



Autostrada Asti-Cuneo

ADEGUAMENTO DELLA TANGENZIALE DI ALBA

PROGETTO DEFINITIVO

09 - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

09.01 - Parte generale

Relazione Parte 2 - Lo scenario di base

| | | | |
|--|--|--|---|
| IMPRESA  | PROGETTISTA  | INTEGRATORE ATTIVITA' SPECIALISTICHE Dott. Ing. Salvatore Sguazzo Albo degli Ingegneri provincia di Salerno n. 5031  | COMMITTENTE Autostrada Asti-Cuneo S.p.A. Direzione e Coordinamento: S.A.L.T. p.A. (Gruppo ASTM) Via XX Settembre, 98/E 00187 Roma |
|--|--|--|---|

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | CONTR. | APPROV. | RIESAME | DATA | SCALA |
|------|---------|-------------|----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-------|
| A | 12-2022 | EMISSIONE | Ing. Silvestre | Ing. Di Prete | Ing. Sguazzo | Ing. Sguazzo | DICEMBRE 2022 | |
| | | | | | | | N. Progr. | |
| | | | | | | | 09.01.02 | |

| | | | | | |
|----------|----------|-----|------------|-----|-----------------|
| CODIFICA | PROGETTO | LIV | DOCUMENTO | REV | WBS |
| | P018 | D | AMB RH 002 | A | A331TA0000 |
| | | | | | CUP |
| | | | | | G64E20002060005 |

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO | VISTO DELLA COMMITTENTE |
|-------------------------------|-------------------------|

INDICE

| | |
|--|----------|
| 1. L'INFRASTRUTTURA ATTUALE | 4 |
| 1.1. L'ATTUALE CONFIGURAZIONE STRADALE | 4 |
| 1.2. L'INFRASTRUTTURA ATTUALE: LA DIMENSIONE DI PROGETTO | 5 |
| 1.3. L'INFRASTRUTTURA ATTUALE: LA DIMENSIONE OPERATIVA | 7 |
| 2. IL CONTESTO AMBIENTALE | 8 |
| 2.1. A – POPOLAZIONE E SALUTE UMANA | 8 |
| 2.1.1. <i>Inquadramento tematico</i> | 8 |
| 2.1.2. <i>Le principali fonti di disturbo della salute</i> | 8 |
| 2.1.3. <i>Distribuzione della popolazione e contesto demografico</i> | 10 |
| 2.1.4. <i>Il profilo epidemiologico</i> | 20 |
| 2.1.5. <i>Fattori di pressione</i> | 29 |
| 2.2. B – BIODIVERSITÀ | 33 |
| 2.2.1. <i>Inquadramento climatico e biogeografico</i> | 33 |
| 2.2.2. <i>Inquadramento vegetazionale e floristico</i> | 34 |
| 2.2.3. <i>Inquadramento faunistico</i> | 36 |
| 2.2.4. <i>Struttura e funzionalità degli ecosistemi</i> | 37 |
| 2.2.5. <i>Aree ad elevato valore naturalistico</i> | 40 |
| 2.2.6. <i>Le reti ecologiche</i> | 42 |
| 2.3. C – SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE | 45 |
| 2.3.1. <i>Inquadramento territoriale</i> | 45 |
| 2.3.2. <i>Suolo</i> | 46 |
| 2.3.3. <i>Uso del suolo</i> | 48 |
| 2.3.4. <i>Sistema colturale</i> | 49 |
| 2.3.5. <i>Struttura e produzione delle aziende agricole</i> | 50 |
| 2.3.6. <i>La zootecnica</i> | 51 |
| 2.3.7. <i>I prodotti e i processi agroalimentari di qualità</i> | 52 |
| 2.4. D – GEOLOGIA E ACQUE | 54 |
| 2.4.1. <i>Inquadramento tematico</i> | 54 |
| 2.4.2. <i>Inquadramento geomorfologico</i> | 54 |
| 2.4.3. <i>Inquadramento geologico</i> | 56 |
| 2.4.4. <i>Pericolosità geomorfologica</i> | 56 |
| 2.4.5. <i>Sismicità</i> | 59 |
| 2.4.6. <i>Inquadramento idrico superficiale e idrogeologico</i> | 62 |
| 2.4.7. <i>Pericolosità e rischio alluvioni</i> | 63 |
| 2.4.8. <i>Stato qualitativo delle acque superficiali</i> | 65 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 2.4.9. | <i>Stato qualitativo delle acque sotterranee</i> | 67 |
| 2.4.10. | <i>Vulnerabilità dell'acquifero</i> | 68 |
| 2.5. | E – ATMOSFERA: ARIA E CLIMA | 70 |
| 2.5.1. | <i>Inquadramento tematico</i> | 70 |
| 2.5.2. | <i>Normativa di riferimento</i> | 70 |
| 2.5.3. | <i>Inquadramento meteo climatico</i> | 72 |
| 2.5.4. | <i>Analisi emissiva</i> | 101 |
| 2.5.5. | <i>Analisi dello stato della qualità dell'aria</i> | 106 |
| 2.5.6. | <i>I modelli di simulazione utilizzati</i> | 129 |
| 2.5.7. | <i>Lo scenario attuale: analisi delle concentrazioni</i> | 131 |
| 2.1. | F – SISTEMA PAESAGGISTICO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI | 146 |
| 2.1.1. | <i>Inquadramento tematico</i> | 146 |
| 2.1.2. | <i>Il contesto paesaggistico di area vasta</i> | 146 |
| 2.1.3. | <i>La struttura del paesaggio nell'area di intervento</i> | 147 |
| 2.1.4. | <i>Aspetti percettivi</i> | 148 |
| 2.2. | G1 – RUMORE | 155 |
| 2.2.1. | <i>Inquadramento tematico</i> | 155 |
| 2.2.2. | <i>Quadro conoscitivo</i> | 157 |
| 2.2.3. | <i>Scenari simulati</i> | 171 |
| 2.3. | G2 – VIBRAZIONI | 175 |
| 2.3.1. | <i>Aspetti introduttivi</i> | 175 |
| 2.3.2. | <i>Normativa di riferimento</i> | 175 |

1. L'INFRASTRUTTURA ATTUALE

1.1. L'ATTUALE CONFIGURAZIONE STRADALE

Come già espresso nella parte P1 del Presente Studio di Impatto Ambientale, l'opera in esame ha per oggetto l'intervento di riqualifica funzionale della Tangenziale di Alba e dello svincolo Alba Nord Est. Il tracciato, localizzato quasi interamente presso il comune di Alba e per un breve tratto nei comuni di Guarene e Roddi, è parte dell'infrastruttura autostradale A33 "Asti-Cuneo", arteria di collegamento tra i comuni di Asti e Cuneo.

Detto intervento si inserisce come stralcio funzionale all'interno del nuovo itinerario autostradale Asti-Cuneo e risulta compresa fra il lotto 2.4 a nord/est ed il lotto 2.6 a sud/ovest.

Il collegamento oggetto della presente progettazione è quindi inserito in un contesto infrastrutturale strategico non solo per le provincie di Cuneo e Asti, ma allo stesso tempo funzionale per il sistema della mobilità settentrionale, essendo un'arteria di fondamentale importanza nella logica di collegamento tra le regioni Piemonte e Liguria (cfr. Figura 1-1).

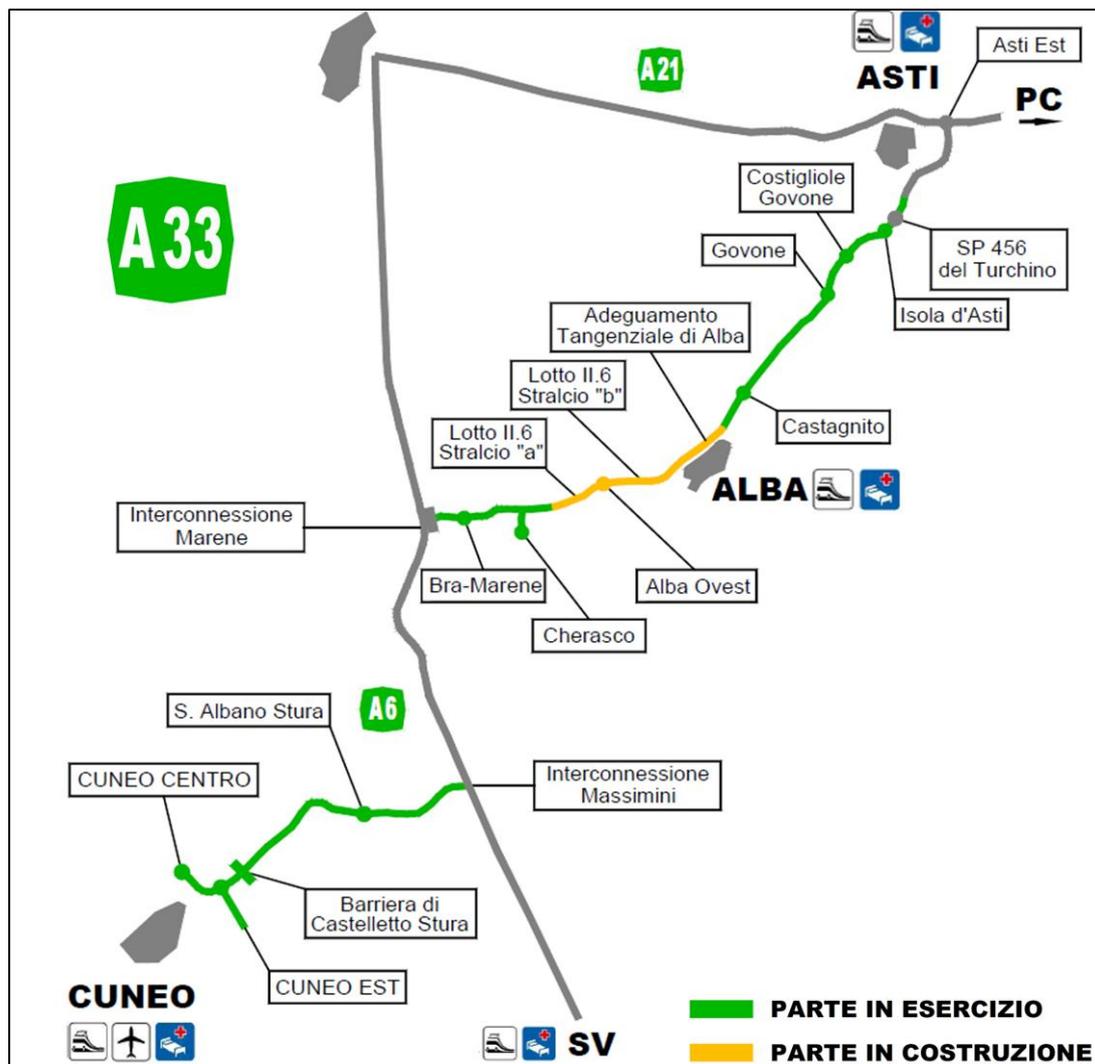


Figura 1-1 Quadro schematico autostrada A33 Asti-Cuneo

1.2. L'INFRASTRUTTURA ATTUALE: LA DIMENSIONE DI PROGETTO

Ad oggi il tracciato oggetto del suddetto intervento si sviluppa per circa 5,30 km quasi interamente in rilevato, ad eccezione del tratto compreso tra le progressive 2+120.00m e 2+986.50 m in cui l'infrastruttura stradale si sviluppa in parte in viadotto e in parte sul ponte strallato che attraversa il fiume Tanaro. (cfr. Figura 1-2).

La sezione stradale è classificata di tipo B secondo quanto previsto dal D.M. 6792 del 5/11/2001. Le carreggiate sono entrambe costituite da due corsie larghe 3,50m l'una, una banchina in destra da 1,00m e una banchina in sinistra da 0,50m.



Figura 1-2 Planimetria dell'attuale Tangenziale di Alba

Da un punto di vista altimetrico, come visibile in Figura 1-3, il tracciato presenta un andamento pressoché pianeggiante, passando dai 181m circa in prossimità della congiunzione della A33 con la SP3bis, ai 165m nel comune di Guarene. La pendenza media è pertanto poco marcata, pari a circa il 2,4%.



Figura 1-3 Altimetria del tracciato

Lungo il tracciato sono inoltre presenti tre svincoli con la viabilità locale che, percorrendo il tracciato verso est, sono i seguenti:

- Svincolo “Alba sud/ovest”, il quale presenta rampe in viadotto;
- Svincolo “Alba centro”, che collega la tangenziale con la SS231 mediante, anch’esso, rampe in viadotto;
- Svincolo “Alba nord/est”, di tipo completo a trombetta, collegato con una intersezione di tipo rotatorio lato Nord della tangenziale e con due intersezioni a raso canalizzate lato Sud, avente la funzione di collegamento con la frazione di Musotto d’Alba (cfr. Figura 1-2).



Figura 1-4 Planimetria dello svincolo “Alba nord/est” alla configurazione attuale

1.3. L'INFRASTRUTTURA ATTUALE: LA DIMENSIONE OPERATIVA

Nella Tabella seguente viene riportata la domanda di traffico, espressa in termini medi di traffico giornaliero (TGM) lungo la Tangenziale di Alba allo stato attuale, divisa per mezzi leggeri e pesanti.

| Tratta | TGM Leggeri | TGM Pesanti |
|------------------------|-------------|-------------|
| Tangenziale Alba Est | 12.259 | 1.466 |
| Alba (Nord sv. SS231) | 29.212 | 4.002 |
| Alba (Sud sv. SS231) | 33.454 | 5.648 |
| Via Ognisanti-Roddi | 26.017 | 2.655 |
| Svincolo Alba Nord/est | 19.768 | 3.364 |

Figura 1-5 Valore di traffico, espresso in TGM lungo la Tangenziale di Alba

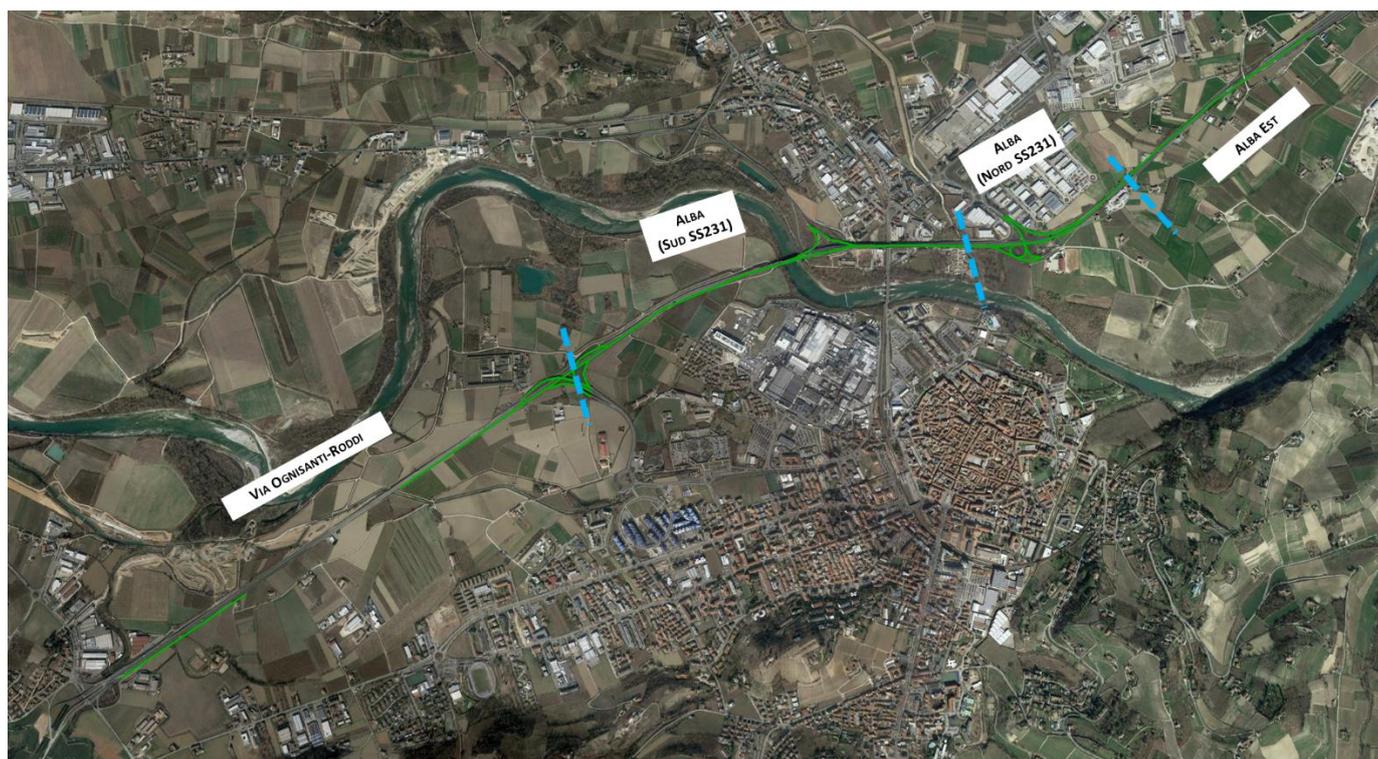


Figura 1-6 Tangenziale di Alba, suddivisione del tracciato in base ai dati di traffico giornaliero medio circolante sul tracciato

2. IL CONTESTO AMBIENTALE

2.1. A – POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

2.1.1. Inquadramento tematico

L'obiettivo principale di questo studio è individuare le potenziali interferenze che incidono sullo stato di salute degli abitanti residenti nelle vicinanze della rete infrastrutturale in oggetto.

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 della componente 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.

La caratterizzazione dello stato attuale del fattore ambientale in esame è strutturata in tre fasi:

- analisi delle principali fonti di disturbo per la salute umana;
- analisi del contesto demografico e della distribuzione della popolazione con alcuni cenni al profilo socioeconomico;
- analisi del profilo epidemiologico sanitario condotto attraverso il supporto di studi epidemiologici e di dati statistici;

La prima fase di analisi (cfr. par. 2.1.2) vede l'individuazione dei principali fattori che possono avere effetti sulla salute umana.

Come riportato nel suddetto paragrafo, data la tipologia di opera in esame, sono stati individuati i due ambiti nei quali ricercare le potenziali fonti di impatto sulla componente: il clima acustico e la qualità dell'aria.

Per quanto concerne la seconda e terza fase, dall'analisi delle caratteristiche dell'operatività dell'infrastruttura stradale, delle potenziali fonti di disturbo da esse generate e dalla disponibilità di dati relativi allo stato di salute della popolazione di interesse, sono stati raccolti i dati necessari alla caratterizzazione dello stato attuale della popolazione, sia dal punto di vista demografico e socioeconomico che epidemiologico (cfr. par. 2.1.3 e 2.1.4).

2.1.2. Le principali fonti di disturbo della salute

L'obiettivo dello studio sullo stato di qualità dell'ambiente, in relazione al benessere ed alla salute umana è quello di verificare la compatibilità degli effetti diretti e indiretti del progetto con gli standard ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana.

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'infrastruttura stradale in esame. Nello specifico, le principali azioni che possono avere effetti sulla salute umana si riconducono in primo luogo alla produzione di emissioni atmosferiche ed acustiche riconducibili alle attività di cantiere ed all'operatività dell'infrastruttura.

Con riferimento agli effetti dell'inquinamento atmosferico sull'uomo, si è soliti distinguere 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 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 gli ossidi di azoto ed il particolato.

Il primo inquinante (NO_x) è considerato un irritante polmonare che 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.

In merito al Particolato, il sistema maggiormente interessato 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.

Per quanto concerne l'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.

Le conseguenze sull'uomo sono diverse e di differente entità in funzione della reattività specifica di ognuno: pregiudizio per sistema nervoso, apparato cardiovascolare 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 di danno 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 fisiopatologiche 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. In virtù di quanto fin qui esposto sono state dunque prese in considerazione le principali patologie legate agli effetti attribuibili allo svolgimento delle attività di cantiere e del traffico stradale e che possono essere:

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

2.1.3. Distribuzione della popolazione e contesto demografico

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

Vengono inoltre presentati alcuni indicatori relativi al profilo socioeconomico, come il grado di istruzione ed il numero di occupati inerenti al contesto comunale considerato.

