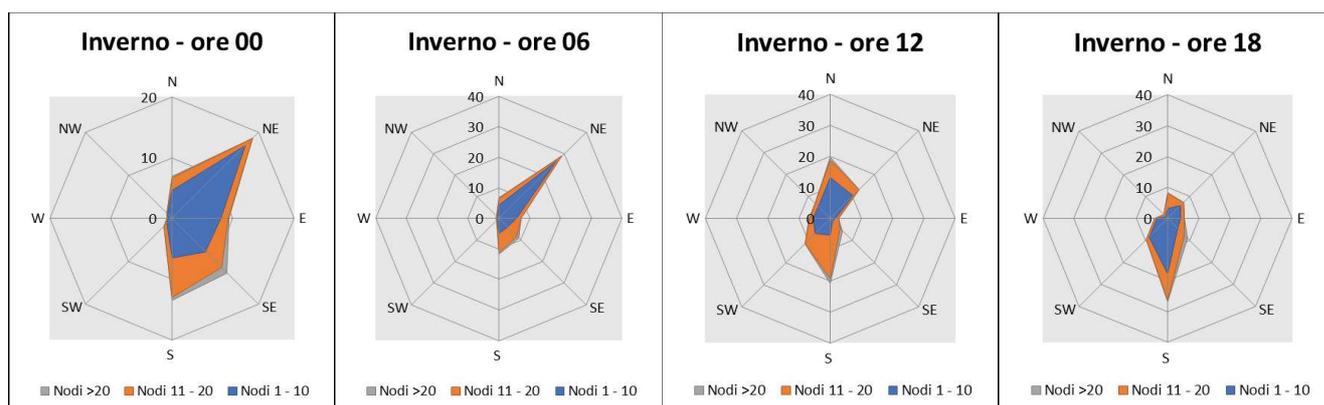


Figura 2-94 Regime anemometrico invernale nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di vento con direzione nord-est, sud e sud-est specialmente nelle ore notturne mentre nelle ore diurne vengono accentuate le direzioni sud, sud-est e sud-ovest e diminuisce la direzione nord-est. Relativamente alle velocità, in termini di nodi, queste risultano concentrate principalmente nella prima e seconda classe.

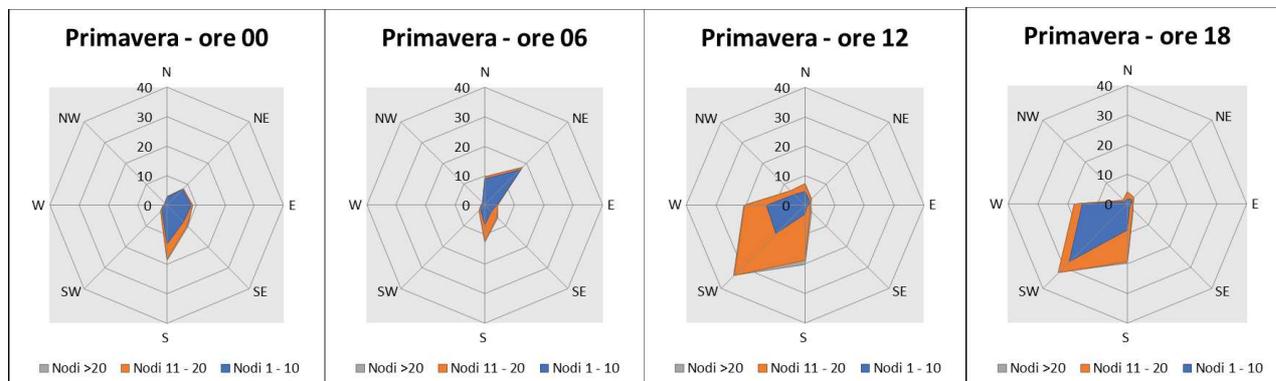


Figura 2-95 Regime anemometrico primaverile nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

La stagione primaverile ha prevalenza sud e nord-est nelle ore notturne e sud-ovest nelle ore diurne, con prevalenza sempre della prima e seconda classe in termini di intensità del vento.

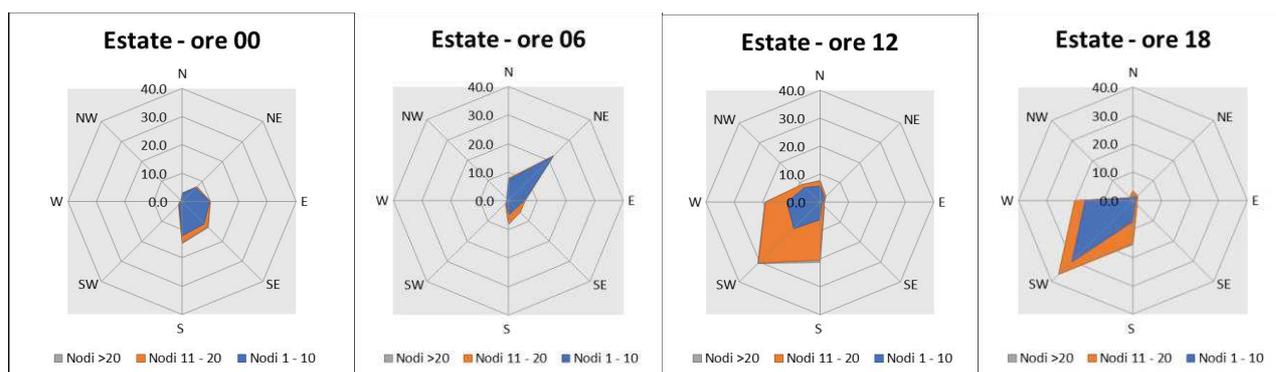


Figura 2-96 Regime anemometrico estivo nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

Come nel periodo primaverile, anche in quello estivo prevalgono le direzioni sud, sud-ovest con lo stesso andamento nelle diverse ore del giorno. In termini di intensità del vento, invece, viene registrata una velocità in nodi principalmente appartenente alla prima ed alla seconda classe.

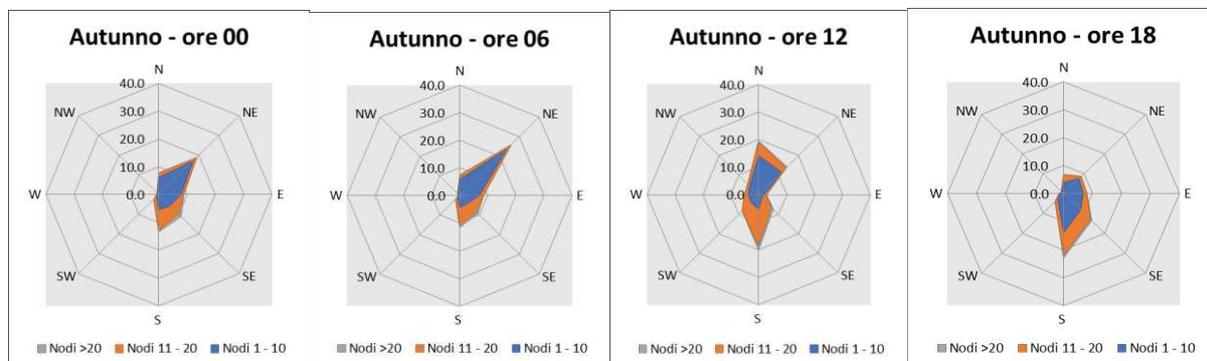


Figura 2-97 Regime anemometrico autunnale nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

Con riferimento alla stagione autunnale, coerentemente con la stagione invernale, si rilevano come prevalenti le direzioni nord, nord-est, sud e sud-est con velocità appartenenti alla prima e seconda classe.

2.5.1.3 Il dato attuale: Bollettino METAR anno 2020

Descrizione formato e disponibilità dei dati

I dati meteorologici vengono costantemente rilevati dagli osservatori e dalle stazioni per poi essere aggregati per l'utilizzo, la trasmissione e l'archiviazione sotto forma di bollettini meteorologici da parte dell'Aeronautica Militare.

In particolare, il bollettino METAR, dal quale sono stati ricavati i dati meteorologici dell'area di studio, relativi al 2020, rappresenta un messaggio di osservazione in superficie di tipo aeronautico, che viene emesso ogni mezz'ora oppure ogni ora a seconda del servizio della stazione.

I principali parametri meteorologici utilizzati per le analisi meteo climatiche sono:

- **Temperatura:** la temperatura dell'aria viene espressa in gradi centigradi [°C] e misurata attraverso termometri posizionati ad un'altezza variabile tra 1,25 e 2 metri dal suolo su terreno controllato coperto, protetti da precipitazioni e radiazione incidente, mantenendo libera la circolazione dell'aria. In particolare, per il bollettino METAR la temperatura dell'aria è registrata ogni ora o mezz'ora in °C, approssimata al grado intero.
- **Vento:** per il vento vengono adottate differenti unità di misura in base alla componente. Per l'intensità, che corrisponde alla velocità dell'aria rispetto al suolo, l'unità di misura utilizzata è il nodo (KT che corrisponde a 1.852 km/h) e per la direzione di provenienza il grado sessagesimale (si assume come valore 0 la calma di vento e 360 il nord). Lo strumento di misura, chiamato anemometro, è posto, lontano da ostacoli, ad un'altezza di 10 metri dal suolo. In particolare, per il bollettino METAR viene fornita la direzione e l'intensità del vento al suolo; viene, inoltre, indicata anche la raffica, che consiste nella velocità massima del vento riferita allo stesso periodo di 10 minuti, quando questa supera di almeno 10 nodi il valore dell'intensità.
- **Visibilità:** la visibilità orizzontale viene stimata empiricamente dall'operatore attraverso l'osservazione di opportuni riferimenti posti a distanza nota sul giro d'orizzonte.
- **Pressione:** le unità di misura utilizzate sono l'hectoPascal [hPa] e il millibar [mb], che coincidono numericamente. I barometri sono di tipo a colonna di mercurio oppure a capsule aneroidi ed indicano la pressione misurata al livello della stazione. In particolare, per il bollettino METAR viene fornito in hPa il QNH ovvero la pressione ridotta al livello del mare secondo un'atmosfera standard (ICAO).

La stazione considerata, coerentemente a quella scelta per l'analisi storica, è rappresentata dalla stazione di Roma Ciampino.

Al fine di poter descrivere compiutamente lo stato attuale, si riportano di seguito le descrizioni dei parametri meteorologici principali per l'anno di riferimento, 2020,

per poi successivamente confrontare questi con i dati storici e verificarne la coerenza. Qualora la verifica risultasse positiva in termini di coerenza sarà possibile utilizzare i dati meteo attuali (2020) come riferimento per le simulazioni modellistiche.

Regime termico

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, nella Tabella 2-85 vengono riportati i valori minimi, medi e massimi registrati dalla Stazione di Roma-Ciampino mentre nella Figura 2-98 sono riportati gli andamenti della temperatura oraria. Come si può notare, le temperature minori non scendono mai sotto lo zero e le temperature maggiori, invece, si registrano nei mesi estivi di luglio e agosto, con un massimo assoluto di 37 °C nel mese di agosto.

Periodo	T. Min (°C)	T. Media (°C)	T. Max(°C)
Gen	0.0	8.0	15.0
Feb	0.0	10.6	18.0
Mar	1.0	11.8	19.0
Apr	4.0	14.9	23.0
Mag	11.0	20.3	30.0
Giu	11.0	21.8	33.0
Lug	18.0	26.1	37.0
Ago	18.0	27.1	37.0
Set	9.0	22.3	34.0
Ott	7.0	15.9	24.0
Nov	4.0	13.3	21.0
Dic	2.0	9.6	17.0
Min/Media/Max	1.0	16.8	37.0

Tabella 2-85 Valori di Temperatura minima, media e massima registrate nel 2020 (fonte: elaborazione dati Stazione di Roma- Ciampino)

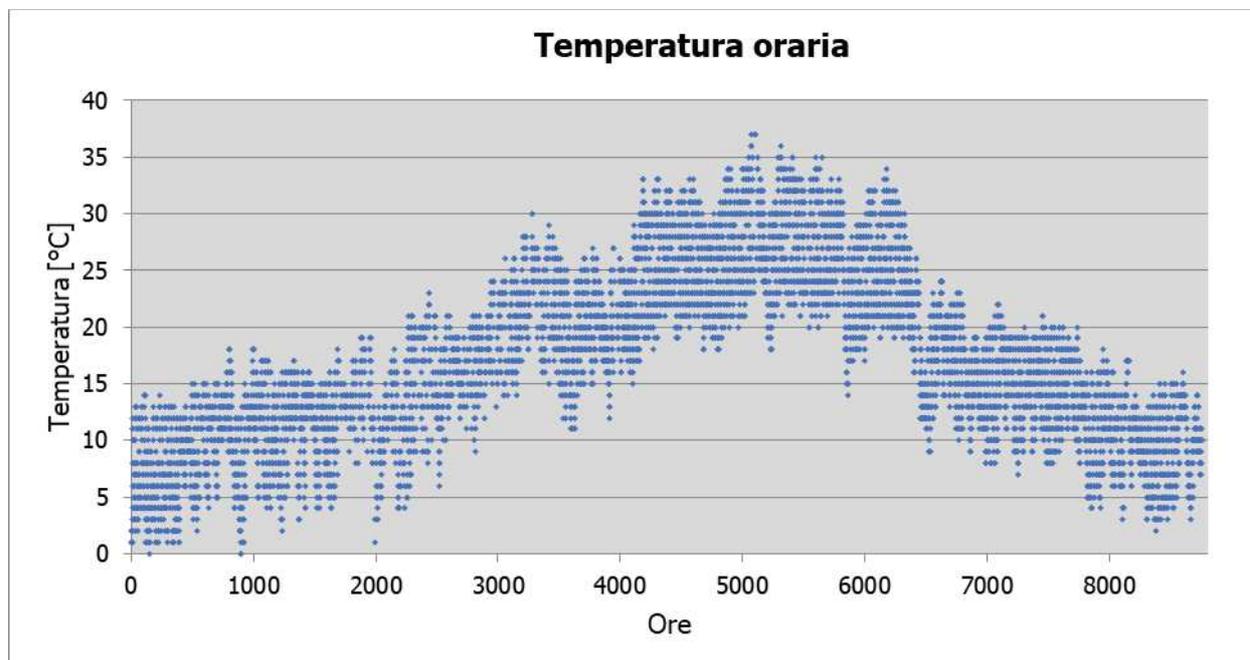


Figura 2-98 Temperatura oraria (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Roma Ciampino)

Regime Anemometrico

L'intensità del vento registrata, Figura 2-99, assume dei picchi nel mese di febbraio, marzo, giugno, ottobre e dicembre arrivando anche a valori di circa 14 m/s, anche se durante tutto l'anno si mantiene una media assoluta di 2.6 m/s.

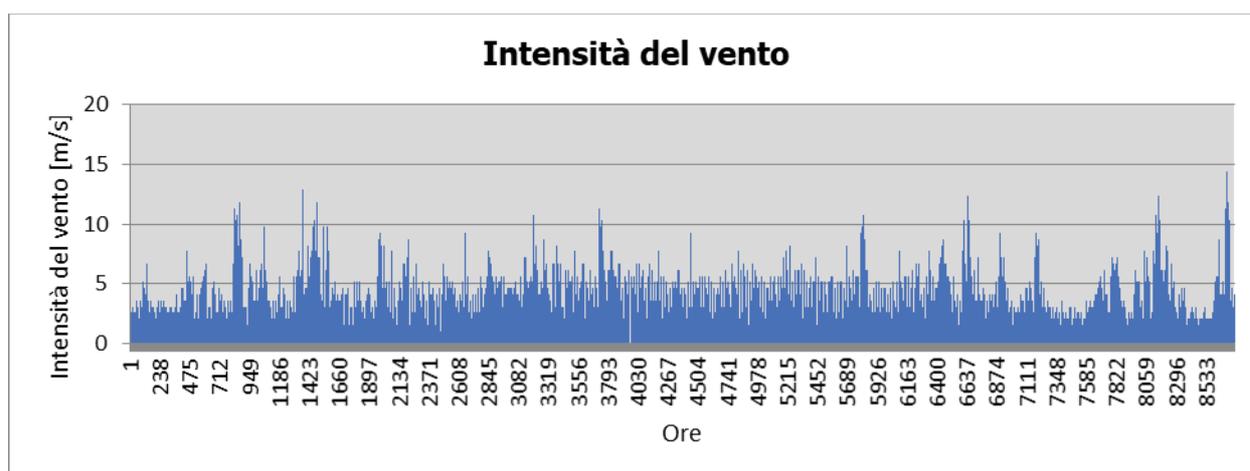


Figura 2-99 Intensità del vento (fonte: elaborazione dati Stazione di Roma- Ciampino)

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 2-100, si nota come le direzioni prevalenti registrate siano:

- N che si verifica in circa il 14% delle ore dell'anno;

- S che si verifica in circa il 13% delle ore dell'anno;
- W e E che si verificano in circa il 6 % delle ore dell'anno;
- ENE e NE che si verificano in circa il 7 ed il 10% delle ore dell'anno.

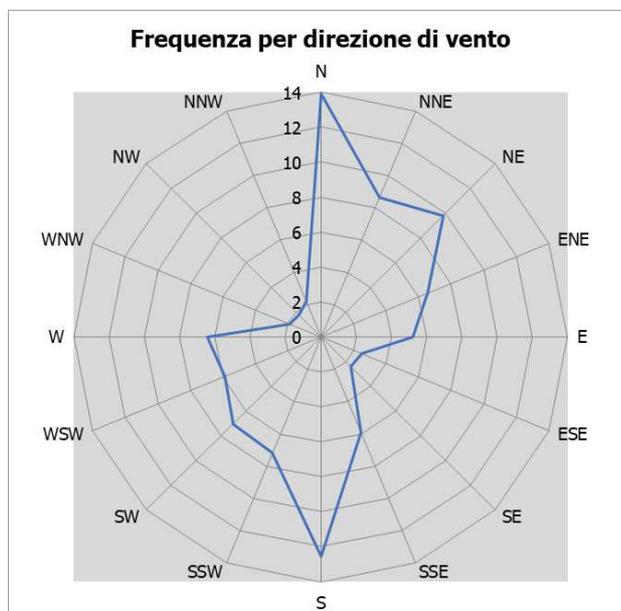


Figura 2-100 Frequenza per direzione di vento (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Roma Ciampino)

Nuvolosità

Il grado di nuvolosità viene calcolato in ottavi, dove, ad esempio, il valore 8 risulta essere quello in cui si ha il più alto grado di copertura. La Tabella 2-86 descrive nel dettaglio tale parametro.

Aspetto del cielo	Descrizione e intensità
Sereno	0
Poco nuvoloso	1 o 2
Nuvoloso	3 o 4
Molto nuvoloso	5,6 o 7
Coperto	8

Tabella 2-86 Grado di nuvolosità

Dal grafico riguardante la frequenza del grado di nuvolosità, Figura 2-101, si nota una bassa frequenza di grado di nubi della classe 8, mentre la frequenza più alta è registrata nella classe di nuvolosità 1 o 2.

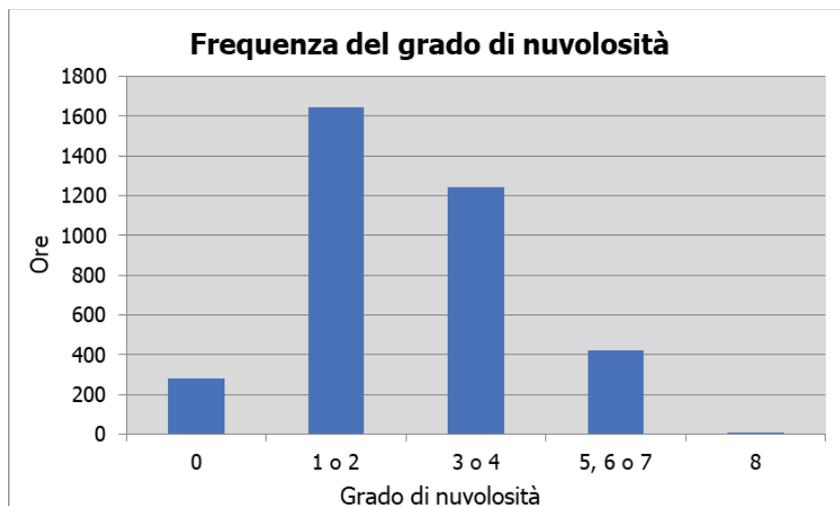


Figura 2-101 Frequenza del grado di nuvolosità (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Roma Ciampino)

2.5.1.4 Il confronto tra il dato storico e l'anno di riferimento delle simulazioni

Parametri di confronto

Al fine di validare la simulazione che si andrà a condurre, in relazione all'aspetto meteorologico, è opportuno verificare la bontà del dato attuale assunto con la serie storica analizzata.

Ciò che si intende valutare, quindi, è la significatività del dato attuale 2020 rispetto alle condizioni meteorologiche che generalmente si verificano nell'area di Roma Ciampino in cui è localizzata la stazione meteo, presa come riferimento per il luogo di intervento.

Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato meteorologico del 2020 sia conforme al dato storico, non rappresentando così un "outliers" rispetto alle condizioni meteo climatiche medie storiche analizzate nella stessa area. Nello specifico verranno, quindi, di seguito, analizzati e confrontati i principali parametri utilizzati nelle simulazioni modellistiche, quali il regime termico ed il regime anemometrico.

Regime Termico

Per quanto riguarda il Regime Termico il confronto è stato effettuato in primis tra le temperature medie mensili (cfr. Figura 2-102). Tale grafico mostra un andamento pressoché invariato tra i due differenti riferimenti temporali.

In particolare, i dati dell'anno di riferimento registrano un incremento medio nell'anno circa pari al 12%, attribuibile al riscaldamento globale che negli ultimi anni sta interessando sempre di più la Terra.

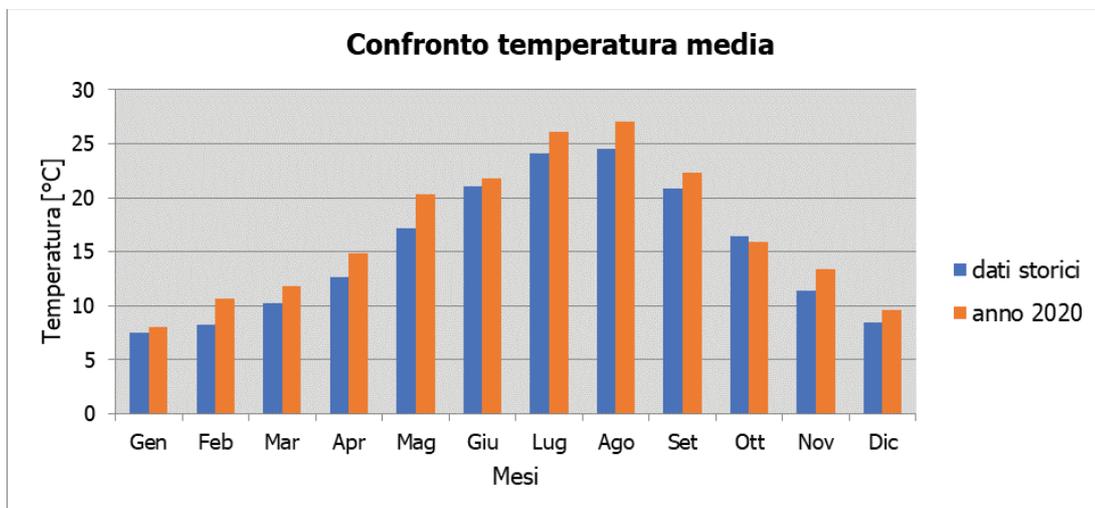


Figura 2-102 Confronto temperatura media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Roma Ciampino)

Anche nel confronto della temperatura massima media e minima media (cfr. Figura 2-103 e Figura 2-104) tra le tre decadi precedentemente studiate e l'anno di riferimento, il trend rimane analogo e non si registrano evidenti differenze di valori di tali temperature. Infatti, come è possibile notare dal grafico, per la temperatura massima media si registra un generale incremento dei valori di temperatura, pari in media a circa il 4% in più rispetto ai dati storici.

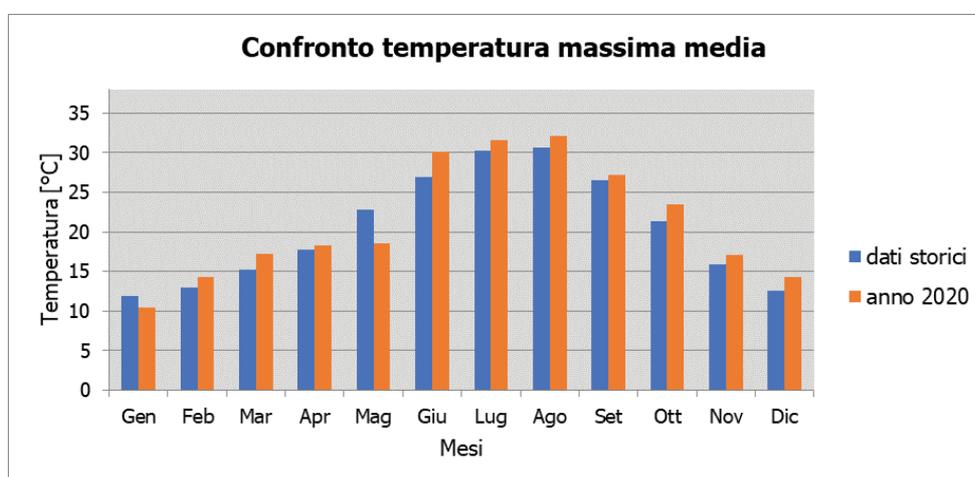


Figura 2-103 Confronto temperatura massima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Roma Ciampino)

Allo stesso modo anche per le temperature minime medie si riscontra un trend analogo tra i dati storici ed i dati del 2020 ed un incremento di temperatura del dato attuale rispetto alla serie storica.

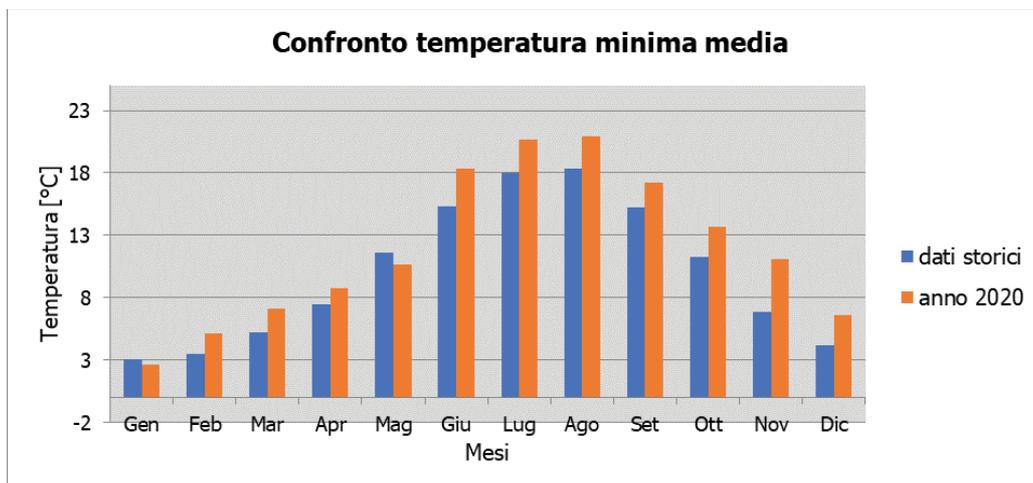


Figura 2-104 Confronto temperatura minima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Roma Ciampino)

Regime Anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi. Tale analisi, precedentemente effettuata per le tre decadi, è stata ripetuta per l'anno di riferimento in modo tale da poter effettuare un confronto.

Nella Tabella 2-87 è riportato un esempio dello studio effettuato. Essa mostra, in valori percentuali, le frequenze relative alla direzione dei venti suddivisi in tre classi di intensità. La prima classe comprende i valori dei nodi compresi tra 1 e 10, la seconda i valori tra 11 e 20 e la terza i valori superiori a 20.

Inverno 2020			
	1≤N≤10	11≤N≤20	N>20
N	9.2	10.4	10.6
NNE	9.8	10.1	10.1
NE	10.2	10.2	10.2
ENE	7.1	7.2	7.2
E	8.8	8.8	8.8
ESE	4.6	4.7	4.7
SE	3.0	3.0	3.0
SSE	8.1	8.8	8.9
S	11.8	14.1	14.3
SSW	4.1	4.5	4.7
SW	2.5	2.6	2.6
WSW	1.4	1.6	1.6
W	1.9	2.0	2.0
WNW	0.8	0.9	0.9
NW	2.5	2.6	2.6
NNW	3.2	3.4	3.5

Tabella 2-87 Dati anemometrici - Inverno 2020

Dalle figure seguenti si può effettuare il confronto tra i dati anemometrici delle tre decadi con i dati relativi all'anno di riferimento, suddivisi per stagioni. In coerenza a quanto visto per il dato storico, la prima stagione analizzata è la stagione invernale.

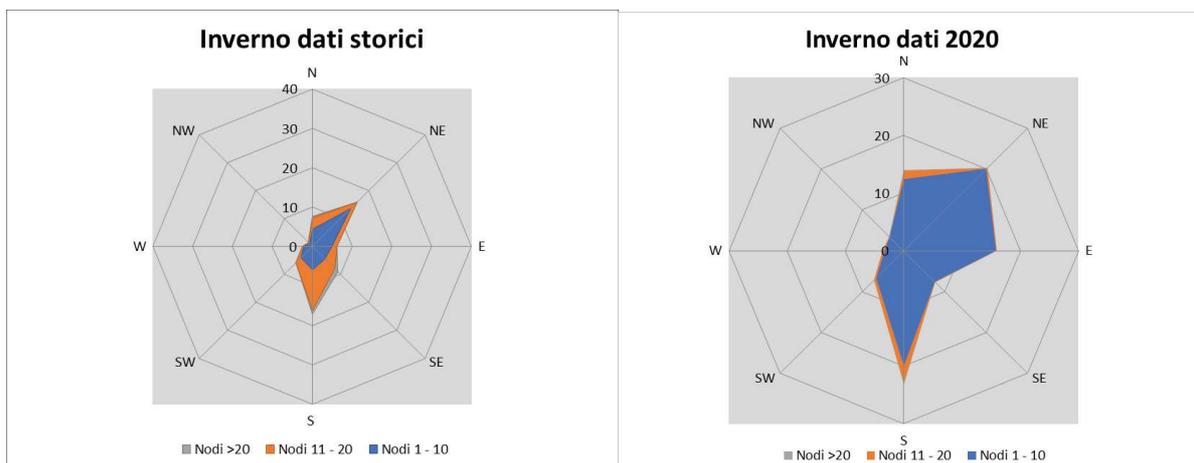


Figura 2-105 Confronto dati anemometrici stagione invernale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Roma Ciampino)

Dal confronto risulta come le direzioni principali dei venti sia nord-est per i dati storici, e sud e nord-est per i dati al 2020. Per quanto riguarda le velocità in termini di nodi, per entrambi i dati è presente una concentrazione principale nella prima e seconda classe. In linea generale è possibile affermare come vi sia una buona approssimazione del dato attuale rispetto allo storico per la stagione invernale poiché in entrambi i casi le direzioni principali sono concentrate nel primo quadrante. È bene, però, ricordare come le differenze principali possano essere ricondotte ad una differenza nella modalità di registrazione del dato storico, suddiviso in 8 classi di vento per direzione a differenza del dato attuale suddiviso in 16 classi e ricondotto in back analysis ad 8.

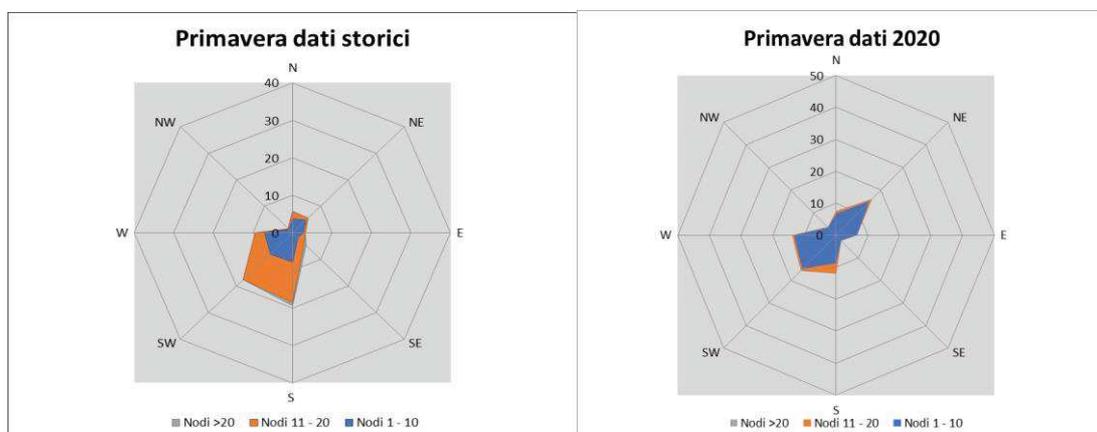


Figura 2-106 Confronto dati anemometrici stagione primaverile (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Roma Ciampino)

Per la stagione primaverile, Figura 2-106, la direzione principale è sud per il dato storico e sud-ovest e nord-est per l'attuale. Anche in questo caso, in termini di velocità del vento, l'anno 2020 mostra un'alta percentuale di dati in classe 1 e 2 mentre il dato storico mostra una prevalenza di registrazione in classe 1, ma anche in classe 2.

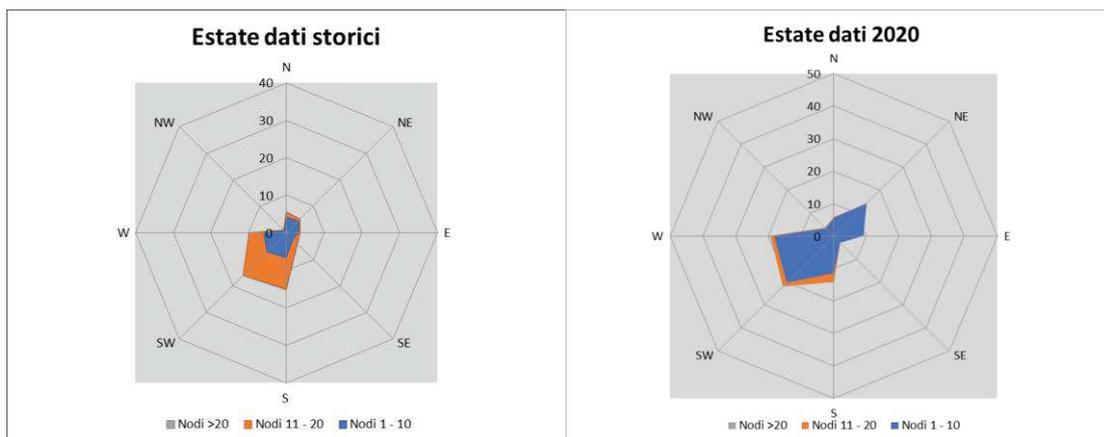


Figura 2-107 Confronto dati anemometrici stagione estiva (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Roma Ciampino)

Nella stagione estiva Figura 2-107 la direzione principale è ovest e sud-ovest per entrambe i casi. Nell'anno di riferimento, è inoltre presente un'altra direzione prevalente che si identifica con il nord-est. Con riferimento all'intensità del vento, l'anno 2020 mostra un'alta percentuale di dati in classe 1 e 2 mentre il dato storico mostra una prevalenza di registrazione in classe 1, ma anche in classe 2. Coerentemente a quanto visto per la stagione primaverile, considerando la combinazione direzione ed intensità, è possibile evidenziare una buona corrispondenza tra i due dati.

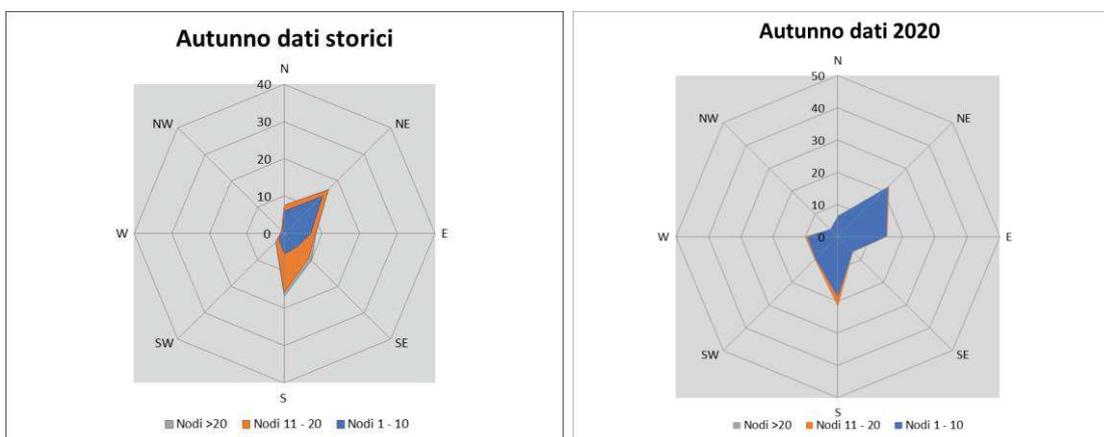


Figura 2-108 Confronto dati anemometrici stagione autunnale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Roma Ciampino)

Ultimo confronto ha riguardato la stagione autunnale, così come mostrato in Figura 2-108. In entrambi i casi le direzioni prevalenti si concentrano nel primo quadrante in direzione nord-est e sud. Con riferimento all'intensità del vento per entrambi i casi è presente una concentrazione principale nella prima classe mentre la seconda è più marcata nel dato storico.

Conclusioni

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti in relazione all'aspetto meteorologico, è possibile evidenziare in generale, sia in termini anemometrici che termici, una buona corrispondenza del dato attuale relativo al 2020 con i dati provenienti dalle serie storiche fornite dall'Atlante Climatico per la stessa stazione meteo di riferimento di Roma Ciampino.

Pertanto, può essere considerato attendibile l'intervallo di analisi per l'anno 2020, che verrà nel proseguo della trattazione adottato per le simulazioni modellistiche.

Al fine di validare il dato attuale riferito alla stazione meteorologica di Ciampino, questo viene di seguito confrontato con i dati termo-pluviometrici forniti da due stazioni meteorologiche del SIARL (Servizio Integrato Agrometeorologico della Regione Lazio) ubicate nei pressi della valle dell'Aniene e più vicini al tratto oggetto di studio.