Secondo i dati dell'Istat¹, riferiti all'anno 2021, la popolazione residente nella Regione Piemonte è di circa 4,2 milioni di abitanti, dei quali 2 milioni sono uomini e circa 2,2 milioni donne.

| Regione Piemonte | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Età | Uomini | Donne | Totale |
| 0-4 | 75.858 | 72.643 | 148.501 |
| 5-14 | 190.394 | 178.969 | 369.363 |
| 15-24 | 204.057 | 186.972 | 391.029 |
| 25-34 | 217.933 | 205.048 | 422.981 |
| 35-44 | 254.829 | 254.741 | 509.570 |
| 45-54 | 342.834 | 347.287 | 690.121 |
| 55-64 | 308.116 | 322.977 | 631.093 |
| 65-74 | 253.298 | 281.536 | 534.834 |
| 75+ | 232.082 | 345.371 | 577.453 |
| Totale | 2.079.401 | 2.195.544 | 4.274.945 |

Tabella 2-1 Popolazione residente nella Regione Piemonte al 1° gennaio 2021 (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

¹ Demo – Geodemo Istat (<https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita>)

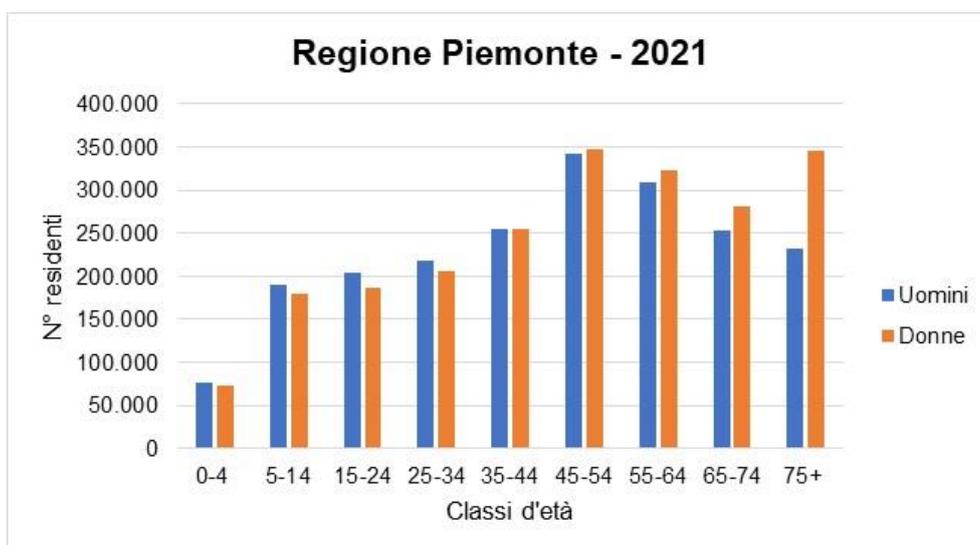


Figura 2-1 Distribuzione popolazione residente nella Regione Piemonte distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

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 popolazione tende a distribuirsi maggiormente nelle fasce tra i 35 e i 64 anni, con un picco che si registra in corrispondenza della classe 45-54 anni, per la quale emerge una leggera prevalenza della componente femminile (circa 347 mila) su quella maschile (circa 343 mila). Inoltre, è da rilevare il livello raggiunto dalla popolazione femminile con più di 75 anni, che risulta pressoché in linea con la fascia tra i 45 e i 54 anni.

Per quanto concerne il contesto provinciale, nella Tabella 2-2 si riportano i dati inerenti alla provincia di Cuneo per l'annualità 2021. La popolazione provinciale si attesta attorno ai 582 mila abitanti, ripartiti tra circa 288 mila uomini e 294 mila donne.

| Provincia di Cuneo | | | |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| Età | Uomini | Donne | Totale |
| 0-4 | 11.590 | 11.147 | 22.737 |
| 5-14 | 27.633 | 25.927 | 53.560 |
| 15-24 | 29.979 | 27.125 | 57.104 |
| 25-34 | 31.717 | 29.730 | 61.447 |
| 35-44 | 35.833 | 34.268 | 70.101 |
| 45-54 | 45.613 | 45.163 | 90.776 |
| 55-64 | 41.817 | 41.906 | 83.723 |
| 65-74 | 33.837 | 35.578 | 69.415 |
| 75+ | 30.025 | 42.910 | 72.935 |
| Totale | 288.044 | 293.754 | 581.798 |

Tabella 2-2 Popolazione residente in Provincia di Cuneo (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

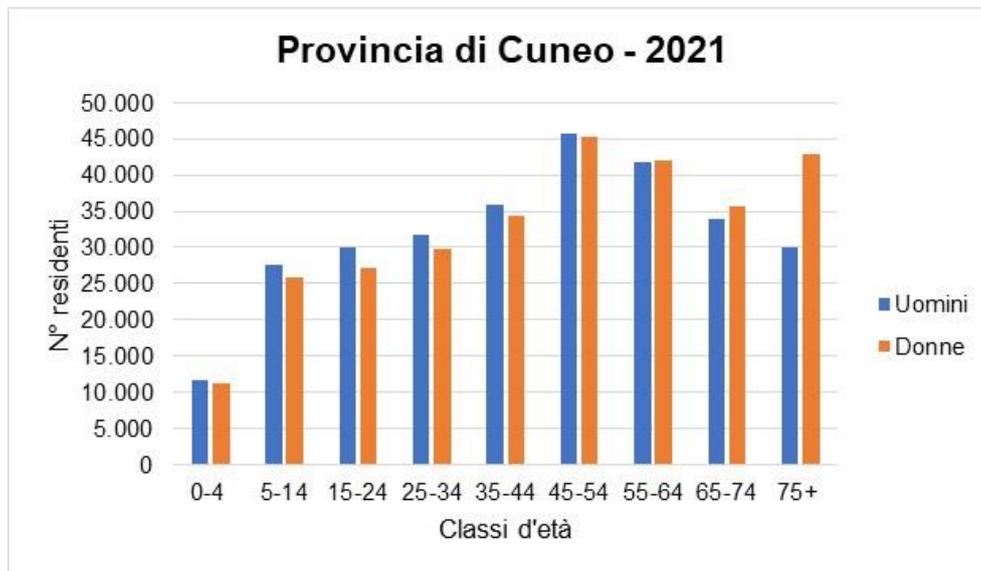


Figura 2-2 Distribuzione popolazione residente in Provincia di Cuneo distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

I dati provinciali confermano quanto evidenziato per i dati regionali. Si può constatare infatti che il range d'età più popoloso risulta essere quello tra i 35 e i 64 anni, con un picco registrato in corrispondenza della fascia 45-54 anni. Da sottolineare, inoltre, come la popolazione femminile con più di 75 anni si attesta su un livello pressoché confrontabile con quello raggiunto dalla classe tra i 45 e i 54 anni.

Relativamente al contesto comunale, nel seguito si riportano i dati demografici inerenti al Comune di Alba, Guarene e Roddi, coinvolti dalla realizzazione dell'opera in oggetto.

La popolazione del Comune di Alba ammonta a poco più di 31 mila abitanti e risulta suddivisa in circa 15 mila uomini e 16 mila donne, con una distribuzione che risulta analoga all'andamento regionale (cfr. Tabella 2-3 e Figura 2-3). Si può infatti constatare che, per il Comune suddetto, gli abitanti si distribuiscono maggiormente nel range tra i 35 e i 64 anni, con un picco in corrispondenza della fascia 45-54 anni. Inoltre, si evidenzia come la popolazione femminile con più di 75 anni raggiunga nel Comune di Alba il livello più alto tra tutte le diverse classi esaminate.

I residenti del Comune di Guarene sono invece pari a circa 3,5 mila abitanti, suddivisi in circa 1,7 mila uomini e 1,8 mila donne (cfr. Tabella 2-4 e Figura 2-4), mentre per il Comune di Roddi gli abitanti sono pari a circa 1,6 mila, ripartiti equamente tra uomini e donne (cfr. Tabella 2-5 e Figura 2-5). La distribuzione per età degli abitanti dei Comuni di Guarene e Roddi risulta analoga all'andamento già evidenziato in merito al contesto regionale e provinciale, in quanto si evidenzia un quadro in cui le classi più popolose sono quelle che vanno dai 35 ai 64 anni, con un picco in corrispondenza della classe 45-54 anni.

| Comune di Alba | | | |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|
| Età | Uomini | Donne | Totale |
| 0-4 | 612 | 539 | 1.151 |
| 5-14 | 1.420 | 1.258 | 2.678 |
| 15-24 | 1.497 | 1.330 | 2.827 |
| 25-34 | 1.713 | 1.731 | 3.444 |
| 35-44 | 1.842 | 1.896 | 3.738 |
| 45-54 | 2.369 | 2.550 | 4.919 |
| 55-64 | 2.111 | 2.355 | 4.466 |
| 65-74 | 1.629 | 1.980 | 3.609 |
| 75+ | 1.711 | 2.707 | 4.418 |
| Totale | 14.904 | 16.346 | 31.250 |

Tabella 2-3 Popolazione residente nel Comune di Alba (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

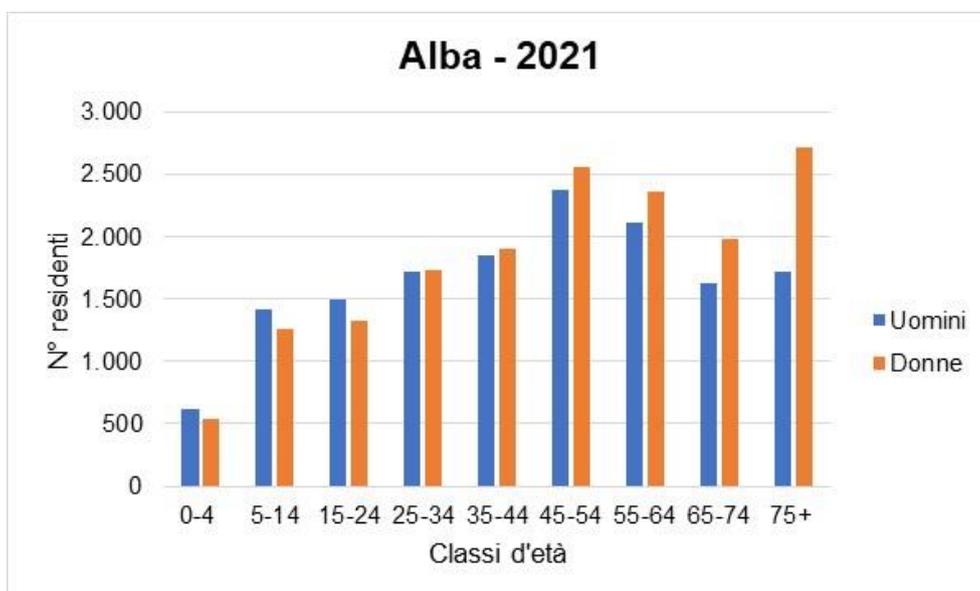


Figura 2-3 Distribuzione popolazione residente nel Comune di Alba distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

| Comune di Guarene | | | |
|--------------------------|---------------|--------------|---------------|
| Età | Uomini | Donne | Totale |
| 0-4 | 69 | 66 | 135 |
| 5-14 | 168 | 158 | 326 |
| 15-24 | 205 | 177 | 382 |
| 25-34 | 181 | 182 | 363 |
| 35-44 | 202 | 211 | 413 |
| 45-54 | 314 | 299 | 613 |
| 55-64 | 271 | 276 | 547 |
| 65-74 | 167 | 205 | 372 |
| 75+ | 177 | 188 | 365 |
| Totale | 1.754 | 1.762 | 3.516 |

Tabella 2-4 Popolazione residente nel Comune di Guarene (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

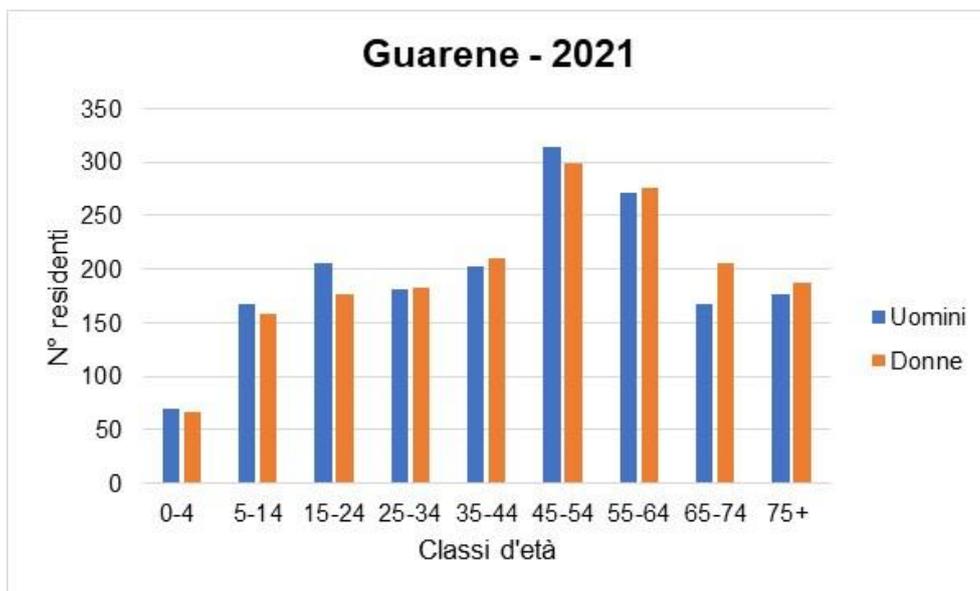


Figura 2-4 Distribuzione popolazione residente nel Comune di Guarene distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

| Comune di Roddi | | | |
|-----------------|------------|------------|--------------|
| Età | Uomini | Donne | Totale |
| 0-4 | 21 | 15 | 36 |
| 5-14 | 81 | 79 | 160 |
| 15-24 | 97 | 98 | 195 |
| 25-34 | 81 | 66 | 147 |
| 35-44 | 89 | 86 | 175 |
| 45-54 | 140 | 160 | 300 |
| 55-64 | 124 | 115 | 239 |
| 65-74 | 93 | 106 | 199 |
| 75+ | 69 | 70 | 139 |
| Totale | 795 | 795 | 1.590 |

Tabella 2-5 Popolazione residente nel Comune di Roddi (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

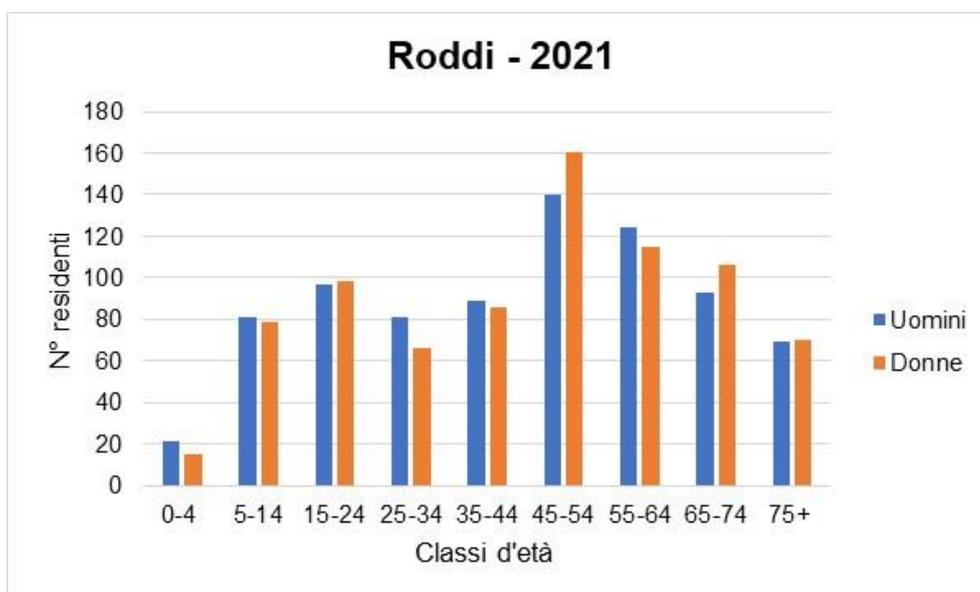


Figura 2-5 Distribuzione popolazione residente nel Comune di Roddi distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

Per avere un quadro ancora più esaustivo del contesto demografico comunale, nella Tabella 2-6 e nella Figura 2-6 è riportata la tendenza della popolazione residente nei tre Comuni considerati, per gli ultimi 10 anni disponibili.

| Comune | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Alba | 31.023 | 31.074 | 31.186 | 31.253 | 31.356 | 31.324 | 31.356 | 31.367 | 31.452 | 31.459 |
| Guarene | 3.380 | 3.440 | 3.487 | 3.529 | 3.538 | 3.521 | 3.591 | 3.553 | 3.539 | 3.578 |
| Roddi | 1.538 | 1.574 | 1.544 | 1.546 | 1.576 | 1.584 | 1.596 | 1.611 | 1.650 | 1.626 |

Tabella 2-6 Andamento popolazione residente 2010-2019 nei Comuni di Alba, Guarene e Roddi (fonte: elaborazione dati Istat [Ricostruzione della popolazione \(istat.it\)](https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita))

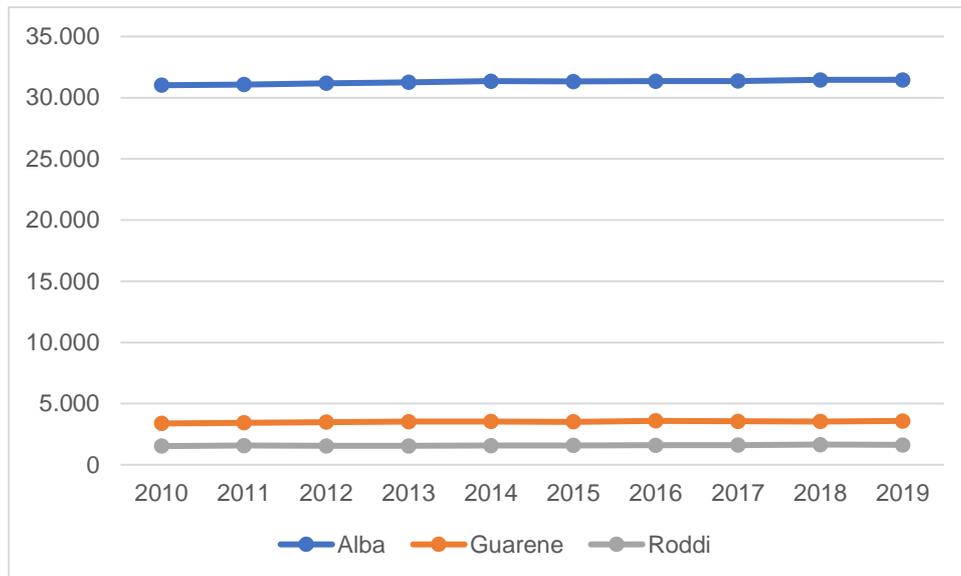


Figura 2-6 Andamento popolazione residente nei Comuni di Alba, Guarene e Roddi anni 2010-2019 (fonte: elaborazione dati Istat [Ricostruzione della popolazione \(istat.it\)](http://Ricostruzione della popolazione (istat.it)))

Come visibile la popolazione ha un andamento che per i tre Comuni si mantiene costante nel corso delle annualità.

Nel seguito vengono forniti alcuni parametri relativi alla popolazione ricadente nell’area di studio afferenti alle sezioni di censimento, messi a disposizione dall’Istat.

L’Istat, infatti, rende pubblici i dati geografici del sistema delle basi territoriali degli anni in cui è stato effettuato il censimento ossia 1991, 2001 e 2011: per le elaborazioni di seguito presentate sono state considerate le basi territoriali dell’ultimo censimento disponibile 2011, con un dettaglio di “Sezioni di censimento”, corrispondenti alle minime porzioni di territorio su cui sono effettuate le rilevazioni Istat in occasione dei censimenti.

Nelle successive figure si riportano rispettivamente la distribuzione della popolazione totale, di quella maschile e di quella femminile per sezione censuaria per i tre Comuni presi in esame.

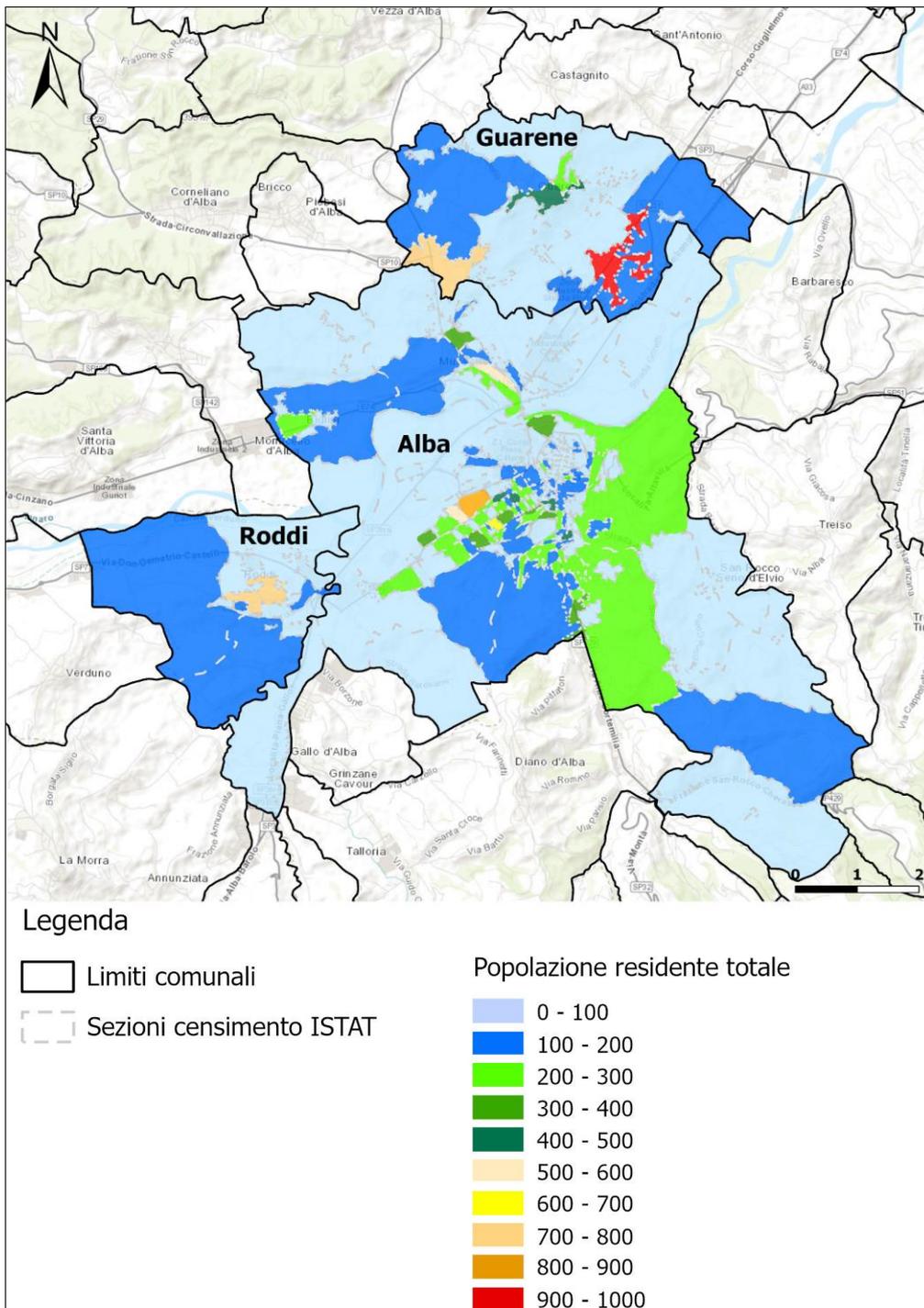


Figura 2-7 Distribuzione della popolazione residente totale (fonte: dati censimento Istat 2011)

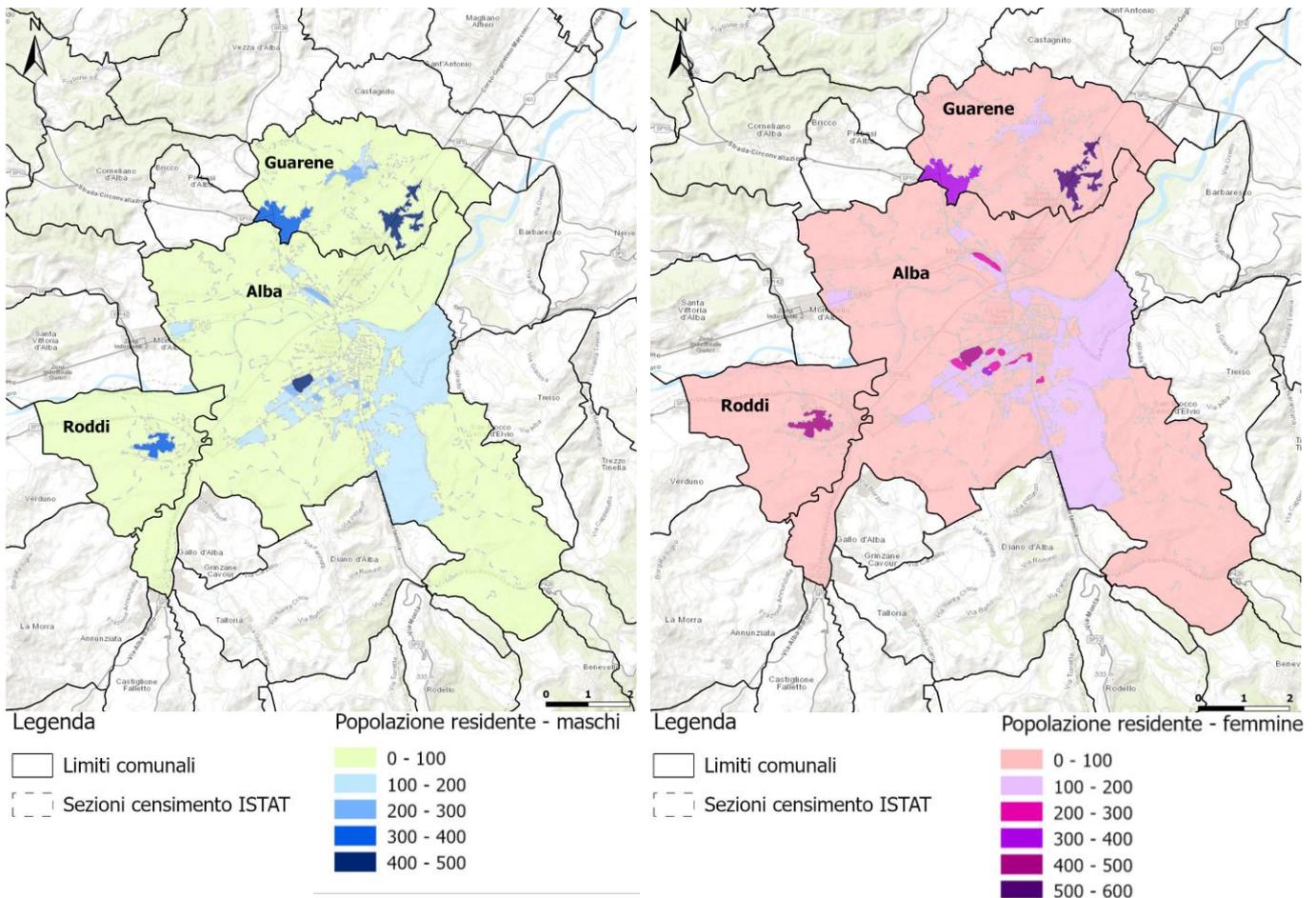


Figura 2-8 Distribuzione della popolazione residente maschile e femminile (fonte: dati censimento Istat 2011)

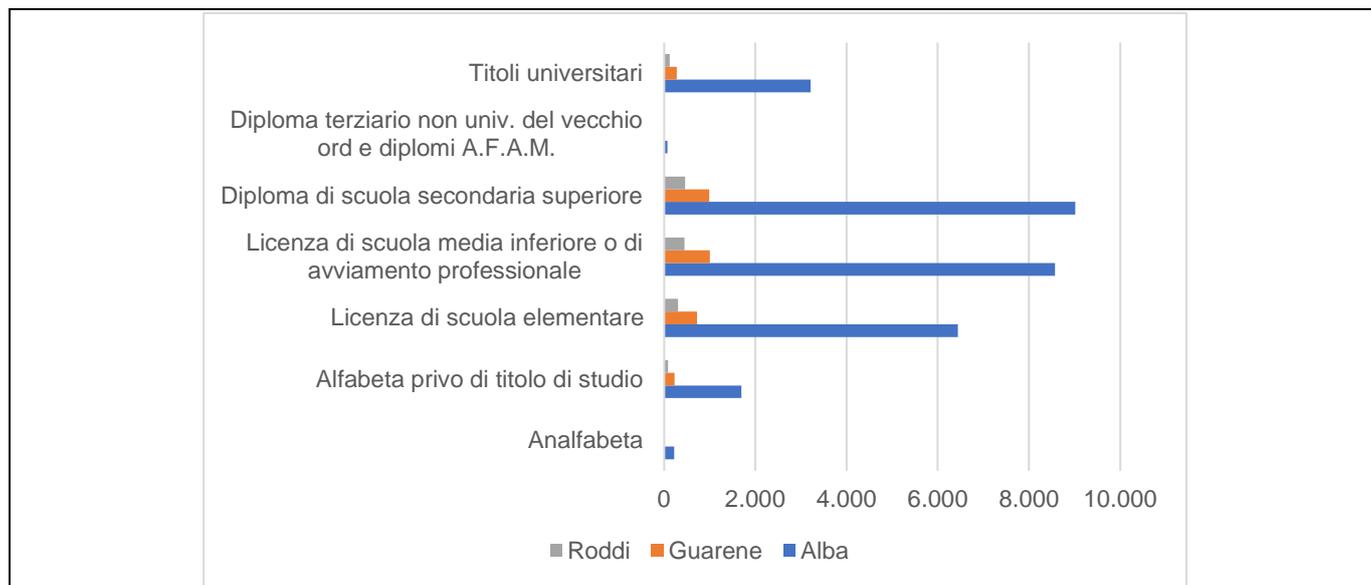
Per quel che concerne il profilo socioeconomico, nel seguito sono riportati i dati relativi al tasso di alfabetizzazione ed alle principali occupazioni della popolazione. Sono stati consultati i dati relativi al livello comunale, disponibili all'ultimo censimento ISTAT 2011, riportati nella tabella seguente.

| Comune | Residenti totali con età ≥ 6 anni [n] | Residenti Alfabeti [n] | Tasso alfabetizzazione [%] |
|---------|---------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Alba | 29.235 | 29.013 | 99,24 |
| Guarene | 3.237 | 3.226 | 99,66 |
| Roddi | 1.437 | 1.433 | 99,72 |

Tabella 2-7 Tasso di alfabetizzazione per i tre Comuni in esame – Anno 2011 (fonte: <http://dati-censimentopopolazione.istat.it>)

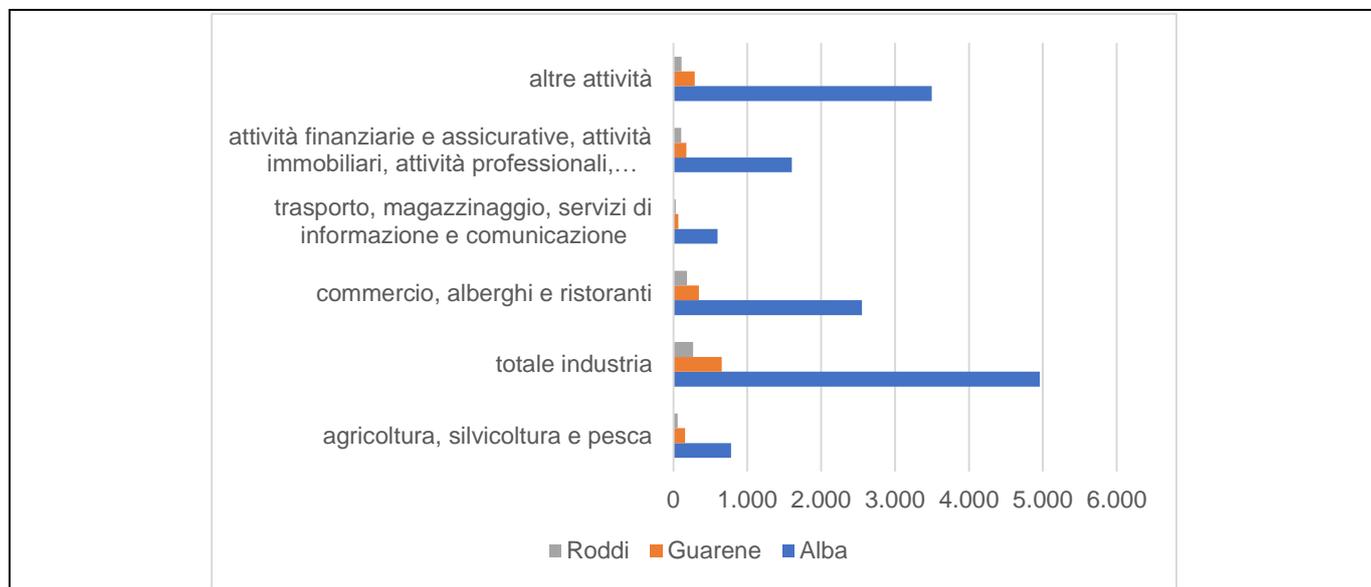
Il tasso di alfabetizzazione per i Comuni esaminati nell'anno 2011 si attesta attorno al 99%.

Nelle tabelle seguenti si riporta il grado di istruzione e il tasso di occupazione per i Comuni coinvolti (cfr. Tabella 2-8 e Tabella 2-9) nell'anno 2011.



| Comuni | Analfabeta | Alfabeta privo di titolo di studio | Licenza di scuola elementare | Licenza di scuola media inferiore o di avviamento professionale | Diploma di scuola secondaria superiore | Diploma terziario non univ. del vecchio ord e diplomi A.F.A.M. | Titoli universitari |
|---------|------------|------------------------------------|------------------------------|---|--|--|---------------------|
| Alba | 222 | 1.699 | 6.440 | 8.568 | 9.015 | 76 | 3.215 |
| Guarene | 11 | 230 | 723 | 1.003 | 989 | 5 | 276 |
| Roddi | 4 | 90 | 304 | 448 | 464 | 3 | 124 |

Tabella 2-8 Grado di istruzione comunale e distribuzione percentuale della popolazione residente > 6 anni– Anno 2011 (fonte: http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DICA_GRADOISTR1#)



| Comuni | agricoltura, silvicoltura e pesca | totale industria | commercio, alberghi e ristoranti | trasporto, magazzinaggio, servizi di informazione e comunicazione | attività finanziarie e assicurative, attività immobiliari, attività professionali, scientifiche e tecniche, noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese | altre attività |
|---------|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|---|--|----------------|
| Alba | 781 | 4.960 | 2.550 | 597 | 1.603 | 3.496 |
| Guarene | 157 | 654 | 345 | 66 | 176 | 291 |
| Roddi | 59 | 268 | 186 | 32 | 105 | 112 |

Tabella 2-9 Numero di occupati e loro distribuzione per sezioni di attività economica - Anno 2011 (fonte: http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DICA_CARATT_ATTIL_COM#)

In merito al grado di istruzione (cfr. Tabella 2-8) emerge che tra la popolazione con età ≥ 6 anni residente nei Comuni interessati, i gradi di istruzione più frequenti sono costituiti dal diploma di scuola secondaria superiore, seguito dalla licenza di scuola media inferiore o di avviamento professionale e dalla licenza di scuola elementare.

Per quanto concerne il tema dell'occupazione (cfr. Tabella 2-9) la sezione di attività economica maggiormente rappresentata nei comuni ricadenti nell'Area di Studio è quella del "totale industria", seguita da "altre attività" (che comprendono per esempio il settore pubblico e quello sanitario) e da "commercio, alberghi e ristoranti". Le sezioni di attività economiche con minor occupazione sono invece quelle dell'"agricoltura, silvicoltura e pesca" seguite da "trasporto, magazzinaggio, servizi di informazione e comunicazione".

2.1.4. Il profilo epidemiologico

Premessa

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione nell'area di studio sono state in primo luogo identificate le cause d'interesse per le quali analizzare gli indicatori epidemiologici presentati nel seguito.

La selezione di tali cause è stata effettuata sulla base di due criteri:

- evidenze epidemiologiche relative all'opera oggetto d'indagine, secondo gli orientamenti proposti dal progetto SENTIERI¹;
- sulla base delle evidenze tossicologiche relative agli inquinanti identificati come d'interesse.

Seguendo dunque gli orientamenti indicati dallo studio SENTIERI, con l'obiettivo di mostrare un quadro inerente alle malattie causa di mortalità ed ospedalizzazione, sono state prese in esame le patologie per le quali l'evidenza scientifica suggerisce che l'esposizione ambientale sito-specifica possa avere un ruolo eziologico sospetto o accertato. Avendo riscontrato che tra le opere valutate nel sopraccitato studio non ve ne è una assimilabile all'infrastruttura oggetto del presente documento, vengono dunque presi in esame gruppi di patologie di interesse generale sulla base di evidenze tossicologiche associate ad inquinanti maggiormente significativi.

Con tale obiettivo e sulla scorta delle indicazioni fornite dalle Linee guida del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)² che prevedono, per la caratterizzazione del fattore "*Popolazione e salute umana*", il reperimento e l'analisi di dati di mortalità e morbosità, sono state dunque identificate le principali cause di decesso e ospedalizzazione associate ad inquinanti.

Sono, infatti, prese a riferimento le patologie associate all'emissione di sostanze nocive ed al potenziale disturbo (associato ad inquinamento acustico) a cui è potenzialmente sottoposta la popolazione e che

¹ Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P (a cura di). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: valutazione della evidenza epidemiologica Epidemiol Prev 2010;34(5-6) Supplemento 3:1-96.)

² VIA. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2020/05/Linee_Guida_SNPA_LLGGVIA_28_2020.pdf

sono presentate in fonti di letteratura riprese (ad esempio) nel progetto VIIAS (Metodi per la Valutazione Integrata dell’Impatto Ambientale e Sanitario dell’inquinamento atmosferico¹).

Alla luce di quanto sin qui riportato, le patologie indicate in letteratura ed associate alle fonti di esposizione oggetto del presente studio, considerate sia come esiti di mortalità sia come ricoveri ospedalieri sono quelle riportate nella tabella che segue.

Patologie

Tumori maligni

Tutti i tumori maligni
 Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici
 Tumori trachea, bronchi e polmoni

Sistema cardiovascolare

Malattie del sistema circolatorio
 Malattie ischemiche del cuore
 Malattie cerebrovascolari

Apparato respiratorio

Malattie dell'apparato respiratorio
 Broncopneumopatia cronica ostruttiva - BPCO

Sistema nervoso e organi di senso

Malattie del sistema nervoso e organi di senso
 Disturbi psichici

Tabella 2-10 Patologie potenzialmente connesse all’opera

In merito ai dati di mortalità ed ospedalizzazione, nel seguito del presente Studio sono riportati gli indicatori epidemiologici espressi in termini di:

- Numero di decessi/ricoveri;
- Tasso grezzo di mortalità/ricovero;
- Tasso di mortalità/ ricovero standardizzato.

Tali dati sono forniti dal Servizio di Epidemiologia della Regione Piemonte, in particolare dal Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors)². La ricerca documentale effettuata tramite richiesta sul portale regionale ha messo a disposizione i dati inerenti al contesto comunale (sia per i singoli Comuni di Alba, Guarene e Roddi che per l’insieme dei tre Comuni), provinciale e regionale, relativamente all’annualità 2019 per la mortalità ed al 2020 per quanto concerne l’ospedalizzazione.

In merito alle formule associate a ciascun indicatore sopra menzionato valgono le seguenti:

Tasso grezzo di mortalità/ricovero

$$\frac{\text{Numero decessi/ricoveri}}{\text{Popolazione}} * 100.000$$

Il tasso grezzo esprime il numero di morti/ricoveri medi annuali che si verificano per ogni causa ogni 100.000 abitanti.

1 Metodi per la valutazione integrata dell’Impatto Ambientale e Sanitario dell’Inquinamento atmosferico [Vias | Metodi per la Valutazione Integrata dell’Impatto Ambientale e Sanitario dell’inquinamento atmosferico](#)

2 Servizio di Epidemiologia Regione Piemonte - Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) <https://www.dors.it/ricerche2.php#>

Tasso standardizzato di mortalità/ricovero

$$\frac{\sum_i T_i * pse_i}{\sum_i pse_i} * 100.000$$

dove:

- $T_i = n_i / p_i$ = tasso di mortalità/ricovero nella popolazione in osservazione nella i -esima classe di età;
- n_i = eventi osservati in tutto il periodo nella popolazione in osservazione nella classe i -esima di età;
- p_i = popolazione residente nella i -esima classe di età;
- pse_i = popolazione regionale nella i -esima classe di età.

Il tasso standardizzato rappresenta un indicatore costruito in modo “artificiale”, che non corrisponde più esattamente al valore reale, ma che è adatto a confrontare i valori della mortalità e del ricovero tra periodi e realtà territoriali diversi per struttura di età delle popolazioni residenti.

Mortalità

Ciascuna delle tabelle riportata nel seguito è relativa ad una specifica causa di mortalità analizzata su scala comunale (sia per i singoli comuni coinvolti che per l'insieme dei comuni), provinciale e regionale. Per ciascuna patologia sono stati distinti i valori di mortalità per area territoriale di riferimento e sesso.

In primo luogo, in Tabella 2-11, si riportano i dati di mortalità messi a disposizione dal Centro Regionale di documentazione per la promozione della salute (Dors) della Regione Piemonte causati da tumori, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni, dei tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici e dei tumori della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

| | Area | Decessi | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|--|-------------|---------|-------|--------------|--------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Tutti i tumori maligni | Alba | 47 | 39 | 314,50 | 235,30 | 365,70 | 208,40 |
| | Guarene | 5 | 8 | 283,90 | 442,70 | 363,60 | 613,50 |
| | Roddi | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Tot. Comuni | 52 | 47 | 296,90 | 245,20 | 352,10 | 225,80 |
| | Prov. Cuneo | 1.003 | 764 | 346,70 | 257,40 | 422,90 | 243,10 |
| | Piemonte | 7.739 | 6.338 | 369,40 | 286,00 | 427,20 | 256,30 |
| Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici | Alba | 12 | 5 | 80,30 | 30,20 | 94,80 | 27,10 |
| | Guarene | * | * | * | * | 102,90 | 146,50 |
| | Roddi | 0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| | Tot. Comuni | * | * | * | * | 90,80 | 34,80 |
| | Prov. Cuneo | 256 | 98 | 88,50 | 33,00 | 105,90 | 32,20 |
| | Piemonte | 2.141 | 961 | 102,20 | 43,40 | 116,50 | 39,70 |
| Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni | Alba | 12 | 5 | 80,30 | 30,20 | 94,80 | 27,10 |
| | Guarene | 0 | * | 0,0 | * | 0,0 | 146,50 |
| | Roddi | 0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| | Tot. Comuni | 12 | * | 68,50 | * | 83,00 | 34,80 |
| | Prov. Cuneo | 235 | 88 | 81,20 | 29,60 | 97,50 | 28,80 |
| | Piemonte | 1.914 | 838 | 91,40 | 37,80 | 103,90 | 34,70 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-11 Decessi avvenuti causa tumori (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di morte Istat – anno 2019)

Dall'analisi dei tassi standardizzati relativi ai decessi per patologie tumorali, in linea generale è possibile affermare che, considerando la totalità dei Comuni interessati, gli indicatori di livello comunale si mantengono su livelli tendenzialmente inferiori rispetto a quelli provinciali e regionali.