La prima stazione presa come riferimento è situata nel comune di Marcellina, nella città metropolitana di Roma. I dati mensili raccolti nell'anno 2020 sono riportati nella figura seguente e la temperatura media annuale per l'anno 2020 è pari a circa 15.9°C.

Mese	TeMin	TeMed	TeMax	UmMed	Piogge
01 - Gennaio	2,5	7,5	13,9	82	20,2
02 - Febbraio	4,4	10,1	16,4	76	30,8
03 - Marzo	5,1	10,6	16,9	78	57,4
04 - Aprile	7,4	13,9	21,1	72	35,8
05 - Maggio	12,3	19,1	26,5	67	70,4
06 - Giugno	14,1	21,1	28,1	72	52
07 - Luglio	17,7	25,6	33,8	61	8,2
08 - Agosto	18,7	26,1	34,6	63	30,8
09 - Settembre	15,2	21,3	28,9	76	139,8
10 - Ottobre	9,7	14,9	21	85	121,2
11 - Novembre	8,1	12,5	18,4	87	46
12 - Dicembre	5	8,7	13,6	90	205,8

Figura 2-109. Dati termo-pluviometrici stazione di Marcellina (località V. Campetella), anno 2020.
(Fonte: SIARL).

Le estati sono calde, con temperature massime dei mesi estivi che raggiungono picchi di quasi 35°C. Nei mesi invernali, invece, si osservano temperature minime non troppo basse, che si spingono ad un limite inferiore di circa 2-3°C. Le

precipitazioni totali annue ammontano invece a 818 mm, con piogge maggiormente concentrate nei mesi autunnali e mesi estivi più aridi. Nel complesso, si può ricondurre questo tipo di regime climatico al bioclima mediterraneo oceanico sopra descritto.

La seconda stazione è invece ubicata nel comune di Agosta, nella parte orientale dell'intervento, in provincia di Roma. I dati mensili forniti dal SIARL e relativi all'anno 2020 sono riassunti di seguito.

Mese	TeMin	TeMed	TeMax	UmMed	Piogge
01 - Gennaio	-0,1	4,7	13,1	80	20,4
02 - Febbraio	1,5	7,3	16	75	56
03 - Marzo	2,8	8,6	17,1	76	95,6
04 - Aprile	5,2	12,2	21,6	73	46,6
05 - Maggio	10	16,8	26,6	69	45,6
06 - Giugno	11,3	17,9	27,2	80	128,8
07 - Luglio	15	22,7	33,6	68	43,8
08 - Agosto	15,4	22,9	34,4	68	65,6
09 - Settembre	12,3	18,2	27,8	81	144,2
10 - Ottobre	6,7	11,5	19	91	173,2
11 - Novembre	5,2	9,8	17,2	88	56,8
12 - Dicembre	2,1	5,8	11,5	92	321,6

Figura 2-110. Dati termo-pluviometrici stazione di Agosta (località La Cisterna), anno 2020. (Fonte: SIARL)

Differentemente da quanto osservato per la stazione di Marcellina, in questo caso si notano temperature invernali più rigide, con valori minimi registrati nel mese di gennaio pari a -0.1°C . Gli inverni sono quindi generalmente più freddi e le estati mediamente più fresche, con picchi di temperatura massima che sfiorano tuttavia i 35°C . La temperatura media annuale è di circa 13.2°C . Le precipitazioni totali per l'anno 2020 sono invece pari a 1198 mm.

Alla luce delle analisi condotte sulle condizioni meteorologiche dell'aria, nonostante la stazione meteorologica di Roma-Ciampino rilevi dei valori di temperatura media di circa 1°C in più rispetto alla stazione di Marcellina, tale variazione può considerarsi non rilevante ai fini delle simulazioni modellistiche. Si ricorda inoltre che, come riporta il documento dell'APAT "Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente Atmosfera e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A.", le osservazioni rilevate dalle stazioni meteo dell'Aeronautica Militare sono rappresentative di un'area di circa 70 chilometri di raggio. Essendo quindi la stazione di Roma-Ciampino distante al massimo 40 km dall'intervento, può ritenersi rappresentativa delle condizioni climatiche dell'area di studio ed i dati rilevati nel 2020 dalla stessa possono essere considerati come dati di input per le simulazioni modellistiche.

2.5.2 Analisi emissiva

2.5.2.1 Emissioni a livello nazionale

Con riferimento all'Inventario Nazionale delle Emissioni in Atmosfera del 2021, realizzato dall'ISPRA, è stato possibile delineare il quadro nazionale italiano delle emissioni in atmosfera per il periodo compreso tra il 1990 ed il 2019 relativo ai principali inquinanti d'interesse per la componente in esame, ossia gli ossidi di azoto (NO_x), il particolato (PM10) e il biossido di zolfo (SO₂). Si riportano di seguito le emissioni prodotte dalle macro - attività considerate nell'Inventario Nazionale (Italian Emission Inventory 1990-2019 Informative Inventory Report 2021).

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2019										
Emissioni di NO_x [Gg]:										
Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	457	344	173	118	81	52	48	46	42	39
Combustione impianti non industriale	65	66	69	79	88	87	87	87	86	86
Combustione industriale	249	180	152	153	100	65	61	54	53	53
Processi produttivi	30	31	9	16	11	10	8	11	11	11
Trasporti stradali	934	991	753	614	454	387	313	269	267	253
Altre fonti mobili e macchine	261	258	260	233	183	130	127	125	129	135
Trattamento e smaltimento rifiuti	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
Agricoltura	69	70	70	65	54	50	53	52	49	49
TOTALE	2068	1944	1489	1281	972	934	699	646	639	627

Tabella 2-88 Emissioni nazionali di NO_x (Fonte: INEA 2021 - ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2019										
Emissioni di PM10 [Gg]:										
Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	45	40	18	6	3	1	1	1	1	1
Combustione impianti non industriale	68	71	70	69	124	112	108	113	95	94
Combustione industriale	29	26	17	14	9	7	7	8	8	7
Processi produttivi	22	21	19	20	16	11	11	12	12	13
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Solvente ed altri usi	3	3	4	4	3	3	2	2	2	2

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2019										
Emissioni di PM10 [Gg]:										
Macro-Attività del prodotto	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Trasporti stradali	57	57	52	47	34	26	23	21	20	20
Altre fonti mobili e macchine	32	32	30	25	16	10	10	9	9	9
Trattamento e smaltimento rifiuti	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Agricoltura	33	33	32	30	23	23	23	23	23	23
TOTALE	291	286	245	218	231	197	186	193	174	172

Tabella 2-89 Emissioni nazionali di PM₁₀ (Fonte: INEA 2021 - ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2019										
Emissioni di SOx [Gg]:										
Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	1001	776	467	187	77	30	22	19	17	13
Combustione impianti non industriale	82	33	25	23	12	10	10	10	10	10
Combustione industriale	303	220	107	77	50	29	31	28	24	26
Processi produttivi	157	126	51	61	46	31	29	33	29	26
Solvente ed altri usi del prodotto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trasporti stradali	129	71	12	2	0	0	0	0	0	0
Altre fonti mobili e macchine	98	84	84	51	29	0	22	22	23	26
Trattamento e smaltimento rifiuti	13	12	10	11	7	0	4	5	4	4
Agricoltura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	1784	1322	756	411	222	0	119	117	109	105

Tabella 2-90 Emissioni nazionali di SO_x (Fonte: INEA 2021 - ISPRA)

2.5.2.2 Emissioni a livello regionale

Con riferimento all'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera fornito da ARPALAZIO è stato possibile effettuare l'analisi emissiva del territorio circostante l'area in esame, dapprima a livello regionale e successivamente a livello provinciale.

Dall'Inventario sono state considerate le emissioni prodotte nell'anno 2015 (ultimo anno disponibile) dai diversi macrosettori, da cui si evince che:

- per il PM10, le principali fonti emmissive sono rappresentate dal macrosettore «Combustione non industriale» (52,16%) e dal macrosettore «Trasporto su strada» (33,68%);
- per le emissioni di Ossidi di azoto (NOx), queste sono principalmente dovute ai macrosettori «Trasporto su strada» (48,1%), «Impianti di combustione non industriale» (15,17%) e «Altre sorgenti mobili e macchinari» (13,61%);
- per l'SO₂, le principali fonti emmissive sono rappresentate dai macrosettori «Combustione nell'industria» (37,33%) e «Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione» (30,76%).

Di seguito si riportano in forma tabellare i valori di emissione della Regione Lazio, suddivisi per macrosettori.

	SO ₂	NOx	NMCOV	CO	NH ₃	PM10
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	2098	4237	211	2357	24	94
Combustione non industriale	1123	8695	18748	122067	324	14115
Combustione nell'industria	2546	4848	286	2293	45	745
Processi produttivi	437	827	3151	355	12	667
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	1840	0	0	139
Uso di solventi	17	340	22622	289	883	185
Trasporto su strada	172	27561	10437	55127	530	9114
Altre sorgenti mobili e macchinari	308	7799	2285	10009	1	414
Trattamento e smaltimento rifiuti	37	276	506	1153	325	110
Agricoltura	0	2372	34	181	16498	322
Altre sorgenti e assorbimenti	83	343	83296	27749	93	1155
Totale	6822	57298	143417	221581	18734	27061

Tabella 2-91 Ripartizione delle emissioni per i macrosettori della Regione Lazio (Fonte: ARPALAZIO 2015)

2.5.2.3 Emissioni a livello provinciale

Sempre in riferimento all'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera fornito da ARPALAZIO ed aggiornato al 2015, è stato poi possibile effettuare l'analisi emissiva a livello provinciale, con specifico riferimento alla Provincia di Roma, da cui si evince che:

- per il PM10, le principali fonti emmissive sono rappresentate dal macrosettore «Trasporto su strada» (54,33%) e dal macrosettore «Combustione non industriale» (38,46%);
- per le emissioni di Ossidi di azoto (NOx), la principale fonte emmissiva è rappresentata dal macrosettore «Trasporto su strada» (53,86%);
- per l'SO₂, rappresenta la principale fonte emmissiva il macrosettore «Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione» (55,57%).

	SO2	NOx	NMCOV	CO	NH3	PM10
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	2096	3716	187	2180	24	81
Combustione non industriale	526	4550	7322	50695	137	5708
Combustione nell'industria	540	2168	90	1328	45	55
Processi produttivi	112	382	1915	112	4	191
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	1412	0	0	139
Uso di solventi	17	168	14279	86	883	111
Trasporto su strada	141	20167	6280	38083	422	8065
Altre sorgenti mobili e macchinari	291	5104	1336	5679	0	198
Trattamento e smaltimento rifiuti	36	205	197	284	140	60
Agricoltura	0	810	9	51	4123	52
Altre sorgenti e assorbimenti	13	170	22349	4253	14	183
Totale	3772	37441	55375	102750	5791	14844

Tabella 2-92 Ripartizione delle emissioni per i macrosettori della Provincia di Roma (Fonte: ARPALAZIO 2015)

2.5.3 Analisi della qualità dell'aria

2.5.3.1 Normativa nazionale di riferimento

Il quadro normativo nazionale che forniva le indicazioni sulla qualità dell'aria ha subito importanti modifiche con il DM n.60 del 2002. Con questo ultimo DM, pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 13 aprile 2002, n.87, il Ministero dell'Ambiente ha recepito la direttiva del Consiglio 22 aprile 1999, n.1999/30/CE.

Ad oggi il DM 60/2002 è stato superato dal D.Lgs 13 agosto 2010, n.155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Il decreto 155/2010 costituisce un testo unico sulla qualità dell'aria, andando a comprendere anche i contenuti del decreto 152/2007 che recepiva la Direttiva 2004/107/CE.

In merito ai valori di concentrazione relativi alla qualità dell'aria, si riportano nel seguito i limiti e le soglie di allarme definiti dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155.

Biossido di Zolfo (SO₂)

I valori di soglia per il Biossido di Zolfo sono basati su:

- Valori medi sulle 24 ore (125 µg/m³) da non superare più di 3 volte per anno civile;
- Valori medi orari (350 µg/m³) da non superare più di 24 volte per anno civile;
- Valori medi annui (20 µg/m³) per la vegetazione.

Biossido di Azoto (NO₂)

Relativamente al Biossido di Azoto, i limiti di concentrazione nella qualità dell'aria sono basati su:

- Valori medi annui (40 µg/m³);
- Valori medi orari (200 µg/m³) da non superare più di 18 volte per anno civile (ovvero valori di 99,8° percentile delle medie orarie registrate nell'anno).

Polveri (PM₁₀ e PM_{2,5})

I valori di soglia per le polveri PM₁₀ in aria sono riportati di seguito:

- Valore medio giornaliero (50 µg/m³) da non superare più di 35 volte per anno civile;
- Valore medio annuo (40 µg/m³).

Per le polveri PM_{2,5} il valore limite di protezione della salute umana è fissato pari a 25 µg/m³ dell'anno civile.

Di seguito vengono sintetizzati i valori limite e le soglie di allarme per i composti individuati per la definizione della qualità dell'aria.

Composto	Indicatore normativo	Periodo di media	Valore limite	Numero superamenti consentiti
SO₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m ³	-
	Livelli critici vegetazione	Anno civile e inverno	20 µg/m ³	-
NO₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m ³	18
	Valore limite protezione salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	-

Composto	Indicatore normativo	Periodo di media	Valore limite	Numero superamenti consentiti
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³	-
PM10	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35
	Valore limite protezione salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	-
PM2,5	Valore limite protezione salute umana	Anno civile	25 µg/m ³	-

Tabella 2-93 Valori limite inquinanti (D.Lgs. 155/2010)

2.5.3.2 La pianificazione e programmazione della qualità dell'aria

In merito ai valori di concentrazione nella qualità dell'aria, lo strumento di pianificazione con il quale la Regione Lazio dà applicazione alla Direttiva 96/62/CE, direttiva "in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambientale" e s.m.i. è il Piano di Risanamento della qualità dell'aria.

La Regione Lazio con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 66 del 10/12/2009 ha approvato il "Piano per il Risanamento della Qualità dell'Aria" cui norme di attuazione sono state successivamente definite mediante Deliberazione della Giunta Regionale n. 164 del 05/03/2010. Tale Piano (PRQA) è lo strumento di pianificazione con il quale la Regione Lazio dà applicazione alla direttiva 96/62/CE, direttiva madre "in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente" e alle successive direttive integrative.

Il Piano individua due obiettivi generali:

- il risanamento della qualità dell'aria nelle zone e negli agglomerati in cui si registrano superamenti del limite di legge per almeno un inquinante;
- il mantenimento della qualità dell'aria nel restante territorio attraverso misure rivolte prevalentemente: alla riduzione delle emissioni, alla riduzione dei consumi, alla promozione di produzione di energia attraverso fonti rinnovabili.

A questi si aggiunge l'obiettivo di realizzare un sistema di valutazione e controllo in tempo reale dei livelli di inquinamento, capace di acquisire e diffondere le informazioni utili e necessarie ad una corretta gestione delle situazioni di rischio tramite la creazione di un centro per la qualità dell'aria presso l'ARPA Lazio.

Ai fini dell'adozione dei provvedimenti tesi a contrastare l'inquinamento atmosferico, il territorio regionale è stato suddiviso in tre zone, riconducibili alla classificazione di cui alla Deliberazione della Giunta Regionale n. 767 del 1° agosto 2003, redatta in accordo ai criteri stabiliti dal D.M. 261/2002 per gli inquinanti regolamentati dal D.M. 60/2002 oggi abrogato dal D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155:

- la zona A comprende i due agglomerati di Roma e Frosinone, dove per l'entità dei superamenti dei limiti di legge sono previsti provvedimenti specifici;
- la zona B comprende i comuni classificati in classe 2, dove è accertato l'effettivo superamento o l'elevato rischio di superamento del limite da parte di almeno un inquinante. In questa zona sono previsti i piani di azione per il risanamento della qualità dell'aria, ai sensi dell'art. 8 del D.Lgs. 351/99. In tale zona è incluso il comune di Civita Castellana.
- la zona C comprende il restante territorio della Regione nel quale ricadono i comuni delle classi 3 e 4 a basso rischio di superamento dei limiti di legge, dove sono previsti provvedimenti tesi al mantenimento della qualità dell'aria, ai sensi dell'art. 9 del D.Lgs. 351/99.

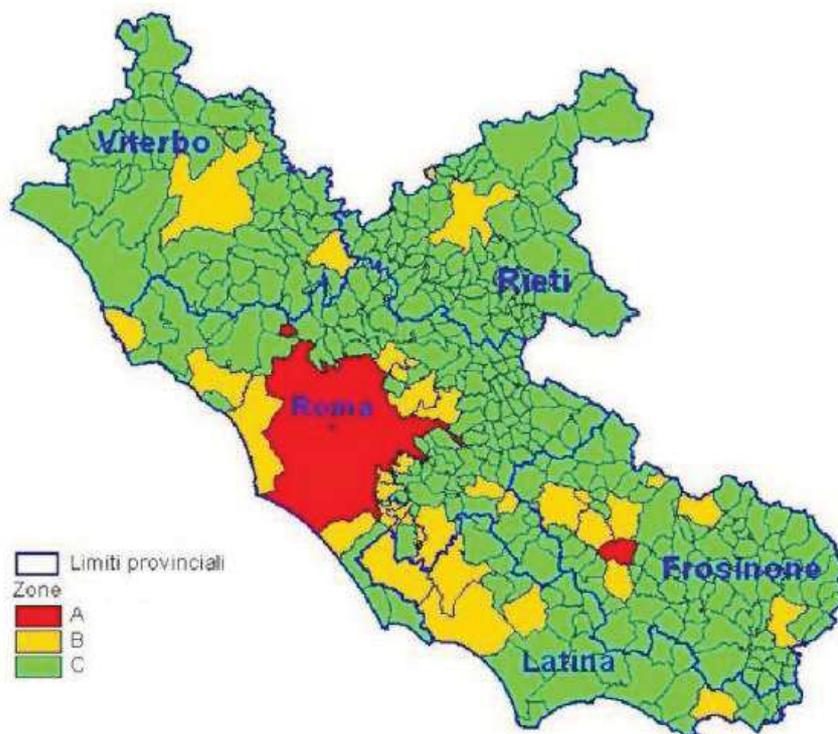


Figura 2-111 Classificazione del territorio, zone di piano (fonte: Piano regionale di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria approvato del 2009)

Ai fini del Piano, l'area di intervento ricade in zona A.

In tutto il territorio zona A, B e C sono previste le seguenti misure di piano:

- provvedimenti per la riduzione delle emissioni di impianti di combustione ad uso civile;
- provvedimenti per la riduzione delle emissioni di impianti di combustione a uso industriale;
- provvedimenti per la riduzione delle emissioni diffuse;
- controllo delle emissioni dei veicoli.

Inoltre, nelle zone A e B sono previste le seguenti misure di Piano:

- rinnovo e potenziamento del trasporto pubblico con mezzi a basso impatto ambientale;
- iniziative di incentivazione all'acquisto dei mezzi pubblici;
- ammodernamento delle flotte delle società di servizi pubblici con mezzi conformi alle normative europee;
- adozione da parte dei Comuni del Piano urbano del traffico, limitazione della circolazione veicolare nel centro urbano, adozione del piano del traffico merci al fine di evitare o ridurre la circolazione dei mezzi pesanti all'interno dei centri urbani.

Per i Comuni di Roma e Frosinone (zona A) sono previste ulteriori misure più restrittive relative a:

- circolazione dei mezzi privati autoveicoli, motoveicoli e ciclomotori;
- circolazione dei mezzi di trasporto merci.

Inoltre, per i medesimi comuni di cui sopra, le misure del Piano prevedono la realizzazione di:

- opere per velocizzare il trasporto pubblico;
- parcheggi di scambio;
- piattaforme logistiche attrezzate per la razionalizzazione dello smistamento delle merci, con distribuzione finale mediante mezzi leggeri a basso/nullo impatto ambientale.

Ai fini dell'attuazione delle misure del piano la Regione Lazio con Deliberazione della Giunta Regionale n. 217 del 2012, ha approvato il progetto di "Zonizzazione e Classificazione del Territorio Regionale ai sensi degli artt. 3, 4 e 8 del d.lgs. 155/2010", ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente in attuazione dell'art. 3 commi 1 e 2, art. 4 e dei commi 2 e 5 dell'art. 8, del d.lgs. 155/2010 e s.m.i.

Con Deliberazione della Giunta Regionale del 15 settembre 2016, n. 536 è stato aggiornato l'Allegato 4 della suddetta D.G.R.

La classificazione approvata con la delibera di giunta n.536/2016 è basata sui dati di qualità dell'aria del periodo 2011- 2015. A partire dal 2015 il sistema di valutazione della qualità dell'aria regionale, modificato e migliorato negli anni, registra dei livelli per le concentrazioni di alcuni inquinanti sostanzialmente migliori, considerato che con la Deliberazione 4 agosto 2020, n. 539 è stato adottato l'aggiornamento del Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (PRQA) ai sensi dell'art. 9 e art. 10 del D.Lgs 155/2010, è stato valutato opportuno aggiornare la classificazione delle zone e dei Comuni ai fini della tutela della salute umana prima dello scadere dei cinque anni. I dati di qualità dell'aria considerati per la classificazione sono riferiti al periodo 2015-2019.

Come richiesto dalle Linee Guida del Ministero dell’Ambiente, la procedura di zonizzazione del territorio laziale è stata condotta sulla base delle caratteristiche fisiche del territorio, uso del suolo, carico emissivo e densità di popolazione.

Una volta terminata la zonizzazione è stata effettuata la classificazione di zone e agglomerati ai fini della valutazione della qualità dell’aria ambiente sulla base delle disposizioni contenute nell’art. 4 del D.Lgs. 155/2010. La classificazione è essenziale per determinare le necessità di monitoraggio, come numero delle stazioni di misura, localizzazione e dotazione strumentale delle stesse.

La zonizzazione del territorio laziale definisce quattro Zone ai fini della tutela della salute umana per gli inquinanti NO₂, SO₂, C₆H₆, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P e tre Zone ai fini della tutela della salute umana per il solo ozono(O₃). La zonizzazione ai fini della protezione della vegetazione per gli inquinanti SO₂, NO_x, e O₃, non è stata ancora definita a livello nazionale, e di conseguenza non è definita quella della regione Lazio. Si riportano di seguito le caratteristiche principali delle quattro zone individuate ai fini della valutazione di qualità dell’aria.

ZONA	Codice	Comuni (n)	Area (km ²)	Popolazione (residenti ISTAT 2019)
Appenninica	IT1211	197	7025.5	541129
Valle del Sacco	IT1212	86	2976.4	627438
Litoranea	IT1213	69	4957.9	1196305
Appennino-Valle del Sacco	IT1214	283	10001.9	1168567
Agglomerato di Roma	IT1215	26	2271.9	3514210

Figura 2-112 Caratteristiche zone (Fonte: Deliberazione Giunta Regionale 28 maggio 2021, n.305 - Riesame della zonizzazione del territorio ai fini della valutazione della qualità dell’aria ambiente del Lazio (artt. 3 e 4 del D.lgs. 155/2010 smi) e aggiornamento della classificazione delle zone e comuni ai fini della tutela della salute umana)

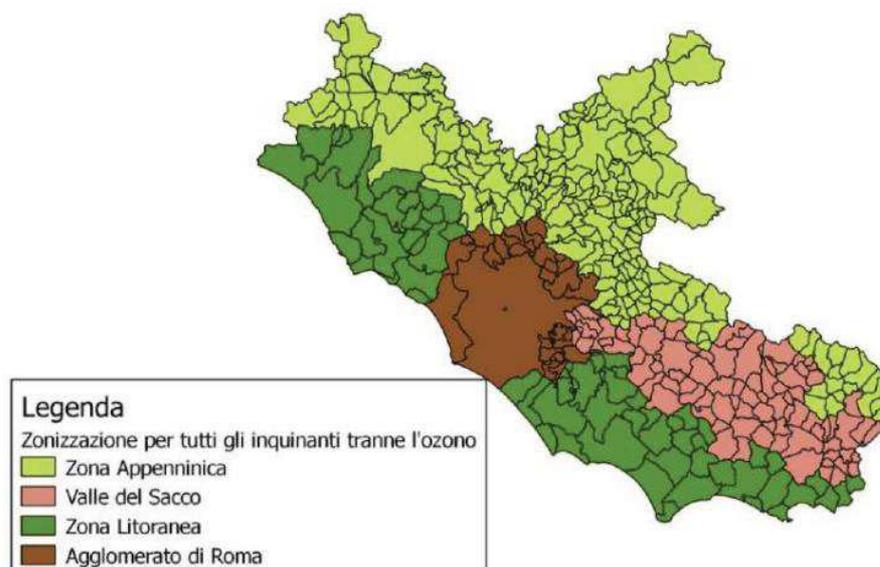


Figura 2-113 Zonizzazione del territorio regionale per tutti gli inquinanti tranne l'Ozono (Fonte: Deliberazione Giunta Regionale 28 maggio 2021, n.305 - Riesame della zonizzazione del territorio ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente del Lazio (artt. 3 e 4 del D.lgs. 155/2010 smi) e aggiornamento della classificazione delle zone e comuni ai fini della tutela della salute umana)

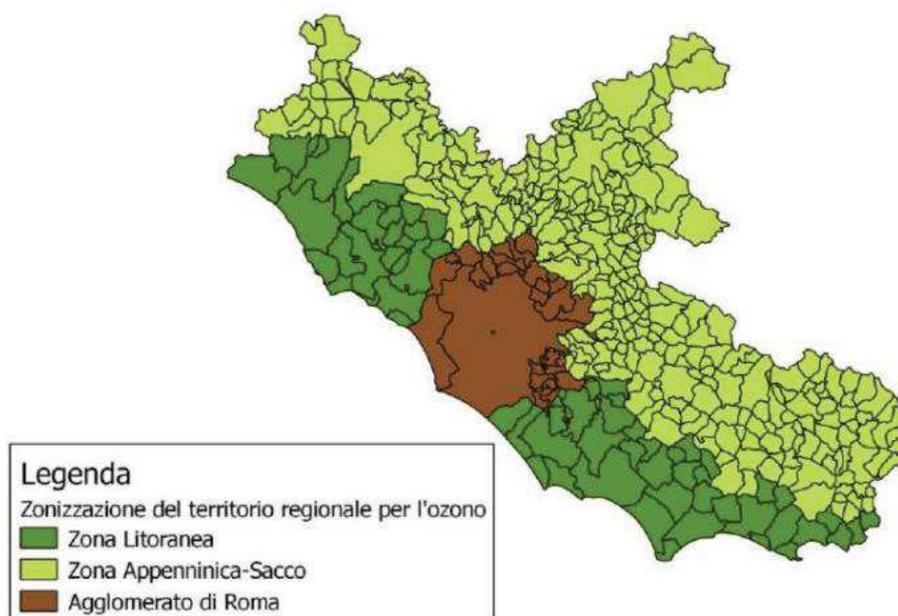


Figura 2-114 Zonizzazione del territorio regionale per l'Ozono (Fonte: Deliberazione Giunta Regionale 28 maggio 2021, n.305 - Riesame della zonizzazione del territorio ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente del Lazio (artt. 3 e 4 del D.lgs. 155/2010 smi) e aggiornamento della classificazione delle zone e comuni ai fini della tutela della salute umana)

Come indicato nel Riesame della zonizzazione del territorio (Deliberazione della Giunta Regionale del 28 maggio 2021, n.305), alla luce dell'aggiornamento dei

criteri alla base della zonizzazione ai fini della valutazione della qualità dell'aria per la salute umana non emergono elementi che determinino una sostanziale trasformazione delle quattro zone omogenee (Agglomerato, Appenninica, Litoranea e Valle del Sacco) definite con la DGR n° 217 del 18/05/2012 (confermate con la DGR n° 536 del 15/09/2016). Il processo di riesame ha evidenziato la necessità di definirne con maggiore precisione i confini, variando di assegnazione alcuni Comuni siti in prossimità del confine tra due zone.

Come anticipato, recentemente, con Deliberazione della Giunta Regionale n. 539 del 04/08/2020 è stato adottato lo schema di aggiornamento del Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (PRQA) ai sensi dell'art. 9 e art. 10 del D.Lgs 155/2010 (BURL n. 102 del 18/08/2020). L'aggiornamento del Piano si prefigge i seguenti obiettivi:

- PRGA_1: Raggiungere livelli di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso nelle zone dove sono stati superati gli standard di qualità dell'aria nel 2015;
- PRQA_2: Perseguire il mantenimento dei livelli di qualità dell'aria nelle zone dove sono rispettati gli standard di qualità dell'aria nel 2015;
- PRQA_3: Perseguire il mantenimento dei livelli di qualità dell'aria nelle zone dove sono rispettati gli standard di qualità dell'aria nel 2015.

2.5.3.3 La rete di monitoraggio e le centraline di riferimento

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria regionale è costituita da 55 stazioni di monitoraggio di cui 46 incluse nel Programma di Valutazione della qualità dell'aria regionale approvato con D.G.R. n. 478 del 2016.

Le stazioni di misura sono dislocate nell'intero territorio regionale come di seguito indicato:

- 5 stazioni in zona Appenninica;
- 10 stazioni in zona Valle del Sacco;
- 16 stazioni nell'Agglomerato di Roma (di cui una non inclusa nel Programma di Valutazione regionale);
- 24 stazioni in zona Litoranea (di cui 8 non incluse nel Programma di Valutazione regionale).

Le centraline non incluse nel Programma di Valutazione sono: Boncompagni per l'Agglomerato di Roma e le restanti 8 in zona Litoranea: Civitavecchia Morandi, Civitavecchia Porto, Fiumicino Porto, Aurelia, San Gordiano, Santa Marinella, Allumiere e Tolfa (queste ultime 5 appartenenti alla rete "ex-Enel"). Delle centraline ex-ENEL non sono attualmente attive le stazioni di Tarquinia e Santa Marinella. Nel corso del 2018 sono stati installati degli analizzatori di PM2.5 nelle stazioni di Colleferro Europa e Ferentino, la copertura temporale del dato non è però sufficiente a calcolare la media annua

La dislocazione delle stazioni di misura sul territorio regionale viene riportata nella Figura 2-115.

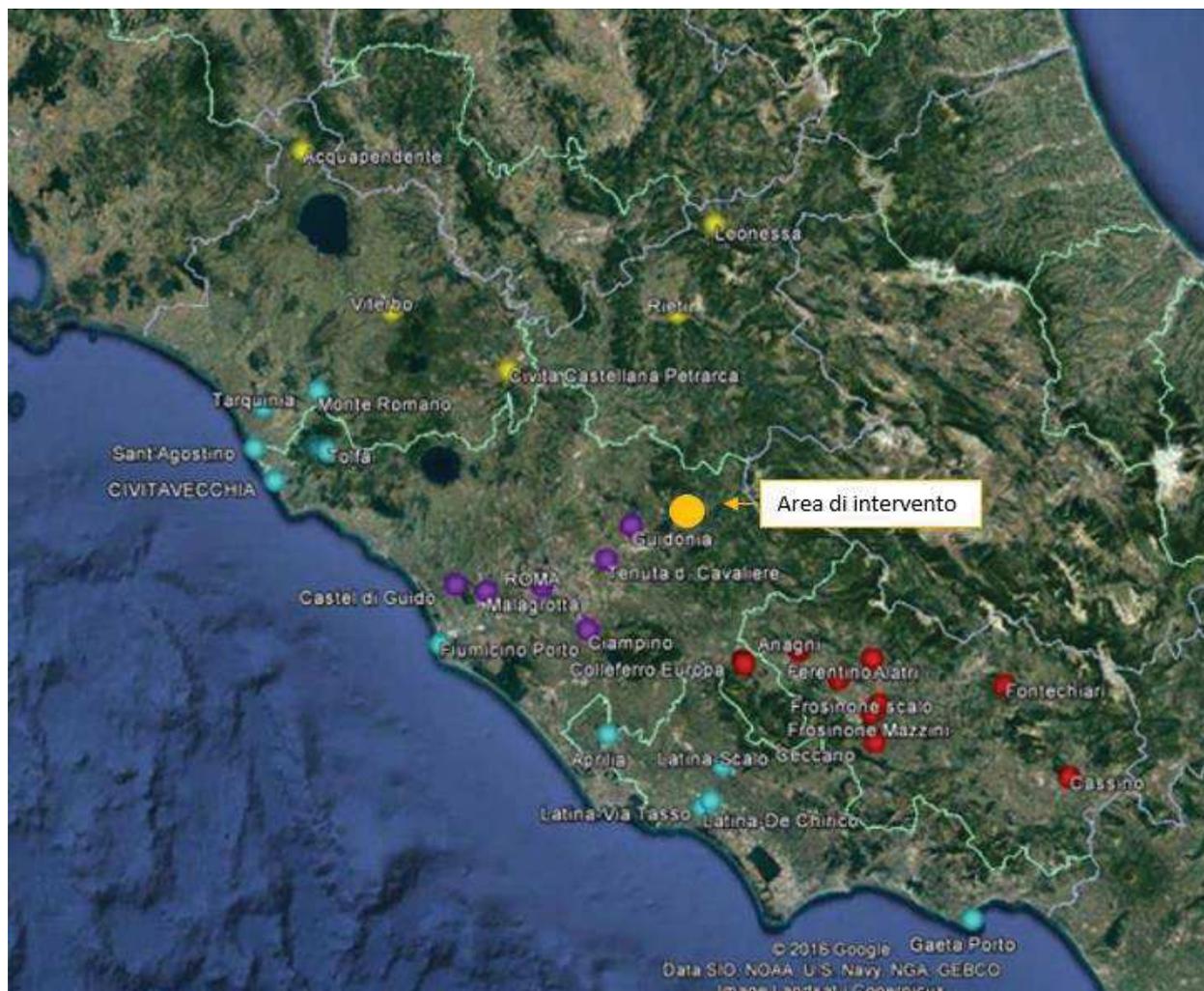


Figura 2-115 Localizzazione delle stazioni della rete di misura regionale del Lazio nel 2018 (Fonte: ALL02 – Aggiornamento PRQA 2020 – Relazione)

Nello specifico, il progetto in esame ricade nella zona "Appenninica", ma molto prossimo all'"Agglomerato di Roma", pertanto in Tabella 2-94 si riporta l'elenco delle stazioni di monitoraggio più vicine all'intervento ed i relativi inquinanti monitorati.

Agglomerato di Roma												
Comune	Stazione	Lat.	Long	PM10	PM2.5	NO _x	CO	BTEX	O ₃	SO ₂	Metalli	IPA
Roma	L.go Arenula	41.89	12.48	X	X	X			X			
Roma	Preneste	41.89	12.54	X		X			X			
Roma	C.so Francia	41.95	12.47	X	X	X		X			X	X
Roma	L.go Magna Grecia	41.88	12.51	X		X						
Roma	Cinecittà	41.86	12.57	X	X	X			X		X	X
Guidonia Montecelio	Guidonia	42.00	12.73	X	X	X				X		
Roma	Villa Ada	41.93	12.51	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Roma	Castel di Guido	41.89	12.27	X	X	X			X			
Roma	Tenuta del Cavaliere	41.93	12.66	X	X	X			X			
Ciampino	Ciampino	41.8	12.61	X		X		X			X	X
Roma	Fermi	41.86	12.47	X		X	X	X				
Roma	Bufalotta	41.95	12.53	X		X			X	X		
Roma	Cipro	41.91	12.45	X	X	X			X			
Roma	Tiburtina	41.91	12.55	X		X						
Roma	Malagrotta	41.87	12.35	X	X	X		X	X	X		
Roma	Boncompagni [^]	41,91	12,50	X	X	X			X			

Tabella 2-94 Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nell'Agglomerato di Roma (Fonte: ALL02 – Aggiornamento PRQA 2020 – Relazione)

Relativamente all'area di studio del progetto in esame, è stata quindi condotta una analisi delle centraline presenti nell'Agglomerato di Roma, in quanto più vicine all'intervento rispetto a quelle della Zona Appenninica, al fine di individuare quella più vicina e significativa in termini di tipologia.

Le centraline più vicine nella rete di monitoraggio sono la centralina di Guidonia e di Tenuta del Cavaliere.

Quella però che rappresenta meglio il territorio, nonostante sia più distante dall'intervento, è la centralina Tenuta del Cavaliere di tipo "fondo suburbano".

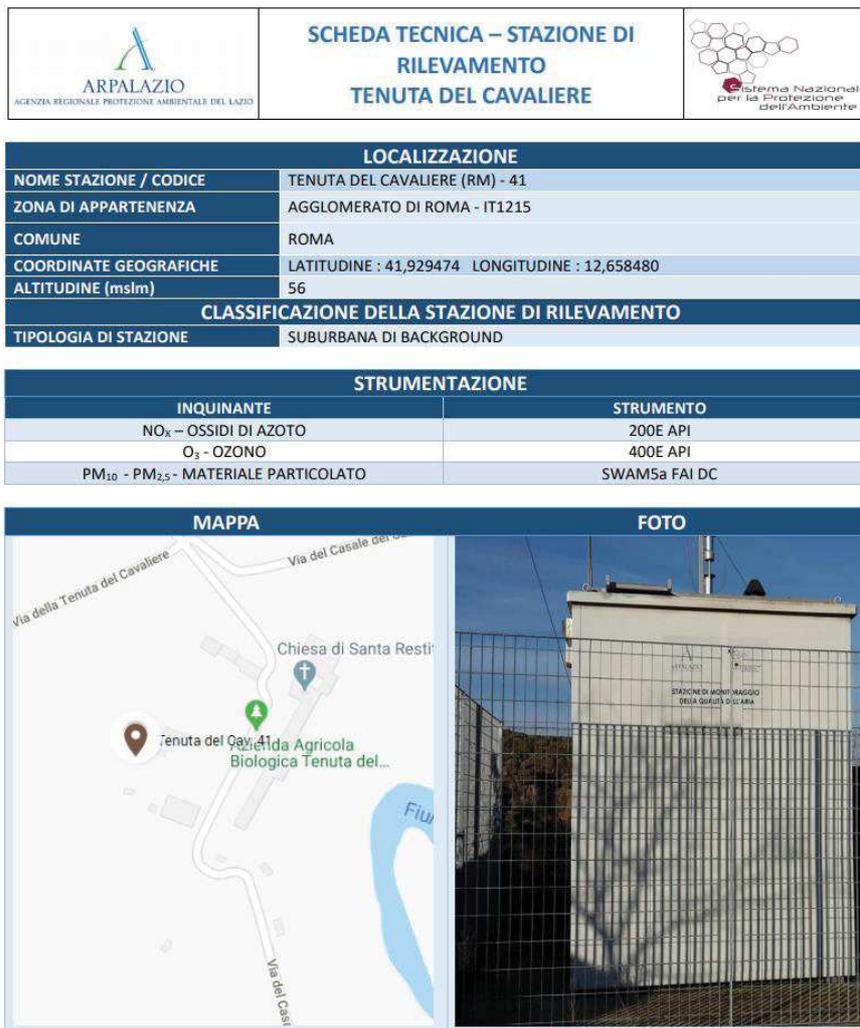
Quest'ultima è localizzata in Provincia di Roma e specificatamente posta a distanza di circa 30 km in media dall'area di intervento. La centralina della Tenuta del Cavaliere è una centralina classificata come tipo "fondo suburbano" ed è stata presa come riferimento nelle analisi modellistiche in quanto ritenuta rappresentativa del contesto d'inserimento del progetto.

Tale centralina non rileva l'SO₂, pertanto è stato necessario prendere come centralina di riferimento di tale inquinante quella di Guidonia, classificata come tipo

“suburbana di traffico” e posta a una distanza di circa 24 km dall’area oggetto di studio.



Figura 2-116 Localizzazione delle centraline per l’analisi della qualità dell’aria



Servizio qualità dell'aria e monitoraggio degli agenti fisici

Data di aggiornamento: Maggio 2020

Figura 2-117 Caratteristiche centralina Tenuta del Cavaliere (Fonte: ARPA Lazio)

SCHEDA TECNICA – STAZIONE DI RILEVAMENTO GUIDONIA	
LOCALIZZAZIONE	
NOME STAZIONE / CODICE	GUIDONIA (RM) - 16
ZONA DI APPARTENENZA	AGGLOMERATO DI ROMA - IT1215
COMUNE	GUIDONIA MONTECELIO
COORDINATE GEOGRAFICHE	LATITUDINE : 41,995626 LONGITUDINE : 12,726623
ALTITUDINE (mslm)	89
CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE DI RILEVAMENTO	
TIPOLOGIA DI STAZIONE	SUBURBANA DI TRAFFICO
STRUMENTAZIONE	
INQUINANTE	STRUMENTO
NO _x – OSSIDI DI AZOTO	200A API
SO ₂ – BIOSSIDO DI ZOLFO	43I Thermo
PM ₁₀ – PM _{2,5} – MATERIALE PARTICOLATO	SWAM5a FAI DC
MAPPA	
FOTO	

Servizio qualità dell'aria e monitoraggio degli agenti fisici

Data di aggiornamento: Maggio 2020

Figura 2-118 Caratteristiche centralina Guidonia (Fonte: ARPA Lazio)

2.5.3.4 **Analisi degli inquinanti monitorati**

Ossidi e Biossidi di Azoto

Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine NO_x che sta ad indicare la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO₂).

Durante le combustioni l'azoto molecolare (N₂) presente nell'aria, che brucia insieme al combustibile, si ossida a monossido di azoto (NO). Nell'ambiente esterno il monossido si ossida a biossido di azoto (NO₂), che è quindi un inquinante secondario, poiché non viene emesso direttamente. Il biossido di azoto è "ubiquitario" ciò significa che si ritrova in atmosfera un po' ovunque, con concentrazioni abbastanza costanti.

L'ossido di azoto (NO), anche chiamato ossido nitrico, è un gas incolore, insapore ed inodore con una tossicità limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole. Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo - rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante. Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto all'elevata presenza di questo gas. Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi tra cui l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso e gli alchilnitrati. Da notare che gli NOx vengono per lo più emessi da sorgenti al suolo e sono solo parzialmente solubili in acqua, questo influenza notevolmente il trasporto e gli effetti a distanza.

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente bassa. A causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido. Il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, di bronchiti croniche, di asma e di enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica riduzione delle difese polmonari, con conseguente aumento di rischio di infezioni alle vie respiratorie soprattutto in soggetti bronchitici ed asmatici, negli anziani e nei bambini.

L'inquinamento da biossido di azoto ha un impatto sulla vegetazione di minore entità rispetto al biossido di zolfo. In alcuni casi, brevi periodi di esposizione a basse concentrazioni possono incrementare i livelli di clorofilla, mentre lunghi periodi possono causare la senescenza e la caduta delle foglie più giovani.

Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione del suolo: gli inquinanti acidi causano un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Inoltre, l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno, fra cui l'azotofissazione.

Si stima infine che gli ossidi di azoto e i loro derivati contribuiscono per il 30% alla formazione delle piogge acide, danneggiando anche edifici e monumenti e provocandone un invecchiamento accelerato, in molti casi irreversibile.

Concentrazioni di NOx

Tramite i dati della centralina di Tenuta del Cavaliere è stato possibile analizzare l'evoluzione negli anni dell'inquinante NOx, in particolare è stato preso in considerazione un intervallo temporale di 5 anni, dal 2015 al 2019. Nella Tabella 2-95 sono riportati tutti i valori calcolati per l'NOx nei diversi anni.

Anno	Percentili							Max	Media
	Min	0,5	0,8	0,85	0,9	0,95	0,99		
2015	0	27	60	73	97	139	226,88	548	42,617
2016	0	26	57	68	86	122	216,19	478	39,321

Anno	Percentili							Max	Media
	Min	0,5	0,8	0,85	0,9	0,95	0,99		
2017	2	26	58	69	86	118	197,00	555	39,406
2018	0	24	50	60	77	109	186,26	426	35,637
2019	0	23	48	57	69	95	152,72	317	33,164

Tabella 2-95 Analisi dei percentili NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) negli anni 2015-2019 – Centralina di Tenuta del Cavaliere (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

Al fine di agevolare la lettura del dato tabellare sono stati quindi elaborati i grafici mostrati nella Figura 2-119 e Figura 2-120. In particolare, la Figura 2-119 riporta l'analisi della distribuzione dei percentili. Quello che è possibile evidenziare è come, le diverse distribuzioni annuali non si discostino in modo significativo e che i valori risultino essere coerenti tra loro per le varie annualità.

Effettuando un'analisi storica di tali valori è emerso che, per i valori massimi di tale inquinante, si ha un picco nel 2017, con un valore di $555 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentrazione media non risulta essere costante nelle varie annualità, infatti, varia tra i $42.617 \mu\text{g}/\text{m}^3$ riferiti al 2015 e i $33.164 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

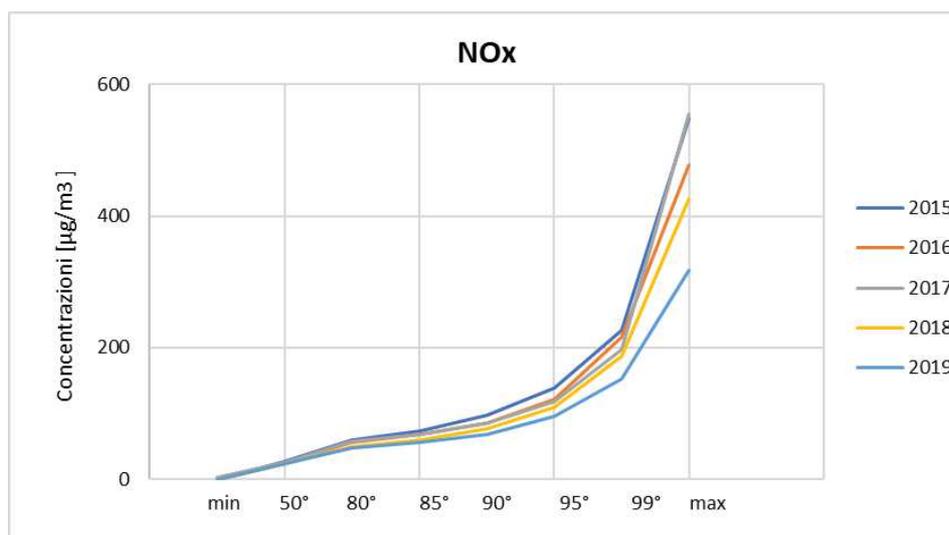


Figura 2-119 Percentili e valori massimi annui NOx (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

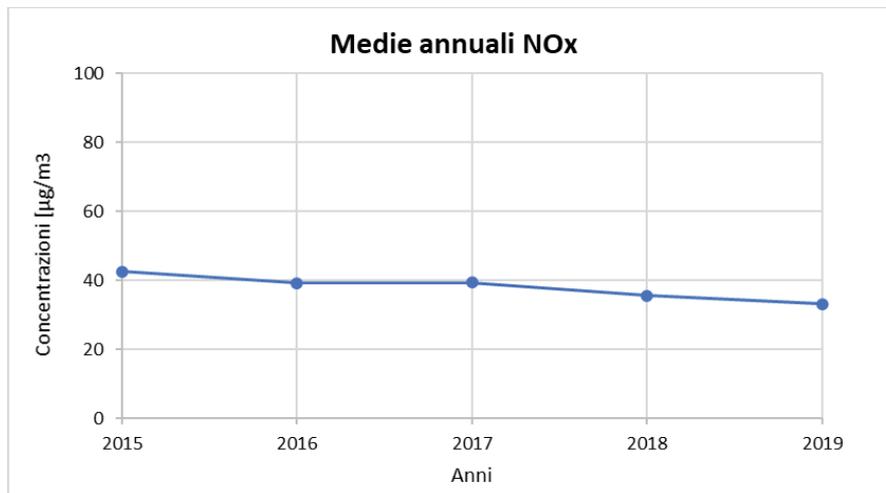
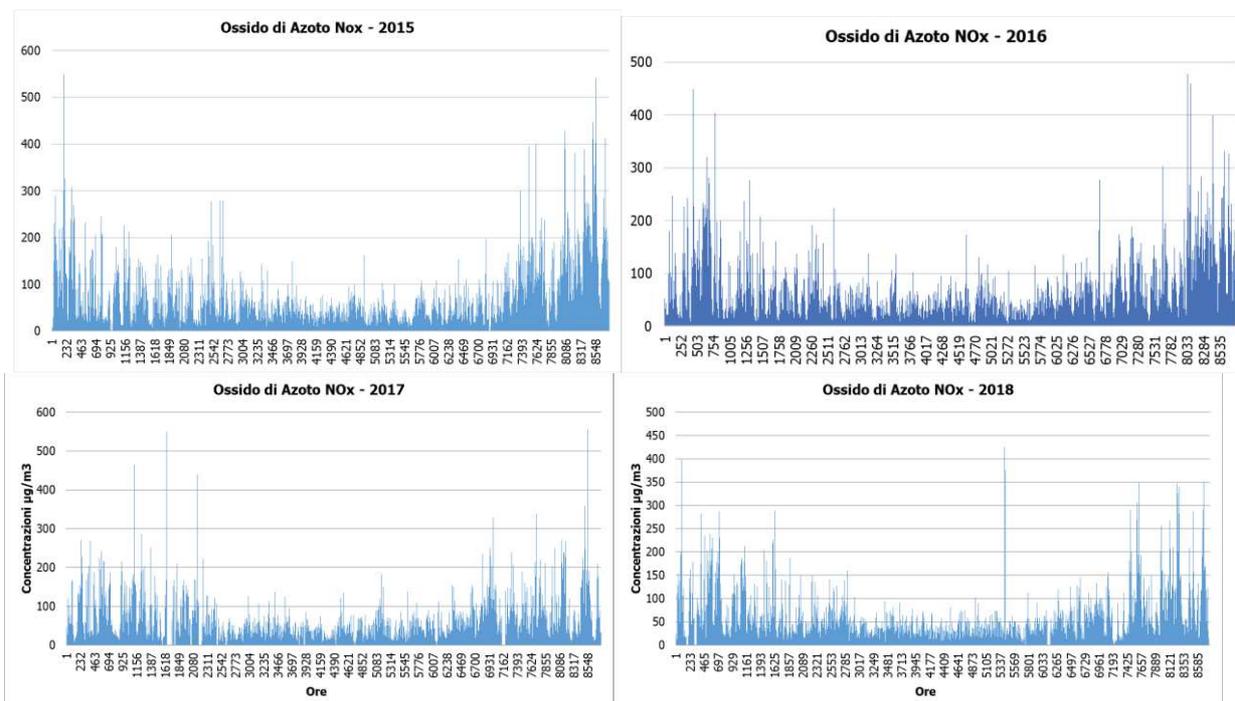


Figura 2-120 Medie annuali NOx (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

Vengono, inoltre, presentati tutti i valori registrati, ora per ora, di tutti gli anni analizzati, 2015-2019, degli Ossidi di Azoto.

È possibile, inoltre, evidenziare un trend pressoché costante all'interno dell'arco temporale di riferimento, caratterizzato da massimi nel periodo invernale e minimi nel periodo estivo.



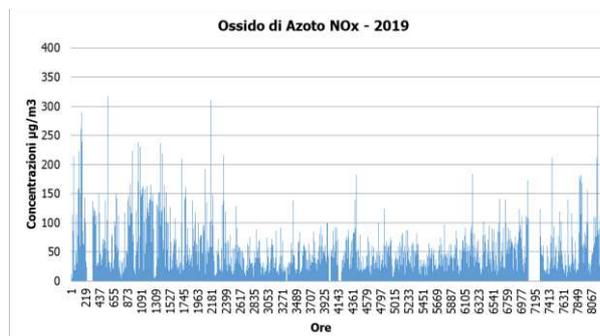


Figura 2-121 Valori orari di NOx anni 2015-2019 Centralina di Tenuta del Cavaliere (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

Concentrazioni di NO₂

I soli NO_x, tuttavia, non forniscono dati sufficienti ad un'analisi completa del territorio e soprattutto non verificano i limiti normativi sulla salute umana. Pertanto, è stato condotto uno studio analogo anche sul Biossido di Azoto NO₂. Sono stati riassunti, nella Tabella 2-96 i dati presenti per il Biossido di Azoto dei 5 anni rilevati.

Anno	Percentili							Max	Media
	Min	0,5	0,8	0,85	0,9	0,95	0,99		
2015	0	23	41	46	52	62	82	129	27,12
2016	0	22	41	45	51	60	78	119	26,32
2017	2	24	44	49	55	66	88	129	28,34
2018	0	20	38	43	49	58	78	122	24,63
2019	0	20	36	40	46	55	75	111	23,98

Tabella 2-96 Analisi dei percentili NO₂ (µg/m³) negli anni 2015-2019 – Centralina di Tenuta del Cavaliere (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

In analogia a quanto visto per gli NO_x, rappresentando in forma grafica tali valori è possibile ottimizzare la lettura del dato. Il primo grafico proposto Figura 2-122 permette di notare come, coerentemente all'analisi degli ossidi di azoto, non si abbiano differenze marcate nelle diverse distribuzioni annuali.

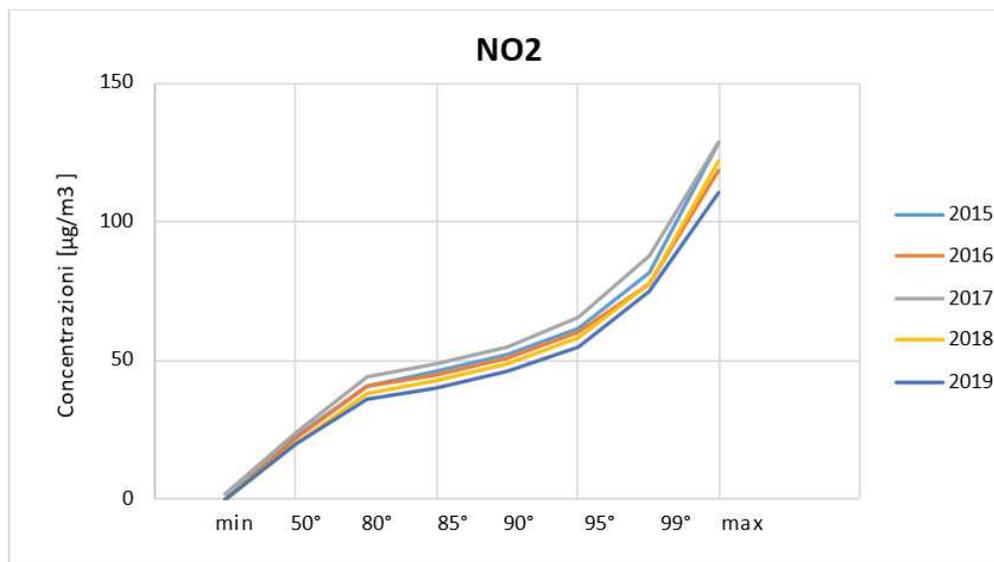


Figura 2-122 Percentili e valori massimi annui NO2 (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

Per quanto riguarda le concentrazioni medie, si può notare come col passare degli anni il trend sia piuttosto costante, registrando un valore medio di circa $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

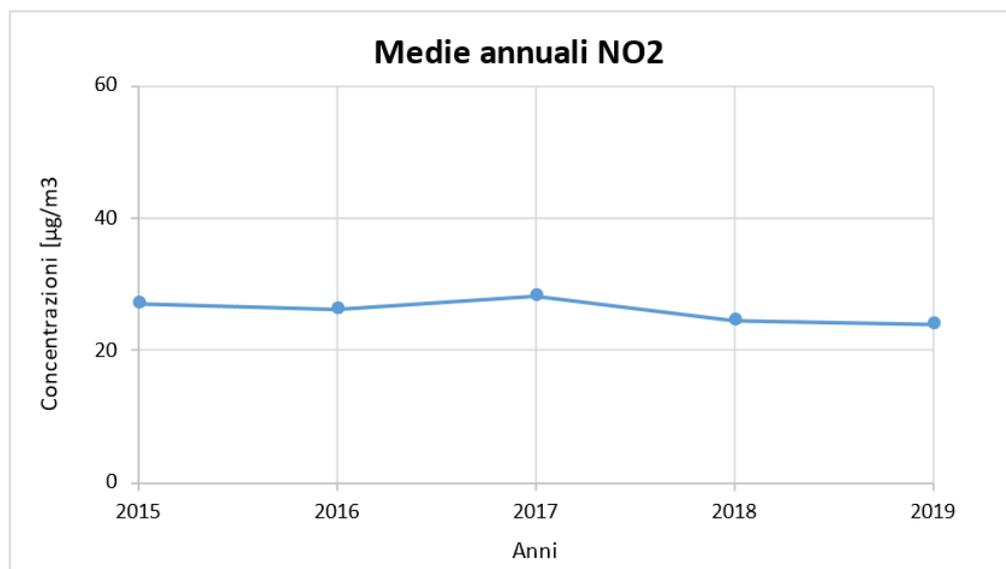


Figura 2-123 Medie annuali NO2 (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

Sono stati, inoltre, presentati i valori registrati, ora per ora, di tutti gli anni analizzati, 2015-2019, dei Biossidi di Azoto. Si nota come i valori orari abbiano un trend piuttosto costante nell'arco temporale preso in considerazione (cfr. Figura 2-124).

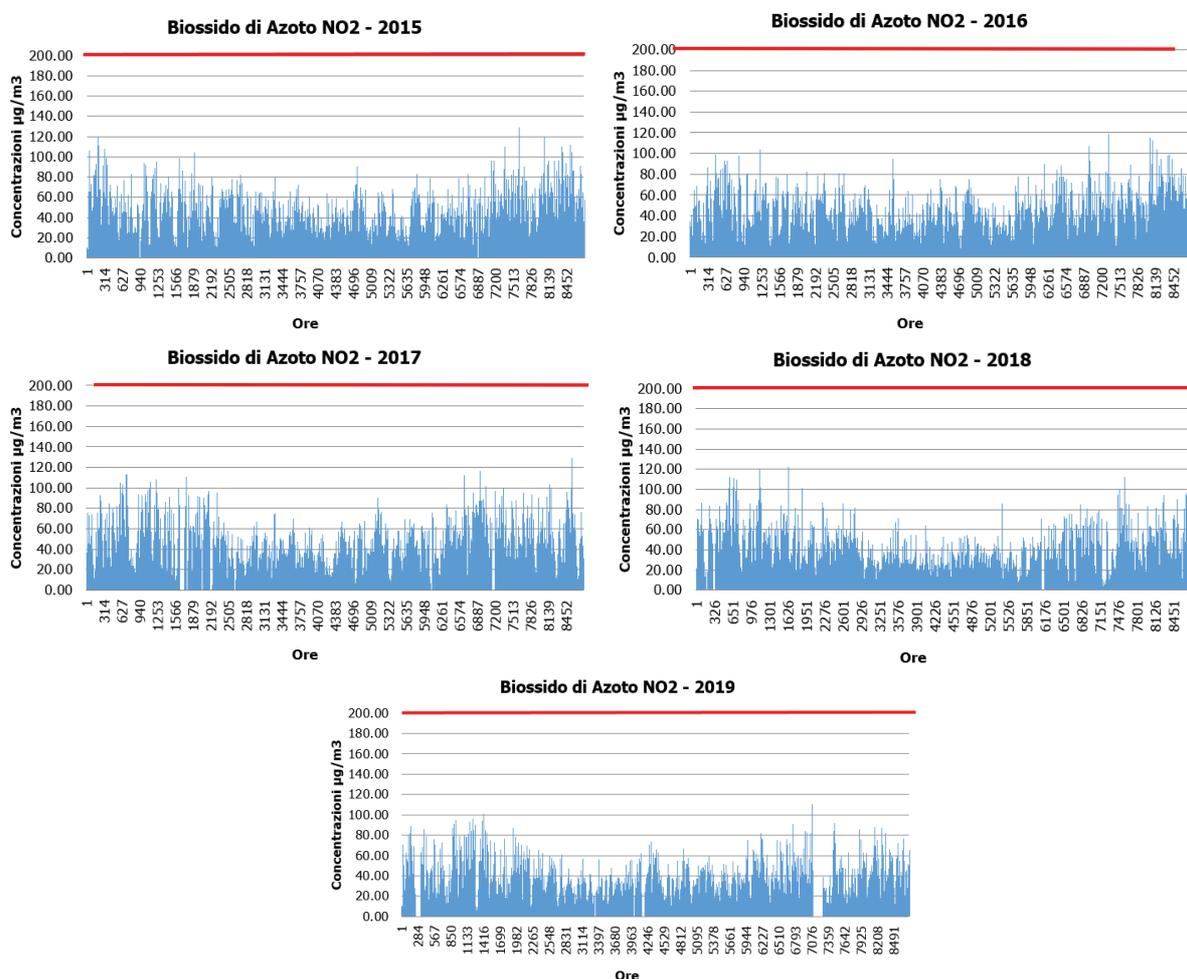


Figura 2-124 Valori orari di NO₂ anni 2015-2019 Centralina di Tenuta del Cavaliere (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

Relazione NO_x – NO₂

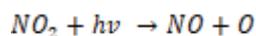
Il dato di partenza delle analisi, con particolare riferimento a quanto calcolato attraverso i modelli di analisi diffusionale degli inquinanti, è relativo agli ossidi di azoto NO_x. Con tale termine generalmente vengono indicate le due componenti più importanti, ovvero l'ossido di azoto NO ed il biossido di azoto NO₂.

Tali ossidi sono prodotti dal processo di combustione e dipendono fortemente dalla temperatura e dalla presenza di ossigeno durante la combustione. In termini generali la produzione primaria di ossidi di azoto da combustione è perlopiù composta da ossido di azoto (90%) e solo da una quota parte di biossido di azoto (10%). Tuttavia, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto nei processi di combustione si può convertire in NO₂, costituendo così una produzione secondaria di biossido di azoto, nonché producendo ozono.

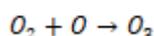
L'insieme di reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO₂ è detto ciclo fotolitico.

Tale ciclo può essere schematizzato dalle seguenti reazioni.

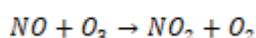
L'NO₂ prodotto nelle ore diurne assorbe energia dalle radiazioni UV, scindendosi in una molecola di NO ed in atomi di ossigeno reattivi



Gli atomi di ossigeno altamente reattivi si combinano con le molecole di O₂ dando origine all'ozono O₃



L'O₃ reagisce con l'NO per formare nuovamente NO₂ e O₂



Le reazioni sin qui esposte rappresentano un ciclo che a sua volta rappresenta solo una quota parte delle reazioni chimiche che hanno luogo nella parte inferiore dell'atmosfera. Gli idrocarburi presenti in aria interferiscono nel ciclo, favorendo la conversione di NO in NO₂ in maniera più rapida rispetto al processo inverso, favorendo così l'accumulo di NO₂ e O₃ in atmosfera. Allo stesso modo andrebbero poi considerate le interazioni tra tali gas e l'umidità atmosferica, la quale porterebbe alla produzione acido nitrico e di nitrati.

Come descritto il processo di trasformazione da ossidi di azoto in biossido di azoto (inquinante rispetto al quale è possibile effettuare un confronto con i limiti normativi) è molto complesso e dipende da molte variabili.

Per stimare tali valori esistono alcune leggi di correlazione empirica che permettono di valutare la quota parte di ossidi di azoto che si trasforma in biossido di azoto. Un esempio di valutazione è il metodo "Derwent and Middleton" 1996¹⁰ il quale deriva da una stima di tipo empirico basata sul rapporto NO_x-NO₂ ricavato da numerose misure sperimentali nell'area di Londra.

Un altro metodo è quello sviluppato da "Düring et al." nel 2011¹¹, anch'esso derivante da studi sperimentali di correlazione effettuati in Germania.

Da ulteriori fonti bibliografiche, "ARPA Emilia Romagna"¹², è stato evidenziato come il valore del rapporto NO₂/NO_x sia pari al 10% si può ritenere che la produzione di NO₂, quale inquinante primario, sia pari al 10 % dell'ossido di azoto complessivamente generato...".

Continuando l'analisi bibliografica è stato possibile determinare ulteriori relazioni relative alle trasformazioni degli NO_x nelle due componenti principali NO e NO₂. Uno

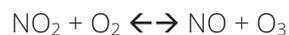
¹⁰ Derwent, R.G. and Middleton, D.R., 1996. An empirical function to the ratio NO₂:NO_x. Clean Air, 26: 57-60.

¹¹ Düring I, Bächlin W, Ketzler M, et al. (2011) A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift 20:67-73. doi: 10.1127/0941-2948/2011/0491.

¹² ARPA Emilia Romagna.

studio condotto in Cina (Suqin Han et al.,2011)¹³ ha valutato il rapporto NO₂/NO_x relazionandolo all'ozono, O₃.

Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006 ¹⁴ hanno messo in evidenza come lo sviluppo, nel tempo, dei rapporti NO₂/NO_x e l'ozono O₃ indichi la correlazione fotochimica tra gli ossidi di azoto e ozono. Un approccio semplice è l'equilibrio foto-stazionario:



Secondo la legge di azione di massa si ha la seguente relazione:

$$\frac{\text{NO} \cdot \text{O}_3}{\text{NO}_2} = k$$

dove k è la costante di equilibrio.

Tuttavia, per la valutazione del caso in esame, ed in funzione delle variabili da cui dipende il ciclo di trasformazione sopraesposto, si è ritenuto importante considerare una legge empirica che potesse tener conto delle condizioni locali. A tale scopo è stata effettuata un'elaborazione specifica per determinare la correlazione tra NO_x e NO₂ in funzione dei dati rilevati dalle centraline della rete di monitoraggio della qualità dell'aria di riferimento, esposti precedentemente.

Tale analisi ha mostrato un andamento parabolico della relazione tra $\frac{\text{NO}_2}{\text{NO}_x}$.

Infatti, dalla nuvola di punti, Figura 2-125 , è stato possibile determinare una legge di regressione tra NO_x e NO₂.

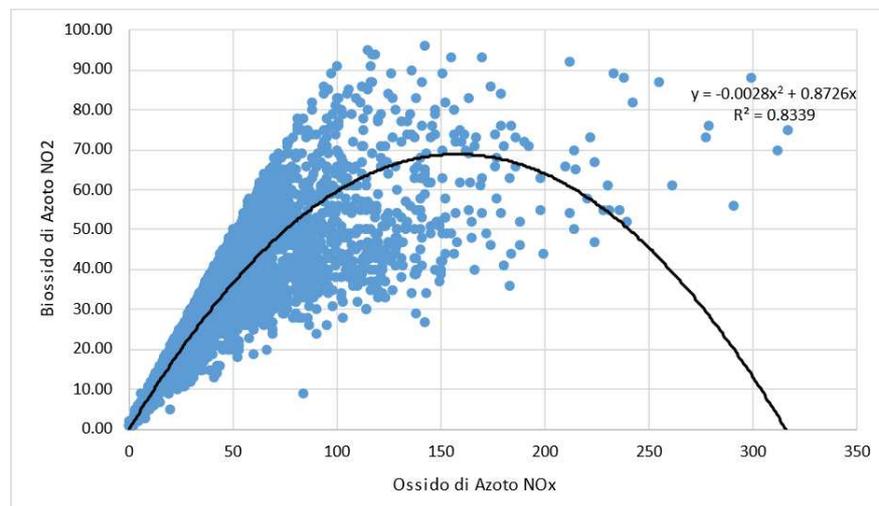


Figura 2-125 Nuvola di punti concentrazioni NO_x - NO₂ medie orarie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

¹³ Analysis of the Relationship between O₃, NO and NO₂ in Tianjin, China Suqin Han, Hai Bian, Yinchang Feng, Aixia Liu, Xiangjin Li, Fang Zeng, Xiaoling Zhang, 2011

¹⁴ Unexpectedly low decrease of NO₂ air pollution – Correlation with ozone concentration and altered exhaust emissions Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006

Considerando la concavità verso il basso della curva di tendenza si può notare come superati i $155,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, all'aumentare degli NO_x , si ottiene una diminuzione degli NO_2 . Questo per valori molto elevati di NO_x potrebbe diventare poco cautelativo. Tuttavia, utilizzando le equazioni sopracitate, così come definito da Arpa Emilia Romagna, attraverso una relazione lineare con coefficiente angolare pari a 0.1, si ottiene una relazione tra NO_2/NO_x pari al 10%, che fornisce valori cautelativi unicamente per valori di NO_x molto elevati.

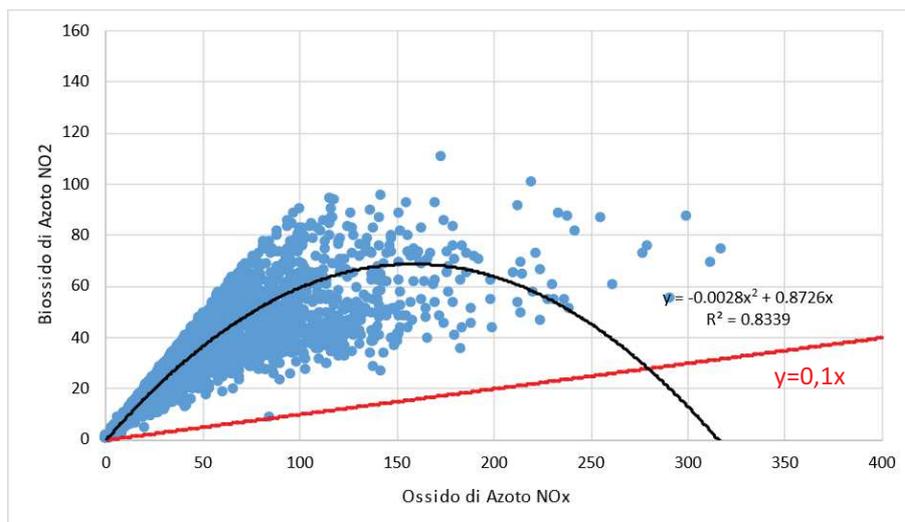


Figura 2-126 Confronto curve di correlazione $\text{NO}_2\text{-NO}_x$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Confrontando le due curve si può notare come la retta di regressione lineare sia situata sempre al disotto della curva di regressione parabolica. Quindi si otterrebbe una sottostima della percentuale di NO_2 negli NO_x . (cfr. Figura 2-126).

Per cui, è stato considerato cautelativo utilizzare entrambe le curve correlandole a range differenti di Ossido di Azoto, tenendo anche presente l'affidabilità dalla relazione parabolica, il cui coefficiente di determinazione è $R^2=0,8339$.

Tale relazione è stata utilizzata fino al punto in cui la parabola decresce, quindi nell'intervallo $0\text{-}155,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Ossidi di Azoto. La relazione lineare inizia, invece, il suo intervallo di validità da $155,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per cui da quel valore di NO_x si considera la retta traslata verso l'alto.

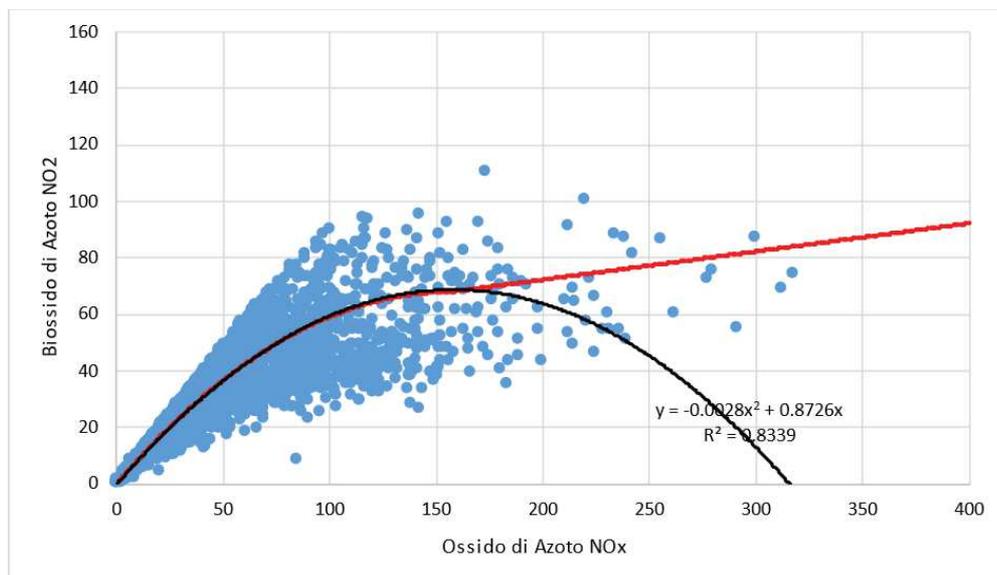


Figura 2-127 Combinazione delle curve di regressione considerate [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

In riferimento alla Figura 2-127 è necessario fare delle precisazioni: la parte crescente della parabola garantisce una buona interpolazione per la maggioranza dei valori; i valori maggiori del massimo della parabola invece sono in quantità inferiore e pertanto l'approssimazione data dalla retta, che comunque come andamento segue i punti rappresentati, può ritenersi cautelativa in merito al suo scostamento verso l'alto, al quale corrisponde, per ogni valore di NO_x, un valore di NO₂ maggiore rispetto a quello misurato. La scelta di questa equazione pertanto è stata effettuata a favore di sicurezza ed in via cautelativa, pur sovrastimando l'NO₂ per valori alti di NO_x.

Particolato

Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico per ridurne il fenomeno.

Le particelle sospese, anche indicate come PM (Particulate Matter), sono sostanze allo stato solido o liquido che, a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi.

Il particolato nell'aria può essere costituito da diverse sostanze: sabbia, ceneri, polveri, fuliggine, sostanze silicee di varia natura, sostanze vegetali, composti metallici, fibre tessili naturali e artificiali, sali, elementi come il carbonio o il piombo, ecc.

In base alla natura e alle dimensioni delle particelle possiamo distinguere:

- gli aerosol, costituiti da particelle solide o liquide sospese in aria e con un diametro inferiore a 1 micron (1 μm);
- le foschie, date da goccioline con diametro inferiore a 2 μm ;

- le esalazioni, costituite da particelle solide con diametro inferiore ad 1 μm e rilasciate solitamente da processi chimici e metallurgici;
- il fumo, dato da particelle solide di solito con diametro inferiore ai 2 μm e trasportate da miscele di gas;
- le polveri, costituite da particelle solide con diametro fra 0,25 e 500 μm ;
- le sabbie, date da particelle solide con diametro superiore ai 500 μm .

Le particelle primarie sono quelle che vengono emesse come tali dalle sorgenti naturali ed antropiche, mentre le secondarie si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera.

Conseguenze diverse si hanno in relazione alla differente grandezza della particella inalata, distinguiamo le particelle fini che sono quelle che hanno un diametro inferiore a 2,5 μm , e le altre dette grossolane. Da notare che il particolato grossolano è costituito esclusivamente da particelle primarie.

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 μm e vengono anche dette polveri inalabili perché sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe). Una frazione di circa il 60% di queste è costituita dalle polveri PM2,5 che rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron. Le PM2,5 sono anche dette polveri respirabili perché possono penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea fino agli alveoli polmonari).

A prescindere dalla tossicità, le particelle che possono produrre degli effetti indesiderati sull'uomo sono sostanzialmente quelle di dimensioni più ridotte; infatti, nel processo della respirazione le particelle maggiori di 15 μm vengono generalmente rimosse dal naso.

Il particolato che si deposita nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (cavità nasali, faringe e laringe) può generare vari effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola; tutti questi fenomeni sono molto più gravi se le particelle hanno assorbito sostanze acide (come il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, ecc.).

Per la particolare struttura della superficie, le particelle possono anche adsorbire dall'aria sostanze chimiche cancerogene, trascinandole nei tratti respiratori e prolungandone i tempi di residenza, accentuandone gli effetti.

Le particelle più piccole penetrano nel sistema respiratorio a varie profondità e possono trascorrere lunghi periodi di tempo prima che vengano rimosse, per questo sono le più pericolose, possono infatti aggravare le malattie respiratorie croniche come l'asma, la bronchite e l'enfisema.

Le persone più vulnerabili sono gli anziani, gli asmatici, i bambini e chi svolge un'intensa attività fisica all'aperto, sia di tipo lavorativo che sportivo. Nei luoghi di lavoro più soggetti all'inquinamento da particolato l'inalazione prolungata di queste particelle può provocare reazioni fibrose croniche e necrosi dei tessuti che comportano una broncopolmonite cronica accompagnata spesso da enfisema polmonare.