Per quanto riguarda i decessi legati alle patologie del sistema cardiovascolare si fa riferimento alle malattie del sistema circolatorio, alle malattie ischemiche del cuore ed ai disturbi circolatori dell'encefalo, i cui valori di mortalità sono riportati rispettivamente in Tabella 2-12, in Tabella 2-13 e in Tabella 2-14.

| | Area | Decessi | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|--|-------------|---------|--------|--------------|--------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Malattie del sistema circolatorio | Alba | 44 | 66 | 294,40 | 398,30 | 359,20 | 307,50 |
| | Guarene | * | * | * | * | 724,70 | 605,50 |
| | Roddi | * | * | * | * | 169,00 | 439,40 |
| | Tot. Comuni | 54 | 76 | 308,30 | 396,50 | 386,60 | 324,20 |
| | Prov. Cuneo | 1.136 | 1.387 | 392,70 | 467,30 | 531,80 | 397,50 |
| | Piemonte | 7.858 | 10.141 | 375,10 | 457,60 | 476,30 | 369,40 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-12 Decessi avvenuti per malattie del sistema circolatorio (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di morte Istat – anno 2019)

| | Area | Decessi | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|--------------------------------------|-------------|---------|-------|--------------|-------|----------------------|-------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Malattie ischemiche del cuore | Alba | 12 | * | 80,30 | * | 98,20 | 57,70 |
| | Guarene | 3 | * | 170,40 | * | 225,90 | 52,90 |
| | Roddi | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Tot. Comuni | 15 | 14 | 85,60 | 73,00 | 106,80 | 57,50 |
| | Prov. Cuneo | 309 | 246 | 106,80 | 82,90 | 140,30 | 71,50 |
| | Piemonte | 2.450 | 1.965 | 116,90 | 88,70 | 143,90 | 72,60 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-13 Decessi avvenuti per malattie ischemiche del cuore (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di morte Istat – anno 2019)

| | Area | Decessi | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|----------------------------------|-------------|---------|-------|--------------|--------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Malattie cerebrovascolari | Alba | 13 | 23 | 87,00 | 138,80 | 104,80 | 112,30 |
| | Guarene | 3 | * | 170,40 | * | 249,40 | 179,60 |
| | Roddi | 0 | * | 0,0 | * | 0,0 | 439,40 |
| | Tot. Comuni | 16 | * | 91,40 | * | 113,60 | 118,90 |
| | Prov. Cuneo | 303 | 423 | 104,70 | 142,50 | 144,10 | 121,70 |
| | Piemonte | 2.056 | 3.180 | 98,10 | 143,50 | 126,90 | 115,70 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-14 Decessi avvenuti per malattie cerebrovascolari (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di morte Istat – anno 2019)

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 ed alle malattie cerebrovascolari, poiché queste ultime

rappresentano una quota parte delle prime. In linea generale, considerando i tassi standardizzati dell'insieme dei tre Comuni, è possibile affermare come questi siano tendenzialmente inferiori rispetto al contesto provinciale e regionale.

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 rispettivamente nella Tabella 2-15 e nella Tabella 2-16.

| | Area | Decessi | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|---------------------------------------|-------------|---------|-------|--------------|--------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Malattie apparato respiratorio | Alba | 20 | 20 | 133,80 | 120,70 | 157,70 | 89,40 |
| | Guarene | * | 0 | * | 0 | 205,90 | 0,0 |
| | Roddi | 0 | * | 0 | * | 0,0 | 376,70 |
| | Tot. Comuni | * | * | * | * | 153,90 | 91,60 |
| | Prov. Cuneo | 343 | 325 | 118,60 | 109,50 | 163,70 | 93,40 |
| | Piemonte | 2.434 | 2.242 | 116,20 | 101,20 | 150,30 | 82,20 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-15 Decessi avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di morte Istat – anno 2019)

| | Area | Decessi | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|-------------|-------------|---------|-------|--------------|-------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| BPCO | Alba | 8 | 9 | 53,50 | 54,30 | 61,90 | 39,40 |
| | Guarene | * | 0 | * | 0 | 205,90 | 0,0 |
| | Roddi | 0 | * | 0 | * | 0,0 | 175,90 |
| | Tot. Comuni | * | * | * | * | 69,60 | 40,30 |
| | Prov. Cuneo | 149 | 110 | 51,50 | 37,10 | 71,10 | 31,70 |
| | Piemonte | 1.017 | 729 | 48,50 | 32,90 | 62,50 | 27,00 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-16 Decessi avvenuti per malattie BPCO (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di morte Istat – anno 2019)

Per quanto concerne le malattie a carico dell'apparato respiratorio si può constatare che:

- Dalla Tabella 2-15, considerando i tassi standardizzati, è possibile rilevare come l'indicatore associato all'insieme dei tre Comuni sia inferiore rispetto a quello provinciale ma superiore rispetto a quello piemontese. Inoltre, anche per i singoli Comuni, si evidenziano degli eccessi dei tassi standardizzati rispetto ai valori regionali che, per la popolazione maschile, risultano più marcati in corrispondenza del Comune di Guarene, mentre per quella femminile nel Comune di Roddi;
- Per le malattie polmonari croniche ostruttive (cfr. Tabella 2-16), si delinea un quadro in cui, per la popolazione maschile, emerge la superiorità del dato standardizzato provinciale rispetto a quello della totalità dei Comuni ed a quello regionale. Per la popolazione femminile si evidenzia, invece, come gli indicatori associati al contesto comunale (sia per i singoli comuni che per l'insieme dei tre comuni) risultano superiori nei confronti dell'ambito cuneese e piemontese.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso e degli organi di senso si possono osservare le tabelle seguenti, in cui sono riportati i valori di mortalità relativi all'anno 2019 avvenuti a causa di malattie del sistema nervoso o a causa di disturbi psichici gravi.

| | Area | Decessi | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|-------------------------------------|-------------|---------|-------|--------------|-------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Malattie del sistema nervoso | Alba | 9 | 11 | 60,20 | 66,40 | 69,60 | 51,20 |
| | Guarene | 0 | * | 0,0 | * | 0,0 | 79,70 |
| | Roddi | 0 | * | 0,0 | * | 0,0 | 219,70 |
| | Tot. Comuni | 9 | * | 51,40 | * | 60,50 | 56,40 |
| | Prov. Cuneo | 167 | 175 | 57,70 | 59,00 | 71,90 | 52,70 |
| | Piemonte | 1.168 | 1.134 | 55,80 | 60,20 | 67,80 | 51,10 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-17 Decessi avvenuti per malattie del sistema nervoso (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di morte Istat – anno 2019)

| | Area | Decessi | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|--------------------------|-------------|---------|-------|--------------|-------|----------------------|-------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Disturbi psichici | Alba | 8 | 9 | 53,50 | 54,30 | 65,20 | 38,70 |
| | Guarene | 0 | * | 0,0 | * | 0,0 | 89,80 |
| | Roddi | 0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| | Tot. Comuni | 8 | * | 45,70 | * | 57,70 | 39,90 |
| | Prov. Cuneo | 132 | 259 | 45,60 | 87,30 | 63,70 | 73,30 |
| | Piemonte | 803 | 1.604 | 38,30 | 72,40 | 50,80 | 57,90 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-18 Decessi avvenuti per disturbi psichici (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di morte Istat – anno 2019)

Dall'analisi della Tabella 2-17 si può constatare come, per la totalità delle malattie del sistema nervoso, la popolazione maschile vede la superiorità del dato standardizzato provinciale, diversamente da quanto accade per quella femminile, per la quale tendono a prevalere gli indicatori standardizzati di livello comunale rispetto a quelli cuneesi e piemontesi.

Relativamente ai disturbi psichici (cfr. Tabella 2-18) si può affermare, in linea generale, come gli indicatori standardizzati provinciali tendono a mantenersi su livelli superiori a quelli degli altri contesti territoriali analizzati, ad eccezione dell'eccesso riscontrato nella popolazione femminile del Comune di Guarene, il cui valore si rivela superiore anche a quello cuneese.

Morbosità

In questo paragrafo sono riportati in forma tabellare i valori di tre indicatori specifici rappresentati dal numero di ricoveri, dal tasso grezzo di ricovero e dal tasso di ricovero standardizzato.

Ogni tabella, come è stato effettuato per la mortalità, è relativa ad una specifica causa di ricovero in cui i valori per area territoriale di riferimento (contesto comunale, provinciale e regionale) sono distinti per sesso.

In primo luogo, in Tabella 2-19, si riportano i dati di ricovero dei malati di tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni, dei tumori maligni dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

| | Area | Ricoveri | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|--|-------------|----------|--------|--------------|--------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Tutti i tumori maligni | Alba | 151 | 119 | 1.013,20 | 728,00 | 1.139,10 | 694,00 |
| | Guarene | 5 | 7 | 285,10 | 397,30 | 368,20 | 443,00 |
| | Roddi | 6 | 4 | 754,70 | 503,10 | 886,10 | 601,90 |
| | Tot. Comuni | 162 | 130 | 928,20 | 687,70 | 1.054,20 | 665,50 |
| | Prov. Cuneo | 2.581 | 1.935 | 896,00 | 658,70 | 1.008,80 | 660,90 |
| | Piemonte | 20.248 | 16.005 | 973,70 | 729,00 | 1.056,30 | 694,70 |
| Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici | Alba | 19 | 9 | 127,50 | 55,10 | 150,00 | 49,40 |
| | Guarene | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Roddi | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Tot. Comuni | 19 | 9 | 108,90 | 47,60 | 130,40 | 43,70 |
| | Prov. Cuneo | 341 | 137 | 118,40 | 46,60 | 132,60 | 46,10 |
| | Piemonte | 2.500 | 1.175 | 120,20 | 53,50 | 128,60 | 50,60 |
| Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni | Alba | 15 | 7 | 100,60 | 42,80 | 120,10 | 36,60 |
| | Guarene | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Roddi | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Tot. Comuni | 15 | 7 | 85,90 | 37,00 | 104,90 | 32,70 |
| | Prov. Cuneo | 199 | 103 | 69,10 | 35,10 | 79,20 | 34,80 |
| | Piemonte | 1.527 | 843 | 73,40 | 38,40 | 79,30 | 36,40 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-19 Ricoveri avvenuti causa tumori (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di dimissione ospedaliera – anno 2020)

I tassi standardizzati di ricovero che emergono dalla Tabella 2-19 evidenziano in linea generale come gli indicatori associati al Comune di Alba risultino tendenzialmente superiori rispetto a quelli degli altri livelli territoriali esaminati, sia per la popolazione maschile che femminile.

Analogamente a quanto esplicitato per i tumori, in Tabella 2-20, in Tabella 2-21 e in Tabella 2-22 si riportano i valori di morbosità relativi alle patologie del sistema circolatorio, di cui fanno parte le malattie del sistema circolatorio, le malattie ischemiche e le malattie cerebrovascolari.

| | Area | Ricoveri | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|--|-------------|----------|--------|--------------|----------|----------------------|----------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Malattie del sistema circolatorio | Alba | 261 | 183 | 1.751,20 | 1.119,50 | 1.954,50 | 1.018,30 |
| | Guarene | 18 | 12 | 1.026,20 | 681,00 | 1.122,20 | 784,40 |
| | Roddi | 11 | 6 | 1.383,60 | 754,70 | 2.028,90 | 884,50 |
| | Tot. Comuni | 290 | 201 | 1.661,60 | 1063,30 | 1.871,80 | 993,40 |
| | Prov. Cuneo | 5.086 | 3.345 | 1.765,70 | 1138,70 | 2.016,20 | 1.102,80 |
| | Piemonte | 38.428 | 25.324 | 1.848,00 | 1.153,40 | 2.020,80 | 1.052,30 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-20 Ricoveri avvenuti per malattie del sistema circolatorio (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di dimissione ospedaliera – anno 2020)

| | Area | Ricoveri | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------|--------------|--------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Malattie ischemiche del cuore | Alba | 68 | 30 | 456,30 | 183,50 | 506,70 | 169,20 |
| | Guarene | 4 | 0 | 228,10 | 0 | 217,20 | 0,0 |
| | Roddi | * | * | * | * | 417,50 | 218,00 |
| | Tot. Comuni | * | * | * | * | 472,80 | 155,20 |
| | Prov. Cuneo | 1.305 | 489 | 453,10 | 166,50 | 501,30 | 163,20 |
| | Piemonte | 11.523 | 4.614 | 554,10 | 210,20 | 589,80 | 194,90 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-21 Ricoveri avvenuti per malattie ischemiche del cuore (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di dimissione ospedaliera – anno 2020)

| | Area | Ricoveri | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|----------------------------------|-------------|----------|-------|--------------|--------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Malattie cerebrovascolari | Alba | 65 | 51 | 436,10 | 312,00 | 500,80 | 275,20 |
| | Guarene | * | 3 | * | 170,30 | 114,80 | 174,80 |
| | Roddi | 5 | * | 628,90 | * | 988,80 | 160,90 |
| | Tot. Comuni | * | * | * | * | 481,00 | 266,10 |
| | Prov. Cuneo | 1.027 | 812 | 356,50 | 276,40 | 427,70 | 265,60 |
| | Piemonte | 7.606 | 6.617 | 365,80 | 301,40 | 412,80 | 269,90 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-22 Ricoveri avvenuti per malattie cerebrovascolari (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di dimissione ospedaliera – anno 2020)

L'analisi dei tassi standardizzati di ricovero per la totalità delle patologie del sistema circolatorio può essere sintetizzata evidenziando che gli indicatori dei diversi contesti territoriali sono pressoché in linea tra loro, in un quadro in cui i dati comunali sono tendenzialmente inferiori a quelli provinciali e regionali (cfr. Tabella 2-20). Fanno eccezione il tasso standardizzato per le malattie ischemiche del cuore associato alla popolazione femminile e gli indicatori standardizzati (sia maschili che femminili) associati alle malattie cerebrovascolari.

Per le malattie ischemiche del cuore, infatti, i tassi femminili associati al Comune di Roddi tendono a prevalere su quelli provinciali e regionali, così come, per le malattie cerebrovascolari, si evidenzia la superiorità, rispetto al dato cuneese e piemontese, dei tassi maschili del Comune di Roddi e di quelli femminili del Comune di Alba. I valori di morbosità corrispondenti a patologie dell'apparato respiratorio sono riportati in Tabella 2-23 e in Tabella 2-24.

| | Area | Ricoveri | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|---------------------------------------|-------------|----------|-------|--------------|--------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Malattie apparato respiratorio | Alba | 187 | 133 | 1.254,70 | 813,70 | 1.366,10 | 747,70 |
| | Guarene | 15 | 14 | 855,20 | 794,60 | 958,70 | 934,00 |
| | Roddi | 14 | 3 | 1.761,00 | 377,40 | 2.171,00 | 485,30 |
| | Tot. Comuni | 216 | 150 | 1.237,60 | 793,50 | 1.362,70 | 745,10 |
| | Prov. Cuneo | 3.855 | 2.653 | 1.338,30 | 903,10 | 1.549,00 | 861,60 |

| | | | | | | | |
|--|----------|--------|--------|----------|----------|----------|--------|
| | Piemonte | 32.260 | 23.673 | 1.551,40 | 1.078,20 | 1.727,80 | 980,80 |
|--|----------|--------|--------|----------|----------|----------|--------|

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-23 Ricoveri avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di dimissione ospedaliera – anno 2020)

| | Area | Ricoveri | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|-------------|-------------|----------|-------|--------------|-------|----------------------|-------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| BPCO | Alba | * | * | * | * | 15,10 | 7,10 |
| | Guarene | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| | Roddi | * | 0 | * | 0 | 263,70 | 0,0 |
| | Tot. Comuni | 3 | * | 17,20 | * | 19,70 | 5,90 |
| | Prov. Cuneo | 106 | 55 | 36,80 | 18,70 | 43,70 | 18,60 |
| | Piemonte | 492 | 344 | 23,70 | 15,70 | 27,10 | 14,30 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a -

Tabella 2-24 Ricoveri avvenuti per malattie BPCO (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di dimissione ospedaliera – anno 2020)

Dall'analisi dei ricoveri a carico del sistema respiratorio, in linea generale si può rilevare come, prendendo a riferimento il tasso standardizzato associato all'insieme dei tre Comuni, tale indicatore risulti essere inferiore rispetto al contesto provinciale e regionale, in un quadro generale in cui il dato piemontese risulta essere tendenzialmente il più alto, ad eccezione delle malattie polmonari croniche ostruttive, per le quali l'indicatore cuneese tende a prevalere.

Concludono il quadro della morbosità i ricoveri causati dalle malattie del sistema nervoso e dei disturbi psichici, mostrati rispettivamente in Tabella 2-25 e in Tabella 2-26.

| | Area | Ricoveri | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|-------------------------------------|-------------|----------|--------|--------------|--------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Malattie del sistema nervoso | Alba | 61 | 103 | 409,30 | 630,10 | 439,50 | 631,10 |
| | Guarene | 7 | 5 | 399,10 | 283,80 | 401,10 | 251,80 |
| | Roddi | * | * | * | * | 137,00 | 285,80 |
| | Tot. Comuni | * | * | * | * | 425,10 | 584,70 |
| | Prov. Cuneo | 1.628 | 1.512 | 565,20 | 514,70 | 599,10 | 518,10 |
| | Piemonte | 10.589 | 10.737 | 509,20 | 489,00 | 529,60 | 474,90 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a

Tabella 2-25 Ricoveri avvenuti per malattie del sistema nervoso (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di dimissione ospedaliera – anno 2020)

| | Area | Ricoveri | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|--------------------------|---------|----------|-------|--------------|--------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Disturbi psichici | Alba | 38 | 40 | 255 | 244,70 | 259,90 | 249,40 |
| | Guarene | * | 0 | * | 0 | 47,40 | 0,0 |
| | Roddi | 6 | * | 754,70 | * | 675,40 | 265,30 |

| | Area | Ricoveri | | Tasso grezzo | | Tasso standardizzato | |
|--|-------------|----------|-------|--------------|--------|----------------------|--------|
| | | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| | Tot. Comuni | * | * | * | * | 260,50 | 223,10 |
| | Prov. Cuneo | 984 | 951 | 341,60 | 323,70 | 340,90 | 327,90 |
| | Piemonte | 6.450 | 7.122 | 310,20 | 324,40 | 309,40 | 325,80 |

*Dato fornito oscurato ai sensi dell'Art. 20 Comma 4 del D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101 – 19 dicembre 2018, art. 4, Comma 1a.

Tabella 2-26 Ricoveri avvenuti per disturbi psichici (fonte: elaborazione del Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors) della Regione Piemonte su schede di dimissione ospedaliera – anno 2020)

Gli indicatori standardizzati della Tabella 2-25 e della Tabella 2-26 mostrano come, i dati comunali maschili per la totalità delle malattie nervose e quelli femminili per i disturbi psichici, risultano essere tendenzialmente inferiori rispetto all'ambito provinciale e regionale.

Diversamente, i tassi standardizzati femminili per le malattie nervose e quelli maschili per i disturbi psichici mettono in luce un quadro in cui si evidenzia una certa superiorità, rispettivamente del dato associato al Comune di Alba ed a quello di Roddi, in confronto agli altri contesti territoriali.

Conclusioni

I dati Istat esaminati hanno consentito di avere un quadro del contesto demografico, evidenziando che tra i diversi gruppi di riferimento analizzati (livello 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 classe di età più popolosa risulta essere quella tra i 45-54 anni di età.

Lo studio del contesto epidemiologico, analizzato dal punto di vista della mortalità e della morbosità, è stato effettuato sulla base dei dati più recenti (anno 2019 per la mortalità e anno 2020 per la morbosità) messi a disposizione dal Servizio di Epidemiologia della Regione Piemonte, in particolare dal Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute (Dors), tramite il quale è stato possibile confrontare lo stato di salute relativo all'ambito comunale (sia per i singoli comuni coinvolti che per l'insieme dei tre comuni), provinciale e regionale. Ne è emerso che le cause di decesso maggiormente incidenti risultano essere le malattie del sistema circolatorio, seguite dai tumori maligni e dalle malattie ischemiche del cuore.

Per quanto concerne le cause di ospedalizzazione, quelle che influiscono di più sono le malattie del sistema circolatorio seguite dalle malattie dell'apparato respiratorio e dai tumori maligni.

Dai confronti effettuati è possibile affermare che, allo stato attuale, tra i diversi contesti territoriali esaminati non esistono sostanziali differenze tra i valori di mortalità e di ricoveri relativi alle patologie potenzialmente collegate alle attività pertinenti con l'opera oggetto di studio.

2.1.5. Fattori di pressione

Al fine di fornire un quadro conoscitivo completo, il presente paragrafo è dedicato alla verifica dell'eventuale presenza di fattori di pressione nell'ambito di studio in esame, ed in particolare di:

- stabilimenti a rischio di incidente rilevante,
- siti di interesse nazionale e regionale;
- siti contaminati,
- discariche.

Dalle analisi effettuate nell'intorno dei Comuni interessati dall'infrastruttura emerge:

- la totale assenza di stabilimenti a rischio di incidente rilevante;
- la totale assenza di siti di interesse nazionale e regionale;

- la presenza di n. 3 siti contaminati;
- la presenza di n. 10 discariche.

Nella tabella seguente si riportano le informazioni principali relativi agli stabilimenti censiti suddivisi per categoria.

| Sito contaminato 1 | |
|---------------------------------------|---|
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Alba |
| CODICE REGIONALE | 01 - 00450 |
| CODICE PROVINCIALE | CN-00029 |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 300 m |
| ORIGINE DELLA CONTAMINAZIONE | Eventi accidentali |
| MATRICE CONTAMINATA | Suolo |
| TIPOLOGIA DI INTERVENTO | Bonifica e ripristino ambientale |
| STATO DELL'INTERVENTO DI BONIFICA | Concluso |
| Sito contaminato 2 | |
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Alba |
| CODICE REGIONALE | 01 - 01521 |
| CODICE PROVINCIALE | CN-00053 |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | 1,2 chilometri |
| ORIGINE DELLA CONTAMINAZIONE | Presenza di sostanze inquinanti dovuta a cattiva gestione di impianti o strutture |
| MATRICE CONTAMINATA | Acque sotterranee e sottosuolo |
| TIPOLOGIA DI INTERVENTO | Bonifica e ripristino ambientale |
| STATO DELL'INTERVENTO DI BONIFICA | Concluso |
| Sito contaminato 3 | |
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Alba |
| CODICE REGIONALE | 01 - 01985 |
| CODICE PROVINCIALE | CN-00084 |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 2 Kilometri |
| ORIGINE DELLA CONTAMINAZIONE | Presenza di sostanze inquinanti dovuta a cattiva gestione di impianti o strutture |
| MATRICE CONTAMINATA | Acque sotterranee |
| TIPOLOGIA DI INTERVENTO | Bonifica e ripristino ambientale |
| STATO DELL'INTERVENTO DI BONIFICA | Attivo |
| Discarica 1 | |
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Alba |
| RAGIONE SOCIALE | AUTODEMOLIZIONI RUBBA |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 400 m |

| Discarica 2 | |
|---------------------------------------|---|
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Alba |
| RAGIONE SOCIALE | TECNOEDIL LAVORI SRL |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 700 m |
| Discarica 3 | |
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Alba |
| RAGIONE SOCIALE | STROPPIANA SPA |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 1,4 chilometri |
| Discarica 4 | |
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Alba |
| RAGIONE SOCIALE | INSIEME SOCIETA' COOPERATIVA SOCIALE |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 2,3 chilometri |
| Discarica 5 | |
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Alba |
| RAGIONE SOCIALE | CORINO SNC DI CORINO EMANUELE E CRISTIANO |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 500 metri |
| Discarica 6 | |
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Alba |
| RAGIONE SOCIALE | S.A.E.G.A. S.P.A. |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 600 metri |
| Discarica 7 | |
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Alba |
| RAGIONE SOCIALE | INTERFORM ALBA SNC DI NAVAZIO MICHELE & C |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 430 metri |
| Discarica 8 | |
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Guarene |
| RAGIONE SOCIALE | Benassi Srl |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 3 chilometri |
| Discarica 9 | |
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Roddi |
| RAGIONE SOCIALE | Battaglino Giuseppe Srl |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 4,2 chilometri |

| Discarica 10 | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| PROVINCIA | Cuneo |
| COMUNE | Roddi |
| RAGIONE SOCIALE | B.G.C. di Borsa Giovanni Carlo |
| DISTANZA MINIMA DALL'AREA DI PROGETTO | Circa 1,4 chilometri |

*Tabella 2-27 Censimento siti contaminati e discariche nell'intorno dei Comuni interessati dall'infrastruttura in esame – fonte:
ASCO Regione Piemonte e ISPRA Catasto Rifiuti Sezione nazionale*

Alla luce delle informazioni ottenute a valle del censimento risulta che i siti e gli impianti riportati, in virtù delle distanze dall'area di progetto, risultano essere fattori di pressione marginali per l'opera in progetto.

2.2. B – BIODIVERSITÀ

2.2.1. Inquadramento climatico e biogeografico

Al fine di consentire una lettura esaustiva del territorio, finalizzata ad integrare aspetti naturali del paesaggio con le caratteristiche morfologiche e territoriali, è stata elaborata una classificazione basata sulla categoria di ecoregione. Le ecoregioni (o regioni ecologiche) sono definite come “porzioni più o meno ampie di territorio ecologicamente omogenee, nelle quali specie e comunità naturali interagiscono in modo discreto con i caratteri fisici dell’ambiente”. Esse costituiscono il riferimento per la pianificazione paesaggistica e territoriale a diverse scale. La classificazione delle ecoregioni in Italia è articolata in quattro livelli gerarchici a crescente grado di omogeneità (divisioni, province, sezioni e sottosezioni) ed è basata sulla distinzione di ambiti omogenei per aspetti fisici (come quelli climatici, litologici, idrografici o morfologici) e biologici (come quelli di vegetazione).

L’area interessata dalla realizzazione del progetto, prendendo in considerazione la carta delle ecoregioni d’Italia (redatta nel 2018 da Carlo Blasi *et al.*), ricade all’interno della “sottosezione occidentale del bacino del Po 1B1c” (Figura 2-9), caratterizzata da un clima temperato semi-continentale e sub-continentale nel settore orientale. Si registrano precipitazioni medie annue comprese tra 603 e 934 mm, temperature medie annue tra 11° e 13°C, con una minima tra -3,0° e -0,3°C ed una massima tra 24,6° e 29,5°C. La superficie di tale sottosezione è destinata per il 76% alla matrice agricola, di cui il 36% a terre arabili, il 30% ad aree eterogenee e l’8% a viticoltura; le aree naturali e seminaturali coprono il 17%, di cui il 15% sono superfici boscate; aree artificiali per il 7%. Inoltre, le serie vegetazionali prevalenti sono la serie neutro-acidofila della bassa Pianura Padana occidentale a *Quercus robur* e *Carpinus betulus* (39%); la serie acidofila delle colline piemontesi a *Quercus petraea* e *Quercus pubescens* (23%).

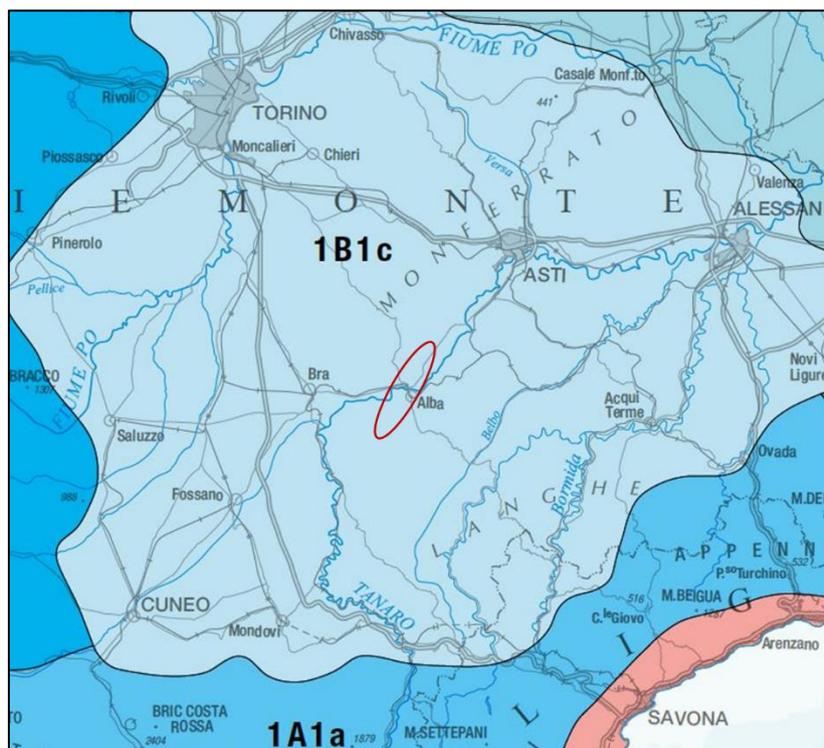


Figura 2-9 Stralcio della carta delle Ecoregioni d’Italia, con riferimento all’area di progetto in rosso (Fonte: Ecoregioni d’Italia, Blasi *et al.* 2018).

2.2.2. Inquadramento vegetazionale e floristico

La Provincia di Cuneo, in particolare a livello delle Alpi Marittime e Liguri, che rappresentano l'estremo lembo sud-occidentale della catena alpina, ha costituito un luogo di incontro di raggruppamenti vegetali di affinità mediterraneo-occidentale, orientale, appenninica e medioeuropea. Essi ospitano quindi sia raggruppamenti identici a quelli propri delle grandi vallate alpine e delle altre montagne medioeuropee, sia associazioni vegetali affini a quelle che ricoprono i massicci del bacino mediterraneo settentrionale: Spagna, Provenza, Corsica, Appennini e Balcani. Queste affinità biogeografiche sono dovute al fatto che queste montagne occuparono la stessa posizione periferica rispetto alle glaciazioni quaternarie, da cui furono poco interessate per cui esercitarono la stessa comune funzione di luoghi di accantonamento e di conservazione di endemismi paleogenici e neogenici ad areale più o meno circoscritto. Inoltre, la presenza di un notevole contingente di specie comuni, dimostra un antico collegamento tra queste regioni. Un'altra caratteristica è quella che mentre la vegetazione di tipo medioeuropeo si spostava da nord a sud, la vegetazione mediterranea si espandeva entro le vallate che incidono il versante meridionale delle Alpi Marittime e Liguri. Come conseguenza questa catena montagnosa oltre che conservare l'indiscutibile impronta di una vegetazione di origine antica, risalente al sollevamento della catena alpina all'inizio dell'era cenozoica, o qui giunta in seguito ad antichissime migrazioni, e, quindi svolgere le funzioni quasi di un prezioso museo vegetale, porta anche il timbro di una vegetazione che è sia mediterranea che medioeuropea-alpina, presentando un'estrema compressione dei piani vegetativi e una profonda interpenetrazione tra questi tipi di vegetazione. All'origine poi, delle frequenti brusche variazioni della vegetazione del territorio montano della provincia, sta la posizione e la conformazione stessa della catena, con cime molto elevate che sorgono anche a meno di 30 km dal Mediterraneo, e la brutalità dei rilievi stessi che danno luogo ad un'infinita varietà di microclimi e di ambienti diversi. Risulta importante sottolineare quanto la vegetazione della provincia sia ormai estremamente degradata o rimaneggiata dall'uomo. È ormai difficile trovare superfici boschive poco modificate. Tali fattori, secondo la loro importanza permetteranno pure a conclusione dello studio della vegetazione di suddividere la Provincia in settori in cui la vegetazione ha una sua organizzazione, su cui, l'azione dell'uomo, in particolarmente l'attività agricola, viene esercitata in modi differenti.

Dall'osservazione della Carta delle Serie di Vegetazione d'Italia (Blasi, 2010) è possibile sviluppare un inquadramento delle serie e tipologie vegetazionali presenti nell'area vasta. In particolare, si cita la presenza di:

- Serie piemontese occidentale neutro acidofila dei querceti misti a rovere e carpino bianco. Si tratta di praterie semi-aride dominate da *Brachypodium pinnatum* e *Bromus erectus*, che si sviluppano su suoli profondi e calcarei nelle aree calde ed aride dell'Europa centro-meridionale. Tradizionalmente queste praterie venivano pascolate in modo estensivo o sfalciate. Per lo si tratta di vegetazione secondaria di sostituzione in aree una volta occupate da foreste di querce o orno-ostrieti. In generale, tali cenosi possono evolvere, dapprima, verso formazioni arbustive meso-xerofile dei *Rhamno-Prunetea* e, successivamente, verso formazioni forestali più complesse rappresentate perlopiù da querceti termofili a roverella (*Quercus pubescens*) e/o cerro (*Quercus cerris*), ostrieti termofili, castagneti termofili, ascrivibili ai *Quercetalia pubescenti-petraeae*, e talvolta anche a formazioni più mesofile dell'*Erythronio-Carpinion* e del *Carpinion betuli*;
- Serie padana occidentale acidofila dei querceti di rovere (*Physospermo cornubiensis- Quercus petraeae sigmetum*) a mosaico con la serie dei quercu-carpinetti dell'alta pianura (*Carpinion betuli*). Comunità mesofile che si sviluppano nelle aree basale e collinare dell'Europa centro occidentale; si tratta di foreste planiziali molto ricche di specie, molto spesso ridotte a piccoli lembi residuali, che hanno fatto posto alle colture o agli insediamenti antropici. Nell'alleanza *Carpinion betuli* ricadono i querceti e le foreste di carpino bianco, in genere dominati da *Quercus robur* o *Quercus petraea* e *Carpinus betulus*, e le cerrete con elementi dei *Fagetalia*;

- Serie prealpina orientale neutro acidofila della rovere e del carpino bianco (*Erythronio-Carpinion betuli*). Comunità forestali mesofile, balcaniche, con penetrazioni in Italia, dove si rinviene nella parte centro-orientale e meridionale di Alpi e pre-Alpi e, relittuale, nella Pianura Padana. L'alleanza *Erythronio-Carpinion* descrive i boschi a *Carpinus betulus*, *Quercus petraea*, *Quercus cerris* e *Fraxinus excelsior* che si sviluppano in situazioni più o meno pianeggianti, o in posizione di sella, o nel fondo di piccole depressioni, su suolo profondo ricco in humus;
- Serie alpina occidentale indifferente edafica della roverella (*Quercion pubescenti-petraeae*) in Piemonte e Valle d'Aosta. Querceti caducifogli termofili dei piani bioclimatici a termotipo da meso-temperato inferiore a supra-temperato inferiore, influenzati da condizioni bioclimatiche sub-continentali, con forti escursioni termiche; si insediano, soprattutto lungo i versanti soleggiati, su substrati prevalentemente carbonatici (calcarei compatti, calcari marnosi o calcareniti) o meno frequentemente silicei, che danno luogo a suoli con scarsa disponibilità idrica o, più raramente, a terre brune calcaree. Si tratta di boschi generalmente di ridotta estensione, a causa della frammentarietà dell'habitat e/o del forte disturbo, che non riescono pertanto a raggiungere una struttura forestale complessa. A volte si presentano in forme di boscaglie primitive con ingressione di specie dai mantelli e prati limitrofi oppure in forma di popolamenti molto ridotti e frammentati alle comunità di contatto, come betuleti e pinete a *Pinus sylvestris*;
- Geosigmeto planiziale occidentale igrofilo della vegetazione perialveale (*Salicion eleagnodaphnoidis*, *Salicion albae*, *Polygonato multiflori-Quercetum roboris*). L'alleanza include praterie xerofile e acidofile che si sviluppano su suoli rocciosi, poco profondi derivati da rocce granitiche, gneiss ed altri litotipi silicei. In generale queste praterie si rinvergono principalmente in settori aridi, dal momento che nelle aree più umide (di solito ad altitudini più elevate) le specie xerofile prative tendono ad evitare terreni acidi. Possono essere considerate come comunità in parte durevoli (su suoli con accentuata rocciosità) e stabilire contatti catenali con formazioni che si sviluppano su suoli rocciosi (per es. su terrazzi fluviali), ma in genere sono soggette alla penetrazione di specie legnose adatte ai suoli poveri, aridi e acidi e quindi all'evoluzione verso formazioni forestali.

Nell'area direttamente interessata dal progetto in esame, gli unici elementi di vegetazione naturale sono osservabili lungo il corso del fiume Tanaro; infatti, la maggior parte delle superfici situate in prossimità di tale progetto risultano destinate a colture agricole, come meglio descritto nel capitolo Uso del suolo.

La vegetazione di tali ambienti fluviali risulta caratterizzata da elementi arborei quali, salici (*Salix* sp.) e pioppi (*Populus* sp.), alternati ad una forte presenza di robinieti, comunità in cui la specie alloctona *Robinia pseudoacacia* risulta dominante.

Quanto detto, riguardo la caratterizzazione vegetazionale dell'area direttamente interessata dal progetto, è riscontrabile dallo stralcio della "Carta della vegetazione reale" (Figura 2-10), redatta, a completamento della presente analisi, utilizzando come riferimenti gli shape file sull'uso del suolo aggiornati al 2021 e sulle aree forestali aggiornata al 2016, e successivamente rielaborate, tramite fotointerpretazione, per un miglior grado di precisione.

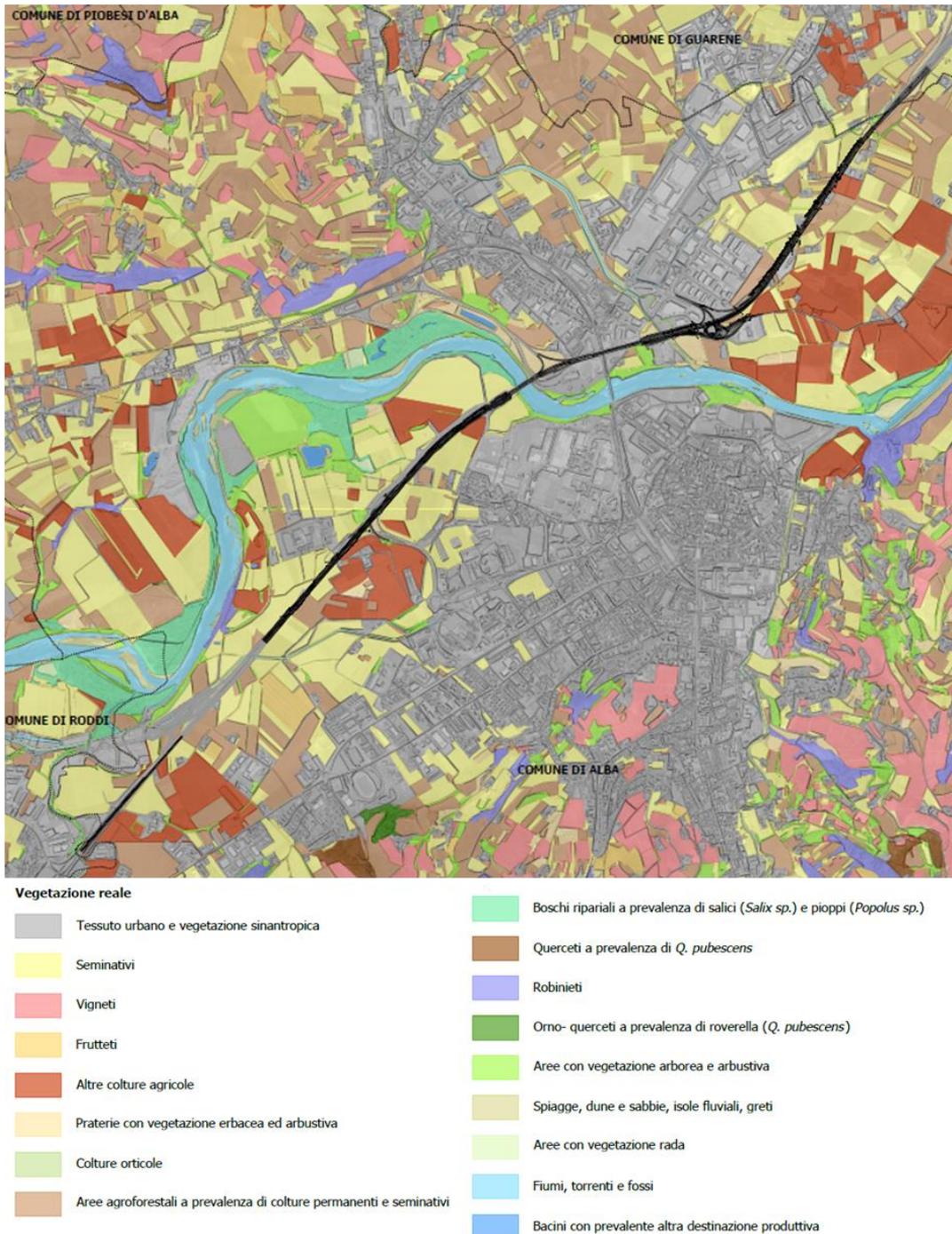


Figura 2-10 Stralcio della carta della vegetazione reale (cod. 09.02.01_P018_D_AMB_CY_001_A)

2.2.3. Inquadramento faunistico

L'area destinata alla realizzazione del progetto in esame, si localizza in un contesto territoriale in cui, nonostante la componente agricola risulta dominante, si osserva anche un'elevata presenza di aree urbanizzate. Sulla base di questo, la componente faunistica, potenzialmente presente in tale area, risulta ad elevata adattabilità e specializzate alla presenza antropica.

Tra le specie di **mammiferi**, si segnala il cinghiale (*Sus scrofa*), la cui alta densità di presenza, dovuta anche a interventi di immissione a scopo venatorio, sta creando notevoli problemi per l'impatto sulle attività colturali, principalmente agricole, la volpe (*Vulpes vulpes*), il riccio (*Erinaceus europaeus*), il tasso (*Meles meles*), nelle zone con più copertura boschiva è possibile osservare la presenza del ghio (*Glis glis*), della faina (*Martes foina*) e dello scoiattolo (*Sciurus vulgaris*), anche se sempre più minacciato dalla presenza dello scoiattolo grigio di origine americana (*Sciurus carolinensis*).

L'avifauna presente è particolarmente ricca di specie in quanto il fiume Tanaro rappresenta un punto fondamentale per la nutrizione, la nidificazione e lo svernamento di molti uccelli che vi trovano un ambiente riparato da forti escursioni termiche e ricco di fauna ittica.

Le specie stanziali sono costituite dagli uccelli che trascorrono l'intero arco dell'anno occupando stabilmente il territorio lungo il corso del fiume. Tra le varie specie si possono citare il tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*), l'airone cenerino (*Ardea cinerea*), il germano reale (*Anas platyrhynchos*), il martin pescatore (*Alcedo atthis*), la ballerina bianca (*Motacilla alba*) e la gallina d'acqua (*Gallinula chloropus*). Tra le specie di uccelli migratori che arrivano in primavera per la nidificazione e trascorrono gran parte della stagione calda si citano la nitticora (*Nycticorax nycticorax*), la sterna comune (*Sterna hirundo*), il gruccione, (*Merops apiaster*), il piro piro piccolo (*Actitis hypoleucos*) e la garzetta (*Egretta garzetta*). Col sopraggiungere dell'autunno è possibile osservare il moriglione (*Aythya ferina*), la moretta (*Aythya fuligula*) e il gabbiano comune (*Chroicocephalus ridibundus*), mentre nelle stagioni intermedie si può osservare la pittima reale (*Limosa limosa*), la pantana (*Tringa nebularia*), la pettegola (*Tringa totanus*) il cormorano (*Phalacrocorax carbo*).

Nei boschi collinari, si possono osservare uccelli come lo sparviere (*Accipiter nisus*) e l'astore (*Accipiter gentilis*), e altri che volteggiano alti nel cielo sfruttando le correnti ascensionali, come il nibbio bruno (*Milvus migrans*) e la poiana (*Buteo buteo*). Tra i rapaci notturni sono piuttosto diffusi l'allocco (*Strix aluco*), la civetta (*Athene noctua*) e un piccolo migratore: l'assiolo (*Otus scops*). Si segnalano anche l'upupa (*Upupa epops*), il succiacapre (*Caprimulgus europaeus*), la beccaccia (*Scolopax rusticola*) e le varie specie di picchio, tra cui il picchio muratore (*Sitta europaea*).

I **rettili** più significativi dell'ambiente fluviale sono le natrici dal collare (*Natrix natrix*), serpenti acquatici del tutto innocui che si cibano d'insetti, piccoli pesci e rane. Fra i serpenti i più frequenti si citano inoltre, il biacco (*Hierophis viridiflavus*) e il colubro liscio (*Coronella austriaca*).