Gli effetti del particolato sul clima e sui materiali sono piuttosto evidenti. Il particolato dei fumi e delle esalazioni provoca una diminuzione della visibilità atmosferica; allo stesso tempo diminuisce anche la luminosità assorbendo o riflettendo la luce solare. Negli ultimi 50 anni si è notata una diminuzione della visibilità del 50%, ed il fenomeno risulta tanto più grave quanto più ci si avvicina alle grandi aree abitative ed industriali. Le polveri sospese favoriscono la formazione di nebbie e nuvole, costituendo i nuclei di condensazione attorno ai quali si condensano le gocce d'acqua, di conseguenza favoriscono il verificarsi dei fenomeni delle nebbie e delle piogge acide, che comportano effetti di erosione e corrosione dei materiali e dei metalli. Il particolato inoltre danneggia i circuiti elettrici ed elettronici, insudicia gli edifici e le opere d'arte e riduce la durata dei tessuti.

Le polveri (ad esempio quelle emesse dai cementifici) possono depositarsi sulle foglie delle piante e formare così una patina opaca che, schermando la luce, ostacola il processo della fotosintesi.

Gli effetti del particolato sul clima della terra sono invece piuttosto discussi; sicuramente un aumento del particolato in atmosfera comporta una diminuzione della temperatura terrestre per un effetto di riflessione e schermatura della luce solare, in ogni caso tale azione è comunque mitigata dal fatto che le particelle riflettono anche le radiazioni infrarosse provenienti dalla terra.

È stato comunque dimostrato che negli anni immediatamente successivi alle più grandi eruzioni vulcaniche di tipo esplosivo (caratterizzate dalla emissione in atmosfera di un'enorme quantità di particolato) sono seguiti degli anni con inverni particolarmente rigidi.

Alcune ricerche affermano che un aumento di 4 volte della concentrazione del particolato in atmosfera comporterebbe una diminuzione della temperatura globale della terra pari a 3,5°C.

Concentrazioni di PM10

Per analizzare i valori di concentrazione del PM10 sono stati visionati i dati registrati dalla centralina di Tenuta del Cavaliere nello stesso arco di riferimento delle analisi effettuate per gli ossidi di azoto, ossia dal 2015 al 2019. Tali dati hanno permesso di comprendere l'evoluzione, in questo arco temporale, dell'inquinante.

Sono stati riassunti, nella Tabella 2-97 i dati presenti per il PM10 negli anni rilevati, dalla quale emerge che esistono casi singolari di superamento del limite normativo ed altri casi al limite del valore normativo per gli anni considerati.

Anno	Percentili							Max	Media
	Min	0,5	0,8	0,85	0,9	0,95	0,99		
2015	5	25,0	38,0	41,0	45,0	51,0	65,0	68,0	27,2
2016	7	23,0	30,0	36,0	42,0	48,0	61,0	71,0	24,7
2017	7	22,0	30,0	32,0	35,0	42,0	50,0	57,0	23,2
2018	6	20,0	23,0	31,0	34,0	39,0	49,0	59,0	22,2
2019	6	20,5	28,0	32,0	36,0	44,0	51,0	70,0	22,3

Tabella 2-97 Analisi dei percentili PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) negli anni 2015-2019 – Centralina di Tenuta del Cavaliere (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

La sintesi di questi dati, attraverso i grafici di seguito riportati, permette una lettura più chiara dell'andamento nel tempo del PM10.

Quello che è possibile evidenziare è come, le diverse distribuzioni annuali si discostino in modo significativo solo nell'ultima parte della distribuzione (ovvero per poche ore all'anno). Le differenze più marcate si possono notare, infatti, rispetto al 95° percentile e rispetto ai valori massimi. Inoltre, è possibile notare come non sia evidente un trend ben preciso nella parte finale.

Effettuando un'analisi storica di tali valori è emerso che, per i valori massimi di tale inquinante, si ha un picco nel 2016, con un valore di $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e un minimo nell'anno 2015 in cui la centralina ha registrato un valore di circa $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

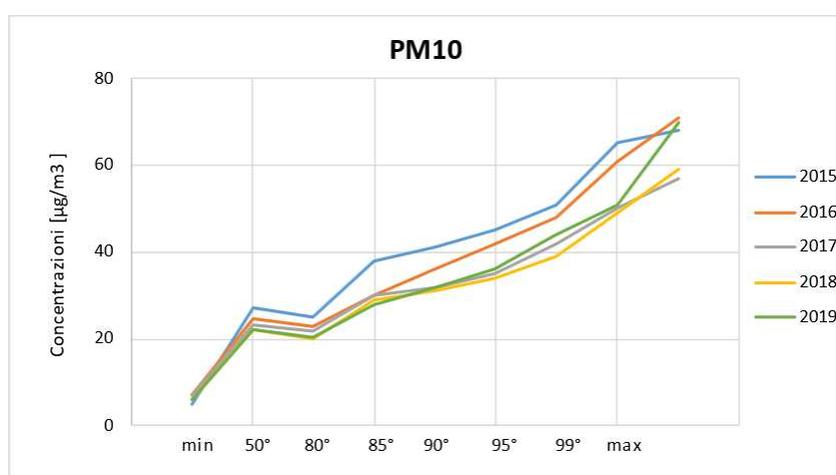


Figura 2-128 Percentili e valori massimi annui PM10 (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

In Figura 2-129, si può notare come il valore medio risulta essere pressoché costante negli anni, registrando un valore medio di circa $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

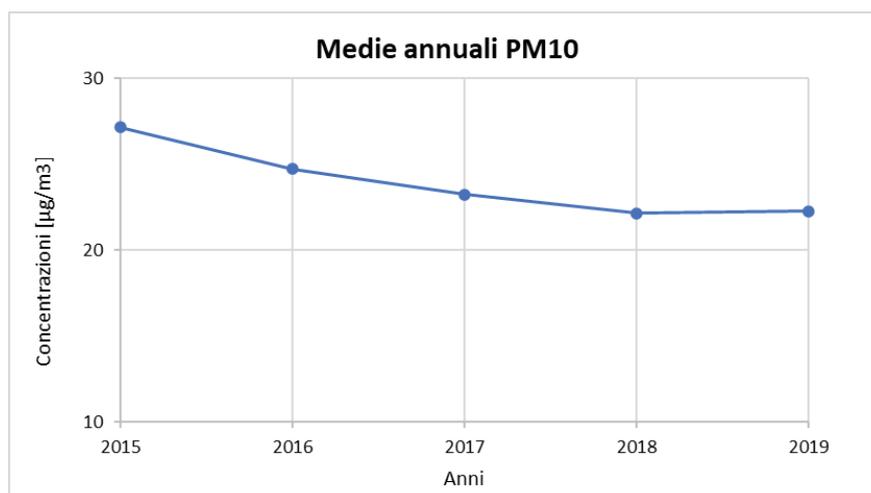


Figura 2-129 Medie annuali PM10 (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

Questo andamento costante dei valori di PM10 è evidenziato anche confrontando il dato giornaliero per i diversi anni analizzati, riportato in Figura 2-130.

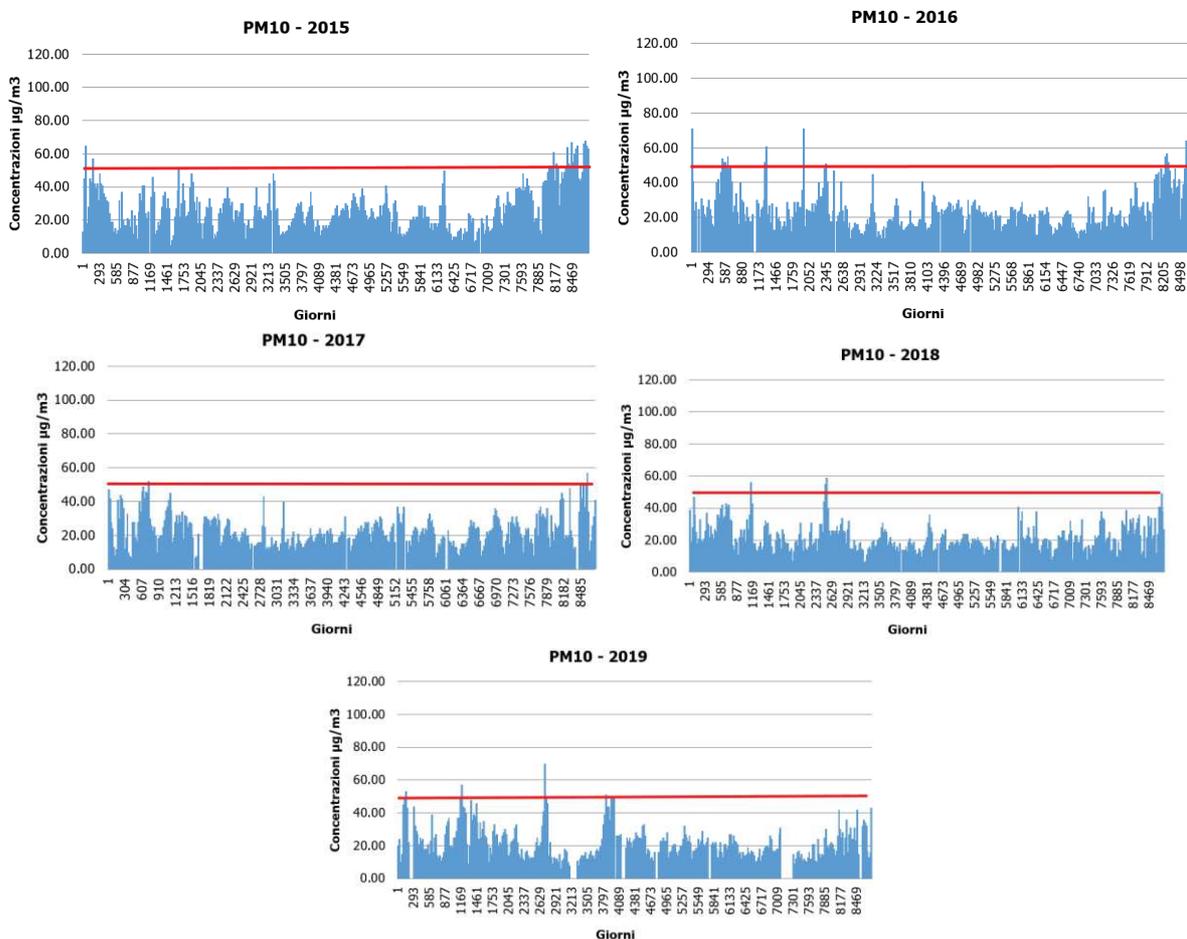


Figura 2-130 Valori orari di PM10 anni 2015-2019 Centralina di Tenuta del Cavaliere (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

Come detto precedentemente, solo in alcuni casi specifici si verificano superamenti dei valori normativi.

Concentrazioni di PM2,5

Per analizzare i valori di concentrazione del PM2,5 sono stati visionati i valori annuali registrati dalla centralina di Tenuta del Cavaliere che hanno permesso di comprendere l'evoluzione, nell'arco temporale di riferimento, dell'inquinante e di verificare i superamenti con il limite normativo.

Sono stati riassunti, nella Tabella 2-98 ed in Figura 2-131, i dati di concentrazione media annua per il PM2.5 registrati della centralina di Tenuta del Cavaliere, dal 2015 al 2019. Come è possibile osservare, i valori di PM2,5 medi annui negli anni di riferimento sono pressoché costanti e non superano il limite normativo (pari a 25 µg/m³) in nessun caso.

Anno	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2015	13,36
2016	15,52
2017	14,78
2018	14,42
2019	13,65

Tabella 2-98 Concentrazioni medie annue di $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) negli anni 2015-2019 – Centralina di Tenuta del Cavaliere (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

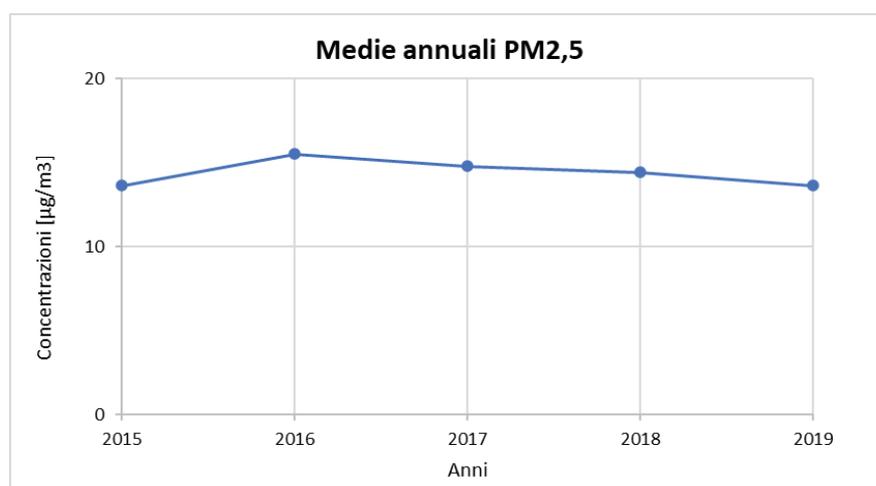


Figura 2-131 Medie annuali $\text{PM}_{2,5}$ (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

Ossidi di Zolfo

Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

Normalmente gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono l'anidride solforosa (SO_2) e l'anidride solforica (SO_3); questi composti vengono anche indicati con il termine comune SO_x .

L'anidride solforosa o biossido di zolfo è un gas incolore, irritante, non infiammabile, molto solubile in acqua e dall'odore pungente. Dato che è più pesante dell'aria tende a stratificarsi nelle zone più basse. Rappresenta l'inquinante atmosferico per eccellenza essendo il più diffuso, uno dei più aggressivi e pericolosi e di gran lunga quello più studiato ed emesso in maggior quantità dalle sorgenti antropogeniche. Deriva dalla ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione delle sostanze che contengono questo elemento sia come impurezza (come i combustibili fossili) che come costituente fondamentale.

Dall'ossidazione dell'anidride solforosa si origina l'anidride solforica o triossido di zolfo che reagendo con l'acqua, sia liquida che allo stato di vapore, origina rapidamente l'acido solforico, responsabile in gran parte del fenomeno delle piogge acide. Dato che la reazione di ossidazione che conduce alla formazione dell'anidride solforica è molto lenta, e data la reattività di questo composto con l'acqua, in genere la concentrazione del triossido di zolfo varia fra l'1 e il 5% della

concentrazione del biossido di zolfo (che viene considerato l'inquinante di riferimento).

Tra i principali effetti sanitari di questi inquinanti si segnalano arrossamento delle mucose delle prime vie respiratorie fino a bronchiti croniche. Particolarmente sensibili all'effetto degli ossidi di zolfo sono le persone con problemi asmatici. Indirettamente, poiché aggrava la funzione respiratoria, questo inquinante ha effetti anche sul sistema cardiovascolare. Può agire anche in sinergia con le polveri fini.

Gli ossidi di zolfo provocano inoltre danni sugli ecosistemi acquatici e della vegetazione poiché SO_2 si ossida a SO_3 per trasformarsi successivamente, a contatto con il vapore acqueo, in acido solforico, che è uno dei costituenti principali delle cosiddette "piogge acide". Gli ossidi di zolfo sono anche inquinanti fitotossici la cui azione viene amplificata nei climi freddi.

Effetti sulla vegetazione sono, ad esempio, il degrado della clorofilla o la riduzione della fotosintesi; le piante più suscettibili sono i licheni che vengono considerati per questo motivo indicatori biologici di tali composti.

Concentrazioni di SO_2

Per analizzare i valori di concentrazione dell' SO_2 sono stati visionati i valori annuali registrati dalla centralina di Guidonia che hanno permesso di comprendere l'evoluzione, nell'arco temporale di riferimento, dell'inquinante e di verificare i superamenti con il limite normativo.

Sono stati riassunti, nella Tabella 2-99 ed in Figura 2-132, i dati di concentrazione media annua per l' SO_2 registrati della centralina di Guidonia dal 2015 al 2019. Come è possibile osservare, i valori di SO_2 medi annui negli anni di riferimento sono pressoché costanti e non superano il limite normativo (pari a $20 \mu g/m^3$) in nessun caso.

Anno	Media ($\mu g/m^3$)
2015	0,8
2016	0,8
2017	0,9
2018	0,7
2019	0,7

Tabella 2-99 Concentrazioni medie annue di SO_2 ($\mu g/m^3$) negli anni 2015-2019 – Centralina di Guidonia (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

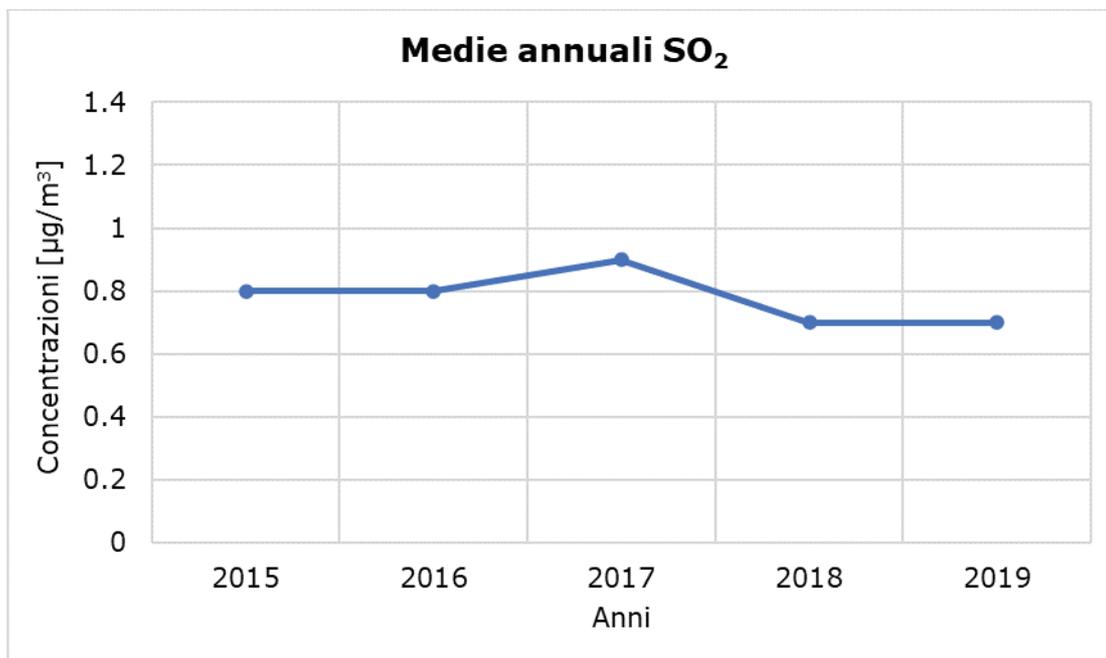


Figura 2-132 Medie annuali SO₂ (Fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

Di seguito si riassumono i valori di qualità dell'aria circostanti l'intervento in esame. Nello specifico, la Tabella 2-100, mostra i valori di riferimento all'anno 2019.

Centralina	Inquinante	Valore di qualità dell'aria media annua 2019
Tenuta del cavaliere	Biossido di Azoto – NO ₂	24 µg/m ³
	Ossido di Azoto – NO _x	33 µg/m ³
	Particolato – PM10	22 µg/m ³
	Particolato – PM2,5	14 µg/m ³
Guidonia	Biossido di Zolfo – SO ₂	0,7 µg/m ³

Tabella 2-100 Valori di qualità dell'aria media annua registrati dalle centraline di riferimento (2019)

2.5.4 La campagna di monitoraggio effettuata nel 2021

2.5.4.1 Premessa

Al fine di caratterizzare nel dettaglio la qualità dell'aria nelle zone interessate dall'opera, l'Unità Centraline Mobili e Monitoraggi della Elabori Spa gruppo ACEA Spa ha effettuato una campagna di monitoraggio settimanale mediante l'utilizzo del proprio laboratorio mobile in corrispondenza di Casetta Rossa (dal 24 al 30/08/2021).

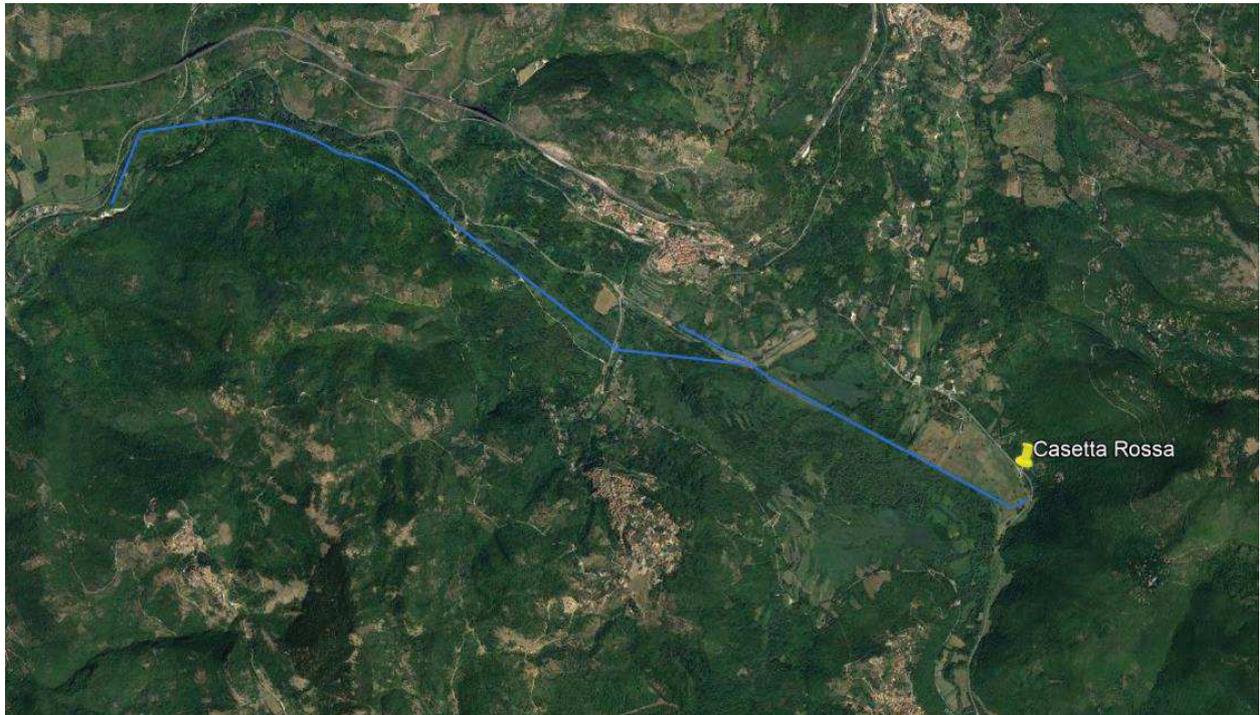


Figura 2-133 Localizzazione punto di monitoraggio di qualità dell'aria

2.5.4.2 Metodologia e strumentazione utilizzata

Il mezzo utilizzato è un DUCATO MAXI allestito e omologato come laboratorio mobile attrezzato con apparecchiature tecnico scientifiche per il monitoraggio dell'aria ambiente.



Figura 2-134 Mezzo utilizzato

Al suo interno è presente la seguente strumentazione:

- DUE CAMPIONATORI SEQUENZIALI SKYPOST: pompe di aspirazione con relative teste di prelievo (impattori), ciascuno utilizzato per il campionamento del PM10 e PM2,5;
- UN CAMPIONATORE VOLUMETRICO "BRAVO-H PLUS": pompa di aspirazione con relativo sistema sequenziale per il campionamento delle Polveri Totali Sospese (P.T.S.);
- ANALIZZATORI DI GAS HORIBA che determinano, monitorando in continuo, le concentrazioni di: NO, NO₂, NO_x; SO₂, H₂S.

Il campionamento in continuo di Aria ambiente è assicurato da una linea di prelievo gas riscaldata tipo "MANIFOLD" conforme ai metodi di riferimento gas in aria ambiente.

La campagna è stata eseguita posizionando settimanalmente il laboratorio mobile in punti diversi.

Di seguito si riportano i punti di controllo, il periodo ed i parametri monitorati per la campagna di monitoraggio.

Punto di campionamento	Periodo di campionamento	Parametri campionati
Casetta Rossa	24–30 agosto 2021	Condizioni meteo PTS PM2,5 PM10 Ossidi di azoto Biossido di zolfo

Tabella 2-101 Campagna di monitoraggio effettuata

Per le Polveri Totali (PMT), il PM10 e il PM2,5 il campionamento e la determinazione è stata eseguita su base giornaliera. Di seguito si riportano le metodologie di campionamento e di analisi per i singoli parametri determinati.

Polveri Totali Sospese (PTS), Particolato fine (PM10; PM2,5)

Un volume di aria viene aspirato, a flusso costante, per un tempo di 24 ore mediante l'utilizzo di una pompa. Per il prelievo delle PTS il particolato viene raccolto direttamente su un filtro avente diametro da 47 mm in fibra di vetro o quarzo previamente condizionato e pesato. Per il campionamento del particolato fine nelle componenti 2,5 e 10 µm, vengono impiegate delle teste di prelievo (impattori inerziali) che hanno la funzione di effettuare una selezione meccanica delle particelle aspirate basata sul diametro aerodinamico equivalente (DAE). Successivamente il particolato, così selezionato, viene trattenuto tramite su un filtro avente diametro di 47 mm in fibra di vetro o quarzo previamente condizionato e pesato.

Ciascun filtro raccolto, sia per PTS che per PM2,5 e PM10, viene condizionato e pesato in laboratorio e la massa delle polveri raccolte determinata per via gravimetrica tramite l'utilizzo di una bilancia analitica a sei cifre decimali. Successivamente la concentrazione atmosferica del particolato aerodisperso viene determinata per calcolo, espressa in µg/m³ come rapporto tra la massa di polvere raccolta sul filtro ed il volume campionato durante ciascuna sessione di campionamento.

Campionatore per polveri totali sospese (PTS)

Il campionamento del particolato aerodisperso PTS è realizzato tramite l'impiego di una pompa di prelievo conforme al DPCM n. 30 del 28/3/1983 e D.P.R. 203/1988, avente le seguenti caratteristiche:

- Portata operativa di campionamento 20 l/min;
- Due regolatori di flusso separati per alti e bassi flussi;
- Manometro per la verifica della caduta di pressione sull'elemento di raccolta con scala 0 a -1 bar;
- Sistema di compensazione del flusso;
- Contatore volumetrico a secco con totalizzatore numerico per la lettura del volume campionato, risoluzione della misura 0,2 lt/min;

- Portata operativa di aspirazione: 20 l/min.;
- Tempo operativo di aspirazione: 24 ore.

Sul tetto del mezzo mobile è allocato il sistema di campionamento sequenziale, costituito da due unità collegate in serie e per via elettronica al PLC della pompa (cassette portafiltro). Ciascuna cassetta portafiltro dispone di 8 innesti che ospitano le singole unità filtranti (unità portafiltro in acciaio con filtro allocato all'interno). La pompa di prelievo, tramite apposita programmazione, gestisce il sistema di campionamento in maniera automatica, facendo fluire l'aria aspirata sui diversi filtri in maniera sequenziale.

Campionatore per polveri sottili: frazione PM_{2,5} – PM₁₀

Il campionamento del particolato, nelle frazioni 10 e 2,5 µm, è realizzato tramite l'impiego di due campionatori automatici sequenziali "SKYPOST – TCR TECORA" conformi al metodo europeo di riferimento UNI EN12341. Tale campionatore è idoneo al monitoraggio continuo del particolato atmosferico mediante il metodo del campionamento sequenziale su membrane filtranti di diametro 47 mm e prevede l'impiego di teste di prelievo europee standard, impattori inerziali, che hanno il compito di selezionare, a monte del filtro di raccolta, le dimensioni specifiche delle particelle. Per il campionamento del PM₁₀ e PM_{2,5} si utilizzano due sistemi aspiranti identici che differiscono solo per la capacità di selezione della testa di campionamento (impattore inerziale) posta sul tetto del laboratorio.

Di seguito si riportano le specifiche tecniche del campionatore:

- Flusso costante regolato elettronicamente, precisione +/-2%;
- Misura volumetrica con contatore, precisione +/-2%;
- Portata operativa di aspirazione: da 38,33 l/min;
- Tempo operativo di aspirazione: 24 ore.

Ciascun campionatore ha la possibilità di essere caricato con un massimo di sedici filtri. Ciascun filtro viene posizionato all'interno di una singola unità portafiltro in teflon; i sedici filtri così assemblati vengono caricati all'interno del campionatore sequenziale che gestisce in automatico il campionamento su ciascun filtro secondo una programmazione dei tempi e dei flussi di aspirazione definiti.

Di seguito si riportano immagini di dettaglio dei campionatori sequenziali utilizzati per il prelievo del PM₁₀ e PM_{2,5} e relative teste di prelievo.



Figura 2-135 Dettaglio campionatori sequenziali



Figura 2-136 Teste di prelievo PM10 e PM2,5

Metalli

I filtri in quarzo provenienti dal campionamento della frazione PM10, successivamente alla prova gravimetrica, sono sottoposti ad un processo di digestione acida assistita da micro onde (mineralizzazione) ed analisi della soluzione ottenuta. L'apparecchio utilizzato per la digestione è il mineralizzatore a micro onde Milestone modello ETHOS ONE. Il processo di mineralizzazione dei campioni e la successiva analisi dei metalli portati in soluzione dal processo di digestione acida sono stati eseguiti secondo il metodo ufficiale UNI EN 14902. La soluzione acida ottenuta è stata analizzata mediante lo spettrometro di massa con sorgente al plasma accoppiato induttivamente ICP-MS Perkin Elmer NexIon 300x dotato di cella di collisione per la riduzione delle interferenze.

Ossidi di Azoto

La determinazione degli ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x) viene realizzata mediante l'impiego di un analizzatore APNA-370 HORIBA, installato nel mezzo mobile. Tale

analizzatore risponde alle caratteristiche e prestazioni indicate dalla norma UNI EN 14211:2012. La tecnica di misura si fonda sul principio della chemiluminescenza per reazione del monossido di azoto con ozono. Il sistema di analisi è configurato con due camere di reazione (una per la determinazione monossido di azoto, l'altra per la deossidazione del biossido di azoto) ed un singolo rilevatore a fotodiode.

La misura del biossido di azoto (NO_2) avviene per differenza tra il tenore di NO_x misurato quando il gas attraversa la camera di reazione (convertitore) e la misura del tenore di NO quando il gas non attraversa il convertitore. L'analizzatore è stato installato su un rack da 19", che ne garantisce l'integrità e il collegamento alla rete dati centralizzata.

Biossido di Zolfo e Idrogeno Solforato

La determinazione del Biossido di Zolfo e dell'Idrogeno Solforato (SO_2 , H_2S) viene realizzata mediante l'impiego di un analizzatore APSA-370 HORIBA. Tale analizzatore risponde alle caratteristiche e prestazioni indicate dalla norma UNI EN 14212:2012 per il Biossido di Zolfo. La tecnica di misura si fonda sul principio della fluorescenza pulsata UV emessa alla lunghezza d'onda tra 240 e 420 nm, generata dall'eccitazione delle molecole di SO_2 irradiate alla lunghezza d'onda di 200-220 nm. L'analizzatore è installato su un rack da 19", che ne garantisce l'integrità e il collegamento alla rete dati centralizzata.

Verifica di taratura dei sistemi di aspirazione

Al fine di verificare il buon funzionamento degli strumenti di aspirazione presenti nel laboratorio mobile viene utilizzato un flussimetro di riferimento con relative celle a portata variabile denominato Flow Cal Air – TCR Tecora. Tale strumento consente di verificare l'accuratezza degli strumenti impiegati tramite lettura dei seguenti parametri: flusso, pressione assoluta, pressione differenziale. Lo strumento possiede le seguenti caratteristiche:

- interfaccia tramite chiavetta USB, possibilità di esportare i dati direttamente su memorie USB senza l'utilizzo di software;
- generazione automatica di report di calibrazione;
- alimentazione 4 batterie alcaline tipo AA;
- possibilità di selezionare differenti range di utilizzo compresi fra 15 l/min e 500 l/min;
- accuratezza misura di flusso 1% F.S;
- accuratezza misura temperatura migliore dell'1% della misura ± 0.2 °C;
- accuratezza misura pressione differenziale migliore dell'1% della misura ± 2 Pa; con risoluzione 0.1 Pa nel campo 0-2500 Pa;
- accuratezza misura pressione assoluta migliore dell'1% della misura ± 0.1 kPa, con risoluzione 0.01kPa nel campo 0-105 kPa.

2.5.4.3 Misure presso Casetta Rossa

Il monitoraggio mediante l'utilizzo del laboratorio mobile presso Casetta Rossa è stato effettuato nella settimana dal 24 al 30/08/2021. Per i dettagli sui dati rilevati dal monitoraggio si rimanda all'appendice I "Report misure

Analisi dei dati meteo

I grafici riportati evidenziano che, nella settimana di monitoraggio, si è registrata una forte dominanza di venti con velocità compresa tra 2 m/s e 3 m/s, con direzione di provenienza predominante Sud Ovest, Ovest-Sud Ovest.

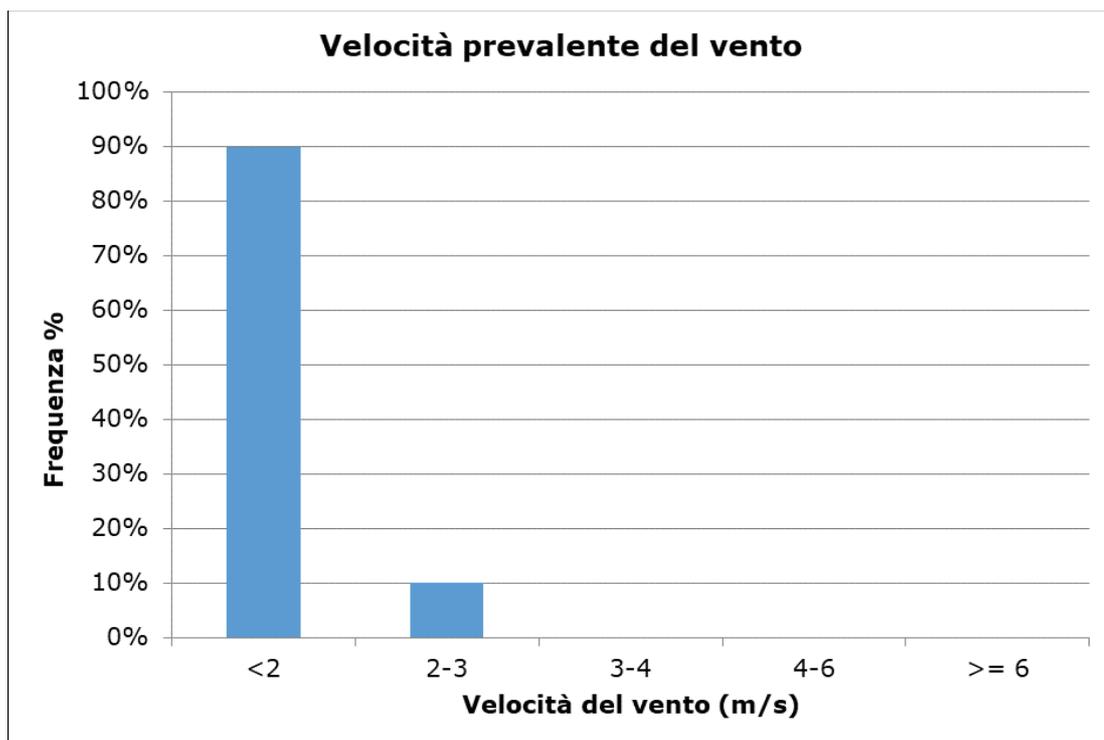


Figura 2-137 Velocità del vento prevalente – Casetta rossa

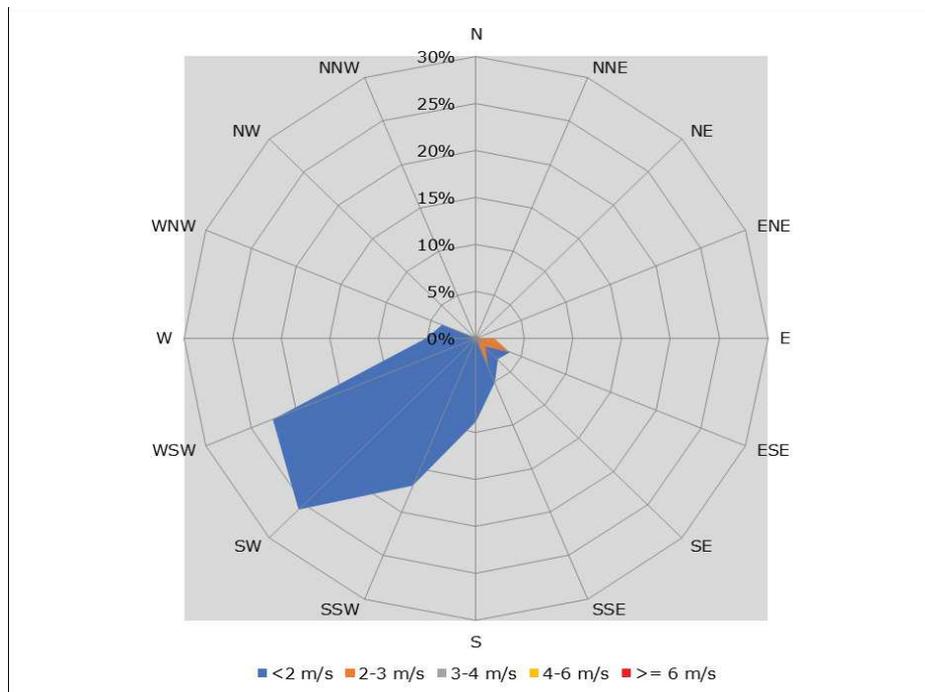


Figura 2-138 Rosa dei venti – Casetta Rossa

La velocità media del vento nel periodo di misura è pari a 0,9 m/s mentre la massima velocità, misurata il 27/08/2021 alle ore 13, risulta pari a 2,7 m/s con direzione Est-Sud Est (101,5°N).

Dallo studio del regime termico si evince che le temperature si mantengono generalmente su valori positivi con un valore massimo di 29,5°C, un valore minimo di 7,8°C e una media nella settimana di 19,4°C.

Le precipitazioni risultano assenti e l'umidità media relativa è misurata in 79,5%.