Gli **anfibi** sono legati all'acqua per il loro ciclo riproduttivo, ma nell'ambiente fluviale sono rappresentati da poche specie. Le più comuni specie sono la raganella (*Hyla sp.*), il rospo comune (*Bufo bufo*), il rospo smeraldino (*Bufo viridis*) e la rana verde o comune (*Pelophylax esculentus*).

La famiglia dei **pesci** che prevale lungo il corso del fiume Tanaro è quella dei *Cyprinidae*, che comprende sia specie presenti in acque correnti che specie presenti in acque lente o stagnanti.

Tra i primi, in genere amanti dei fondali ghiaiosi, si citano il barbo europeo (*Barbus barbus*), la lasca (*Protochondrostoma genei*), il vairone (*Telestes muticellus*) e il cavedano (*Squalius cephalus*); mentre tra i secondi, che prediligono fondali melmosi, si citano la carpa comune (*Cyprinus carpio*), la tinca (*Tinca tinca*) e il carassio (*Carassius carassius*).

Infine, oltre ai *Cyprinidae* nel fiume sono presenti altri pesci quali, l'anguilla (*Anguilla anguilla*), il cobite (*Cobitis bilineata*) e il pesce gatto (*Ameiurus melas*).

2.2.4. Struttura e funzionalità degli ecosistemi

L'individuazione delle principali unità ecosistemiche presenti nell'area di indagine è stata ricavata attraverso la fotointerpretazione delle immagini satellitari e mediante l'analisi delle differenti classi di copertura del suolo e della vegetazione dell'area indagata. Ciascuna unità ecosistemica è definita come

una porzione di territorio caratterizzata da omogeneità strutturale e funzionale, con confini non sempre individuabili con precisione in quanto non sempre riconducibili a limiti fisici.

L'area in cui è prevista la realizzazione del progetto risulta caratterizzata principalmente dalle seguenti tipologie di unità ecosistemiche:

- Ecosistema antropico;
- Ecosistema agricolo;
- Ecosistema delle aree aperte;
- Ecosistema forestale;
- Ecosistema fluviale.

L'ecosistema antropico è rappresentato principalmente dagli abitati di Alba e Roddi, ai quali si aggiungono altre strutture, quali ad esempio: insediamenti industriali con spazi annessi, reti stradali e ferroviarie con spazi accessori, aree sportive e insediamenti degli impianti tecnologici. Si tratta di un ecosistema artificiale, ma che in particolari situazioni ecologiche, può dar luogo a diverse tipologie di nicchie e ambienti, attirando alcune specie animali o vegetali, specializzatesi nel viverci. È il caso della vegetazione ruderale, della quale fanno parte specie vegetali specializzate nel colonizzare e vivere lungo muri, nelle fessure e su pavimentazioni stradali. Si tratta comunque di specie a basse esigenze ecologiche e con un'elevata adattabilità.

L'ecosistema agricolo costituisce un ecosistema seminaturale, che si differenzia da quelli naturali, per la propria origine, dovuta all'azione dell'uomo, e di conseguenza anche nelle componenti biotica ed abiotica che lo caratterizzano. Infatti, le specie animali che caratterizzano questo ecosistema sono legate alla vegetazione naturale originaria residua; specie generaliste che si sono adattate a vivere anche negli ambienti modificati dall'uomo; specie specializzate che però in questo ecosistema hanno trovato luoghi idonei ad essi, che presentano vantaggi rispetto a quelli presenti negli ecosistemi naturali, ad esempio l'utilizzo di strutture antropiche per la nidificazione e/o il rifugio. I fattori fisici e chimici che interagiscono con le comunità vegetali e animali a formare l'ecosistema agricolo si differenziano da quelli presenti negli ecosistemi naturali, in quanto vi è anche la presenza dell'uomo, che modifica i normali processi fisico-chimici ad esempio utilizzando i fertilizzanti, innaffiando quando non piove, selezionando le piante più idonee ai propri scopi, ecc. Tale ecosistema risulta prevalentemente costituito da seminativi, frutteti e colture arboree da legno. In tale ecosistema il processo produttivo agricolo altera profondamente l'equilibrio preesistente, privilegiando una coltura a scapito della vegetazione spontanea. Dal punto di vista ecologico le zone coltivate 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; inoltre, causa di questa riduzione degli elementi naturali, viene alterato anche il contingente faunistico ospitato dall'ecosistema agricolo.

L'ecosistema delle aree aperte, nel territorio in esame, è costituito dalle aree a vegetazione erbacea, che sono di diversa tipologia in base alle specie vegetali che le caratterizzano. In tale ecosistema sono presenti principalmente specie animali di dimensioni ridotte e può essere utilizzato dai rapaci a scopo trofico. Alcune delle aree a vegetazione erbacea sono caratterizzate dalla presenza di arbusti e/o colture arboree, che forniscono potenziali siti di rifugio e/o di nidificazione per la fauna; questo arricchisce, in numero di specie, la potenziale comunità faunistica caratteristica di tale tipologia di ecosistema.

L'ecosistema forestale è rappresentato dalle coperture boschive, che fungono da habitat per molte specie animale, alcune di interesse conservazionistico. L'ecosistema forestale, infatti, ha una struttura che si presenta più complessa rispetto a quella degli altri ecosistemi e quindi tali ambienti possono ospitare un maggior numero di specie animali. In tale ecosistema sono stati anche inclusi, data la loro estensione, le aree caratterizzate da vegetazione arborea ed arbustiva in evoluzione.

Infine, una parte della superficie territoriale in esame risulta costituita dall'ecosistema fluviale, rappresentato dal Fiume Tanaro e dalla relativa vegetazione ripariale. Gli ecosistemi fluviali sono ecosistemi complessi, ad esempio in termini di diversità delle comunità presenti nell'ambiente acquatico,

determinate, in primo luogo, dalla diversità delle forme fluviali, dal water force e dall'andamento temporale delle portate. Inoltre, sono da considerarsi come ecosistemi "aperti", in quanto il mantenimento degli equilibri biologici al loro interno, è dovuto principalmente agli scambi, di materia ed energia, che essi hanno con l'ambiente circostante. Tale ecosistema è costituito da boschi igrofili, in cui le specie arboree più rappresentative sono l'ontano nero (*Alnus glutinosa*), il salice (*Salix* sp.) e il pioppo (*Populus* sp.), in Piemonte sono ormai rappresentati da rare e poco estese formazioni risparmiate alle bonifiche, relegati a piccoli nuclei o presenze lineari in corrispondenza dei corsi d'acqua principali, delle zone umide o delle incisioni di versante, talora con singoli individui radicati negli impluvi. Fra le specie arbustive ed erbacee più frequenti del sottobosco si trova il sambuco nero (*Sambucus nigra*), il rovo (*Rubus* sp.), l'edera (*Hedera helix*), podagraria (*Aegopodium podagraria*), dulcamara (*Solanum dulcamara*), felce femmina (*Athyrium filix-foemina*) e l'elleboro verde (*Helleborus viridis*). Si tratta di un ambiente in mediocre stato di conservazione, nel quale sono abbondanti gli ingressi delle specie degli ambienti limitrofi a causa della degradazione indotta dall'invecchiamento con il crollo delle ceppaie che aprono alla luce aree facilmente invase da specie nitrofile o dalla robinia e attualmente minacciati dalla riduzione dell'umidità e dell'abbassamento delle falde acquifere. L'inquinamento delle acque, determinato dall'uso di prodotti chimici in agricoltura e dagli scarichi di detersivi, non è l'unica causa del degrado dell'ambiente fluviale, notevolmente aggravato anche dalle molteplici discariche abusive presenti lungo le sponde e dall'indiscriminata e forse insufficientemente controllata estrazione di inerti da impiegare in edilizia.

A completamento di tale analisi è stata sviluppata la tavola degli ecosistemi, di cui è possibile osservare uno stralcio nell'immagine seguente, grazie alla quale è possibile identificare nell'area interessata dal progetto principalmente due tipologie di ecosistemi, quello agricolo, rappresentato dalle numerose aree destinate alla coltivazione di seminativi e arboricoltura, e quello antropico, rappresentato dai centri urbani e relative aree periferiche.

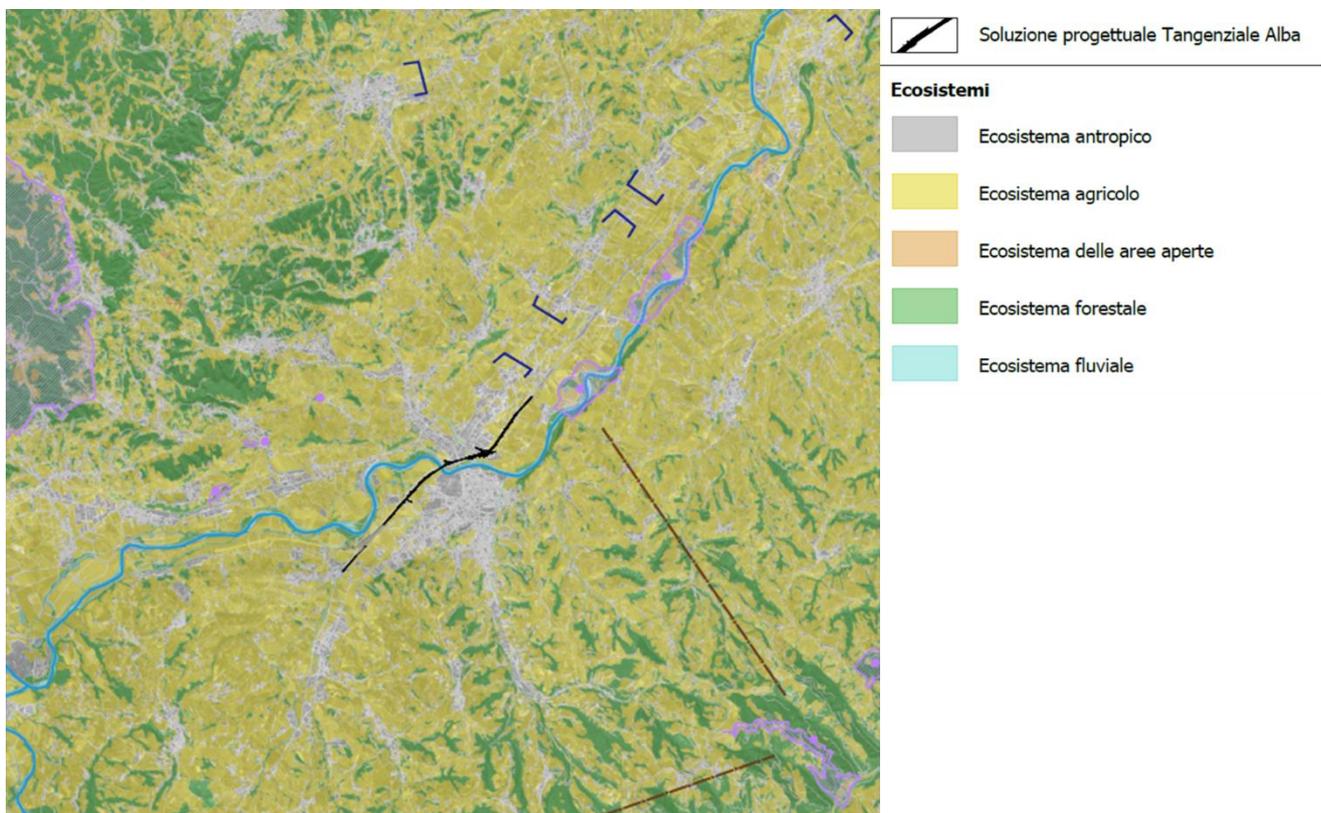
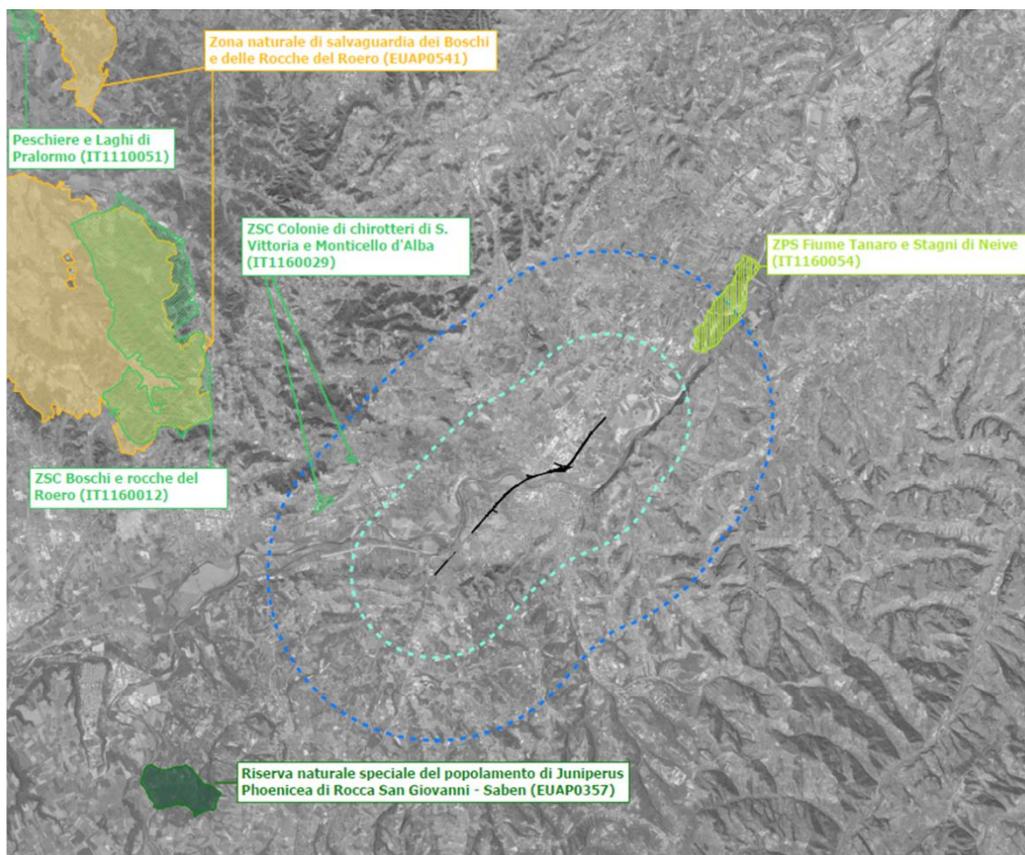


Figura 2-11 Stralcio della carta degli ecosistemi e della rete ecologica (cod 09.02.02_P018_D_AMB_CY_002_A)

2.2.5. Aree ad elevato valore naturalistico

Ai fini dell'inquadramento di area vasta, vengono considerate le zone di interesse naturalistico-conservazionistico presenti, che costituiscono dei potenziali serbatoi di biodiversità e sono rappresentate da Aree Naturali Protette, Siti della Rete Natura 2000, IBA (*Important Bird Areas*) e zone Ramsar.

L'area direttamente interessata dal progetto in esame non ricade in nessuna delle suddette tipologie di aree sottoposte a vincolo naturalistico/conservazionistico. A livello di ambito territoriale, in un raggio di circa 5 km, sono comprese le seguenti aree: la ZSC "IT1160029 Colonie di chiroterri di S. Vittoria e Monticello d'Alba" e la "ZPS IT1160054 Fiume Tanaro e Stagni di Neive". Inoltre, nel contesto territoriale di area vasta si osserva la presenza della "ZSC IT1160012 Boschi e Rocche del Roero" e "l'EUAP0541 Zona di salvaguardia dei Boschi e delle Rocche del Roero", la "ZSC IT1110051 Peschiere e Laghi di Pralormo", "l'EUAP0357 Riserva naturale speciale del popolamento di *Juniperus Phoenicea* di Rocca San Giovanni Saben" e "l'EUAP0360 Riserva Naturale di Benevagienna". È possibile avere un riscontro di quanto suddetto, dallo stralcio della carta delle aree protette e dei siti Natura2000, osservabile nella seguente figura.



Legenda



Aree Rete Natura 2000



Aree naturali protette (ex L 394/91 - VI Elenco Ufficiale Aree Naturali Protette)

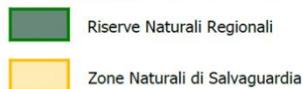


Figura 2-12 Stralcio della carta delle aree protette e siti natura 2000 (cod. 09.02.03_P018_D_AMB_CY_003_A)

Di seguito si presenta una breve descrizione delle aree sottoposte a vincolo naturalistico e/o conservazionistico ricadenti dentro il buffer dei 5 km.

ZSC IT1160029 Colonie di chiroterri di S. Vittoria e Monticello d'Alba

Tale area riconosciuta con DM 26/05/2017 - G.U. 135 del 13-06-2017, copre una superficie di 17 ettari, ed è situato ad una distanza dall'area del progetto di circa 3.420 m. Per tale sito non viene riportata, all'interno del Formulario Standard, nessuna tipologia di habitat di interesse comunitario. Nel campo 3.2 del formulario, riguardante le specie faunistiche, presenti nell'Art. 4 della Direttiva 2009/147/EC e nell'annesso II della Direttiva 92/43/EEC, si osserva la presenza di sole specie di mammiferi (*Chiroptera*),

tra cui si citano il miniottero comune (*Miniopterus schreibersii*), il vespertilio di Blythii (*Myotis blythii*) e il vespertilio smarginato (*Myotis emarginatus*).

ZPS IT1160054 Fiume Tanaro e Stagni di Neive

Con designazione del D.G.R. n.76-2950 del 22/05/2006, situata ad una distanza minima dall'area di progetto di 3.340 m, tale ZPS copre un'estensione pari a 208 ettari. All'interno del formulario standard della ZPS, vengono riportati due habitat di interesse comunitario, di cui uno avete carattere prioritario, elencato nell'Allegato I della Direttiva Habitat. Tale habitat con le relative valutazioni, estratte dal Formulario Standard, viene riportato nella tabella seguente.

| Codice | Estensione (ha) | Valutazione | | | |
|--------|-----------------|-------------------|---------------------|---------------|------------------|
| | | Rappresentatività | Superficie relativa | Conservazione | Giudizio globale |
| 91E0* | 48,46 | B | C | B | B |

Tabella 2-28 Habitat prioritario presente nella ZPS "Fiume Tanaro e Stagni di Neive" (Fonte: Natura 2000 - Standard Data Form)

Legenda:

Rappresentatività: grado di rappresentatività del tipo di habitat naturale sul sito. A: rappresentatività eccellente B: buona rappresentatività C: rappresentatività significativa D: presenza non significativa.

Superficie relativa (p): superficie del sito coperta dal tipo di habitat naturale rispetto alla superficie totale coperta da questo tipo di habitat naturale sul territorio nazionale. A= 15% < p ≤ 100%; B= 2% < p ≤ 15%; C= 0% < p ≤ 2%.

Conservazione: grado di conservazione della struttura e delle funzioni del tipo di habitat naturale in questione e possibilità di ripristino. A: conservazione eccellente; B: buona conservazione; C: conservazione media o ridotta.

Giudizio globale: valutazione globale del valore del sito per la conservazione del tipo di habitat naturale in questione. A: valore eccellente B: valore buono C: valore significativo.

*Habitat prioritario

Habitat 91E0*. Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*): Foreste alluvionali, ripariali e paludose di *Alnus spp.*, *Fraxinus excelsior* e *Salix spp.*, presenti lungo i corsi d'acqua sia nei tratti montani e collinari che pianiziali o sulle rive dei bacini lacustri e in aree con ristagni idrici non necessariamente collegati alla dinamica fluviale. Si sviluppano su suoli alluvionali spesso inondati o nei quali la falda idrica è superficiale, prevalentemente in macroclima temperato ma penetrano anche in quello mediterraneo dove l'umidità edafica lo consente.

Nel campo 3.2 del medesimo Formulario Standard della ZPS in esame sono presenti specie faunistiche, presenti nell'Art. 4 della Direttiva 2009/147/EC e nell'annesso II della Direttiva 92/43/EEC, tra le quali si osservano principalmente specie di uccelli, tra cui airone cenerino (*Ardea cinerea*), airone rosso (*Ardea purpurea*). Airone bianco maggiore (*Ardea alba*), falco pellegrino (*Falco peregrinus*), fraticello (*Sternula albifrons*), gabbiano reale zampigialle (*Larus michahellis*) e lo smeriglio (*Falco columbarius*); mentre, per le specie di pesci di acqua dolce si osserva la presenza del barbo italo (*Barbus plebejus*), lasca (*Protochondrostoma genei*) e il vairone (*Telestes muticellus*).

2.2.6. Le reti ecologiche

Un corretto approccio all'analisi della distribuzione della biodiversità deve necessariamente passare attraverso la conoscenza delle porzioni di territorio funzionali alla conservazione delle specie selvatiche, ovvero la rete ecologica. Negli ultimi anni la nozione di rete ecologica è utilizzata all'interno di molti ambiti scientifici, come riferimento teorico ed applicativo della funzionalità ambientale di un territorio. Questa

grande diffusione è dovuta alle sue caratteristiche di strumento concettuale di grande versatilità, applicabile in uno svariato numero di contesti, che permette di schematizzare efficacemente diversi fenomeni naturali e antropici, in cui spesso è possibile distinguere elementi a diversa funzionalità che si intrecciano tra di loro come le maglie di una rete. Nella pratica, per poter utilizzare le reti ecologiche come uno strumento operativo di gestione del territorio è necessario realizzare un'aggregazione di aree omogenee dal punto di vista ecosistemico fino ad arrivare ad un grado di dettaglio idoneo alla scala di applicazione, in modo da poter gestire le informazioni ottenute con gli strumenti classici della pianificazione territoriale. Per poter ottenere sufficiente mediazione tra le esigenze degli organismi animali e quelle della gestione territoriale, si può pensare ad una rete calibrata sulle necessità delle specie ritenute più importanti (specie chiave e specie ombrello) per la conservazione delle popolazioni animali e vegetali e per la funzionalità ecologica del territorio.