Biossido di Zolfo (SO₂)

Per il biossido di zolfo, i valori medi orari registrati risultano inferiori ai valori limite fissati dal D.Lgs. 155/10.

Nello specifico si registrano valori sempre inferiori a 1,3 µg/m³.

Ossidi di Azoto (NO_x)

Dai valori delle concentrazioni monitorate dalla stazione mobile non emergono particolari criticità. Le concentrazioni medie di NO₂ si mantengono intorno a 4,2 µg/m³, mentre il valore massimo registrato risulta pari a 15,3 µg/m³, comunque inferiore al limite annuale di 40 µg/m³ (cfr. Figura 2-139).

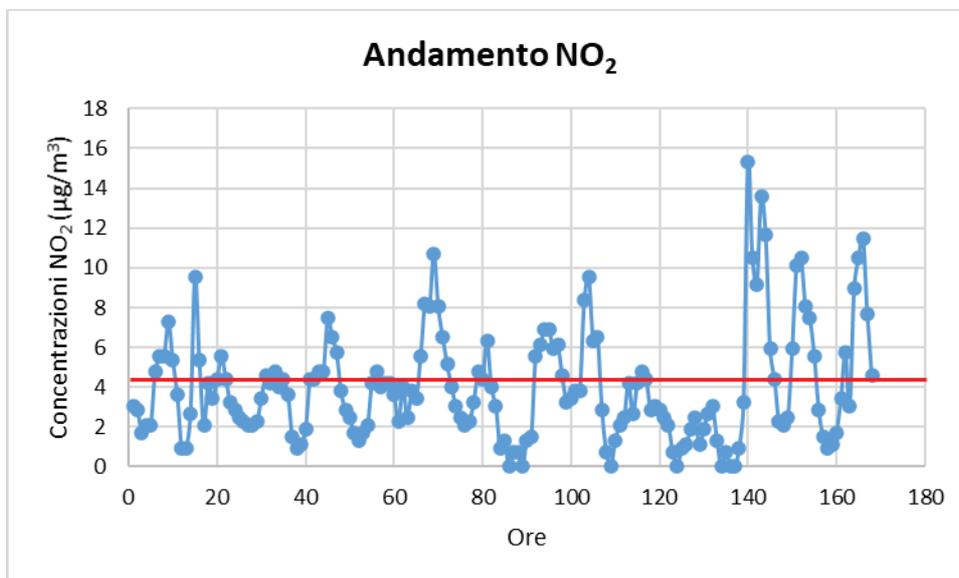


Figura 2-139 Andamento concentrazioni orarie di NO₂ (la linea rossa rappresenta il valore medio)

Relativamente al valore degli NO_x non si supera la concentrazione di 51,4 µg/m³ con un valore medio nel periodo di 8,5 µg/m³.

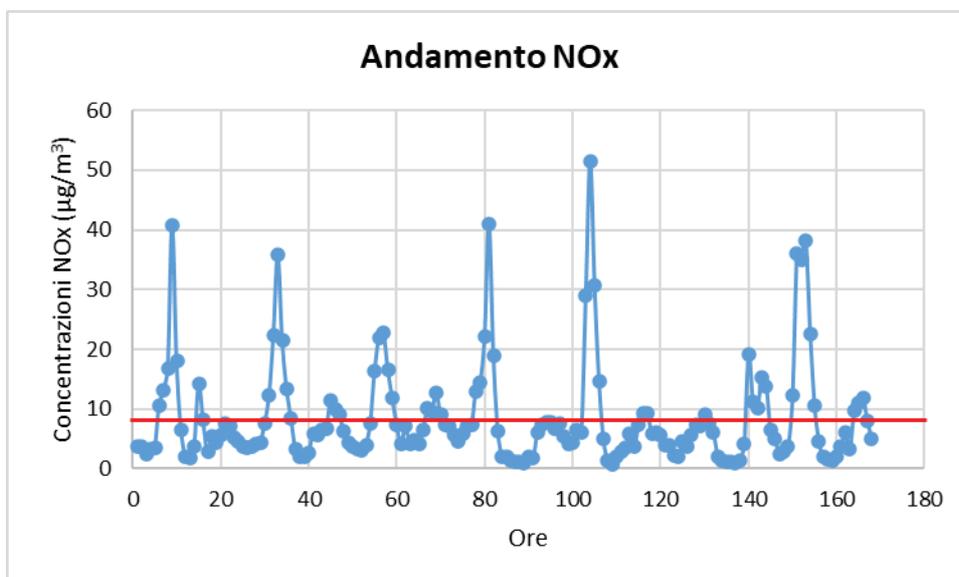


Figura 2-140 Andamento concentrazioni orarie di NO_x (la linea rossa rappresenta il valore medio)

Nella tabella seguente sono riportati i valori massimi e medi giornalieri degli inquinanti in esame.

Concentrazione monitorata	NO ₂ [µg/m ³]	NO _x [µg/m ³]
Max	15,3	51,4

Concentrazione monitorata	NO ₂ [µg/m ³]	NO _x [µg/m ³]
Media	4,2	8,5

Tabella 2-102 Concentrazioni massime e medie degli ossidi di azoto monitorati dalla stazione mobile presso Casetta Rossa

Polveri

Relativamente alle polveri ed in particolare al PM10, il DLgs 155/10 fissa come soglia limite giornaliera il valore di 50 µg/m³ da non superare per un numero di volte superiore a 35 nell'anno civile.

Il valore massimo giornaliero di PM10 registrato risulta pari a 15,15 µg/m³, inferiore a tale limite. Non si registra, pertanto, alcun superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m³.

Le concentrazioni medie giornaliere di PM10 si mantengono intorno a 11,74 µg/m³, quindi, risultano inferiori al valore limite annuo pari a 40 µg/m³.

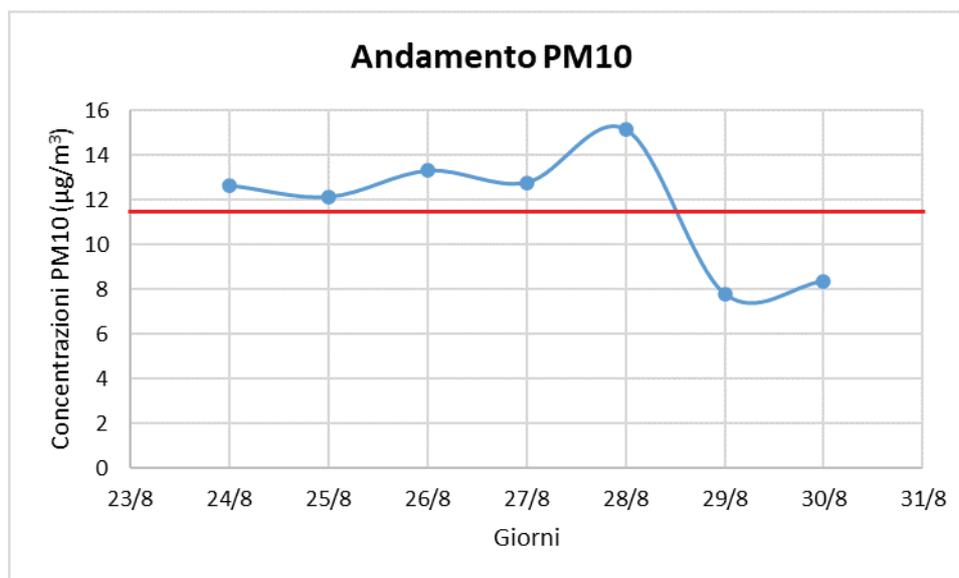


Figura 2-141 Andamento concentrazioni giornaliere di PM10 (la linea rossa rappresenta il valore medio)

I valori di PM2,5 risultano inferiori ai rispettivi valori limite fissati per la tutela della salute umana, pari a 25 µg/m³. I dati registrati dalla centralina mobile mostrano dei valori medi giornalieri pari a 5,97 µg/m³.

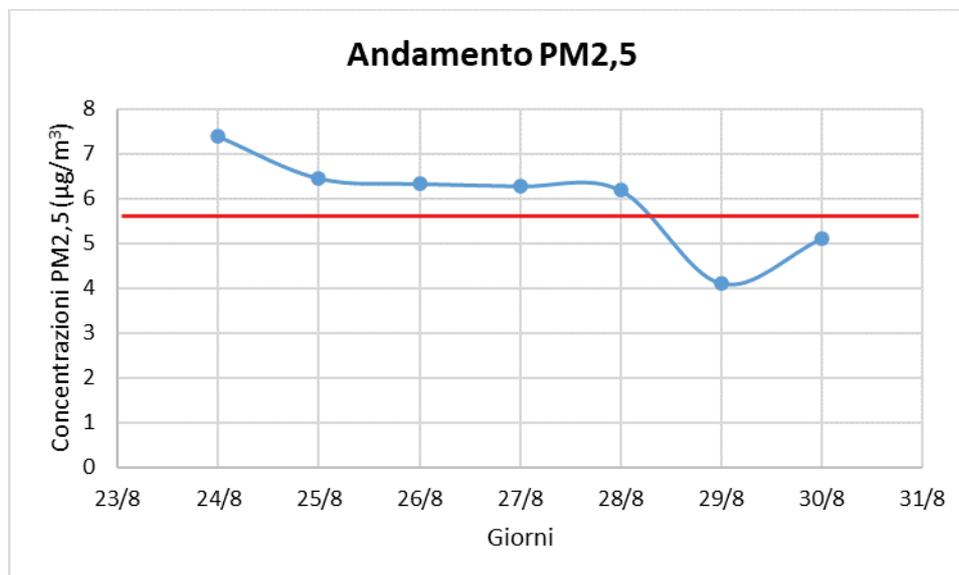


Figura 2-142 Andamento concentrazioni giornaliere di PM2,5 (la linea rossa rappresenta il valore medio)

Nella tabella seguente sono riportati i valori massimi e medi giornalieri degli inquinanti in esame.

Concentrazione monitorata	PM10(µg/m³)	PM2,5(µg/m³)
Max giornaliera	15,15	7,38
Media giornaliera	11,74	5,97

Tabella 2-103 Concentrazioni massime e medie giornaliera delle polveri, monitorate dalla stazione mobile presso Casetta Rossa

2.5.4.4 Confronto con i dati ARPA

Nella seguente tabella è mostrato il confronto tra i dati ottenuti dalla campagna di monitoraggio e quelli rilevati dalle centraline ARPA Tenuta del Cavaliere e Guidonia, che sono state prese come riferimento per le successive analisi modellistiche.

Centralina	Inquinante	Concentrazioni centralina ARPA (µg/m³)	Concentrazioni campagna di monitoraggio presso Casetta Rossa (µg/m³)
Tenuta del Cavaliere	Ossido di Azoto - NO _x	33,16	8,5
	Biossido di Azoto - NO ₂	23,98	4,2
	Particolato - PM10	22,30	11,74
	Particolato - PM2,5	13,65	5,97

Centralina	Inquinante	Concentrazioni centralina ARPA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazioni campagna di monitoraggio presso Casetta Rossa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Guidonia	Biossido di Zolfo - SO ₂	0,7	<1,3

Tabella 2-104 Confronto tra le concentrazioni registrate dalla centralina ARPA di riferimento e dalla campagna di monitoraggio effettuate da ACEA S.p.A.

Si ricorda che i valori registrati da ARPA sono concentrazioni medie annue, relative all'intero anno 2019, mentre quelli ottenuti dalle campagne di monitoraggio sono concentrazioni medie relative ad una sola settimana (dal 24 al 30/08/2021 presso Casetta Rossa).

Come si può osservare in Tabella 2-104, i dati rilevati dalla centralina ARPA Tenuta del Cavaliere, caratterizzata come tipo "fondo suburbano", risultano essere più alti rispetto ai monitoraggi effettuati, quindi sicuramente più cautelativi.

Per quanto riguarda l'SO₂, rilevato dalla centralina ARPA Guidonia di tipo "suburbana di traffico", i valori registrati dalla campagna di monitoraggio sono risultati essere molto bassi, inferiori a 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; pertanto, possono essere ritenuti confrontabili con i dati della centralina di riferimento.

In considerazione di ciò e del fatto che i dati delle centraline sono relativi a un intero anno e quindi rappresentativi di tutte le condizioni meteorologiche presenti nell'anno, come valori di fondo per le simulazioni effettuate nel presente studio sono stati considerati i valori medi annui registrati dalle centraline di riferimento ARPA.

2.5.5 Cambiamento climatico e gas serra

2.5.5.1 Aspetti generali del fenomeno

Per cambiamento climatico (climate change) si intendono i cambiamenti del clima a livello globale. In particolare, la climatologia definisce come cambiamenti climatici le variazioni del clima della Terra (a livello regionale, continentale, emisferica e globale) e storico-temporali (decennale, secolare, millenario e ultramillenario) di uno o più parametri ambientali e climatici nei loro valori medi: temperature (media, massima e minima), precipitazioni, nuvolosità, temperature degli oceani, distribuzione e sviluppo di piante e animali.

Secondo l'UNFCCC (Convenzione Quadro sul Cambiamento Climatico delle Nazioni Unite), il cambiamento climatico si definisce come "il cambiamento del clima che sia attribuibile direttamente o indirettamente ad attività umane, che alterino la composizione dell'atmosfera planetaria e che si sommino alla naturale variabilità climatica osservata su intervalli di tempo analoghi".

L'UNFCCC nella sopra citata definizione introduce il concetto della naturale variabilità climatica, legata ai complessi processi naturali esterni (cicli del sole e dell'orbita terrestre) e interni al pianeta, ma anche quello dell'alterazione della complessa variabilità naturale causata dalle attività umane.

Il clima terrestre è determinato dal bilancio radiativo del pianeta, ovvero dalla quantità di energia entrante e uscente dal sistema Terra, e da interscambi di materia in massima parte interni al sistema Terra. Una buona parte dell'energia del sistema è rappresentata dalla temperatura, mentre la materia scambiata nel sistema terrestre è costituita per lo più dal ciclo dell'acqua. Per questo motivo ogni classificazione climatica, e ogni valutazione della variabilità e del cambiamento del clima, si basa prima di tutto sulle temperature e sulle precipitazioni.

Le principali cause naturali dell'inquinamento atmosferico sono da attribuire nello specifico: alle eruzioni vulcaniche che emettono nell'atmosfera, oltre al vapor d'acqua, diversi gas tra i quali CO₂, HCl, H₂S; agli incendi boschivi che oltre a CO₂ e H₂O riversano nell'atmosfera fumo; agli effetti provocati dall'erosione del vento sulle rocce con formazione di polveri (piogge di sabbia nei deserti); alla decomposizione batterica di vari materiali organici che possono generare sostanze maleodoranti come ammine alifatiche e mercaptani e alle scariche elettriche che avvengono durante i temporali che possono dare origine a ossidi di azoto e di ozono. A queste cause si aggiungono quelle di natura antropica, cioè provocate dalle attività dell'uomo che hanno cambiato nel corso degli anni le capacità termiche dell'atmosfera introducendo fattori che sono stati capaci di spostare l'equilibrio naturale esistente e le naturali fluttuazioni di questo equilibrio, generando, di fatto, un "effetto serra" aggiuntivo a quello naturale.

I recenti dati riportano che l'aumento della temperatura che si è già verificato, comincia a essere di notevole rilevanza, paragonabile a quello delle più grandi variazioni climatiche della storia della Terra e si sta manifestando con una velocità assolutamente straordinaria.

L'aumento delle temperature comporta effetti già parzialmente in atto come la diminuzione delle precipitazioni annue, gli incendi più estesi, la siccità, il collasso dei ghiacciai, l'aumento del livello del mare, la desertificazione, la diffusione di malattie, il collasso di ecosistemi e le migrazioni di massa. A livello meteorologico, è già in atto il processo di rarefazione delle precipitazioni annue. Ad un aumento di temperatura corrisponde un aumento dell'evaporazione ed una maggiore difficoltà nella trasformazione del vapore acqueo in gocce di pioggia. Questa tendenza è soprattutto comune a tutta la fascia del globo compresa tra l'equatore e i 45 gradi di latitudine circa. Nonostante le precipitazioni annue siano diminuite, paradossalmente, quando piove, piove in modo più intenso. Questo processo determina forti e violente precipitazioni che provocano alluvioni, frane, inondazioni e altri dissesti idrogeologici.

Nell'ultimo secolo, infatti, il livello del mare è aumentato sia a causa dell'espansione termica che dello scioglimento dei ghiacciai continentali e montani. Il continuo aumento del livello dell'acqua comporterà maggiori rischi per i centri abitati in vicinanza delle zone costiere europee del Mediterraneo, mentre nelle zone

dell'Atlantico porterà a un aumento dell'intensità degli uragani e si potrebbe verificare una contaminazione delle falde acquifere potabili. Diverse specie animali e vegetali saranno compromesse a causa delle scarse capacità di adattamento al clima e solo una minoranza ne trarrà vantaggi, cioè quelle molto adattabili che non sono a rischio di estinzione. Questo provocherà perdita delle biodiversità esistenti e l'insediamento di nuove, con la formazione di nuovi ecosistemi. I principali effetti sopra descritti possono essere sinteticamente rappresentati nella figura sottostante.

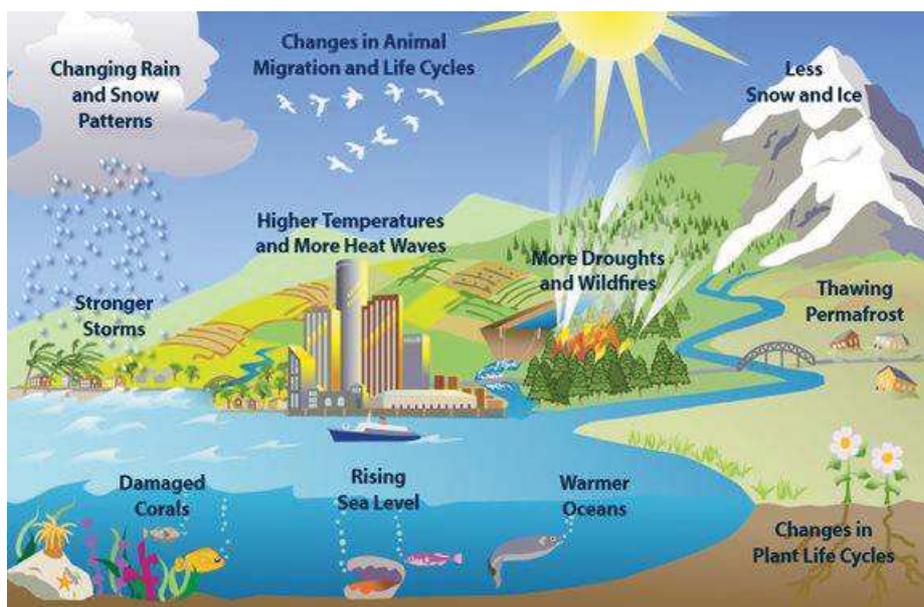


Figura 2-143 Rappresentazione effetti generati dai cambiamenti climatici sull'ambiente

Stante tali considerazioni, è chiaro anche come l'aria e il clima influenzino lo stato di salute di tutti gli esseri viventi. Tra i rischi maggiori previsti c'è la diffusione di malattie infettive, poiché eventuali siccità o inondazioni potrebbero creare le condizioni ideali per il proliferare di parassiti, batteri e virus. Un'aria più pulita ridurrebbe l'incidenza di malattie delle vie respiratorie, del sistema immunitario, cardiocircolatorio e il rischio di ammalarsi di tumore.

Per tali ragioni è sempre più necessario affrontare in maniera efficace il problema in modo da rimediare ai gravi effetti causati dai cambiamenti climatici.

Rispetto alla tematica in esame, i lavori svolti a livello internazionale dall'IPCC insistono nell'affermare che, a fronte delle molteplici azioni oggi intraprese per gestire gli effetti connessi alla variabilità climatica, attraverso la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, tali effetti siano comunque inevitabili. Gli studi condotti dall'IPCC evidenziano, inoltre, come la variabilità climatica sia strettamente legata alle attività umane e come le temperature, le emissioni di CO₂ e il livello dei mari continueranno progressivamente a crescere con impatti negativi su specifiche aree del Pianeta.

La maggior parte degli esperti riconducono il riscaldamento globale, prevalentemente, all'aumento delle concentrazioni di gas a effetto serra, ed in particolare alla CO₂, nell'atmosfera dovuto alle emissioni antropogeniche.

In conformità al Protocollo di Kyoto, i gas ad effetto serra sono: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) e perfluorocarburi (PFCs).

Come affermato dalla Comunità Europea, la CO₂ in particolare è un gas serra prodotto soprattutto dall'attività umana ed è responsabile del 63% del riscaldamento globale causato dall'uomo. La sua concentrazione nell'atmosfera supera attualmente del 40% il livello registrato agli inizi dell'era industriale. L'attività dell'uomo negli ultimi secoli ha, infatti, incrementato l'ammontare di gas serra nell'atmosfera modificando l'equilibrio radiativo e la partizione energetica superficiale.

Di seguito si riportano le principali attività umane che causano l'incremento di emissione di gas serra nell'atmosfera causando a loro volta l'effetto serra ed i cambiamenti climatici.

- Uso di combustibili fossili: la combustione di carbone, petrolio e gas produce anidride carbonica e ossido di azoto.
- Deforestazione: gli alberi aiutano a regolare il clima assorbendo CO₂ dall'atmosfera. Abbattendoli, quest'azione viene a mancare e la CO₂ contenuta nel legno viene rilasciata nell'atmosfera, alimentando in tal modo l'effetto serra.
- Allevamento del bestiame: i bovini e gli ovini producono grandi quantità di metano durante il processo di digestione. Lo sviluppo di allevamenti intensivi causa un forte incremento di gas serra emessi nell'atmosfera.
- Fertilizzanti azotati: i fertilizzanti azotati producono emissioni di ossido di azoto.
- Gas Fluorurati o FGAS: i gas fluorurati causano un potente effetto serra. La legislazione dell'UE ne prevede la graduale eliminazione. Sono usati in impianti fissi di refrigerazione, di condizionamento d'aria e pompe di calore, commutatori di alta tensione, apparecchiature contenenti solventi, impianti fissi di protezione antincendio ed estintori.

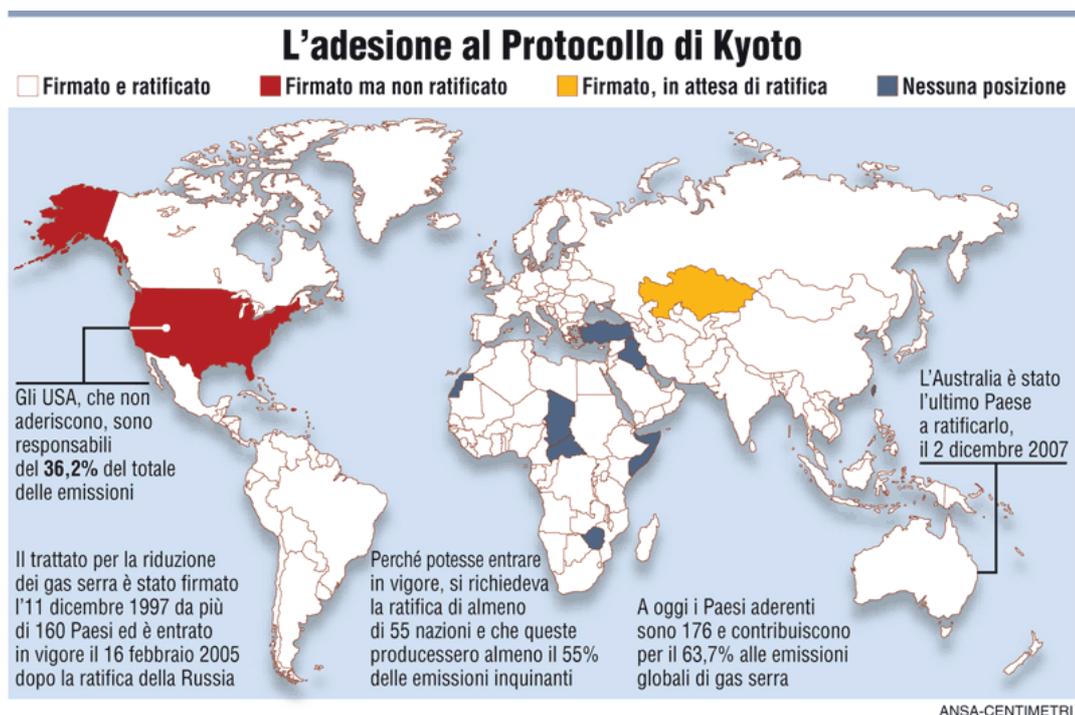
2.5.5.2 Normativa e pianificazione di riferimento

PROTOCOLLO DI KYOTO

Il Protocollo di Kyoto è un accordo internazionale per contrastare il riscaldamento climatico.

Il trattato climatico, di natura volontaria, è stato sottoscritto l'11 dicembre 1997 durante la Conferenza delle parti di Kyoto (la COP3) ma è entrato in vigore solo il 16 febbraio 2005 grazie dalla ratifica del Protocollo da parte della Russia (che era avvenuta nel precedente Novembre 2004).

Infatti, perché il trattato potesse entrare in vigore era necessario che venisse ratificato da non meno di 55 Nazioni, e che queste stesse Nazioni firmatarie complessivamente rappresentassero non meno del 55% delle emissioni serra globali di origine antropica: un obiettivo raggiunto proprio grazie alla sottoscrizione della Russia.



Il Protocollo di Kyoto impegnava i Paesi sottoscrittori (le "Parti") ad una riduzione quantitativa delle proprie emissioni di gas ad effetto serra rispetto ai propri livelli di emissione del 1990 (baseline), in percentuale diversa da Stato a Stato: per fare questo le Parti sono tenute a realizzare un sistema nazionale di monitoraggio delle emissioni ed assorbimenti di gas ad effetto serra (l'"Inventario Nazionale delle emissioni e degli assorbimenti dei gas a effetto serra") da aggiornare annualmente, insieme alla definizione delle misure per la riduzione delle emissioni stesse

I gas climalteranti (GHG - GreenHouse Gases) oggetto degli obiettivi di riduzione sono:

- la CO₂ (anidride carbonica), prodotta dall'impiego dei combustibili fossili in tutte le attività energetiche e industriali oltre che nei trasporti;
- il CH₄ (metano), prodotto dalle discariche dei rifiuti, dagli allevamenti zootecnici e dalle coltivazioni di riso;
- l'N₂O (protossido di azoto), prodotto nel settore agricolo e nelle industrie chimiche;
- gli HFC (idrofluorocarburi), impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere;
- i PFC (perfluorocarburi), impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere;

- L'SF₆ (esafluoruro di zolfo), impiegato nelle industrie chimiche e manifatturiere.

ACCORDO DI PARIGI

Nel dicembre 2015, alla conferenza sul clima di Parigi (COP21), 195 paesi hanno adottato il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale. Tale accordo definisce un piano d'azione globale volto a mantenere l'aumento medio della temperatura mondiale ben al di sotto di 2°C rispetto ai livelli pre-industriali. Il 5 ottobre l'UE ha formalmente ratificato l'accordo di Parigi, consentendo la sua entrata in vigore il 4 novembre 2016 ed impegnandosi a ridurre le emissioni di gas ad effetto serra di almeno il 40% entro il 2030 (anno base 1990). Per tale motivo, il quadro legislativo del sistema ETS dell'UE per il prossimo periodo di scambio è stato rivisto all'inizio del 2018, in linea con il quadro delle politiche per il clima e l'energia per il 2030 e come parte del contributo dell'UE all'accordo di Parigi del 2015.

La revisione si incentra sui seguenti aspetti:

- rafforzare l'EU-ETS come stimolo agli investimenti, aumentando il tasso di riduzione delle emissioni al 2,2% annuo a partire dal 2021;
- rafforzare la riserva stabilizzatrice del mercato (il meccanismo istituito dall'UE nel 2015 per ridurre l'eccedenza di quote di emissioni nel mercato del carbonio e migliorare la resilienza dell'EU ETS agli shock futuri);
- proseguire con l'assegnazione gratuita di quote a garanzia della competitività internazionale dei settori industriali esposti al rischio di rilocalizzazione delle emissioni di carbonio (carbon leakage), garantendo al tempo stesso che le regole per determinare l'assegnazione gratuita siano mirate e riflettano il progresso tecnologico;
- aiutare l'industria e il settore energetico a rispondere alle sfide dell'innovazione e degli investimenti richiesti dalla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio attraverso vari meccanismi di finanziamento.

OBIETTIVI DELLA COMMISSIONE EUROPEA DI RIDUZIONE GAS SERRA

L'UE si è prefissa obiettivi per ridurre progressivamente le sue emissioni di gas a effetto serra fino al 2050.

Gli obiettivi fondamentali in materia di clima e di energia sono stabiliti nel:

- Pacchetto per il clima e l'energia 2020
- Quadro 2030 per il clima e l'energia

Tali obiettivi sono stati definiti per avviare l'UE verso un'economia climaticamente neutra, come indicato nella strategia a lungo termine per il 2050 e proposto nell'ambito della legge sul clima.

L'UE segue i progressi ottenuti nella riduzione delle emissioni grazie a una regolare attività di monitoraggio e di relazione.

L'UE si è posta l'obiettivo di diventare una società resiliente ai cambiamenti climatici entro il 2050 e pienamente adeguata agli impatti che inevitabilmente comporteranno. Il piano per conseguire tale obiettivo è definito nella strategia dell'UE sull'adattamento ai cambiamenti climatici.

Quadro 2030 per il clima e l'energia

Nell'ambito del Green Deal europeo, nel settembre 2020 la Commissione ha proposto di elevare l'obiettivo della riduzione delle emissioni di gas serra per il 2030, compresi emissioni e assorbimenti, ad almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990.

Ha preso in considerazione tutte le azioni necessarie in tutti i settori, compresi un aumento dell'efficienza energetica e dell'energia da fonti rinnovabili, e avvierà il processo per formulare proposte legislative dettagliate nel luglio 2021 al fine di mettere in atto e realizzare questa maggiore ambizione.

Ciò consentirà all'UE di progredire verso un'economia climaticamente neutra e di rispettare gli impegni assunti nel quadro dell'accordo di Parigi aggiornando il suo contributo determinato a livello nazionale

Gli obiettivi chiave per il 2030 sono:

- una riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990)
- una quota almeno del 32% di energia rinnovabile
- un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica.

L'obiettivo della riduzione del 40% dei gas serra è attuato mediante il sistema di scambio di quote di emissione dell'UE, il regolamento sulla condivisione degli sforzi con gli obiettivi di riduzione delle emissioni degli Stati membri, e il regolamento sull'uso del suolo, il cambiamento di uso del suolo e la silvicoltura. In tal modo tutti i settori contribuiranno al conseguimento dell'obiettivo del 40% riducendo le emissioni e aumentando gli assorbimenti.

A norma del regolamento sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima, l'UE ha adottato norme integrate per garantire la pianificazione, il monitoraggio e la comunicazione dei progressi compiuti verso il conseguimento dei suoi obiettivi in materia di clima ed energia per il 2030 e degli impegni internazionali assunti nel quadro dell'accordo di Parigi.

Strategia a lungo termine per il 2050

Il 28 novembre 2018 l'UE ha presentato la sua visione strategica a lungo termine per un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra entro il 2050.

La strategia evidenzia come l'Europa possa avere un ruolo guida per conseguire un impatto climatico zero, investendo in soluzioni tecnologiche realistiche,

coinvolgendo i cittadini e armonizzando gli interventi in settori fondamentali, quali la politica industriale, la finanza o la ricerca, garantendo nel contempo equità sociale per una transizione giusta.

Facendo seguito agli inviti formulati dal Parlamento europeo e dal Consiglio europeo, la visione della Commissione per un futuro a impatto climatico zero interessa quasi tutte le politiche dell'UE ed è in linea con l'obiettivo dell'accordo di Parigi di mantenere l'aumento della temperatura mondiale ben al di sotto i 2°C e di proseguire gli sforzi per mantenere tale valore a 1,5°C.

OBIETTIVI NAZIONALI DI RIDUZIONE GAS SERRA

Strategia Energetica Nazionale 2017 (SEN2017)

Con D.M. del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, è stata adottata la Strategia Energetica Nazionale 2017, il piano decennale del Governo italiano per anticipare e gestire il cambiamento del sistema energetico.

La SEN2017 è il risultato di un processo articolato e condiviso durato un anno che ha coinvolto, sin dalla fase istruttoria, gli organismi pubblici operanti sull'energia, gli operatori delle reti di trasporto di elettricità e gas e qualificati esperti del settore energetico. Nella fase preliminare sono state svolte due audizioni parlamentari, riunioni con i gruppi parlamentari, le Amministrazioni dello Stato e le Regioni. La proposta di Strategia è stata quindi posta in consultazione pubblica per tre mesi, con una ampia partecipazione: oltre 250 tra associazioni, imprese, organismi pubblici, cittadini e esponenti del mondo universitario hanno formulato osservazioni e proposte, per un totale di 838 contributi tematici, presentati nel corso di un'audizione parlamentare dalle Commissioni congiunte Attività produttive e Ambiente della Camera e Industria e Territorio del Senato.

L'Italia ha raggiunto in anticipo gli obiettivi europei, con una penetrazione di rinnovabili del 17,5% sui consumi complessivi al 2015 rispetto al target del 2020 di 17%. Sono stati, inoltre, compiuti importanti progressi tecnologici che offrono nuove possibilità di conciliare contenimento dei prezzi dell'energia e sostenibilità.

La Strategia si pone l'obiettivo di rendere il sistema energetico nazionale più:

- competitivo: migliorare la competitività del Paese, continuando a ridurre il gap di prezzo e di costo dell'energia rispetto all'Europa, in un contesto di prezzi internazionali crescenti;
- sostenibile: raggiungere in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione definiti a livello europeo, in linea con i futuri traguardi stabiliti nella COP21;
- sicuro: continuare a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità dei sistemi e delle infrastrutture energetiche, rafforzando l'indipendenza energetica dell'Italia.

Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC)

Il Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima 2030 è uno strumento fondamentale che segna l’inizio di un importante cambiamento nella politica energetica e ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione.

Il Piano si struttura in 5 linee d’intervento, che si svilupperanno in maniera integrata: dalla decarbonizzazione all’efficienza e sicurezza energetica, passando attraverso lo sviluppo del mercato interno dell’energia, della ricerca, dell’innovazione e della competitività.

L’obiettivo è quello di realizzare una nuova politica energetica che assicuri la piena sostenibilità ambientale, sociale ed economica del territorio nazionale e accompagni tale transizione.

A dicembre 2018 è stata inviata alla Commissione europea la bozza del Piano, predisposta sulla base di analisi tecniche e scenari evolutivi del settore energetico svolte con il contributo dei principali organismi pubblici operanti sui temi energetici e ambientali (GSE, RSE, Enea, Ispra, Politecnico di Milano).

A giugno 2019 la Commissione europea ha formulato le proprie valutazioni e raccomandazioni sulle proposte di Piano presentate dagli Stati membri dell’Unione, compresa la proposta italiana, valutata, nel complesso, positivamente.

Nel corso del 2019, inoltre, è stata svolta un’ampia consultazione pubblica ed è stata eseguita la Valutazione ambientale strategica del Piano.

Infine, il Piano è stato oggetto di proficuo confronto con le Regioni e le Associazioni degli Enti Locali, le quali, il 18 dicembre 2019, hanno infine espresso un parere positivo a seguito del recepimento di diversi e significativi suggerimenti.

Il Ministero dello Sviluppo Economico ha pubblicato il 21 gennaio del 2020 il testo del Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima, predisposto con il Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio e del mare e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, che recepisce le novità contenute nel Decreto Legge sul Clima nonché quelle sugli investimenti per il Green New Deal previste nella Legge di Bilancio 2020.

Il PNIEC è stato inviato alla Commissione europea in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, completando così il percorso avviato nel dicembre 2018, nel corso del quale, come sopra esposto, il Piano è stato oggetto di un proficuo confronto tra le istituzioni coinvolte, i cittadini e tutti gli stakeholder.

Con il Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima vengono stabiliti gli obiettivi nazionali al 2030 sull’efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO₂, nonché gli obiettivi in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell’energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, delineando per ciascuno di essi le misure che saranno attuate per assicurarne il raggiungimento.

Gli obiettivi del Piano sono:

- a) accelerare il percorso di decarbonizzazione, considerando il 2030 come una tappa intermedia verso una decarbonizzazione profonda del settore energetico entro il 2050 e integrando la variabile ambiente nelle altre politiche pubbliche;
- b) mettere il cittadino e le imprese (in particolare piccole e medie) al centro, in modo che siano protagonisti e beneficiari della trasformazione energetica e non solo soggetti finanziatori delle politiche attive; ciò significa promozione dell'autoconsumo e delle comunità dell'energia rinnovabile, ma anche massima regolazione e massima trasparenza del segmento della vendita, in modo che il consumatore possa trarre benefici da un mercato concorrenziale;
- c) favorire l'evoluzione del sistema energetico, in particolare nel settore elettrico, da un assetto centralizzato a uno distribuito basato prevalentemente sulle fonti rinnovabili;
- d) adottare misure che migliorino la capacità delle stesse rinnovabili di contribuire alla sicurezza e, nel contempo, favorire assetti, infrastrutture e regole di mercato che, a loro volta contribuiscano all'integrazione delle rinnovabili;
- e) continuare a garantire adeguati approvvigionamenti delle fonti convenzionali, perseguendo la sicurezza e la continuità della fornitura, con la consapevolezza del progressivo calo di fabbisogno di tali fonti convenzionali, sia per la crescita delle rinnovabili che per l'efficienza energetica;
- f) promuovere l'efficienza energetica in tutti i settori, come strumento per la tutela dell'ambiente, il miglioramento della sicurezza energetica e la riduzione della spesa energetica per famiglie e imprese;
- g) promuovere l'elettrificazione dei consumi, in particolare nel settore civile e nei trasporti, come strumento per migliorare anche la qualità dell'aria e dell'ambiente;
- h) accompagnare l'evoluzione del sistema energetico con attività di ricerca e innovazione che, in coerenza con gli orientamenti europei e con le necessità della decarbonizzazione profonda, sviluppino soluzioni idonee a promuovere la sostenibilità, la sicurezza, la continuità e l'economicità di forniture basate in modo crescente su energia rinnovabile in tutti i settori d'uso e favoriscano il riorientamento del sistema produttivo verso processi e prodotti a basso impatto di emissioni di carbonio che trovino opportunità anche nella domanda indotta da altre misure di sostegno;
- i) adottare, anche tenendo conto delle conclusioni del processo di Valutazione Ambientale Strategica e del connesso monitoraggio ambientale, misure e accorgimenti che riducano i potenziali impatti negativi della trasformazione energetica su altri obiettivi parimenti rilevanti, quali la qualità dell'aria e dei corpi idrici, il contenimento del consumo di suolo e la tutela del paesaggio;
- j) continuare il processo di integrazione del sistema energetico nazionale in quello dell'Unione.

Direttiva NEC sui limiti di emissione

Il Decreto Legislativo 30 maggio 2018, n. 81, rappresenta l'attuazione della Direttiva UE 2016/2284.

Si tratta della cosiddetta Direttiva NEC (Nationale Emmission Ceiling) concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici.

La finalità è quindi il miglioramento della qualità dell'aria tramite la riduzione delle emissioni per le emissioni atmosferiche antropogeniche degli Stati membri dei seguenti inquinanti:

- biossido di zolfo (SO₂),
- ossidi di azoto (NO_x),
- composti organici volatili non metanici (COVNM),
- ammoniacca (NH₃),
- particolato fine (PM_{2,5})
- altre sostanze inquinanti (metalli pesanti, IPA, Benzo(a)pirene, diossine/furani, ...)

Tale direttiva impone l'elaborazione, l'adozione e l'attuazione di programmi nazionali di controllo e monitoraggio.

Come indicato all'art. 1 comma 2 del D. Lgs. 81 del 30/05/2018:

"Il presente decreto è finalizzato a perseguire:

- a) gli obiettivi di qualità dell'aria e un avanzamento verso l'obiettivo a lungo termine di raggiungere livelli di qualità dell'aria in linea con gli orientamenti pubblicati dall'Organizzazione mondiale della sanità;*
- b) gli obiettivi dell'Unione europea in materia di biodiversità e di ecosistemi, in linea con il Settimo programma di azione per l'ambiente;*
- c) la sinergia tra le politiche in materia di qualità dell'aria e quelle inerenti i settori responsabili di emissioni interessate dagli impegni nazionali di riduzione, comprese le politiche in materia di clima e di energia."*

Decreto Legge n. 111 del 14/10/2019

Considerata l'urgenza e necessità di adottare una politica strategica nazionale che permetta di fronteggiare l'emergenza climatica e tenuto conto dei lavori svolti a livello internazionale dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), che evidenziano come la variabilità climatica sia strettamente legata alle attività umane e come le temperature e le emissioni di CO₂ continueranno progressivamente a crescere il 14 ottobre 2019 è stato emanato il Decreto Legge n. 111 "Misure urgenti per il rispetto degli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/CE sulla qualità dell'aria e proroga del termine di cui all'articolo 48, commi 11 e 13, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229. (19G00125) (GU Serie Generale n.241 del 14-10-2019).

OBIETTIVI REGIONE LAZIO RIDUZIONE GAS SERRA

Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (PRQA) del Lazio

Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 539 del 04/08/2020 è stato adottato lo schema di aggiornamento del Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (PRQA) ai sensi dell'art. 9 e art. 10 del D.Lgs 155/2010 (BURL n. 102 del 18/08/2020). L'aggiornamento del Piano, come esposto al par. 2.5.3.2, si prefigge tre principali obiettivi.

Tali obiettivi ricomprendono quelli riportati nell'appendice IV del D.Lgs n.155/2010. In particolare, si fa riferimento all'obiettivo PRQA_3 con il quale si vuole rispondere al principio di razionalizzazione della programmazione in materia di gestione della qualità dell'aria e in materia di riduzione delle emissioni di gas serra.

A supporto della pianificazione regionale e per il raggiungimento degli obiettivi regionali fissati con il Decreto "Burden Sharing" (Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 15 Marzo 2012), ISPRA predispone, con cadenza quinquennale, anche un inventario delle emissioni di gas serra con dettaglio provinciale. Per l'analisi dei valori di emissione dei gas serra registrati si rimanda al successivo paragrafo.

Piano Energetico Regionale (PER Lazio)

Il Piano Energetico Regionale del Lazio è lo strumento con il quale vengono attuate le competenze regionali in materia di pianificazione energetica, per quanto attiene l'uso razionale dell'energia, il risparmio energetico e l'utilizzo delle fonti rinnovabili. Tale aspetto è chiaramente collegato alla tematica del clima e dei cambiamenti climatici in termini di consumo di gas serra da attività antropiche.

Con Delibera di Giunta Regionale n. 656 del 17.10.2017 (pubblicata sul BURL del 31.10.2017 n.87 Supplementi Ordinari n. 2, 3 e 4), è stata adottata la proposta di "Piano Energetico Regionale" (l'ultimo in vigore è stato approvato dal Consiglio Regionale del Lazio con Deliberazione n. 45 del 2001).

Dopo un percorso di consultazione pubblica con gli Stakeholder, il PER Lazio recepisce sia gli indirizzi strategici regionali sia le risultanze dei confronti con gli Stakeholder pubblici e privati (cfr. DGR n. 768 del 29/12/2015 e cfr. Det. n. G08958 del 17.07.2018, pubblicata sul BURL n.61 del 26/07/2018 suppl. n.1 e sul sito web regionale Parere Motivato secondo le risultanze della relazione istruttoria effettuata dall'Area competente per la VAS ai sensi dell'art.15 del D.lgs. n.152/2006) e tiene conto delle dinamiche dei trend energetici globali, degli obiettivi europei al 2020, 2030 e 2050 in materia di clima ed energia e della nuova Strategia Energetica Nazionale (SEN 2017), sopra indicati.

Il Piano Energetico Regionale (PER-Lazio), il Rapporto ambientale e la Dichiarazione di sintesi del processo di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) sono stati adottati con D.G.R. n. 98 del 10 marzo 2020 (pubblicata sul BURL del 26.03.2020, n.33) per la valutazione da parte del Consiglio Regionale che ne definirà l'approvazione.

Il PER Lazio contiene gli scenari tendenziali e lo “Scenario Obiettivo” di incremento dell’efficienza energetica e di sviluppo delle fonti rinnovabili, nonché propone un cospicuo pacchetto di politiche regionali da attuare congiuntamente alle misure concorrenti nazionali.

Lo Scenario Obiettivo è lo scenario energetico che si intende perseguire che recepisce l’esito delle consultazioni pubbliche e le risultanze dei tavoli tematici multi-stakeholder e prevede i seguenti target strategici:

- portare al 2020 la quota regionale di rinnovabili elettriche e termiche sul totale dei consumi al 13,4% puntando sin da subito anche sull’efficienza energetica. Un obiettivo più ambizioso visto che il DM Burden Sharing vincolerebbe la Regione esclusivamente al perseguimento dell’obiettivo del 11,9%;
- sviluppo delle fonti di energia rinnovabile - accompagnata da un potenziamento delle infrastrutture di trasporto energetico e da una massiccia diffusione di sistemi di storage e smart grid – al fine di raggiungere al 2030 il 21% e al 2050, il 38 % di quota regionale di energia rinnovabile elettrica e termica sul totale dei consumi;
- **limitare l’uso di fonti fossili per ridurre le emissioni climalteranti, rispetto al 1990, del 24% al 2020, del 37% al 2030 e dell’80% al 2050 (in particolare al 2050 decarbonizzazione spinta del 89% nel settore civile, del 84% nella produzione di energia elettrica e del 67% nel settore trasporti)**
- ridurre i consumi energetici negli usi finali (civile, industria, trasporti e agricoltura), rispetto ai valori del 2014, rispettivamente del 5% al 2020, del 13% al 2030 e del 30% al 2050 in primis migliorando le prestazioni energetiche degli edifici (pubblici, privati, produttivi, ecc.) e favorendo una mobilità sostenibile, intermodale, alternativa e condivisa (per persone e merci);
- incrementare sensibilmente il grado di elettrificazione nei consumi finali (dal 19% anno 2014 al 40% nel 2050), favorendo la diffusione di pompe di calore, apparecchiature elettriche, sistemi di storage, smart grid e mobilità sostenibile;
- facilitare l’evoluzione tecnologica delle strutture esistenti favorendo tecnologie più avanzate e suscettibili di un utilizzo sostenibile da un punto di vista economico e ambientale;
- sostenere la R&S e l’innovazione, anche mantenendo forme di incentivazione diretta, per sviluppare tecnologie a basso livello di carbonio e competitive;
- implementare sistematicamente forti azioni di coinvolgimento per sensibilizzare e aumentare la consapevolezza dell’uso efficiente dell’energia nelle aziende, PA e cittadinanza diffusa.

2.5.5.3 Emissioni di gas serra

Con riferimento alle serie storiche delle emissioni di gas serra (1990-2019) realizzato dall’ISPRA, è stato possibile delineare il quadro nazionale italiano delle

emissioni in atmosfera dei gas serra per il periodo compreso tra il 1990 ed il 2019 relativo ai principali inquinanti d'interesse per la componente in esame, ossia anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O).

Si riportano di seguito le emissioni prodotte dalle macro - attività considerate dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni gas serra 1990-2019										
Emissioni di CO ₂ [kt]:										
Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
A. Fuel combustion activities (sectoral approach)	405145	417518	440620	470191	411515	343195	340472	334974	330981	321588
1. Energy industries	136941	139941	144273	159224	136884	105486	104395	104529	95544	91312
a. Public electricity and heat production	108669	110335	109193	115445	97195	78922	76289	78127	70206	66938
b. Petroleum refining	15817	17980	22223	27876	28258	20947	21325	20618	19691	18986
c. Manufacture of solid fuels and other energy industries	12454	11625	1285	15907	11432	5617	6781	5783	5646	5387
2. Manufacturing industries and construction	90772	88970	94893	90786	68899	5455	53365	52135	53221	48838
a. Iron and steel	25255	24201	22536	19289	15708	10629	11549	9831	10165	9819.69
b. Non-ferrous metals	735	879	124	1176	1105	999	1000	1080	1139	1112
c. Chemicals	21428	18658	18102	17239	16404	11142	11139	11346	11597	9073
d. Pulp, paper and print	3108	4185	4253	5457	5148	4872	4789	5026	4916	4965
e. Food processing, beverages and tobacco	3891	509	6282	6017	4132	3455	3363	3721	3530	3457
f. Non-metallic minerals	21045	17461	21407	25271	18099	14007	12855	11598	11898	10902
g. Other (please specify)	15310	18490	21062	16339	8303	9448	8669	9530	9973	9506.91
3. Transport	100319	111531	121442.	126617	114172	105039	103625	99740	103132	104282
a. Domestic aviation	1493	1589	2718	2839	2959	2167	216	2226	2321	2378
b. Road transportation	92332	103532	111524	117112	104658	98346	9686	92746	95776	96606
c. Railways	613	601	432	306	199	69	47	103	138	135
d. Domestic navigation	5470	5163	5904	5458	5248	3901	387	3902	4100	4484
e. Other transportation	411	647	865	900	1106	557	674.27	762.19	796	678
TOTALE	409193	421519	443882	472747	413892	345769	342661	337326	333277	324346

Tabella 2-105 Emissioni nazionali di CO₂ (Fonte: INEA 2021 - ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni gas serra 1990-2019										
Emissioni di CH ₄ [kt]:										
Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni gas serra 1990-2019										
Emissioni di CH ₄ [kt]:										
Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
A. Fuel combustion activities (sectoral approach)	97	108	98	92	126	120	117	124	116	118
1. Energy industries	9	8	6	5	4	5	5	5	4	4
a. Public electricity and heat production	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
b. Petroleum refining	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
c. Manufacture of solid fuels and other energy industries	4.9	4.0	2.4	1.3	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
2. Manufacturing industries and construction	6.7	6.9	6.0	6.5	5.7	11.2	11.3	11.2	10.9	11.5
a. Iron and steel	3.8	4.2	3.1	3.3	2.9	2.1	2.3	1.9	1.8	1.8
b. Non-ferrous metals	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
c. Chemicals	0.88	0.72	0.64	0.53	0.54	0.33	0.32	0.32	0.33	0.24
d. Pulp, paper and print	0.08	0.09	0.12	0.15	0.09	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11
e. Food processing, beverages and tobacco	0.1	0.1	0.1	0.4	0.7	7.6	7.6	7.7	7.6	8.2
f. Non-metallic minerals	1.4	1.2	1.4	1.6	1.2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
g. Other (please specify)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3. Transport	36.2	40.6	30.8	20.3	12.4	9.1	8.5	8.0	7.9	8.2
a. Domestic aviation	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
b. Road transportation	34.7	39.0	29.2	18.8	11.2	8.3	7.8	7.3	7.2	7.4
c. Railways	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
d. Domestic navigation	1.4	1.5	1.5	1.3	1.1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
e. Other transportation	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02
TOTALE	460,1	442,9	413,6	379,4	391,4	341,4	331,3	339,0	320,5	307,2

Tabella 2-106 Emissioni nazionali di CH₄ (Fonte: INEA 2021 - ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni gas serra 1990-2019										
Emissioni di N ₂ O [kt]:										
Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
A. Fuel combustion activities (sectoral approach)	15.49	17.95	18.08	18.11	17.99	15.81	15.51	15.66	15.65	15.46
1. Energy industries	1.60	1.61	1.58	1.87	1.68	1.59	1.49	1.43	1.34	1.21
a. Public electricity and heat production	1.03	0.99	0.88	1.02	0.90	1.05	0.95	0.91	0.84	0.72
b. Petroleum refining	0.45	0.51	0.60	0.73	0.69	0.50	0.49	0.47	0.46	0.45
c. Manufacture	0.12	0.10	0.09	0.12	0.08	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni gas serra 1990-2019										
Emissioni di N₂O [kt]:										
Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
of solid fuels and other energy industries										
2. Manufacturing industries and construction	4.49	3.92	4.46	5.02	3.77	2.69	2.55	2.51	2.61	2.51
a. Iron and steel	0.41	0.41	0.37	0.40	0.29	0.20	0.22	0.18	0.18	0.18
b. Non-ferrous metals	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
c. Chemicals	0.40	0.32	0.31	0.32	0.33	0.21	0.19	0.19	0.20	0.13
d. Pulp, paper and print	0.06	0.08	0.08	0.10	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09
e. Food processing, beverages and tobacco	0.05	0.05	0.08	0.09	0.05	0.17	0.17	0.18	0.17	0.18
f. Non-metallic minerals	2.64	2.29	2.63	2.99	2.18	1.43	1.35	1.36	1.37	1.37
g. Other (<i>please specify</i>)	0.91	0.75	0.97	1.11	0.81	0.58	0.52	0.50	0.58	0.54
3. Transport	3.33	5.86	5.38	3.81	3.61	3.33	3.35	3.28	3.40	3.44
a. Domestic aviation	0.04	0.04	0.08	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07
b. Road transportation	2.89	5.42	4.95	3.44	3.27	3.12	3.14	3.04	3.14	3.18
c. Railways	0.24	0.24	0.17	0.12	0.08	0.03	0.02	0.04	0.05	0.05
d. Domestic navigation	0.13	0.12	0.14	0.13	0.13	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11
e. Other transportation	0.02	0.03	0.05	0.05	0.06	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
TOTALE	15,53	17,99	18,12	18,16	18,03	15,84	15,54	15,69	15,69	15,49

Tabella 2-107 Emissioni nazionali di N₂O (Fonte: INEA 2021 - ISPRA)

Con riferimento alle emissioni dei gas serra in atmosfera è stato possibile effettuare l'analisi del territorio circostante l'area in esame dapprima a livello regionale e successivamente anche a livello provinciale.

I dati relativi al Lazio mostrano un andamento in calo dopo il 2000, da ricondurre in buona parte al processo di riconversione della Centrale Torrealdaliga Nord di Civitavecchia, da olio combustibile a carbone. Le emissioni di gas serra di un cittadino del Lazio sono state nel 2015 pari a 6,6 tonnellate di CO₂ equivalente rispetto ad un valore medio nazionale pari a 7,14 t.

Gas serra	1990	1995	2000	2005	2010	2015
CO₂ (Mt)	36.9	41.7	44.0	40.4	35.4	34.2
Metano	152.1	153.8	157.9	178.3	168.5	84.1

Gas serra (kt)	1990	1995	2000	2005	2010	2015
N2O (kt)	4.3	4.3	4.5	3.9	4.1	4.0
Tot (kt CO2eq.)	42012	46893	49464	46589	41714	38725

Tabella 2-108 Emissioni gas serra del Lazio (fonte:ISPRA)

Nell'anno 2015 il Lazio ha contribuito con poco meno del 9% alle emissioni totali di gas serra dell'Italia.

L'analisi delle emissioni regionali per settore di impiego indica che il 33% circa delle emissioni di CO2 del Lazio sono attribuibili al settore della produzione elettrica, seguito da quello del trasporto su strada con il 28% delle emissioni totali, mentre il riscaldamento e il trasporto aereo e marittimo contribuiscono per il 15% circa. Il settore agricolo è una sorgente rilevante di metano (il 37% del totale) e protossido di azoto (il 41% del totale). Il trattamento dei rifiuti è la sorgente più importante di metano nella regione (39% del totale).

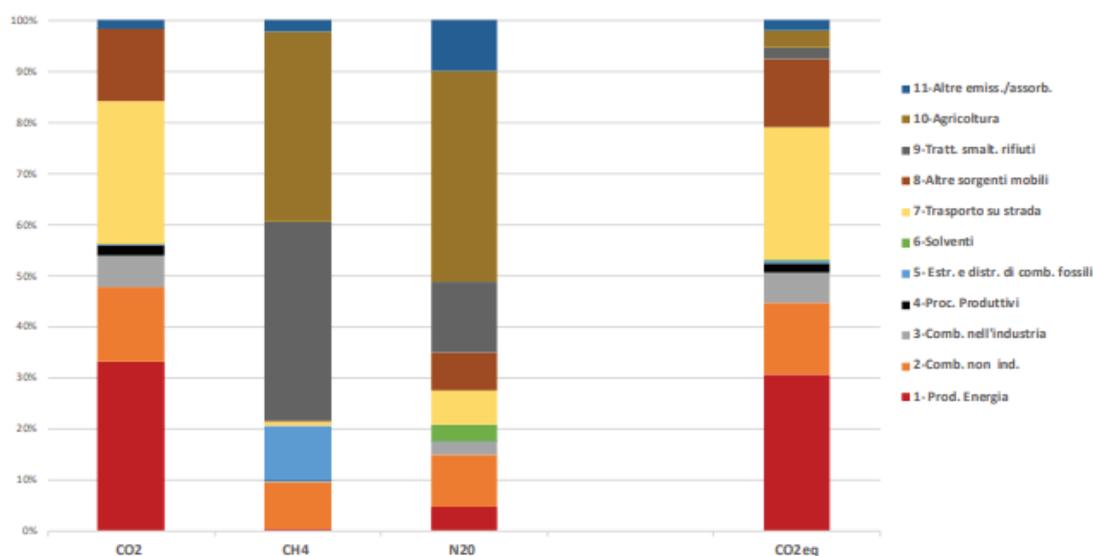


Figura 2-144 Ripartizione delle emissioni di gas serra per settore di attività – Inventario Lazio 2015

Se passiamo a considerare la distribuzione delle emissioni tra le province laziali, vediamo che il contributo di gran lunga maggiore alle emissioni di gas serra (il 79% della CO2, il 43% del metano e il 51% del protossido di azoto) è attribuibile alla provincia di Roma dove si concentrano i consumi energetici della popolazione (trasporti e riscaldamento) e anche la produzione energetica in grandi impianti termoelettrici.

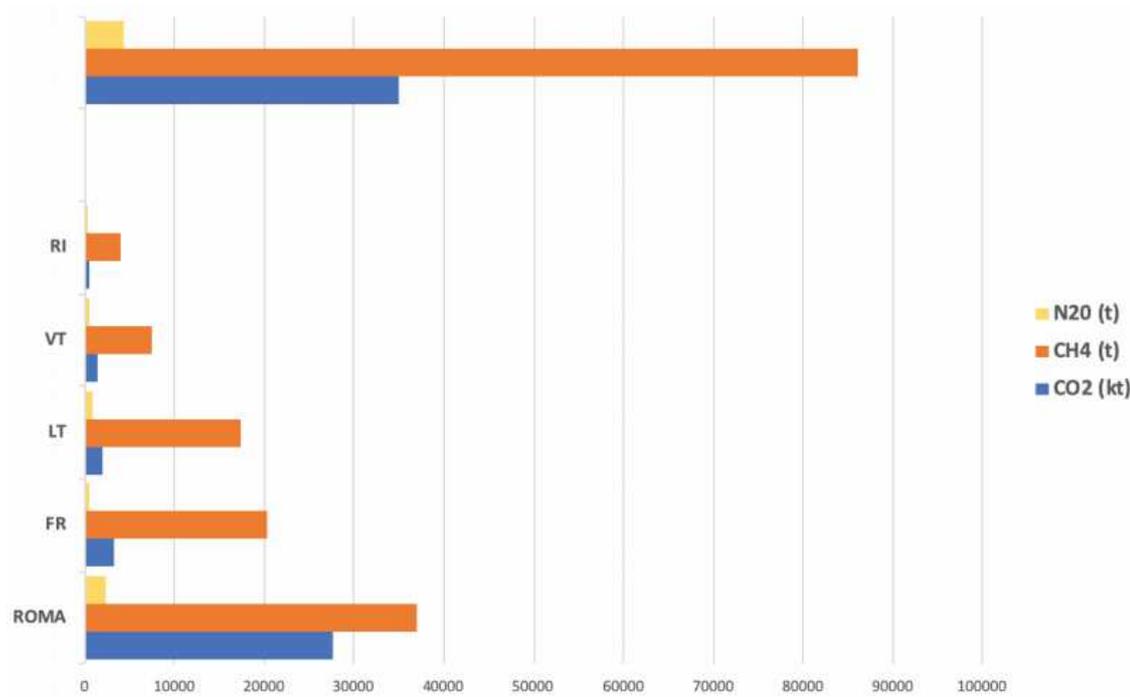


Figura 2-145 Ripartizione delle emissioni dei gas serra per provincia – Inventario Lazio 2015

2.6 F – Sistema paesaggistico

2.6.1 Il contesto paesaggistico: processi di strutturazione del paesaggio

Il contesto paesaggistico fa riferimento ad una porzione del territorio ad Est di Roma compreso tra le ultime propaggini dell'Agro tiburtino – prenestino, i Monti Lucretili e i Monti Simbruini dove ha origine l'Aniene.

L'Aniene nella media e alta valle percorre una delle zone geologicamente più complesse dell'Appennino centrale caratterizzata dalla presenza di due grandi domini paleogeografici dalla cui evoluzione ha origine l'attuale assetto geomorfologico dell'area in esame.

Il primo dominio, rappresentato dalla "piattaforma carbonatica laziale-abruzzese", il secondo dal cosiddetto "bacino umbro-marchigiano-sabino" entrano in contatto all'altezza dei territori di Roviano e Anticoli Corrado e lungo la dorsale dei Monti Ruffi.

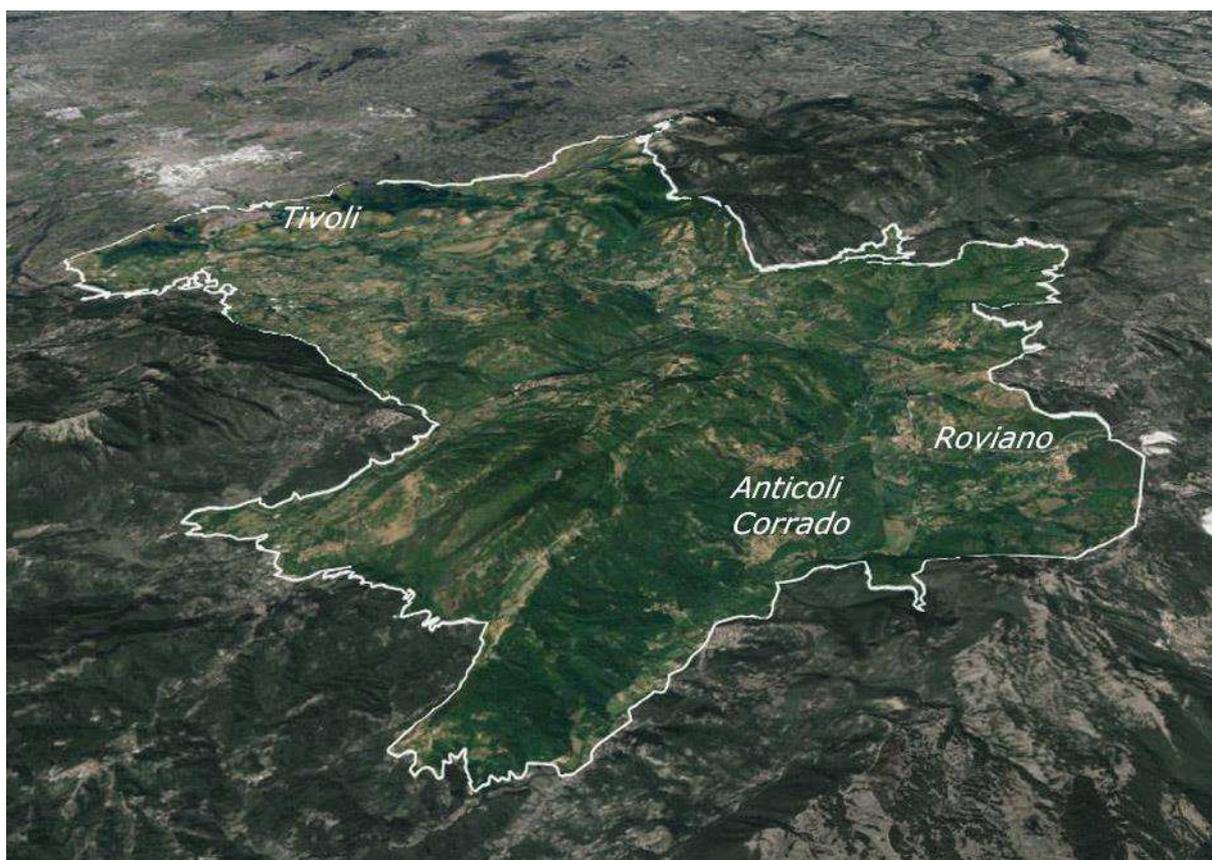


Figura 2-146Contesto paesaggistico

Entrando nel merito dei caratteri del contesto paesaggistico, alle dinamiche geologiche e geomorfologiche, si affiancano quelle dello sfruttamento delle risorse, in primis dell'acqua.

Così come emerge in particolar modo osservando la Carta del bacino idrografico dell'Aniene di Francesco Ruffolo del 1909 in cui è evidenziata l'idrografia, le sorgenti e in verde e in giallo le differenti formazioni geologiche sopra sommariamente descritte.

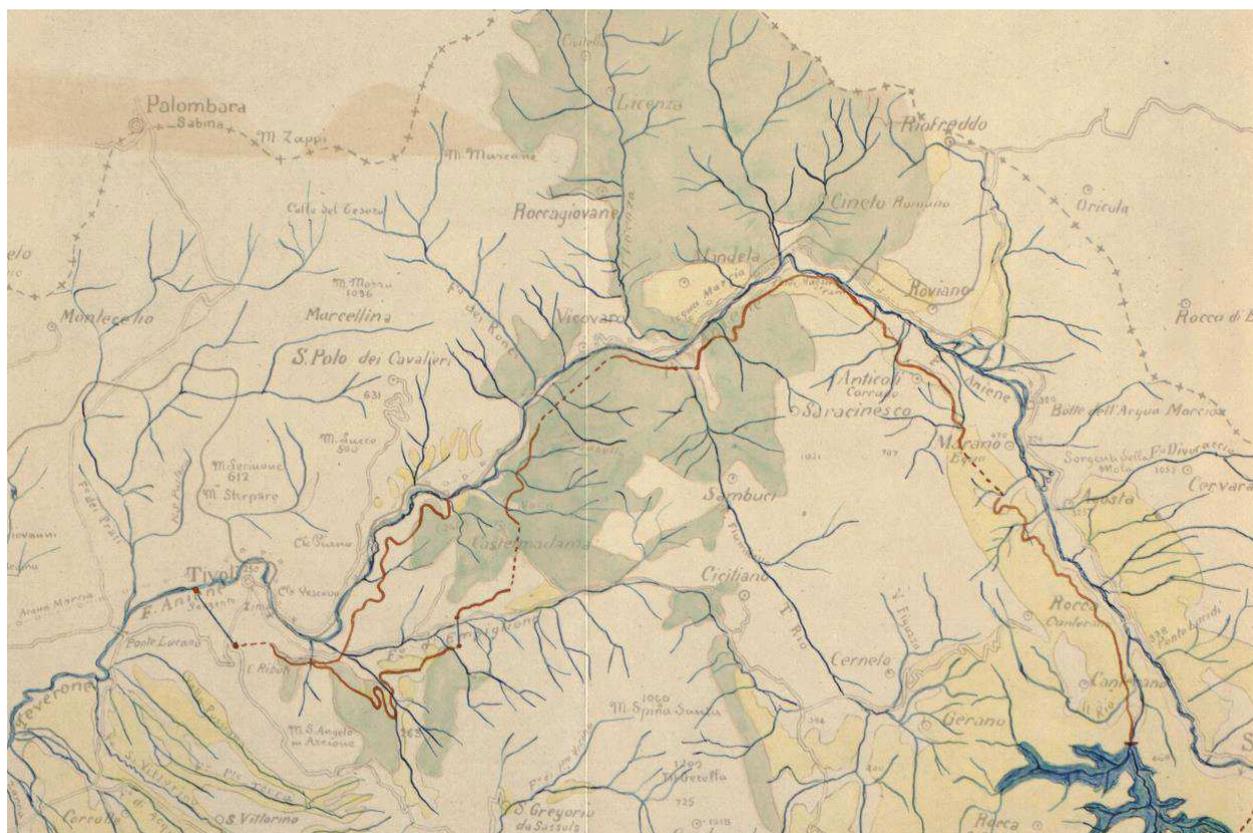


Figura 2-147 Stralcio della Carta idrografica del fiume Aniene. F. Ruffolo, 1909¹⁵

La Valle dell'Aniene e le pendici che la circondano è stata oggetto di diverse fasi di infrastrutturazione e territorializzazione i cui segni ad oggi ne delineano le fondamenta nella lettura dei caratteri del paesaggio.

Tra i fenomeni più rappresentativi vi è la realizzazione degli acquedotti. Il primo *Anio Vetus* con origine da una diga nella gola fra Vicovaro, S. Cosimato e Mandela; l'*Aqua Marcia* e gli acquedotti *Anio Novus* e l'*Aqua Claudia* alimentati dal bacino sorgentizio alle falde del La Prugna tra Roviano e Agosta. Di notevole importanza fu l'opera di Claudio nella realizzazione dell'*Aqua Claudia* le cui acque derivano direttamente dall'Aniene mediante uno sbarramento che faceva defluire l'acqua in una vacca di decantazione. Mentre è nel 1870 che l'Acqua Marcia venne restaurata

¹⁵ Archivio storico capitolino <http://www.archiviocapitolinorisorsedigitali.it/piante/544.htm>

da papa Pio IX ed entrò in funzione l'Acqua Pia per opera della Società Acqua Pia Antica Marcia.

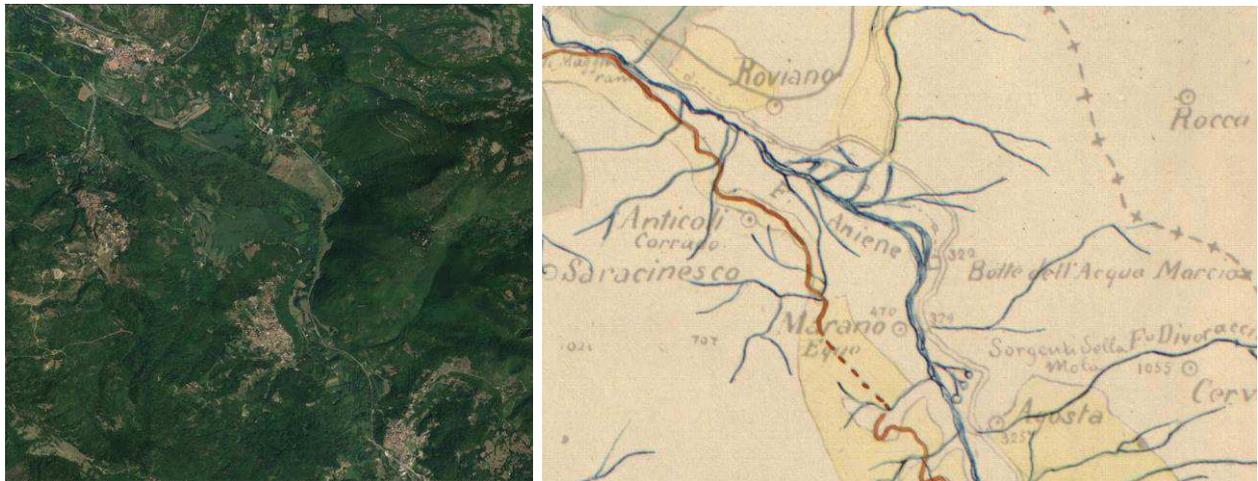


Figura 2-148 Confronto tra lo stato dei luoghi in sinistra dell'immagine (Google Earth 2021) e un dettaglio della carta idrografica dell'Aniene 1909 in cui è possibile distinguere chiaramente il bacino sorgentizio dell'acquedotto dell'Acqua Marcia

Sempre in epoca romana un radicale cambiamento si ebbe con la realizzazione della via Tiburtina Valeria, prolungamento della Tiburtina da Tivoli fino all'Adriatico. Costruita dal censore *Valerius Maximus* che riutilizzò i percorsi di transumanza e collegava *Tibur* (Tivoli) a *Varia* (Vicovaro) per superare un salto di quota di 300 metri tramite un secondo tracciato definiti *Valeria vetus* e *Valeria nova* che si ricongiungevano all'altezza di Riofreddo.

Quanto emerso fin ora delinea l'importanza strategica della Valle in cui alle opere di infrastrutturazione si sommano le realizzazioni di lussuose ville per la villeggiatura.

Con la caduta dell'Impero Romano si registra una progressiva contrazione dei centri abitati e l'abbandono degli edifici extra murari con la fondazione da parte della Chiesa di nuovi edifici di culto. Risalgono al X secolo le fondazioni di nuovi villaggi fortificati: la *castra* con la realizzazione di nuovi tracciati viari e operazioni di disboscamento per nuove attività agricole di versante e il conseguente spostamento della popolazione sulle alture, si confronti l'immagine in Figura 2-149 per l'individuazione degli insediamenti storici in cui è evidente come è al periodo dell'incastellamento che l'immagine del contesto paesaggistico nel suo complesso prende le forme ad riconoscibili.

Infine, e come meglio si evince dall'elaborato "Contesto e struttura del paesaggio" (A250-SIA-D-30-0), il XIX secolo segna il territorio con la realizzazione della ferrovia Roma Sulmona che segue il tracciato della Tiburtina e collega Roma all'Adriatico, negli '60 dello scorso secolo che il ciclo dell'infrastrutturazione della Valle dell'Aniene e dei territori contermini chiude con la realizzazione della Strada dei Parchi.



Figura 2-149 Elementi antropici strutturanti il contesto paesaggistico

2.6.2 Il patrimonio culturale storico testimoniale

Il concetto di patrimonio culturale è rappresentato dai beni soggetti a disposizioni di tutela in base al DLgs 42/2004 e smi.

Secondo quanto disposto dall'art. 2 del DLgs 42/2004 e smi "Codice dei beni culturali e del paesaggio", Parte Prima, con Patrimonio culturale si è inteso riferirsi sia ai beni culturali, ossia «*le cose immobili e mobili che, ai sensi degli articoli 10 e 11, presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà*», sia ai beni paesaggistici, costituiti dagli

«immobili e le aree indicati all'articolo 134, costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, e gli altri beni individuati dalla legge o in base alla legge».

Le fonti conoscitive utilizzate al fine di individuare il quadro complessivo di detti beni sono:

- Beni di interesse culturale dichiarato
 - MiC, Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro, portale Vincoli in rete
 - Regione Lazio, Piano Territoriale Paesaggistico Regionale approvato con DCR n.5 del 21/04/2021, Tavola C Beni del patrimonio naturale e culturale e relativi allegati
- Beni paesaggistici
 - MiC, Direzione generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee, Sistema Informativo Territoriale Ambientale e Paesaggistico (SITAP)
 - Regione Lazio, Piano Territoriale Paesaggistico Regionale approvato con DCR n.5 del 21/04/2021, Tavola B Beni paesaggistici e relativi allegati

Dalla consultazione delle sopra citate fonti, l'ambito di intervento interessato dal Nuovo Acquedotto Marcio risulta connotato dalla presenza di numerosi beni appartenenti al patrimonio culturale nell'accezione datene in questa sede. Nelle more di quanto si appresta a descrivere, unitamente alle esigenze di economia del presente documento, la trattazione a venire è centrata sull'individuazione dei beni culturali e paesaggistici ritenuti rilevanti nei processi di strutturazione del paesaggio della Valle dell'Aniene, ovvero sia dei beni oggetto di vincolo dichiarativo ai sensi dell'art. 136 co.1 lett. c) e d) DLgs 42/2004 o individuati dal Piano paesaggistico ai termini dell'articolo 134 co. 1 lett. c) e dell'art. 143 co. 1 lett. d) DLgs 42/2004 in quanto espressione dell'identità territoriale.