A livello della normativa regionale, la rete ecologica è definita dalla legge regionale del 29 giugno 2009, n. 19 "Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità". La rete ecologica regionale costituisce un sistema integrato di risorse naturali interconnesse, volto ad assicurare in tutto il territorio regionale le condizioni di base per la sostenibilità dei processi di trasformazione e per la conservazione della biodiversità. Il Ppr (Piano paesaggistico regionale) riconosce gli elementi che concorrono alla definizione di tale rete ecologica, di seguito elencati:

- I nodi principali e secondari (*core areas*), formati dal sistema delle aree protette, dai siti della Rete Natura 2000 (i siti di importanza comunitaria - SIC, le zone di protezione speciale - ZPS e le zone speciali di conservazione - ZSC), dalle zone naturali di salvaguardia, dalle aree contigue, da ulteriori siti di interesse naturalistico e dagli ecosistemi acquatici; i nodi sono le aree con maggiore ricchezza di habitat naturali;
- Le connessioni ecologiche, formate dai corridoi su rete idrografica, dai corridoi ecologici, dai punti di appoggio (*stepping stones*), dalle aree di continuità naturale, dalle fasce di buona connessione e dalle principali fasce di connessione sovragionale; le connessioni mantengono e favoriscono le dinamiche di dispersione delle popolazioni biologiche tra i diversi nodi della rete;
- Le aree di progetto, formate dalle aree tampone (*buffer zones*), dai contesti dei nodi, dai contesti fluviali e dai varchi ecologici, così definiti:
 1. le aree tampone sono aree in cui modulare l'impatto antropico fra il nodo della rete e l'ambiente esterno;
 2. i contesti dei nodi sono i luoghi di integrazione tra la rete ecologica e il territorio in cui sono inseriti, che richiedono prioritariamente la considerazione delle principali interdipendenze che si producono in termini ecologici, funzionali, paesaggistici e culturali;
 3. i contesti fluviali sono definiti dalle terre alluvionali poste lungo le aste principali (fiume Po e affluenti maggiori), nonché lungo i corsi d'acqua minori, quando interessati da situazioni di stretta relazione con aree protette o per necessità di ricostruzione delle connessioni;
 4. i varchi ecologici sono pause del tessuto antropico funzionali al mantenimento della connettività ecologica;
- Le aree di riqualificazione ambientale, comprendenti i contesti periurbani di rilevanza regionale e locale, le aree agricole in cui ricreare connettività diffusa e i tratti di discontinuità da recuperare e mitigare, nonché, al fine di completare il mosaico dell'uso dei suoli, le aree urbanizzate.

Nel contesto territoriale in cui si inserisce il progetto in esame è possibile individuare, osservando lo stralcio della carta in Figura 2-13, alcuni elementi della stessa; quali: i nodi principali, costituiti dalle diverse tipologie di aree sottoposte a vincolo naturalistico/conservazionistico, connessioni ecologiche di tipo idrografico, costituiti dal fiume Tanaro e da altri torrenti secondari, corridoi ecologici che necessitano di potenziamento e da varchi ecologici.

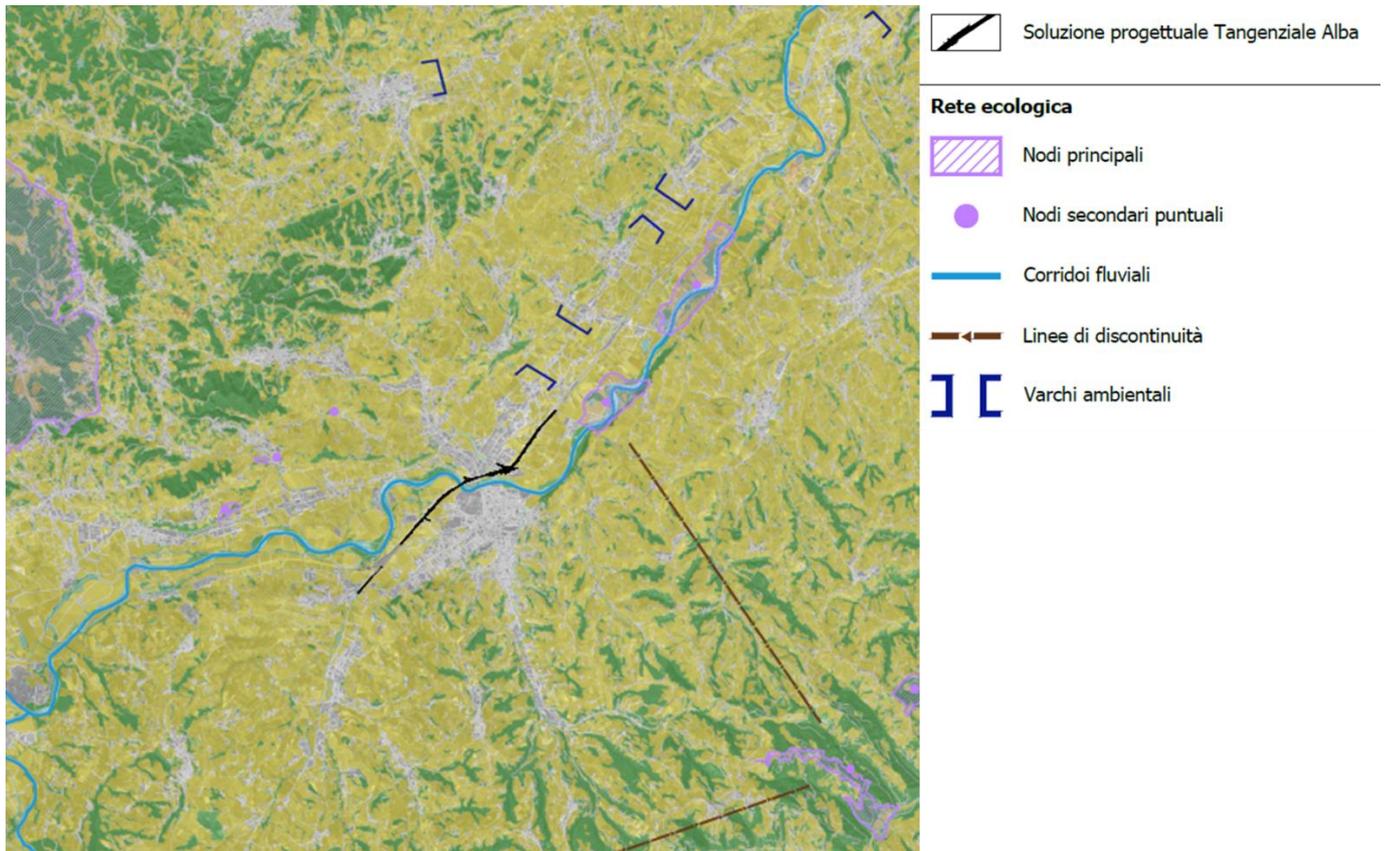


Figura 2-13 Stralcio della carta degli ecosistemi e rete ecologica. (cod. 09.02.02_018_D_AMB_CY_002_A)

2.3. C – SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

2.3.1. Inquadramento territoriale

Il progetto in esame ricade all'interno del territorio provinciale di Cuneo, in particolare nel comune di Alba. In tale contesto territoriale si possono individuare diversi settori. Nelle zone di bassa e media montagna, nei versanti esposti a mezzogiorno, i suoli sono frequentemente, a causa dell'intensità dell'erosione, poco evoluti, ricchi di scheletro; mentre, nei versanti a nord e nei pendii non troppo ripidi, generalmente si realizza una certa maturazione edafica che porta a dei suoli bruni poco dilavati, con tendenza alla lisciviazione degli orizzonti superficiali e che devono la colorazione bruna alla presenza di idrossidi di ferro e di humus prevalentemente saturo. Nei piani subalpino e alpino, la maturazione del suolo è possibile dove la pendenza non è troppo forte, ma resta sempre non molto pronunciata e l'influsso della roccia-madre porta generalmente ad una netta differenziazione nella vegetazione con raggruppamenti differenti su suolo calcareo e su suolo siliceo. Ne risultano terreni di medio impasto, dotati di scarsa permeabilità, raramente acida, adatti alle colture agrarie, specialmente a quelle della vite e dei cereali. Nel fondo valle e nella pianura i terreni sono siliceo-argillosi avente struttura grumosa, consentendo di essere sottoposti ad intensa coltura. Il crescente e continuo sviluppo delle colture ha contratto la vegetazione forestale ad oasi sempre più ristrette ed alterate, creando quel paesaggio della pianura e del settore collinare con le colture intensive, gli abitati e le intricate reti stradali, attualmente osservabile.

Prendendo in considerazione il Piano paesaggistico regionale (Ppr)¹, approvato con D.C.R. n. 233-35836 del 3 ottobre 2017, l'intero territorio regione è stato suddiviso in 76 ambiti di paesaggio, a loro volta ripartiti in unità di paesaggio. Tali ambiti sono caratterizzati da peculiari problematiche socioeconomiche ed urbanistiche e da progetti o iniziative di sviluppo di livello tendenzialmente sovracomunale, potenzialmente ricchi di implicazioni paesaggistiche ed ambientali. In particolare, come si osserva in Figura 2-14, l'area del progetto si localizza per la sua quasi interezza all'interno dell'ambito di paesaggio delle "Basse Langhe". Tale ambito, dal punto di vista morfologico, risulta caratterizzato da una successione di versanti collinari che si dipanano dai crinali, a orientamento principale sud-nord, e appaiono profondamente incisi dai corsi d'acqua che costituiscono il fitto reticolo drenante secondario che alimenta il Tanaro. Le ripide scarpate che conducono alle esigue porzioni di pianura alluvionale solcate da questo corso d'acqua, che con il suo ampio sviluppo delimita l'intero ambito a ovest e a nord, costituiscono un elemento di elevata discontinuità morfologica al suo interno e individuano un limite netto con gli ambiti confinanti. Per quanto attiene ai centri di riferimento per le dinamiche d'ambito, la città di Alba rappresenta l'abitato con maggiore influenza su tutti i territori dell'ambito. Inoltre, una restante parte del tracciato in progetto si colloca nel settore di sud-est dell'ambito del "Roero", caratterizzato da un sistema collinoso a struttura labirintica digradante dall'orlo della terrazza centrale fino alle sponde del Tanaro, in cui risultano essere dominanti la viticoltura e frutticoltura. Infine, considerando la divisione per unità di paesaggio il progetto in esame ricade all'interno delle unità "Sbocco sul Tanaro tra Piobesi ed Alba" e "Conca di Alba e sbocchi sul Tanaro e di Rodello", e parzialmente nelle unità "Versante Tanaro tra Guarene e S. Martino Alfieri" e Sistema collinare in destra Tanaro con La Morra".

¹ <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr>

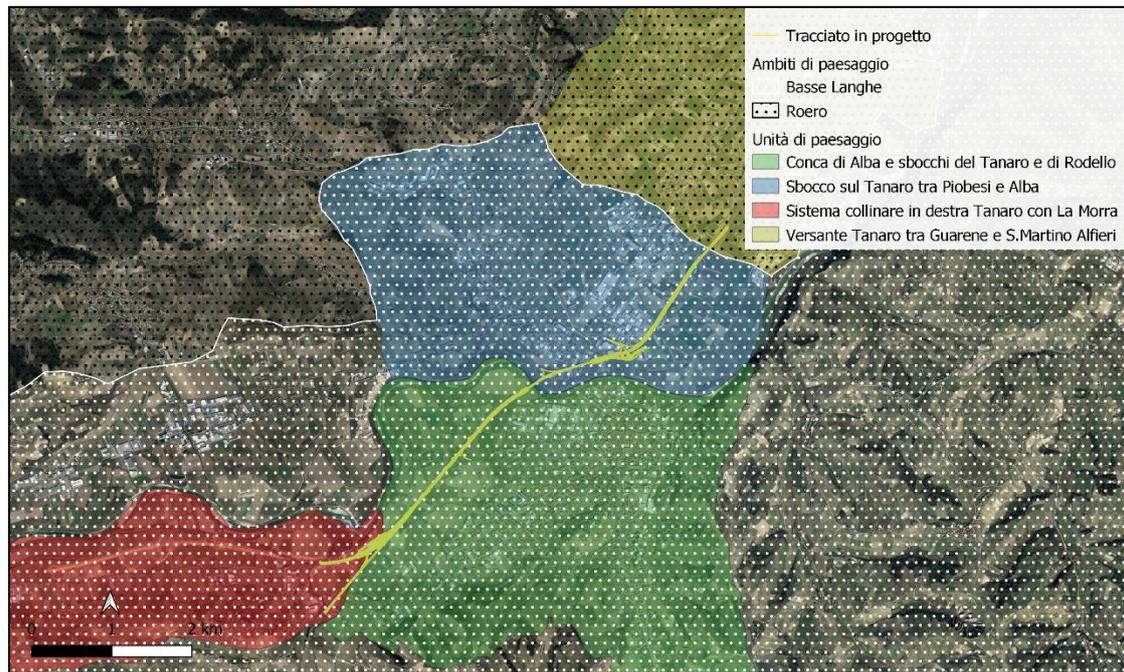


Figura 2-14 Rappresentazione degli ambiti e delle unità di paesaggio, in cui ricade il progetto (Fonte: Shape-file geoportale Regione Piemonte).

2.3.2. Suolo

In base alla Comunicazione della Commissione Europea n. 179/2002, con il termine suolo si definisce lo strato superiore della crosta terrestre, formato da particelle minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi. Tale strato assicura una serie di funzioni chiave, a livello ambientale, sociale ed economico, indispensabili per la vita. L'agricoltura e la silvicoltura, ad esempio, dipendono dal suolo per l'apporto di acqua e nutrienti e per l'innesto delle radici. Il suolo svolge inoltre un ruolo centrale per la protezione dell'acqua e lo scambio di gas con l'atmosfera, grazie a funzioni di magazzinaggio, filtraggio, tampone e trasformazione. Oltre a costituire un habitat a sé, esso è un elemento del paesaggio e del patrimonio culturale ed una fonte di materie prime.

Al fine di inquadrare il territorio dal punto di vista pedologico, si è proceduto analizzando la carta dei suoli della Regione Piemonte in scala 1: 50.000. Come si osserva in Figura 2-15, il tracciato in progetto attraversa 4 tipologie di suolo, tutti caratterizzati da suoli poco o non evoluti, profondi e ben drenati.

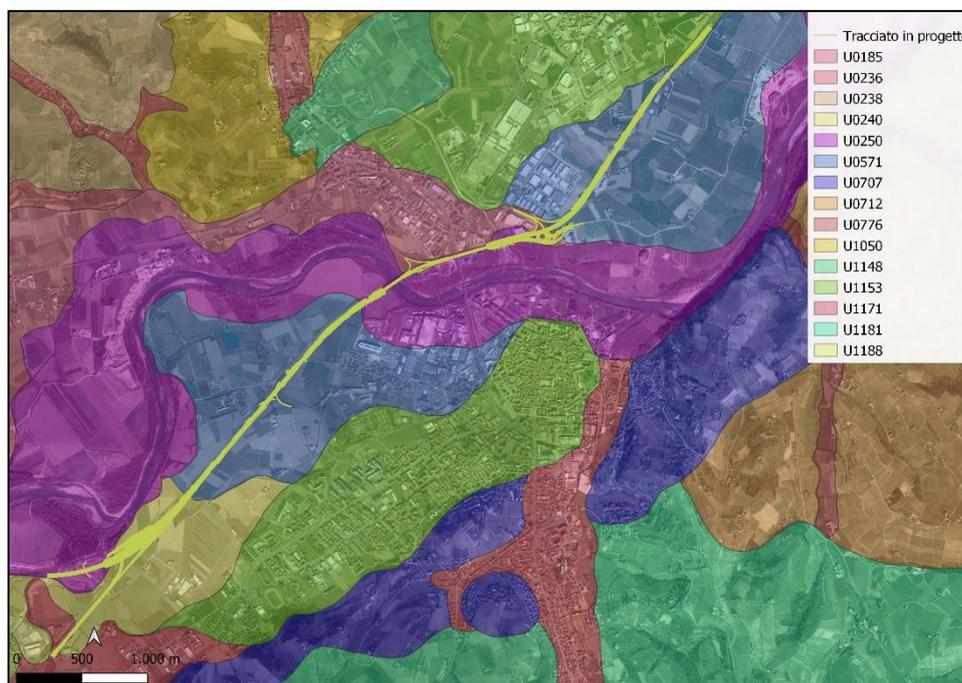


Figura 2-15 Rappresentazione della carta dei suoli regionale, in scala 1: 50.000 (Fonte: Shape-file geoportale Regione Piemonte).

2.3.2.1. Copertura del suolo

L'analisi della copertura del suolo al 2020 a livello regionale, mostra che le superfici artificiali occupano circa il 7%.



Figura 2-16 Copertura del suolo al 2020 in termini di percentuale della superficie regionale occupata da ciascuna classe (Fonte: ISPRA - Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2021)

L'analisi dei cambiamenti di copertura del suolo a scala regionale mostra un aumento delle superfici artificiali, ed una diminuzione, sebbene minima per la vegetazione arborea ed erbacea; una diminuzione in egual misura si registra anche per i corpi idrici e per ghiacci e nevi. Inoltre, un importante aumento si osserva per le zone umide regionali.

| Superfici artificiali | Abiotico naturale | Vegetazione arborea | Vegetazione arbustiva | Vegetazione erbacea | Corpi idrici | Ghiacci e nevi | Zone umide |
|-----------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------|----------------|------------|
| 1,67 | 0,01 | -0,14 | 0,11 | -0,12 | -0,37 | -0,37 | 2,80 |

Tabella 2-29 Variazione in percentuale della copertura del suolo (2012-2020) per la regione Lazio (Fonte: ISPRA – Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici – Edizione 2021).

2.3.2.2. Consumo di suolo

Il consumo di suolo consiste in una variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato). Sono generalmente i suoli migliori, quali quelli delle pianure, i più soggetti ad essere consumati, e si tratta di una perdita totale ed irreversibile della risorsa.

La copertura con materiali impermeabili è probabilmente l'uso più impattante che si può fare della risorsa suolo, poiché ne determina la perdita totale o una compromissione permanente della sua funzionalità, tale da limitare o inibire il suo insostituibile ruolo nel ciclo degli elementi nutritivi. L'impermeabilizzazione oltre a rappresentare la principale causa di degrado del suolo in Europa, accresce il rischio di inondazioni, contribuisce ai cambiamenti climatici, minaccia la biodiversità, provoca la perdita di terreni agricoli fertili e aree naturali e seminaturali, contribuisce insieme alla diffusione urbana alla progressiva e sistematica distruzione del paesaggio, soprattutto rurale e alla perdita delle capacità di regolazione dei cicli naturali e di mitigazione degli effetti termici locali (Commissione Europea, 2012).

I dati riportati nella tabella successiva derivano dal Rapporto Nazionale "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici; edizione 2022", prodotto del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA).

Il suolo consumato si può definire come quantità complessiva di suolo a copertura artificiale esistente in un dato momento. Il suolo consumato misurato in valori percentuali rispetto alla superficie territoriale rappresenta il grado di artificializzazione.

Il consumo di suolo netto è l'incremento della copertura artificiale del suolo, valutato attraverso il bilancio tra il consumo di suolo e l'aumento di superfici agricole, naturali e seminaturali, dovuto a interventi di recupero, demolizione, deimpermeabilizzazione, rinaturalizzazione o altre azioni in grado di riportare il suolo consumato in un suolo in grado di assicurare i servizi ecosistemici forniti da suoli naturali.

Il suolo consumato pro capite si può definire come la quantità complessiva di suolo consumato per unità di abitante nell'arco temporale di un anno.

| | Livello Nazionale | Livello Regionale (Piemonte) | Livello Provinciale (Cuneo) |
|--|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Suolo consumato 2021 (ha) | 2.148.512 | 169.655 | 36.477 |
| Suolo consumato 2021 (%) | 7,13 | 6,68 | 5,29 |
| Consumo di suolo netto 2020- 2021 (ha) | 6.331,44 | 629,88 | - |
| Consumo di suolo netto 2020- 2021 (%) | 0,30 | 0,37 | - |
| Suolo consumato pro capite 2021 (mq/ab) | 366 | 397 | 627 |

Tabella 2-30 Suolo consumato nel periodo 2020-2021.

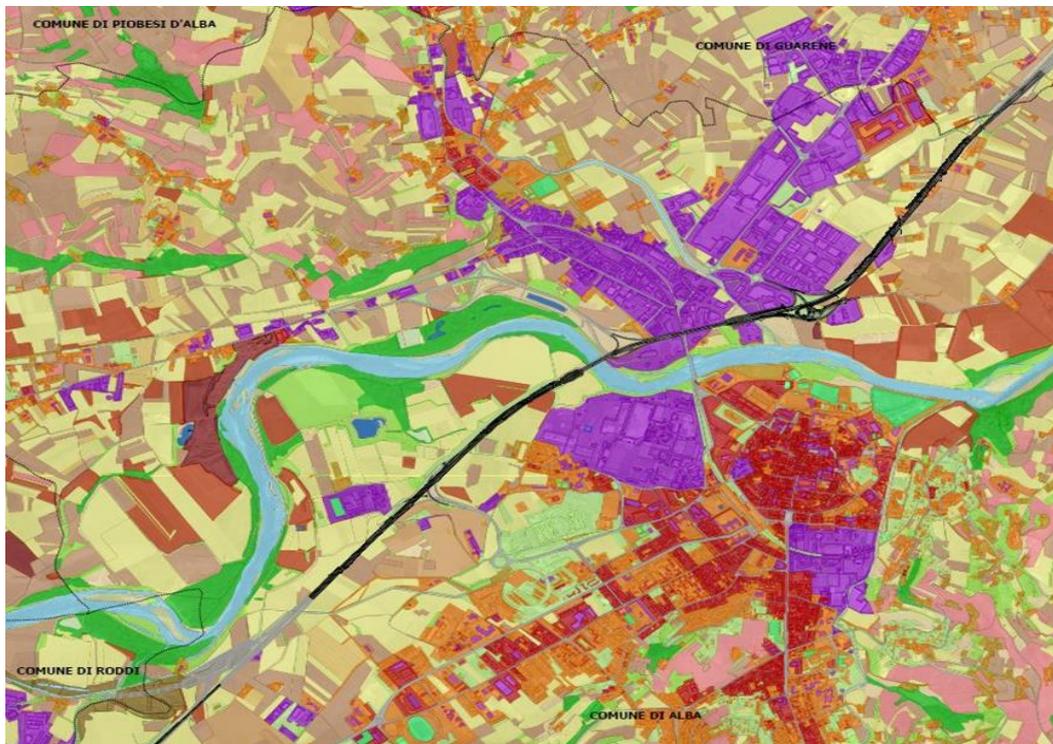
La Regione Piemonte risulta essere, dopo Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna, la regione in cui si è registrato un aumento di consumo di suolo netto con un incremento di 630 ettari.