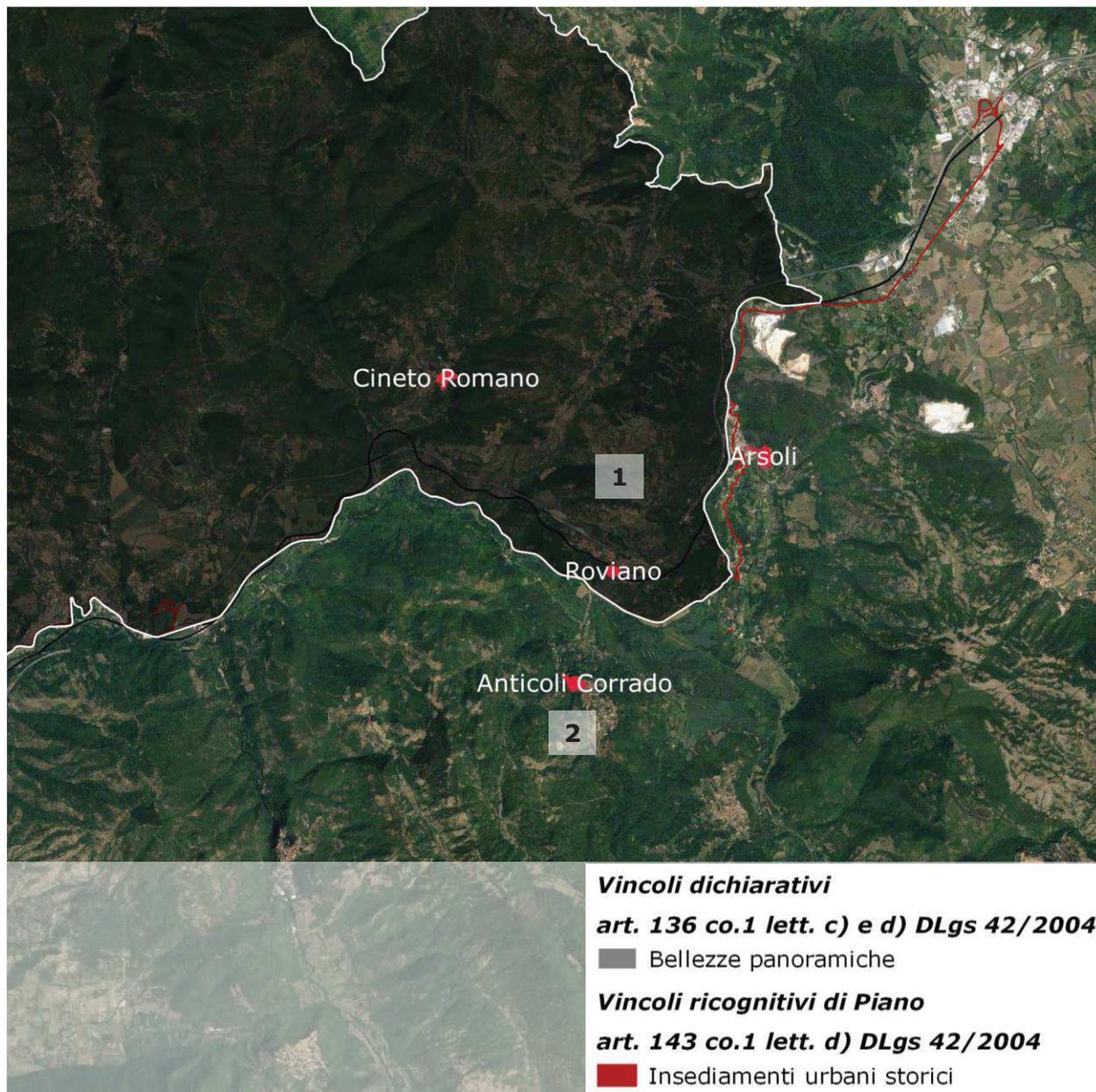


Figura 2-150 Schematizzazione dei beni del patrimonio culturale oggetto di vincolo dichiarativo o individuato dal PTPR Lazio

Come ormai noto, la conformazione geo-morfologica e idrografica dei luoghi è determinante nella lettura dei caratteri dominanti del paesaggio, in tale contesto la Zona denominata Monti Lucretili (indicata con 1 in Figura 2-150), non solo in termini di estensione, ma per le rilevanze di insediamenti urbani storici e la presenza di beni il cui interesse culturale è dichiarato è altresì dichiarata di notevole interesse pubblico con DM del 27/01/1975 rettificato con DM del 30/07/1987 e DM del 6/21/1988 in quanto nel suo insieme costituisce paesaggio pittoresco nella varietà degli aspetti che contraddistinguono il comprensorio al cui interno da cui è

possibile riscontrare la presenza di numerosi punti di visuale panoramica sulla Campagna Romana, Roma, i Colli Laziali e la Vallata dell'Aniene.

Il Piano Territoriale Paesaggistico Regionale individua negli insediamenti urbani storici l'espressione delle diversità delle comunità locali del Lazio, caratterizzati per posizione strategica di tipo difensivo nella conformazione geo morfologica del contesto paesaggistico. Gli insediamenti urbani storici perimetrati dal PTPR ai termini dell'articolo 134 co.1 lett. c) e dell'art. 143 co. 1 lett. d) DLgs 42/2004 constano nelle strutture urbane di antica formazione che hanno mantenuto riconoscibilità nei processi e nelle regole che hanno presieduto la loro formazione perimetrati sulla base delle informazioni desunte principalmente dal Catasto Gregoriano 1820/1840¹⁶.

Di questi a titolo esemplificativo di seguito si riporta il confronto tra lo stralcio della carta della Comarca di Roma del Catasto Gregoriano consultabile on line sul portale dell'Archivio di Stato di Roma, progetto IMAGO II e le perimetrazioni degli insediamenti urbani storici riportate dal PTPR Lazio connotati dalla presenza al loro interno o nelle zone a loro connessi di aree di notevole interesse pubblico di cui all'art. 136 co. 1 lett. a) e b) DLgs42/2004, tra tutti ad Anticoli Corrado dove in località S. Filippo è sita Villa Carboni dichiarata di notevole interesse pubblico con DM dell'11/08/1956 (2 in Figura 2-150).

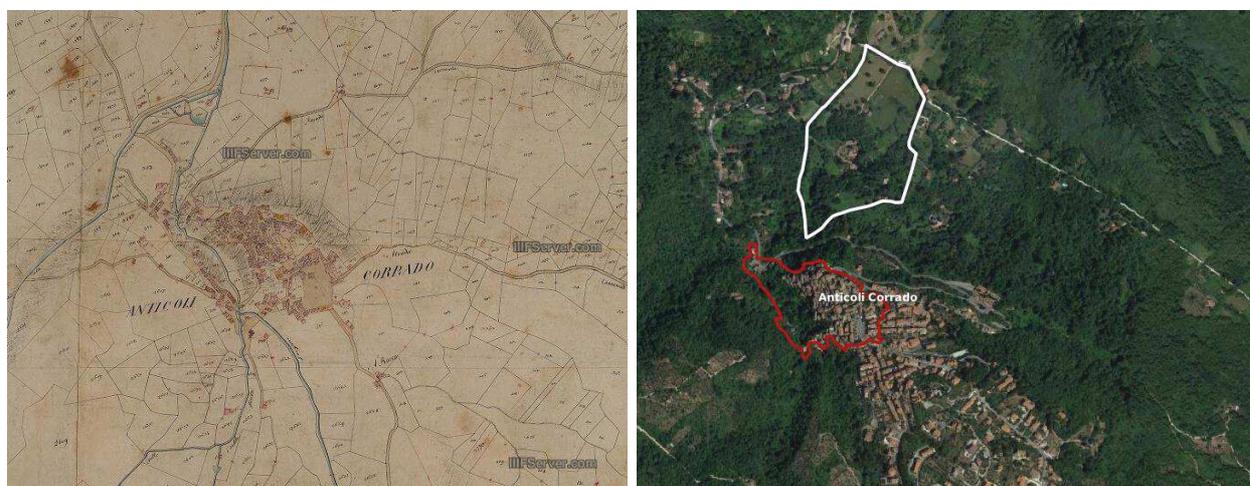


Figura 2-151 Catasto Gregoriano, Anticoli Corrado (porzione superiore) e perimetro dell'insediamento su foto aerea Google Maps 2021

2.6.3 Aspetti percettivi

Gli aspetti percettivi seguono, a livello di fasi di studio, le analisi dei caratteri del paesaggio da cui dipendono profondamente.

¹⁶ PTPR Lazio adottato con DGR n.556 del 25/07/2007 e n.1025 del 21/12/2007, Atlante fotografico dei beni paesaggistici tipizzati, Allegato alla Relazione generale.

Analizzando l'insieme dei punti da cui è possibile vedere la porzione della valle dell'Aniene oggetto di interesse emergono alcune relazioni spaziali tra questi e la conformazione e la composizione delle *patches* paesaggistiche.

Per quanto riguarda il presente Studio, si è scelto di attenersi a quanto espressamente previsto dal DPCM 12.12.2005. Secondo il Decreto l'analisi degli aspetti percettivi deve essere condotta da «*luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici*». Ne consegue quindi che l'ambito d'analisi dei caratteri percettivi coincida con gli spazi aperti a fruizione pubblica ovvero con quelle porzioni del territorio al cui interno è libero il transito a piedi, in bicicletta e in automobile.

Ciò premesso, con specifico riferimento alle "letture" di paesaggio sinora esposte, lo studio in relazione agli aspetti percettivi, non può prescindere da fattori di contesto individuati come determinanti nella formazione del mosaico paesaggistico in particolare da quegli elementi in cui sono riconosciuti peculiarità a carattere percettivo o rappresentativi dell'identità territoriale.

Nel caso in specie tali elementi sono da rintracciarsi nell'andamento morfologico, dalle peculiarità geomorfologiche dell'appennino centrale e dalle condizioni di panoramicità che l'Amministrazione ha inteso tutelare con specifici provvedimenti, definibili nel loro insieme "Ambiti di fruizione visiva dell'identità territoriale".

Come si evince dalla Figura 2-152 tali ambiti risultano dalla sommatoria dei punti del patrimonio geologico, Geositi individuati tramite la consultazione del Sistema Informativo Territoriale Regionale (SITR) del Lazio; e dei beni paesaggistici, ovvero le bellezze panoramiche oggetto di vincolo dichiarativo ai sensi dell'art. 136 co. 1 lett. c) e d) del Codice dei beni culturali e del paesaggio DLgs 42/2004 e di quelli individuati dal PTPR Lazio come ulteriori immobili od aree, di notevole interesse pubblico a termini dell'articolo 134, comma 1, lettera c) dello stesso Decreto.



● Geositi

Vincoli ricognitivi di Piano

art. 143 co.1 lett. d) DLgs 42/2004

■ Insediamenti urbani storici

Vincoli dichiarativi

art. 136 co.1 lett. c) e d) DLgs 42/2004

■ Bellezze panoramiche

Figura 2-152 Ambiti di fruizione visiva dell'identità territoriale

Come più volte sottolineato oggetto di interesse del presente Studio è la Valle dell'Aniene e i territori contermini che per ragioni di tipo ambientale o storico culturale sono in stretta relazione al corso del fiume.

Al fine di individuare tali relazioni sotto l'aspetto percettivo e visivo, lo studio è centrato sull'analisi delle potenzialità visive e percettive degli ambiti sopra individuati. In tal senso e per come reso evidente in Figura 2-153 una prima e speditiva analisi delle peculiarità dei singoli elementi che connotano il contesto percettivo ha condotto ad individuare i punti e le aree rappresentative dei valori

dell'identità territoriale da cui è possibile riscontare le relazioni e i caratteri percettivi del contesto.

In estrema sintesi si ottengono punti di vista di belvedere sulla Valle dell'Aniene individuati dall'analisi morfologica e dall'analisi delle motivazioni alla base dei decreti di dichiarazione di notevole interesse pubblico (PVM0); punti di vista da cui sono potenzialmente visibili le peculiarità geomorfologiche (PVg0); visuali esperibili dalle strade da e per gli insediamenti urbani di maggior rilievo (PVis0) ed infine i punti di vista possibili dagli assi stradali in funzione delle modalità di giacitura del corpo stradale sul territorio (PVst0).

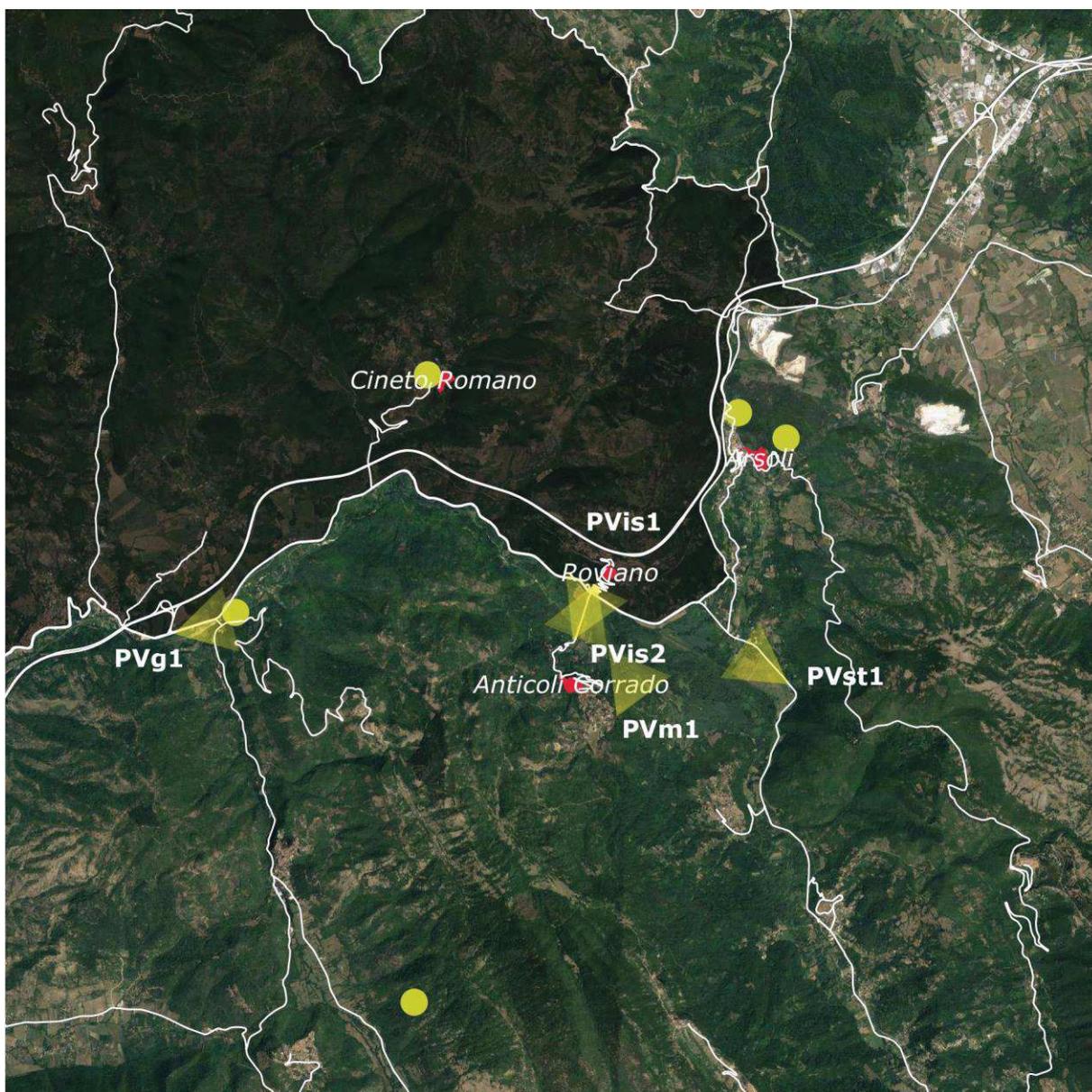


Figura 2-153 Ambiti di fruizione visiva dell'identità territoriale in relazione alla Valle dell'Aniene

L'analisi delle motivazioni alla base dei provvedimenti presi dalle Amministrazioni, ovvero dei decreti ministeriali per la dichiarazione delle aree di notevole interesse pubblico, emerge che dal vasto territorio del comprensorio dei Monti Lucretili è possibile ottenere vastissimi panorami sui vari versanti: dalla campagna romana a Roma e ai colli laziali, ai monti Cornicolani, all'Appennino centrale, al Soratte, al Terminillo, alla vallata dell'Aniene in un paesaggio reso suggestivo da pendii rocciosi, da vaste zone boschive e da altopiani verdeggianti che connotano le visuali esperibili anche dai versanti opposti al comprensorio dei Monti Lucretili.

Tralasciando quanto di più ovvio si possa descrivere di tale scenario di incredibile bellezza, l'analisi volge l'attenzione sui caratteri percettivi del contesto paesaggistico nella sua complessità. A tal proposito punti di belvedere sulla Valle dell'Aniene sono rintracciati dalle strade di collegamento dalla Tiburtina ai centri storici del periodo dell'incastellamento. Ad una più attenta e puntuale analisi della morfologia del territorio e del grado di visibilità dovuto alla maggiore o minore concentrazione di componenti paesaggistiche presenti, (cfr. "Carta della morfologia e percezione visiva" A250-SIA-D-31-0) è stato possibile individuare i punti con caratteri di panoramicità elevata sulla vallata come dimostrato nell'immagine in Figura 2-154 in cui è riprodotta la visuale dal punto di vista Pvm1 indicato nello schema in Figura 2-153.



Figura 2-154 Pvm1. Condizioni di panoramicità sulla Valle dell'Aniene dai monti Ruffi

Criteri di indagine analoghi sono stati adottati nell'individuazione dei punti del patrimonio geologico, ovvero i geositi mappati dal SITR Lazio, potenzialmente rilevanti dal punto di vista paesaggistico in quanto possibile evidenza dell'elemento principe della conformazione del contesto della valle. L'individuazione di tali punti è data dall'interpolazione dei dati disponibili sul grado di visibilità degli stessi indicato nelle fonti consultate e sulla distanza di questi rispetto ai percorsi di maggior fruizione, l'esito di tale indagine ha condotto alla sorgente romana dell'*Anio vetus*, potenzialmente visibile dalla via Valeria. Come si evince dal PVg1 in Figura 2-155, la visuale è interdetta alla breve distanza dalla presenza del ponte della ferrovia Roma Sulmona che scavalca il corso d'acqua.



Figura 2-155 PVg1. Visuale in corrispondenza della sorgente dell'*Anio vetus*

Come ormai noto, il PTPR Lazio individua nell'insediamento urbano storico uno degli elementi più rappresentativi dei processi di territorializzazione nonché dei valori identità culturale del territorio regionale, per cui la tutela è volta alla conservazione dell'integrità fisica degli impianti urbani di più antica formazione e delle visuali da e verso i centri storici. Nelle immagini a seguire sono riportate le maggiori relazioni visive riscontrabili percorrendo la valle da cui emergono condizioni di panoramicità elevata dai punti di vista dal fondo valle verso i centri di Roviano e Anticoli Corrado (PVis1 e PVis2 in Figura 2-156 e Figura 2-157).



Figura 2-156 PVis1. Condizioni di panoramicità rispetto gli insediamenti urbani storici. Roviano



Figura 2-157 PVis2. Condizioni di panoramicità dalle aree di rispetto degli insediamenti urbani storici. Roviano verso Anticoli Corrado

Quanto emerge finora è un contesto paesaggistico che offre scenari percettivi diversificati condizionati in primo luogo dalla morfologia dei versanti e dalle formazioni vegetazionali che li connotano, per cui le possibilità di visuali aperte sulla vallata dell'Aniene sono ridotte a sporadici momenti in cui la densità delle formazioni vegetazionali è più rada in quanto si è in prossimità di versanti spogli da formazioni boschive e coltivati, oppure in punti di particolare rilevanza paesaggistica per peculiarità di conformazione come riscontrato nel caso dell'analisi sulle relazioni visive percepibili dalle strade di collegamento tra Roviano e Anticoli Corrado dove la visuale è aperta sulla valle con i due centri storici come costante riferimento visivo. Ulteriore diversificazione dei caratteri percettivi all'interno del contesto si hanno dal fondovalle, come dimostrato in Figura 2-158 in cui è riportata la visuale dal PVst1 da cui è possibile apprezzare le possibili condizioni di panoramicità dal fondovalle sul contesto paesaggistico nella sua interezza.



Figura 2-158 PVst1. Condizioni di panoramicità dalle strade di fondovalle

2.7 G1 - Rumore

2.7.1 Classificazione acustica del territorio

Il quadro normativo nazionale in materia di inquinamento acustico prevede che il Comune territorialmente competente stabilisca i limiti acustici delle sorgenti sonore attraverso i criteri prestabiliti dal DPCM del 14/11/97.

L'asse di progetto della prima fase funzionale del nuovo Acquedotto Marcio interessa il territorio dei Comuni di Mandela, Roviano, Anticoli Corrado, Arsoli e Marano Equo. Ai fini acustici, stante la vicinanza al progetto sono stati presi in considerazione anche i comuni di Saracinesco e Cineto Romano.

I comuni interessati risultano sprovvisti del Piano di Zonizzazione Acustica, pertanto, è necessario far riferimento a quanto previsto dal D.P.C.M. 14/11/1997 che afferma che «in attesa che i comuni provvedano agli adempimenti previsti dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge 26 ottobre 1995, n° 447, si applicano i limiti di cui all'art. 6, comma 1, del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991.». Di conseguenza, in accordo con quanto contenuto nell'articolo di legge precedentemente citato, si hanno i seguenti limiti:

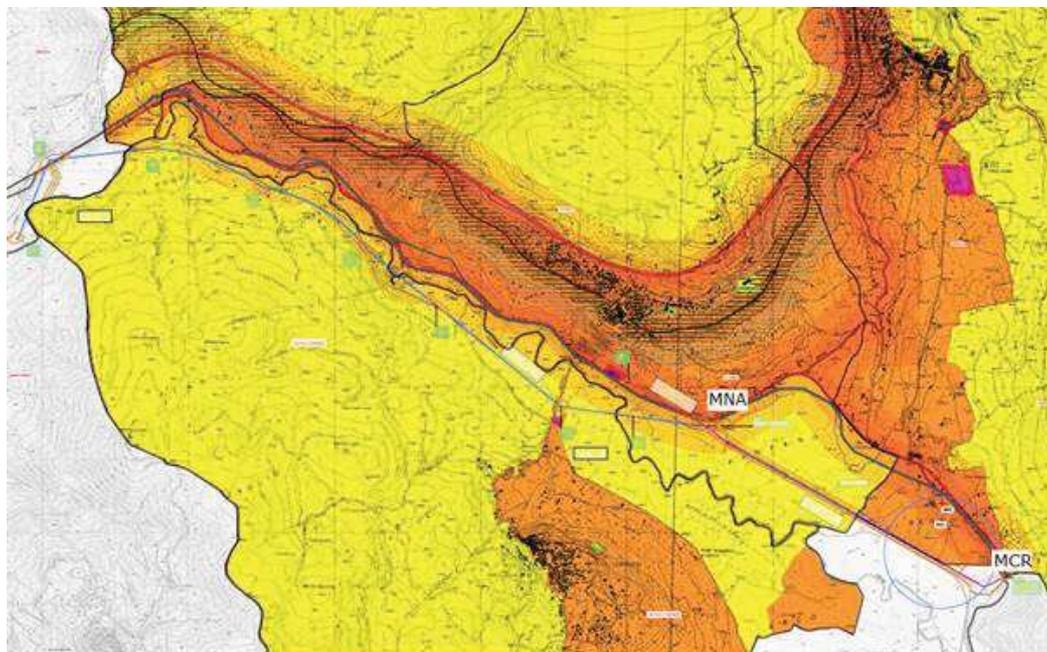
Zonizzazione	Limite Diurno Leq (A)	Limite Notturno Leq (A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (decreto ministeriale n. 1444/68)	65	55
Zona B (decreto ministeriale n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Tabella 2-109 limiti di accettabilità per le sorgenti sonore in assenza di classificazione acustica comunale, DPCM 1/03/1991

Per il caso in esame si può dunque far riferimento a tutto il territorio nazionale che prevede limiti nel periodo diurno pari a 70 dB(A) e di 60dB(A) nel periodo notturno.

Per quanto concerne i Comuni di Roviano, Anticoli Corrado, Cineto Romano e Arsoli, membri dell'Unione tra Comuni del MedAniene la cui giunta è composta da tutti i Sindaci dei comuni appartenenti all'Unione, ha predisposto il Piano di Zonizzazione Acustica, che ad oggi tuttavia risulta non essere né adottato né approvato.

In tal senso seppur la normativa di riferimento indica i valori limite di cui alla Tabella 2-109, in questo caso particolare, per le successive analisi, in via cautelativa si ritiene di poter considerare i limiti maggiormente restrittivi dettati dal Piano Citato.



Legenda

- Tratto in microtunnelling — Tratto a cielo aperto □ Aree di cantiere
- Classe I ■ Classe II ■ Classe III ■ Classe IV ■ Classe V ■ Classe VI
- Area non classificata dal comune di riferimento come da art.6 del DPCM del 1/03/1991

Figura 2-159 Stralcio cara della zonizzazione acustica MedAniene

Infine, si tiene a specificare che per quanto riguarda le attività di cantiere a carattere temporaneo esse sono regolamentate dalla L.R. 03 Agosto 2001, n. 18 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico per la pianificazione ed il risanamento del territorio - modifiche alla legge regionale 6 agosto 1999, n. 14" e i criteri e le modalità per far richiesta in deroga dei limiti acustici.

Nello specifico all'art.17 del Titolo IV sono riportate le informazioni e i dati necessari da presentare per il rilascio della suddetta deroga dei limiti acustici:

- a) planimetria in scala da 1:500 a 1:1.000 della zona utilizzata evidenziando la collocazione territoriale delle attività rispetto agli edifici circostanti;
- b) il periodo presumibile o la durata delle attività che si intendano intraprendere;
- c) la fascia oraria interessata;
- d) i macchinari, gli strumenti, gli impianti eventualmente utilizzati che determinano apprezzabili emissioni di rumore;
- e) la stima dei livelli di rumore immesso nell'ambiente abitativo ed esterno;
- f) le misure di attenuazione del rumore e di bonifica acustica predisposte.

2.7.2 Indagini fonometriche

Per la caratterizzazione dello stato attuale, finalizzata alla caratterizzazione del rumore ambientale prima dell'inizio delle lavorazioni è stata effettuata una prima indagine fonometrica composta di un rilievo di durata giornaliera.

La misurazione è stata svolta in condizioni metereologiche conformi alle prescrizioni normative nel periodo compreso tra l'11 aprile ed il 18 aprile 2021.

La misura fonometrica e le analisi acustiche effettuate sono state svolte dal tecnico competente in acustica Ing. Mauro Di Prete (ENTECA n°7332 - ex art.21, commi 2 e 4 Dlgs. 42/2017 - Regione Lazio – DG 04838 del 16.12.2013).

Grazie ai rilevamenti effettuati è stato possibile redigere una scheda anagrafica contenente:

- un grafico riportante l'andamento della registrazione del livello equivalente visualizzato nella sua evoluzione con campionamento pari a 1 minuto;
- l'indicazione della data di effettuazione della misura e dell'ubicazione, con annessa foto del sito oggetto della misura;
- il livello equivalente globale (Leq) espresso in dB(A) nei due periodi temporali di riferimento, ovvero diurno (6.00 – 22.00) e notturno (22.00 – 6.00);
- i livelli percentili maggiormente significativi, ovvero L1, L10, L50, L90, L95 e L99;
- l'indicazione delle sorgenti sonore che hanno concorso alla formazione del rumore ambientale;
- l'indicazione della eventuale presenza di eventi sonori atipici;
- i parametri meteorologici connessi alle precipitazioni atmosferiche e alle condizioni anemometriche.

Si rimanda all'Appendice II per la visione della scheda anagrafica relativa al punto di misura.

La metodologia di misura ha previsto un'unica serie di rilievi fonometrici di durata giornaliera associato a rilievi meteorologici effettuati contemporaneamente in sito. La strumentazione utilizzata risulta essere conforme a quanto prescritto dal DM 16.03.1998. In particolare, è stato utilizzato un fonometro ed un calibratore acustico rispondenti alle specifiche di cui alla Classe 1 delle norme EN 60651/94 ed EN 60804/94.

	Fonometro	Preamplificatore	Microfono
Costruttore	01dB-Metravib	-	GRAS
Tipo	Fusion	-	40CE
Numero di serie	11140	-	259601

Tabella 2-110 Caratteristiche tecniche strumentazione utilizzata

Il calibratore utilizzato è un CAL-31 della 01dB-Metravib (Numero di serie 86764) ed è stato utilizzato per la calibrazione a inizio e fine misura del fonometro soprariportato.

Il fonometro utilizzato è sempre stato dotato di cuffia antivento.
 Per il punto di misura sono stati registrati e successivamente determinati i seguenti parametri:

- Livello equivalente ponderato A con campionamento di 1 minuto;
- Time history;
- Livelli percentili L1, L10, L50, L90, L95 e L99;
- Lamax e Lamin;
- Livello equivalente ponderato A nel periodo diurno e notturno.

Rum_01					
Coordinate GPS			Latitudine		42° 1'15.28"N
			Longitudine		12°59'37.52"E
Regione	Lazio	Provincia	Roma	Comune	Roviano
Sorgente principale	S.S.5		Altre sorgenti	-	
Localizzazione su ortofoto					
					

Di seguito è riportata una sintesi dei valori del Leq(A) divisi in funzione del periodo diurno e notturno:

Punto di misura	Inizio	Fine	Leq(A) diurno	Leq(A) notturno
Rum_01	03/06/2021	04/06/2021	66,1	59,5

Tabella 2-111 Tabella di sintesi risultati della campagna fonometrica

Per un maggior approfondimento si rimanda all'elaborato all'Appendice II del presente documento.

2.8 G2 – Vibrazioni

2.8.1 Inquadramento normativo

In relazione alla tematica delle vibrazioni, le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo", che definiscono:

- i tipi di locali o edifici;
- i periodi di riferimento;
- i valori che costituiscono il disturbo;
- il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne.

Le vibrazioni immesse in un edificio si considerano:

- di livello costante: quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- di livello non costante: quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;
- impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

La direzione lungo le quali si propagano le vibrazioni sono riferite alla postura assunta dal soggetto esposto. Gli assi vengono così definiti: asse z passante per il coccige e la testa, asse x passante per la schiena ed il petto, asse y passante per le due spalle. Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, corrispondenti ai più elevati riscontrati sui tre assi, possono essere confrontati con i valori di riferimento riportati nelle tabelle: Tabella 2-112 e Tabella 2-113; tali valori sono espressi mediante l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza $a(w)$ e del suo corrispondente livello $L(w)$. Quando i valori delle vibrazioni in esame superano i livelli di riferimento, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Il giudizio sull'accettabilità (tollerabilità) del disturbo oggettivamente riscontrata dovrà ovviamente tenere conto di fattori quali la frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, la sua durata, ecc.

	a (m/s²)	La,w (dB)
Aree critiche	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni (notte)	7,0 10 ⁻³	77
Abitazioni (giorno)	10,0 10 ⁻³	80
Uffici	20,0 10 ⁻³	86
Fabbriche	40,0 10 ⁻³	92

Tabella 2-112 Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse z

	a (m/s²)	La,w (dB)
Aree critiche	3,6 10 ⁻³	71
Abitazioni (notte)	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni (giorno)	7,2 10 ⁻³	77
Uffici	14,4 10 ⁻³	83
Fabbriche	28,8 10 ⁻³	89

Tabella 2-113 Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse x, y

La norma UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è quello di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. Per semplicità, la presente norma considera gamme di frequenza variabili da 0,1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.), nonché ad eccitazione causata dall' uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio (per esempio vibrazioni indotte da macchinari all' interno degli edifici): tuttavia eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio. Gli urti direttamente applicati alla struttura attraverso macchine industriali, gli urti prodotti dalle esplosioni, dalla battitura dei pali e da altre sorgenti immediatamente a ridosso dei ristretti limiti della struttura non sono inclusi nella gamma di frequenza indicata, ma lo sono i loro effetti sulla struttura. In appendice A della norma stessa è riportata la classificazione degli edifici.

Nell'Appendice B della norma, che non costituisce parte integrante della norma stessa, sono indicate nel Prospetto IV le velocità ammissibili per tipologia di edificio, nel caso particolare di civile abitazione i valori di riferimento sono riportati nella Tabella 2-114.

	Civile abitazione			
	Fondazione	Pavimento		
frequenza	< 10 Hz	10-50 Hz	50 -100 Hz	diverse freq.
velocità (mm/s)	5	5-15	15-20	15

Tabella 2-114 Valori di riferimento delle velocità

La norma UNI 11048 "Vibrazioni meccaniche ed urti – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo", sperimentale, definisce i metodi di misurazione delle vibrazioni e degli urti trasmessi agli edifici ad opera di

sorgenti esterne o interne agli edifici stessi, al fine di valutare il disturbo arrecato ai soggetti esposti. Essa affianca la UNI 9614. La norma non si applica alla valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, in relazione a possibili danni strutturali o architettonici, per la quale si rimanda alla UNI 9916.

APPENDICE I – Risultati monitoraggi qualità dell'aria 2021

1 Risultati monitoraggio qualità dell'aria effettuato a Casetta Rossa

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - PARAMETRI METEO/CLIMATICI - VALORI MEDI ORARI SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021						
DATA/ORA	Velocità vento[m/s]	Direzione vento[°N]	Precipitazioni [mm/h]	Pressione atmosferica [hPa]	Temperatura [°C]	Umidità [%]
24/08/2021 01,00	0,3	249,2	0	976,7	17	94,2
24/08/2021 02,00	0,4	231,3	0	976,7	16,3	96,1
24/08/2021 03,00	0,3	243,9	0	976,6	15,4	97
24/08/2021 04,00	0,4	218,9	0	976,2	14,9	97,7
24/08/2021 05,00	0,4	221,6	0	976,1	14,3	98,1
24/08/2021 06,00	0,4	203,6	0	976,1	13,9	98,5
24/08/2021 07,00	0,6	215,6	0	976	13,7	98,8
24/08/2021 08,00	0,7	210,8	0	976,1	14,3	99,1
24/08/2021 09,00	0,4	220,7	0	976	15,2	99,2
24/08/2021 10,00	0,5	186,8	0	975,6	21	89
24/08/2021 11,00	0,6	220	0	975,3	26,7	58,8
24/08/2021 12,00	1,3	105,4	0	975	28,2	48,9
24/08/2021 13,00	1,6	141,1	0	974,7	28,1	50,4
24/08/2021 14,00	1,2	219,1	0	974,1	28,3	52,9
24/08/2021 15,00	1	279	0	973,9	25,5	63,6
24/08/2021 16,00	1,2	203,4	0	973,8	26,1	57,9
24/08/2021 17,00	1,8	113	0	973,5	26,6	58,2

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - PARAMETRI METEO/CLIMATICI - VALORI MEDI ORARI SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021						
DATA/ORA	Velocità vento[m/s]	Direzione vento[°N]	Precipitazioni [mm/h]	Pressione atmosferica [hPa]	Temperatura [°C]	Umidità [%]
24/08/2021 18,00	1	217	0	973,3	24,9	70,4
24/08/2021 19,00	1,3	244	0	975,3	18,9	87,4
24/08/2021 20,00	0,9	215,3	0	975,3	17,3	93,2
24/08/2021 21,00	0,7	236,1	0	975,3	16,6	95,7
24/08/2021 22,00	0,4	247,9	0	975,6	15,7	97,1
24/08/2021 23,00	0,4	223,8	0	975,5	15,3	97,9
24/08/2021 24,00	0,5	189,9	0	975,2	15	98,4
25/08/2021 01,00	0,4	194	0	975,5	14,6	98,7
25/08/2021 02,00	0,3	221,1	0	975,8	14,3	99
25/08/2021 03,00	0,4	196,8	0	975,8	14,3	99,2
25/08/2021 04,00	0,5	197,5	0	975,2	14,3	99,4
25/08/2021 05,00	0,4	204,2	0	974,9	14,2	99,5
25/08/2021 06,00	0,5	164,4	0	974,7	13,9	99,7
25/08/2021 07,00	0,4	217,1	0	974,6	13,7	99,8
25/08/2021 08,00	0,5	196,7	0	975	13,5	99,9
25/08/2021 09,00	0,3	226,3	0	975	14,3	100
25/08/2021 10,00	0,5	217,6	0	975	18	100
25/08/2021 11,00	0,5	252	0	974,9	22,6	90,9
25/08/2021 12,00	0,7	253,2	0	974,6	27,2	64
25/08/2021 13,00	1,4	172,8	0	974,1	28,8	52
25/08/2021 14,00	2,2	156,4	0	973,7	27,9	55,6
25/08/2021 15,00	1,8	139,2	0	973,4	29,5	46,9
25/08/2021 16,00	1,6	119,3	0	973,5	28,5	51,6

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - PARAMETRI METEO/CLIMATICI - VALORI MEDI ORARI SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021						
DATA/ORA	Velocità vento[m/s]	Direzione vento[°N]	Precipitazioni [mm/h]	Pressione atmosferica [hPa]	Temperatura [°C]	Umidità [%]
25/08/2021 17,00	0,9	166,1	0	973,4	27,1	58,5
25/08/2021 18,00	1,6	198,3	0	973,6	24,8	68
25/08/2021 19,00	0,9	242,8	0	974,2	20,5	90,4
25/08/2021 20,00	0,9	266,9	0	974,4	19,1	93,3
25/08/2021 21,00	0,4	224,7	0	974,7	18,7	96
25/08/2021 22,00	0,3	235,9	0	974,8	18,3	97,2
25/08/2021 23,00	0,5	220,7	0	974,6	18	97,8
25/08/2021 24,00	0,7	187	0	974,3	17,7	98,3
26/08/2021 01,00	0,5	206,6	0	974,4	17,7	98,6
26/08/2021 02,00	0,7	214,5	0	974,7	17,6	98,9
26/08/2021 03,00	0,9	248,2	0	974,8	17,7	99
26/08/2021 04,00	0,6	232	0	974,4	17,6	99,1
26/08/2021 05,00	0,8	220,6	0	974,3	17,5	99,2
26/08/2021 06,00	0,6	237,2	0	973,8	16,7	99,3
26/08/2021 07,00	0,5	251,1	0	974	16,1	99,5
26/08/2021 08,00	0,7	203	0	974,2	16,3	99,7
26/08/2021 09,00	0,7	253,9	0	973,8	16,8	99,9
26/08/2021 10,00	1	298,9	0	973,4	19,9	98,4
26/08/2021 11,00	1	302,1	0	973,2	23,6	75,8
26/08/2021 12,00	0,8	208,2	0	972,8	27,7	53,1
26/08/2021 13,00	1,2	214	0	972,5	29,4	46,5
26/08/2021 14,00	0,9	252,2	0	972,3	28	51,4
26/08/2021 15,00	1,8	161	0	971,9	28,7	45,9

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - PARAMETRI METEO/CLIMATICI - VALORI MEDI ORARI SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021						
DATA/ORA	Velocità vento[m/s]	Direzione vento[°N]	Precipitazioni [mm/h]	Pressione atmosferica [hPa]	Temperatura [°C]	Umidità [%]
26/08/2021 16,00	2,1	149,2	0	971,7	27,4	48,9
26/08/2021 17,00	2,5	162,3	0	971,5	27,3	51,2
26/08/2021 18,00	1,2	163,4	0	971,6	26	54,7
26/08/2021 19,00	0,6	224,6	0	971,6	25,8	58,4
26/08/2021 20,00	0,6	199,5	0	971,7	25,1	62,2
26/08/2021 21,00	0,7	247,2	0	971,9	20,3	82,3
26/08/2021 22,00	0,5	250,2	0	972,5	18,3	90,2
26/08/2021 23,00	0,5	243,3	0	973	17	94,5
26/08/2021 24,00	0,4	248,5	0	973,4	15,9	96,3
27/08/2021 01,00	0,8	212	0	973,6	15,6	97,5
27/08/2021 02,00	0,4	234,4	0	973,4	14,9	98,1
27/08/2021 03,00	0,6	219,7	0	973,2	14,4	98,6
27/08/2021 04,00	0,3	225,8	0	973,1	13,5	98,9
27/08/2021 05,00	0,6	211,7	0	972,9	13,4	99,2
27/08/2021 06,00	0,3	197,9	0	972,8	13	99,4
27/08/2021 07,00	0,5	180,3	0	972,9	12,8	99,6
27/08/2021 08,00	0,5	210,4	0	973,2	12,6	99,8
27/08/2021 09,00	0,5	235,6	0	973,1	13,3	100
27/08/2021 10,00	0,6	241,8	0	972,8	17,9	100
27/08/2021 11,00	1,3	187,4	0	972,5	24	71,5
27/08/2021 12,00	2,1	143,6	0	972,4	25,6	56,3
27/08/2021 13,00	2,7	101,5	0	972,1	25,7	56,7
27/08/2021 14,00	2,5	106,4	0	971,8	26,7	55,9

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - PARAMETRI METEO/CLIMATICI - VALORI MEDI ORARI SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021						
DATA/ORA	Velocità vento[m/s]	Direzione vento[°N]	Precipitazioni [mm/h]	Pressione atmosferica [hPa]	Temperatura [°C]	Umidità [%]
27/08/2021 15,00	2,3	91,1	0	971,9	27	54,6
27/08/2021 16,00	2	112,8	0	971,9	26,3	57
27/08/2021 17,00	2,1	79,1	0	971,9	26,3	54,1
27/08/2021 18,00	2	113,3	0	972,3	26,7	51
27/08/2021 19,00	1,7	124,5	0	972,3	25,9	53,8
27/08/2021 20,00	0,9	174,9	0	972,4	24,1	61,1
27/08/2021 21,00	0,8	220,4	0	972,9	22,2	72,7
27/08/2021 22,00	0,6	257,3	0	973,1	20	83
27/08/2021 23,00	0,5	247,7	0	973	18,8	87,7
27/08/2021 24,00	0,4	222,5	0	973	17,7	92,3
28/08/2021 01,00	0,6	210,7	0	973	17,2	94,3
28/08/2021 02,00	0,5	213,2	0	972,8	16,5	95,6
28/08/2021 03,00	0,6	225,7	0	972,5	15,6	96,9
28/08/2021 04,00	0,5	216,7	0	972,3	15,1	97,5
28/08/2021 05,00	0,5	239,3	0	972,2	15,1	98,1
28/08/2021 06,00	0,4	212,5	0	971,8	14,7	98,3
28/08/2021 07,00	0,5	245,3	0	971,6	14,3	98,6
28/08/2021 08,00	0,3	212,9	0	971,9	13,8	98,9
28/08/2021 09,00	0,7	266,9	0	971,5	14,9	99,4
28/08/2021 10,00	0,7	252,4	0	970,9	20,8	84,4
28/08/2021 11,00	1,7	166,4	0	970,7	23,7	61,3
28/08/2021 12,00	2,6	87,7	0	970,5	25,2	54
28/08/2021 13,00	2,5	118,1	0	970,3	25,9	52,2

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - PARAMETRI METEO/CLIMATICI - VALORI MEDI ORARI SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021						
DATA/ORA	Velocità vento[m/s]	Direzione vento[°N]	Precipitazioni [mm/h]	Pressione atmosferica [hPa]	Temperatura [°C]	Umidità [%]
28/08/2021 14,00	1,6	151	0	970	24,9	58,5
28/08/2021 15,00	2,4	295	0	970,8	20	86,7
28/08/2021 16,00	1,8	176,9	0	970,2	22,5	80,9
28/08/2021 17,00	1,2	280,1	0	970,6	21,6	85,3
28/08/2021 18,00	1	246,4	0	970,5	23,8	74,7
28/08/2021 19,00	1,2	301,2	0	970,6	21,1	86,2
28/08/2021 20,00	0,9	282,2	0	970,5	20,1	88,7
28/08/2021 21,00	0,8	284,1	0	970,8	17,9	92,4
28/08/2021 22,00	0,5	273,7	0	971,5	16,6	95,9
28/08/2021 23,00	0,4	237	0	971,8	15,6	97,3
28/08/2021 24,00	0,3	214,7	0	972,1	15,3	98,1
29/08/2021 01,00	0,4	219,3	0	972,2	14,9	98,5
29/08/2021 02,00	0,5	206,5	0	972,1	14,5	98,8
29/08/2021 03,00	0,4	236,1	0	971,8	14	99,1
29/08/2021 04,00	0,4	242,2	0	971,7	13,4	99,3
29/08/2021 05,00	0,3	236,4	0	971,8	12,8	99,5
29/08/2021 06,00	0,4	218	0	971,6	12,9	99,7
29/08/2021 07,00	0,7	172,1	0	971,8	13,2	99,8
29/08/2021 08,00	0,7	261,1	0	972,1	12,8	99,9
29/08/2021 09,00	0,7	259,4	0	972,3	13	100
29/08/2021 10,00	1,2	299,7	0	972,1	16,2	99,6
29/08/2021 11,00	0,8	251,4	0	972	21,4	76
29/08/2021 12,00	1,2	233,8	0	971,7	25,2	52,3

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - PARAMETRI METEO/CLIMATICI - VALORI MEDI ORARI SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021						
DATA/ORA	Velocità vento[m/s]	Direzione vento[°N]	Precipitazioni [mm/h]	Pressione atmosferica [hPa]	Temperatura [°C]	Umidità [%]
29/08/2021 13,00	1,8	181,3	0	971,5	25,9	34,8
29/08/2021 14,00	2,4	150,3	0	971,4	26,5	35,4
29/08/2021 15,00	2	112,2	0	971,3	26,9	36,9
29/08/2021 16,00	2	137,7	0	971,1	27,8	31,2
29/08/2021 17,00	1,8	169,3	0	970,9	28,8	28,4
29/08/2021 18,00	2,2	146,8	0	971,2	27	32,7
29/08/2021 19,00	1	150,5	0	971,4	26,5	32,4
29/08/2021 20,00	0,7	279,4	0	971,9	23,8	41,1
29/08/2021 21,00	0,6	233,1	0	973	16,3	73
29/08/2021 22,00	0,5	214,7	0	973,8	13,3	86,6
29/08/2021 23,00	0,5	236,5	0	974	12,2	89
29/08/2021 24,00	0,7	210,3	0	974,2	12,2	89,2
30/08/2021 01,00	0,4	237,3	0	974,5	11,4	92
30/08/2021 02,00	0,6	187,6	0	975,1	10,8	94,2
30/08/2021 03,00	0,3	218,8	0	975,4	10	95,2
30/08/2021 04,00	0,5	244,6	0	975,4	9,3	96,8
30/08/2021 05,00	0,4	247,8	0	975,5	8,6	97,6
30/08/2021 06,00	0,4	212,2	0	975,5	8,3	98,2
30/08/2021 07,00	0,4	244,6	0	975,9	7,8	98,6
30/08/2021 08,00	0,4	206,6	0	976,4	7,8	99
30/08/2021 09,00	0,4	257	0	976,7	8,5	99,3
30/08/2021 10,00	0,4	200,1	0	976,4	15,3	94,1
30/08/2021 11,00	0,4	143,8	0	976,4	22,7	48,5

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - PARAMETRI METEO/CLIMATICI - VALORI MEDI ORARI SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021						
DATA/ORA	Velocità vento[m/s]	Direzione vento[°N]	Precipitazioni [mm/h]	Pressione atmosferica [hPa]	Temperatura [°C]	Umidità [%]
30/08/2021 12,00	0,7	196,5	0	976,3	26,2	38,1
30/08/2021 13,00	0,9	185,5	0	976	27,6	31,6
30/08/2021 14,00	1,3	143,1	0	975,7	28,3	29,9
30/08/2021 15,00	1,4	114,1	0	975,5	28,3	28,4
30/08/2021 16,00	1,8	120,2	0	975,4	28,5	28,2
30/08/2021 17,00	1,8	156,6	0	975,4	26,9	36,9
30/08/2021 18,00	1,1	190,6	0	975,5	26	43,1
30/08/2021 19,00	1	109,6	0	975,4	26,2	44,5
30/08/2021 20,00	0,7	246,8	0	975,7	23,1	59,5
30/08/2021 21,00	0,6	220,8	0	976,5	17,4	74,2
30/08/2021 22,00	0,4	232,6	0	977,3	15,1	84,3
30/08/2021 23,00	0,3	255,5	0	978	13,5	90,5
30/08/2021 24,00	0,4	257,8	0	978,3	12,2	94,3

Tabella 1-1 Monitoraggio qualità dell'aria -Dati meteorologici - Sito: Arsoli- Casetta Rossa (dal 24 al 30/08/2021)

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - OSSIDI DI AZOTO - VALORI MEDI ORARI SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021			
DATA/ORA	NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
24/08/2021 01,00	0,5	3,1	3,6
24/08/2021 02,00	0,5	2,9	3,6
24/08/2021 03,00	0,5	1,7	2,5
24/08/2021 04,00	0,7	2,1	3,3
24/08/2021 05,00	0,7	2,1	3,4
24/08/2021 06,00	3,7	4,8	10,5
24/08/2021 07,00	5,0	5,5	13,2
24/08/2021 08,00	7,4	5,5	16,8
24/08/2021 09,00	21,7	7,3	40,7
24/08/2021 10,00	8,2	5,4	18,0
24/08/2021 11,00	1,9	3,6	6,5
24/08/2021 12,00	0,7	1,0	2,1
24/08/2021 13,00	0,5	1,0	1,7
24/08/2021 14,00	0,9	2,7	3,8
24/08/2021 15,00	3,0	9,6	14,1
24/08/2021 16,00	1,9	5,4	8,2
24/08/2021 17,00	0,5	2,1	2,9
24/08/2021 18,00	0,7	4,2	5,4
24/08/2021 19,00	0,6	3,4	4,4
24/08/2021 20,00	0,7	4,4	5,5
24/08/2021 21,00	1,4	5,5	7,6
24/08/2021 22,00	1,7	4,4	7,1
24/08/2021 23,00	1,1	3,3	5,2
24/08/2021 24,00	1,2	2,9	4,6
25/08/2021 01,00	0,7	2,5	3,6
25/08/2021 02,00	0,7	2,3	3,4
25/08/2021 03,00	1,1	2,1	3,6
25/08/2021 04,00	1,5	2,1	4,2
25/08/2021 05,00	1,5	2,3	4,4
25/08/2021 06,00	2,7	3,4	7,6
25/08/2021 07,00	5,1	4,6	12,2
25/08/2021 08,00	11,8	4,2	22,4
25/08/2021 09,00	20,2	4,8	35,8

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - OSSIDI DI AZOTO - VALORI MEDI ORARI			
SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021			
DATA/ORA	NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
25/08/2021 10,00	11,3	4,0	21,4
25/08/2021 11,00	6,0	4,4	13,4
25/08/2021 12,00	3,1	3,6	8,4
25/08/2021 13,00	1,1	1,5	3,3
25/08/2021 14,00	0,6	1,0	2,1
25/08/2021 15,00	0,6	1,1	1,9
25/08/2021 16,00	0,5	1,9	2,7
25/08/2021 17,00	0,9	4,4	5,9
25/08/2021 18,00	0,9	4,4	5,7
25/08/2021 19,00	1,1	4,8	6,5
25/08/2021 20,00	1,4	4,8	6,7
25/08/2021 21,00	2,6	7,5	11,5
25/08/2021 22,00	2,2	6,5	9,9
25/08/2021 23,00	2,1	5,7	9,0
25/08/2021 24,00	1,6	3,8	6,3
26/08/2021 01,00	1,1	2,9	4,4
26/08/2021 02,00	1,0	2,5	3,8
26/08/2021 03,00	1,0	1,7	3,3
26/08/2021 04,00	1,1	1,3	3,1
26/08/2021 05,00	1,5	1,7	4,0
26/08/2021 06,00	3,5	2,1	7,6
26/08/2021 07,00	8,0	4,2	16,4
26/08/2021 08,00	11,3	4,8	22,0
26/08/2021 09,00	12,2	4,0	22,8
26/08/2021 10,00	8,2	4,2	16,6
26/08/2021 11,00	4,9	4,2	11,9
26/08/2021 12,00	2,5	3,6	7,5
26/08/2021 13,00	1,2	2,3	4,2
26/08/2021 14,00	2,0	4,0	7,1
26/08/2021 15,00	1,1	2,5	4,2
26/08/2021 16,00	0,6	3,8	4,8
26/08/2021 17,00	0,5	3,4	4,2
26/08/2021 18,00	0,6	5,5	6,5
26/08/2021 19,00	1,4	8,2	10,1

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - OSSIDI DI AZOTO - VALORI MEDI ORARI			
SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021			
DATA/ORA	NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
26/08/2021 20,00	1,0	8,0	9,6
26/08/2021 21,00	1,2	10,7	12,6
26/08/2021 22,00	0,6	8,0	9,0
26/08/2021 23,00	0,7	6,5	7,5
26/08/2021 24,00	1,2	5,2	7,1
27/08/2021 01,00	1,0	4,0	5,5
27/08/2021 02,00	1,1	3,1	4,6
27/08/2021 03,00	2,2	2,5	5,9
27/08/2021 04,00	3,2	2,1	7,1
27/08/2021 05,00	3,1	2,3	7,3
27/08/2021 06,00	6,4	3,3	13,0
27/08/2021 07,00	6,4	4,8	14,5
27/08/2021 08,00	11,5	4,4	22,2
27/08/2021 09,00	22,4	6,3	40,9
27/08/2021 10,00	9,9	4,0	18,9
27/08/2021 11,00	2,1	3,1	6,3
27/08/2021 12,00	0,5	1,0	1,9
27/08/2021 13,00	<0,5	1,3	1,9
27/08/2021 14,00	0,5	<0,76	1,3
27/08/2021 15,00	<0,5	0,8	1,1
27/08/2021 16,00	<0,5	0,8	1,1
27/08/2021 17,00	<0,5	<0,76	1,0
27/08/2021 18,00	<0,5	1,3	1,9
27/08/2021 19,00	<0,5	1,5	1,7
27/08/2021 20,00	<0,5	5,5	6,1
27/08/2021 21,00	0,6	6,1	7,3
27/08/2021 22,00	0,6	6,9	7,8
27/08/2021 23,00	0,6	6,9	7,8
27/08/2021 24,00	0,5	5,9	6,7
28/08/2021 01,00	0,9	6,1	7,6
28/08/2021 02,00	0,5	4,6	5,4
28/08/2021 03,00	0,6	3,3	4,2
28/08/2021 04,00	0,7	3,4	4,4
28/08/2021 05,00	1,7	3,8	6,5

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - OSSIDI DI AZOTO - VALORI MEDI ORARI			
SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021			
DATA/ORA	NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
28/08/2021 06,00	1,5	3,8	6,1
28/08/2021 07,00	13,5	8,4	29,1
28/08/2021 08,00	27,3	9,6	51,4
28/08/2021 09,00	15,8	6,3	30,6
28/08/2021 10,00	5,4	6,5	14,7
28/08/2021 11,00	1,2	2,9	5,0
28/08/2021 12,00	<0,5	0,8	1,3
28/08/2021 13,00	<0,5	<0,76	0,8
28/08/2021 14,00	<0,5	1,3	1,9
28/08/2021 15,00	0,5	2,1	2,9
28/08/2021 16,00	0,6	2,5	3,4
28/08/2021 17,00	1,0	4,2	5,9
28/08/2021 18,00	0,7	2,7	3,8
28/08/2021 19,00	2,1	4,2	7,5
28/08/2021 20,00	3,0	4,8	9,4
28/08/2021 21,00	3,2	4,4	9,4
28/08/2021 22,00	2,0	2,9	5,9
28/08/2021 23,00	2,0	3,1	6,1
28/08/2021 24,00	1,9	2,9	5,7
29/08/2021 01,00	1,0	2,5	4,0
29/08/2021 02,00	1,1	2,1	4,0
29/08/2021 03,00	1,0	0,8	2,3
29/08/2021 04,00	1,0	<0,76	2,1
29/08/2021 05,00	2,2	1,0	4,6
29/08/2021 06,00	1,7	1,1	3,8
29/08/2021 07,00	2,5	1,9	5,7
29/08/2021 08,00	3,1	2,5	7,3
29/08/2021 09,00	3,9	1,1	7,1
29/08/2021 10,00	4,6	1,9	9,2
29/08/2021 11,00	3,2	2,7	7,6
29/08/2021 12,00	2,0	3,1	6,1
29/08/2021 13,00	0,5	1,3	2,1
29/08/2021 14,00	0,5	<0,76	1,3
29/08/2021 15,00	<0,5	0,8	1,1

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - OSSIDI DI AZOTO - VALORI MEDI ORARI SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021			
DATA/ORA	NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
29/08/2021 16,00	0,5	<0,76	1,1
29/08/2021 17,00	<0,5	<0,76	1,0
29/08/2021 18,00	<0,5	1,0	1,3
29/08/2021 19,00	0,6	3,3	4,2
29/08/2021 20,00	2,4	15,3	19,1
29/08/2021 21,00	0,6	10,5	11,3
29/08/2021 22,00	0,6	9,2	10,1
29/08/2021 23,00	1,1	13,6	15,3
29/08/2021 24,00	1,4	11,7	13,8
30/08/2021 01,00	0,5	5,9	6,5
30/08/2021 02,00	<0,5	4,4	5,0
30/08/2021 03,00	<0,5	2,3	2,5
30/08/2021 04,00	0,5	2,1	2,9
30/08/2021 05,00	0,9	2,5	3,8
30/08/2021 06,00	4,1	5,9	12,2
30/08/2021 07,00	16,8	10,1	35,9
30/08/2021 08,00	16,0	10,5	35,0
30/08/2021 09,00	19,7	8,0	38,2
30/08/2021 10,00	9,9	7,5	22,6
30/08/2021 11,00	3,2	5,5	10,5
30/08/2021 12,00	1,1	2,9	4,6
30/08/2021 13,00	<0,5	1,5	1,9
30/08/2021 14,00	<0,5	1,0	1,5
30/08/2021 15,00	<0,5	1,1	1,3
30/08/2021 16,00	<0,5	1,7	2,1
30/08/2021 17,00	<0,5	3,4	3,6
30/08/2021 18,00	<0,5	5,7	6,1
30/08/2021 19,00	<0,5	3,1	3,3
30/08/2021 20,00	0,5	9,0	9,8
30/08/2021 21,00	<0,5	10,5	11,1
30/08/2021 22,00	<0,5	11,5	11,9
30/08/2021 23,00	<0,5	7,6	8,0
30/08/2021 24,00	<0,5	4,6	5,0

Tabella 1-2 Monitoraggio qualità dell'aria –Ossidi di Azoto – Sito: Arsoli- Casetta Rossa (dal 24 al 30/08/2021)

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - VALORI MEDI ORARI - BISSIDO DI ZOLFO - SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021	
DATA/ORA	SO₂ [µg/m³]
24/08/2021 01,00	<1,3
24/08/2021 02,00	<1,3
24/08/2021 03,00	<1,3
24/08/2021 04,00	<1,3
24/08/2021 05,00	<1,3
24/08/2021 06,00	<1,3
24/08/2021 07,00	<1,3
24/08/2021 08,00	<1,3
24/08/2021 09,00	<1,3
24/08/2021 10,00	<1,3
24/08/2021 11,00	<1,3
24/08/2021 12,00	<1,3
24/08/2021 13,00	<1,3
24/08/2021 14,00	<1,3
24/08/2021 15,00	<1,3
24/08/2021 16,00	<1,3
24/08/2021 17,00	<1,3
24/08/2021 18,00	<1,3
24/08/2021 19,00	<1,3
24/08/2021 20,00	<1,3
24/08/2021 21,00	<1,3
24/08/2021 22,00	<1,3
24/08/2021 23,00	<1,3
24/08/2021 24,00	<1,3
25/08/2021 01,00	<1,3
25/08/2021 02,00	<1,3
25/08/2021 03,00	<1,3
25/08/2021 04,00	<1,3
25/08/2021 05,00	<1,3
25/08/2021 06,00	<1,3
25/08/2021 07,00	<1,3
25/08/2021 08,00	<1,3
25/08/2021 09,00	<1,3

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - VALORI MEDI ORARI - BISSIDO DI ZOLFO - SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021	
DATA/ORAZIONE	SO₂ [µg/m³]
25/08/2021 10,00	<1,3
25/08/2021 11,00	<1,3
25/08/2021 12,00	<1,3
25/08/2021 13,00	<1,3
25/08/2021 14,00	<1,3
25/08/2021 15,00	<1,3
25/08/2021 16,00	<1,3
25/08/2021 17,00	<1,3
25/08/2021 18,00	<1,3
25/08/2021 19,00	<1,3
25/08/2021 20,00	<1,3
25/08/2021 21,00	<1,3
25/08/2021 22,00	<1,3
25/08/2021 23,00	<1,3
25/08/2021 24,00	<1,3
26/08/2021 01,00	<1,3
26/08/2021 02,00	<1,3
26/08/2021 03,00	<1,3
26/08/2021 04,00	<1,3
26/08/2021 05,00	<1,3
26/08/2021 06,00	<1,3
26/08/2021 07,00	<1,3
26/08/2021 08,00	<1,3
26/08/2021 09,00	<1,3
26/08/2021 10,00	<1,3
26/08/2021 11,00	<1,3
26/08/2021 12,00	<1,3
26/08/2021 13,00	<1,3
26/08/2021 14,00	<1,3
26/08/2021 15,00	<1,3
26/08/2021 16,00	<1,3
26/08/2021 17,00	<1,3
26/08/2021 18,00	<1,3
26/08/2021 19,00	<1,3

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - VALORI MEDI ORARI - BISSIDO DI ZOLFO - SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021	
DATA/ORA	SO₂ [µg/m³]
26/08/2021 20,00	<1,3
26/08/2021 21,00	<1,3
26/08/2021 22,00	<1,3
26/08/2021 23,00	<1,3
26/08/2021 24,00	<1,3
27/08/2021 01,00	<1,3
27/08/2021 02,00	<1,3
27/08/2021 03,00	<1,3
27/08/2021 04,00	<1,3
27/08/2021 05,00	<1,3
27/08/2021 06,00	<1,3
27/08/2021 07,00	<1,3
27/08/2021 08,00	<1,3
27/08/2021 09,00	<1,3
27/08/2021 10,00	<1,3
27/08/2021 11,00	<1,3
27/08/2021 12,00	<1,3
27/08/2021 13,00	<1,3
27/08/2021 14,00	<1,3
27/08/2021 15,00	<1,3
27/08/2021 16,00	<1,3
27/08/2021 17,00	<1,3
27/08/2021 18,00	<1,3
27/08/2021 19,00	<1,3
27/08/2021 20,00	<1,3
27/08/2021 21,00	<1,3
27/08/2021 22,00	<1,3
27/08/2021 23,00	<1,3
27/08/2021 24,00	<1,3
28/08/2021 01,00	<1,3
28/08/2021 02,00	<1,3
28/08/2021 03,00	<1,3
28/08/2021 04,00	<1,3
28/08/2021 05,00	<1,3

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - VALORI MEDI ORARI - BISSIDO DI ZOLFO - SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021	
DATA/ORA	SO₂ [µg/m³]
28/08/2021 06,00	<1,3
28/08/2021 07,00	<1,3
28/08/2021 08,00	<1,3
28/08/2021 09,00	<1,3
28/08/2021 10,00	<1,3
28/08/2021 11,00	<1,3
28/08/2021 12,00	<1,3
28/08/2021 13,00	<1,3
28/08/2021 14,00	<1,3
28/08/2021 15,00	<1,3
28/08/2021 16,00	<1,3
28/08/2021 17,00	<1,3
28/08/2021 18,00	<1,3
28/08/2021 19,00	<1,3
28/08/2021 20,00	<1,3
28/08/2021 21,00	<1,3
28/08/2021 22,00	<1,3
28/08/2021 23,00	<1,3
28/08/2021 24,00	<1,3
29/08/2021 01,00	<1,3
29/08/2021 02,00	<1,3
29/08/2021 03,00	<1,3
29/08/2021 04,00	<1,3
29/08/2021 05,00	<1,3
29/08/2021 06,00	<1,3
29/08/2021 07,00	<1,3
29/08/2021 08,00	<1,3
29/08/2021 09,00	<1,3
29/08/2021 10,00	<1,3
29/08/2021 11,00	<1,3
29/08/2021 12,00	<1,3
29/08/2021 13,00	<1,3
29/08/2021 14,00	<1,3
29/08/2021 15,00	<1,3

MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - VALORI MEDI ORARI - BISSIDO DI ZOLFO - SITO: ARSOLI - CASSETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021	
DATA/ORO	SO₂ [µg/m³]
29/08/2021 16,00	<1,3
29/08/2021 17,00	<1,3
29/08/2021 18,00	<1,3
29/08/2021 19,00	<1,3
29/08/2021 20,00	<1,3
29/08/2021 21,00	<1,3
29/08/2021 22,00	<1,3
29/08/2021 23,00	<1,3
29/08/2021 24,00	<1,3
30/08/2021 01,00	<1,3
30/08/2021 02,00	<1,3
30/08/2021 03,00	<1,3
30/08/2021 04,00	<1,3
30/08/2021 05,00	<1,3
30/08/2021 06,00	<1,3
30/08/2021 07,00	<1,3
30/08/2021 08,00	<1,3
30/08/2021 09,00	<1,3
30/08/2021 10,00	<1,3
30/08/2021 11,00	<1,3
30/08/2021 12,00	<1,3
30/08/2021 13,00	<1,3
30/08/2021 14,00	<1,3
30/08/2021 15,00	<1,3
30/08/2021 16,00	<1,3
30/08/2021 17,00	<1,3
30/08/2021 18,00	<1,3
30/08/2021 19,00	<1,3
30/08/2021 20,00	<1,3
30/08/2021 21,00	<1,3
30/08/2021 22,00	<1,3
30/08/2021 23,00	<1,3
30/08/2021 24,00	<1,3

Tabella 1-3 Monitoraggio qualità dell'aria –Biossido di Zolfo– Sito: Arsoli- Casetta Rossa (dal 24 al 30/08/2021)

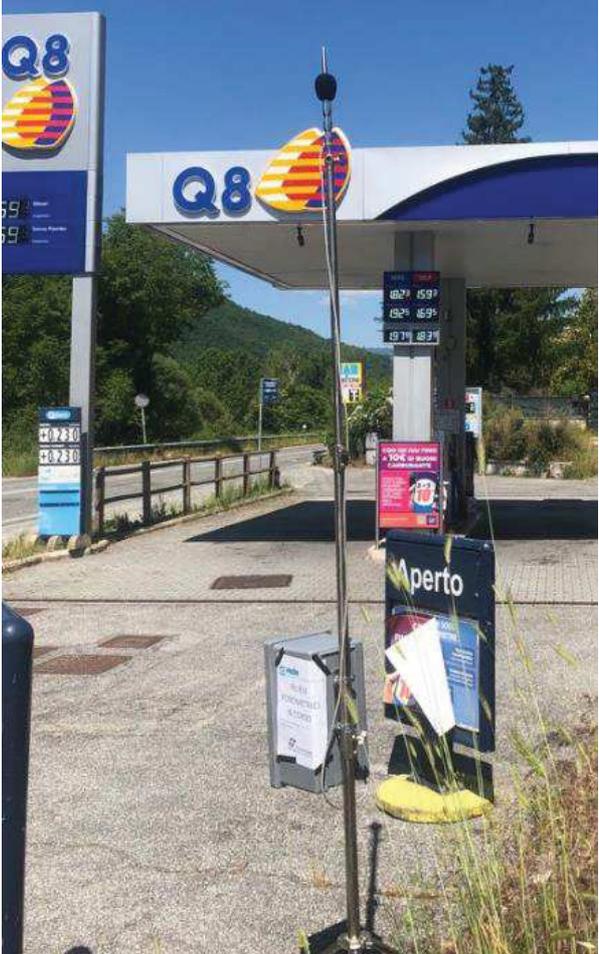
MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE - POLVERI SOTTILI - CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE (24 ORE) SITO: ARSOLI - CASETTA ROSSA - DAL 24 AL 30/08/2021				
DATA	N° Protocollo	PM₁₀	N° Protocollo	PM_{2,5}
		µg/m³		µg/m³
8/24/2021	28352/21	12,64	28539/21	7,38
8/25/2021	28353/21	12,13	28540/21	6,45
8/26/2021	28354/21	13,30	28541/21	6,33
8/27/2021	28355/21	12,78	28542/21	6,27
8/28/2021	28356/21	15,15	28543/21	6,19
8/29/2021	28357/21	7,79	28544/21	4,10
8/30/2021	28358/21	8,37	28545/21	5,10

Tabella 1-4 Monitoraggio qualità dell'aria –Polveri sottili– Sito: Arsoli- Casetta Rossa (dal 24 al 30/08/2021)

2 APPENDICE II – Schede anagrafiche misure fonometriche 2021 e certificati di taratura della strumentazione

3 Punto di misura giornaliero Rum_01

Localizzazione					
Coordinate GPS		Latitudine		42° 1'15.28"N	
		Longitudine		12°59'37.52"E	
Regione	Lazio	Provincia	Roma	Comune	Roviano
Sorgente principale	S.S.5		Altre sorgenti	-	
Localizzazione su ortofoto					
					

Ubicazione fonometro			
Altezza da piano di appoggio	4 m	Altezza da piano campagna	4 m
Distanza parete verticale edificio	-	Distanza da ciglio stradale	5 m
			

Tipologia misura						
Misura giornaliera						
Misura	1	Durata	24 ore	Inizio	03-06-2021	14:00
				Fine	04-06-2021	14:00

Parametri acustici misurati

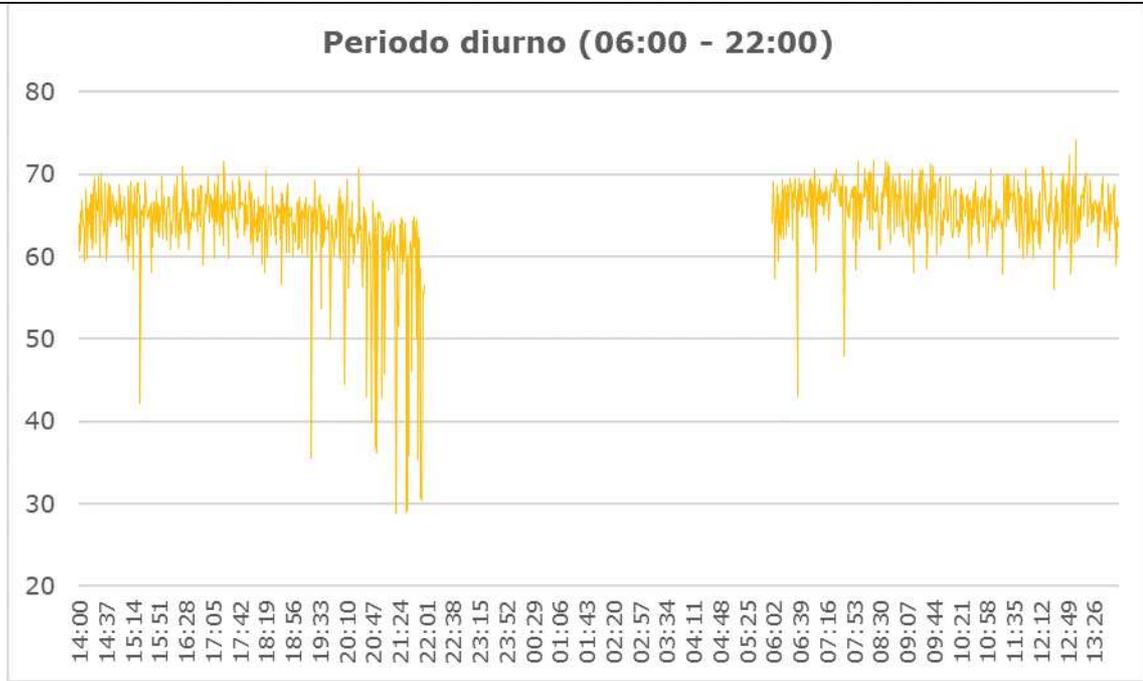


Figura 3-1 Time-history Rum_01 periodo diurno con campionamento di 1 minuto

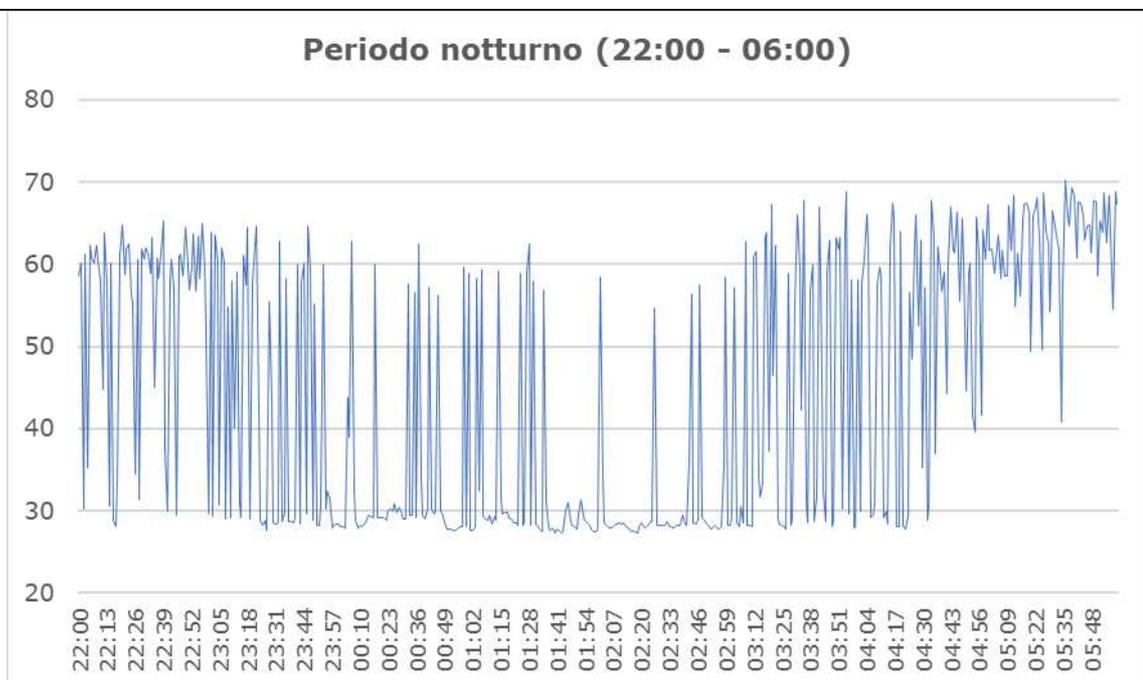


Figura 3-2 Time-history Rum_01 periodo notturno con campionamento di 1 minuto

Parametri calcolati

<i>Postazione Misura</i>	Leq(A) [dBA]	Lmin [dBA]	Lmax [dBA]	L99 [dBA]	L95 [dBA]	L90 [dBA]	L50 [dBA]	L10 [dBA]	L1 [dBA]
<i>Rum_01</i>	64,8	25,9	94	27,1	27,8	28,3	46,4	69,3	76,1

Condizioni meteorologiche

Parametri

Parametri	03-06-2021	04-06-2021
Veloc. Media [m/s]	< 5	< 5
Pioggia [mm]	Assente	Assente

Sintesi dei risultati

<i>Parametri</i>	<i>Data</i>	<i>Orario</i>	<i>Misura</i>
Leq(A) diurno [dBA]	Dal 03-06-2021 al 04-06-2021	06:00-22:00	66,1
Leq(A) notturno [dBA]	Dal 03-06-2021 al 04-06-2021	22:00-06:00	59,5

4 Certificati di taratura strumentazione utilizzata



L.C.E. S.r.l.
 Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
 T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di
 Taratura



LAT N° 068

Pagina 1 di 9
 Page 1 of 9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 44477-A
 Certificate of Calibration LAT 068 44477-A

- data di emissione date of issue	2019-12-19
- cliente customer	ISTITUTO IRIDE SRL 00147 - ROMA (RM)
- destinatario receiver	ISTITUTO IRIDE SRL 00147 - ROMA (RM)
- richiesta application	19-00816-T
- in data date	2019-12-06
Si riferisce a Referring to	
- oggetto item	Analizzatore
- costruttore manufacturer	01-dB
- modello model	FUSION
- matricola serial number	11140
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2019-12-18
- data delle misure date of measurements	2019-12-19
- registro di laboratorio laboratory reference	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 068 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
 Head of the Centre



Laboratorio Ambiente Italia
Laboratorio di Acustico
Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263 06 2023263
www.laisar.com info@latsar.com

CENTRO DI TARATURA LAT 227
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membrò degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/2512
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 5
Page 1 of 5

- Data di Emissione: **2021/01/11**
date of issue
- cliente: **LR.LD.E. Srl**
customer
Via Giacomo Trevis, 88
00147 - Roma (RM)
- destinatario: **idem**
addressee

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accertamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:

Referring to
- oggetto: **Calibratore**
item
- costruttore: **01 dB**
manufacturer
- modello: **CAL31**
model
- matricola: **86764**
serial number
- data delle misure: **2021/01/11**
date of measurements
- registro di laboratorio: **CT 06/21**
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.