2.3.3. Uso del suolo

La copertura del suolo (*Land Cover*) è la copertura biofisica della superficie terrestre, comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide e i corpi idrici. Secondo la definizione della Comunità Europea, l'uso del suolo (*Land Use*) è il riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. È quindi una classificazione del territorio basata sulla dimensione funzionale o sulla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro.

Partendo dagli shape-file dell'uso del suolo del 2021, disponibili per i diversi ambiti territoriali regionali, e successivamente rielaborati, tramite fotointerpretazione, per un miglior grado di precisione riguardo l'ambito di progetto, è stata redatta la relativa cartografia di uso del suolo. Come è possibile osservare nella seguente immagine (Figura 2-17), in cui è presente uno stralcio della suddetta carta di uso del suolo, il tracciato in progetto attraversa principalmente due diverse tipologie di uso del suolo: le aree urbane e le

aree destinate alla coltura dei seminativi. Inoltre, sono presenti superfici boscate, principalmente attribuibili alla vegetazione tipica degli ambienti ripariali.



Legenda

| | |
|---|--|
|  Soluzione progettuale Tangenziale Alba |  2.2.2. Frutteti e frutti minori |
|  Limiti amministrativi comunali |  2.2.4. Altre colture permanenti |
| Uso del suolo | |
|  1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo |  2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti) |
|  1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo |  2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti |
|  1.1.3. Zone residenziali isolate |  2.4.2. Sistemi culturali e particellari complessi |
|  1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati |  2.4.4. Aree agroforestali |
|  1.2.2. Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche |  3.1.1. Boschi di latifoglie |
|  1.2.4. Aeroporti |  3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie |
|  1.3.1. Aree estrattive |  3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione |
|  1.3.2. Discariche |  3.3.1. Spiagge, dune e sabbie, isole fluviali, greti |
|  1.3.3. Cantieri |  3.3.3. Aree con vegetazione rada |
|  1.4.1. Aree verdi urbane (pubbliche o private) |  5.1.1. Corsi d'acqua, canali e idrovie |
|  1.4.2. Aree ricreative e sportive |  5.1.2. Bacini d'acqua |
|  2.1.1. Seminativi in aree non irrigue | |
|  2.2.1. Vigneti | |

Figura 2-17 Stralcio della carta di uso del suolo. (cod. 09.03.01_P018_DA_AMB_CY_001_A)

2.3.4. Sistema culturale

Nel 2010 (6° censimento dell'agricoltura) le aziende piemontesi con coltivazioni ammontavano a 66.747. Rispetto il precedente censimento (2000) è rimasta sostanzialmente immutata la destinazione della SAU: 54% a seminativi, 37% a prati permanenti e pascoli, 9% a coltivazioni legnose.

Si specifica che nel corso della redazione del presente studio sono stati pubblicati dall'ISTAT i primi risultati ottenuti dai dati raccolti per la realizzazione del 7° Censimento Generale dell'Agricoltura. Tuttavia, i dati attualmente disponibili si riferiscono solamente ad informazioni a livello nazionale e regionale, non consentendo di approfondire le analisi a livello provinciale. Per tale motivo, per lo sviluppo di questo studio si è fatto ancora riferimento ai dati del 6° Censimento Generale dell'Agricoltura per la Regione Piemonte (2010), i quali, come si osserva nella seguente tabella, evidenziano come il territorio comunale di Alba risulti in controtendenza rispetto la situazione provinciale di Cuneo e dell'intero territorio regionale. Infatti, se su scala regionale e provinciale è osservabile una maggior vocazione per la coltura dei seminativi e dei pascoli, su scala del solo territorio comunale di Alba si evince come esso sia destinato principalmente alle coltivazioni legnose, principalmente vigneti. Tale principale vocazione, viene confermata anche per la marcata presenza sul territorio di prodotti vinicoli aventi marchio di qualità.

| Tipo di utilizzazione | Piemonte | Cuneo (Prov.) | Alba |
|-----------------------------|------------|---------------|----------|
| Seminativi | 543.248,76 | 121.500,16 | 576,63 |
| Coltivazioni legnose | 94.603,74 | 50.119,77 | 1.522,75 |
| Prati e pascoli | 371.350,11 | 140.869,09 | 84 |

Tabella 2-31 Superficie agricola utilizzata per tipologie di utilizzazione del terreno (Fonte: ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura).

Facendo riferimento, inoltre, ai più recenti dati (2018) resi disponibili dal centro per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), la SAU totale regionale risulta essere circa di 932.500 ettari e costituita in prevalenza da seminativi e da prati permanenti e pascoli, mentre, le coltivazioni arboree (vigneti e frutteti) assommano all'incirca a 100.000 ettari, cui si aggiungono 16.700 ettari di superficie dedicata all'arboricoltura da legno. Inoltre, il rapporto tra la popolazione residente e la Superficie agricola utilizzata (445 abitanti ogni 100 ettari di SAU) risulta inferiore, seppur non di molto, rispetto alla media nazionale (470 ha/100 abitanti) ma superiore alla media europea (277 ha/100 abitanti).

2.3.5. Struttura e produzione delle aziende agricole

Si specifica che nel corso della redazione del presente studio sono stati pubblicati dall'ISTAT i primi risultati ottenuti dai dati raccolti per la realizzazione del 7° Censimento Generale dell'Agricoltura. Tuttavia, i dati attualmente disponibili si riferiscono solamente ad informazioni a livello nazionale e regionale, non consentendo di approfondire le analisi a livello provinciale. Per tale motivo, per lo sviluppo di questo studio si è fatto ancora riferimento ai dati del 6° Censimento Generale dell'Agricoltura per la Regione Piemonte (2010). Le aziende agricole attive in Piemonte sono 67.148 e coprono il 4,1% del totale nazionale; la Superficie Agricola Totale (SAT) e la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) rappresentano rispettivamente il 7,6% e il 7,8% dei corrispondenti dati nazionali.

Nella seguente tabella vengono riportate le diverse classi di superficie agricola utilizzata (SAU), per il numero di aziende agricole presenti a livello regionale, provinciale e del solo territorio comunale di Alba; si evince come la dimensione delle aziende presenti nel comune di Alba, siano in linea con quelle provinciali e regionali. Infatti, in tutti e tre i casi si osserva un maggiore numero di aziende con una SAU compresa tra gli 0,01 ed i 10 ettari, ad indicare una forte frammentazione delle aziende in tutto il territorio piemontese che si riflette anche a livello provinciale e comunale.

| Classi di SAU (ha) | Piemonte | Cuneo (Prov.) | Alba |
|--------------------|----------|---------------|------|
| 0,01- 9,99 | 47.010 | 18.316 | 312 |

| | | | |
|------------------|--------|-------|----|
| 10- 29,99 | 12.286 | 4.545 | 53 |
| 30- 49,99 | 3.469 | 1.026 | 6 |
| Oltre 50 | 3.982 | 869 | 1 |

Tabella 2-32 Numero di aziende agricole per classi di superficie utilizzata (Fonte: ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura).

Nel contesto territoriale interessato dal progetto, la frammentazione delle aziende, debolezza strutturale del settore, costituisce, soprattutto nel comparto vitivinicolo, un connotato ambiguo, che sta emergendo recentemente, a fronte della crescita del mercato di qualità a cui i vini dell'area storicamente appartengono. In tal senso la distinzione di singole aziende, impegnate nelle produzioni di eccellenza, spesso compensa la ridotta dimensione delle aree coltivate e trova la sua stessa forza nella conduzione familiare che caratterizza oltre il 90% delle aziende agricole, con il coinvolgimento diretto dei proprietari nella gestione dell'intero processo produttivo.

2.3.6. La zootecnica

Il Piemonte è la prima regione italiana in termini di importanza del settore apistico, per il quale la Regione gestisce l'anagrafe apistica regionale e i sussidi provenienti dai programmi comunitari. Inoltre, la Regione Piemonte tutela i pascoli montani e la pratica dell'alpicoltura, fonte di reddito per gli agricoltori, ma anche patrimonio ambientale, paesaggistico e culturale; i pascoli montani ricoprono una superficie di circa 305.000 ettari, circa un terzo della superficie agricola regionale, ed il 42% risultano essere pubblici. I sistemi zootecnici alpini rappresentano un esempio di integrazione armonica tra vocazione territoriale e processi produttivi, dato che permettono di utilizzare le produzioni foraggere locali, mantenendo i tipici paesaggi montani, caratterizzati dalla presenza di estese superfici a pascolo. In questi territori, l'attività zootecnica svolge una funzione fondamentale per la collettività, permettendo:

- La conservazione del paesaggio e la salvaguardia del territorio;
- La produzione di alimenti di qualità;
- La prevenzione delle calamità naturali (valanghe, frane, incendi, ecc.);
- La tutela della biodiversità, attraverso l'allevamento di varietà locali in pericolo di estinzione ed il mantenimento della variabilità botanica caratteristica delle cotiche dei pascoli alpini.

Nella seguente tabella vengono espone le principali tipologie di allevamento, in numero di capi allevati, nel contesto territoriale regionale, provinciale e del solo comune di Alba. Su scala regionale e provinciale si osserva una forte tendenza verso l'allevamento di avicoli, suini e bovini; mentre per il territorio comunale di Alba numeri rilevanti si registrano solo per i bovini, a conferma del fatto che nel territorio in esame la coltura agricola, ed in particolare la viticoltura, risulta l'attività più importante.

| Tipo di allevamento | Piemonte | Cuneo (Prov.) | Alba |
|----------------------------|-----------------|----------------------|-------------|
| Bovini | 815.613 | 425.769 | 1.771 |
| Bufalini | 3.012 | 893 | - |
| Equini | 19.207 | 4.180 | 27 |
| Ovini | 92.664 | 26.743 | 70 |
| Caprini | 46.580 | 11.507 | 24 |
| Suini | 1.112.083 | 797.009 | 7 |
| Avicoli | 10.669.035 | 5.777.200 | 193 |

Tabella 2-33 Numero di capi per tipologie di allevamento (Fonte: ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura).

Per completezza, si specifica che nel corso della redazione del presente studio sono stati pubblicati dall'ISTAT i primi risultati ottenuti dai dati raccolti per la realizzazione del 7° Censimento Generale dell'Agricoltura. Tuttavia, i dati attualmente disponibili si riferiscono solamente ad informazioni a livello nazionale e regionale, non consentendo di approfondire le analisi a livello provinciale. Per tale motivo, per la stesura di questo studio si è fatto ancora riferimento ai dati del 6° Censimento Generale dell'Agricoltura riferito alla Regione Piemonte (2010).

2.3.7. I prodotti e i processi agroalimentari di qualità

La superficie biologica piemontese rappresenta una quota minima della SAU regionale (appena il 5,3%) e pesa per il solo 2,4% sull'intera superficie biologica nazionale. Il Piemonte, dunque, è ancora lontano dall'obiettivo, indicato nella Strategia Farm to Fork, di raggiungere il 25% del totale dei terreni agricoli dedicati all'agricoltura biologica entro il 2030.

In Piemonte l'impatto economico delle produzioni agroalimentari con marchio di qualità DOP e IGP, riferito al 2020, era pari a 1,387 miliardi di euro, di cui 1,027 miliardi di euro riferibili ai vini e 361 milioni di euro al food. Rispetto all'anno precedente si era registrato un incremento di 36 milioni di euro (+2,7%) riconducibile sia al maggior valore attribuito ai vini di qualità (+1,3%) sia alle produzioni alimentari (+6,9%).

Nella tabella di seguito vengono elencati tutti i prodotti recanti marchio di qualità le cui aree di produzione, esaminate nei relativi disciplinari, si localizzano nella Provincia di Cuneo e nel territorio comunale di Alba; in cui si localizza la maggior parte del tracciato in esame.

| | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----|
| Vini | Alta Langa | DOP |
| | Asti | DOP |
| | Barbaresco | DOP |
| | Alba | DOP |
| | Barbera d'Alba | DOP |
| | Dolcetto d'Alba | DOP |
| | Nebbiolo d'Alba | DOP |
| | Langhe | DOP |
| | Piemonte | DOP |
| Carni fresche (e frattaglie) | Vitelloni piemontesi della Coscia | IGP |
| Prodotti a base di carne | Crudo di Cuneo | DOP |
| | Salame Piemonte | IGP |
| | Salame Brianza | DOP |
| | Salame Cremona | IGP |
| | Mortadella Bologna | IGP |
| | Salamini italiani alla cacciatora | DOP |
| Formaggi | Bra | DOP |
| | Toma piemontese | DOP |
| | Gorgonzola | DOP |
| | Grana Padano | DOP |
| Ortofrutta e cereali | Fagiolo Cuneo | IGP |
| | Nocciola del Piemonte | IGP |

Tabella 2-34 Elenco dei prodotti recanti marchio di qualità (Fonte: MiPAAF).

In particolare, prendendo in considerazione i prodotti a marchio di qualità, che derivano direttamente da colture agricole presenti sul territorio (colture agricole legnose, seminativi, ecc.), e le cui aree di produzione ricadono all'interno del territorio comunale di Alba, in cui è ubicato l'area di progetto, si citano:

- Alta langa DOP, la cui area di produzione si localizza solamente nei territori alla destra orografica del fiume Tanaro;
- Alba DOP, la cui area di produzione ricopre totalmente il territorio comunale di Alba;
- Barbera d'Alba DOP, la cui area di produzione ricopre l'intero territorio comunale di Alba;
- Dolcetto d'Alba DOP, la cui area di produzione è localizzata sul territorio comunale di Alba;
- Nebbiolo d'Alba DOP, la cui area di produzione ricopre il territorio comunale di Alba;
- Langhe DOP, la cui area di produzione ricopre il territorio comunale di Alba;
- Piemonte DOP, la cui area di produzione ricopre il territorio comunale di Alba;
- Fagiolo Cuneo IGP, la cui area di produzione comprende l'intero territorio provinciale di Cuneo, compreso il comune di Alba;
- Nocciola del Piemonte IGP, la cui area di produzione ricade anche nel territorio comunale di Alba.

Infine, risulta fondamentale specificare che per nessuno dei suddetti prodotti, fatta eccezione per l'Alta langa DOP, sono disponibili informazioni specifiche sulla localizzazione dei vitigni o dei seminativi destinati alla produzione di tali prodotti di qualità.

2.4. D – GEOLOGIA E ACQUE

2.4.1. Inquadramento tematico

La presente parte dello studio si riferisce alla definizione del quadro conoscitivo, ovvero all'analisi degli aspetti relativi alla componente Geologia e Acque del territorio interessato dal progetto oggetto di studio, ed in particolare è stata analizzata: la geologia, la geomorfologia, la sismicità, l'idrogeologia e l'idrografia, la pericolosità da frane e alluvioni, nonché lo stato qualitativo ambientale delle acque superficiali e sotterranee dell'area interessata.

Al fine di una completa caratterizzazione della componente in esame, sono stati considerati i principali riferimenti come, ad esempio, i database dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA Piemonte), le banche dati della Regione Piemonte, il sito dell'ISPRA, il Piano di Gestione del rischio Alluvioni dell'Autorità di bacino distrettuale del Po.

Per l'analisi e la stima dell'entità dei potenziali impatti per la componente Geologia ed Acque si rimanda alla Parte 4 e alla Parte 5 del SIA, rispettivamente per la fase di cantierizzazione e per quella di esercizio dell'opera in progetto.

2.4.2. Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio presenta una morfologia sub pianeggiante, trovandosi in vicinanza al Fiume Tanaro l'area presenta caratteristiche di una piana alluvionale.

La valle modellata dal F. Tanaro presenta quote medie intorno a 151 m. La morfologia della valle si presenta sotto forma di un'ampia conca scavata dal fiume sul substrato marnoso ammantata da depositi continentali olocenici ghiaioso-sabbioso-ciottolosi disposti su due livelli separati da un terrazzo fluviale con altezza di circa un metro.

Il fiume Tanaro ha uno sviluppo complessivo di circa 230 km dalle origini presso il M. Marguareis (quota 2651 m s.l.m.), in provincia di Cuneo alla sua confluenza con il Fiume Po in prossimità di Bassignana (quota 96 m s.l.m.), in provincia di Alessandria. Il corso d'acqua attraversa in direzione NE-SW tutto il territorio meridionale del Piemonte, per cui il suo bacino complessivo raggiunge gli 8293 Km². Il tratto montano del bacino è quello sotteso dall'abitato di Lesegno e ad esso compete una superficie di 502 Km². A valle di questa località il Tanaro assume l'aspetto di un corso d'acqua di pianura con frequenti meandri e riceve nell'ordine i suoi maggiori affluenti tributari di sinistra: il Corsaglia, l'Errero, il Pesio e lo Stura di Demonte. In questo tratto il corso d'acqua ha direzione N-S, ma superata la confluenza con lo Stura, a Bra, esso riprende la direzione preferenziale verso oriente attraversando il territorio comunale di Alba nella sua porzione settentrionale. In queste zone però il fiume si è impostato in epoche abbastanza recenti, in quanto in antico il Tanaro proseguiva verso nord attraversando il lato occidentale dei rilievi collinari delle Langhe e del Monferrato e confluiva nel Po in prossimità di Moncalieri. All'inizio dell'era quaternaria (1,5 milioni di anni fa) il Tanaro, dopo aver imboccato la pianura del cuneese, proseguiva verso nord e si congiungeva con il Po presso Carmagnola. Un successivo raffreddamento climatico e un aumentato regime pluviometrico produssero l'effetto, anche per la spinta imposta dai tributari alpini, di aumentare l'azione erosiva in sponda destra, causando l'incisione delle propaggini più occidentali delle Langhe. Nel periodo interglaciale Riss-Wurm (circa 80.000 anni fa), il B.T.P. subì un progressivo sollevamento nell'area sud -occidentale e uno sprofondamento nell'area di Alessandria. Di conseguenza i corsi d'acqua, che formavano il primitivo reticolo idrografico delle Langhe allora piuttosto pianeggianti, presero a scorrere più velocemente verso NE, a causa dell'aumentato dislivello. Furono così abbandonati i primitivi alvei posti con direttrice NW, come si può ancora desumere dall'osservazione cartografica dei tratti iniziali di Belbo e Bormida.

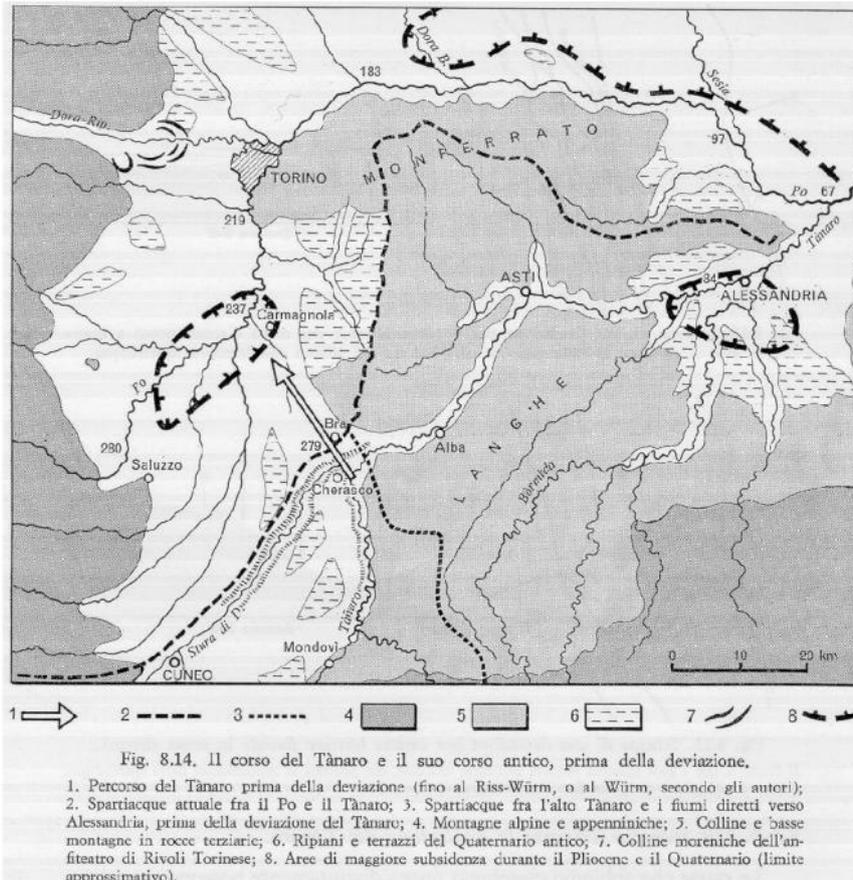


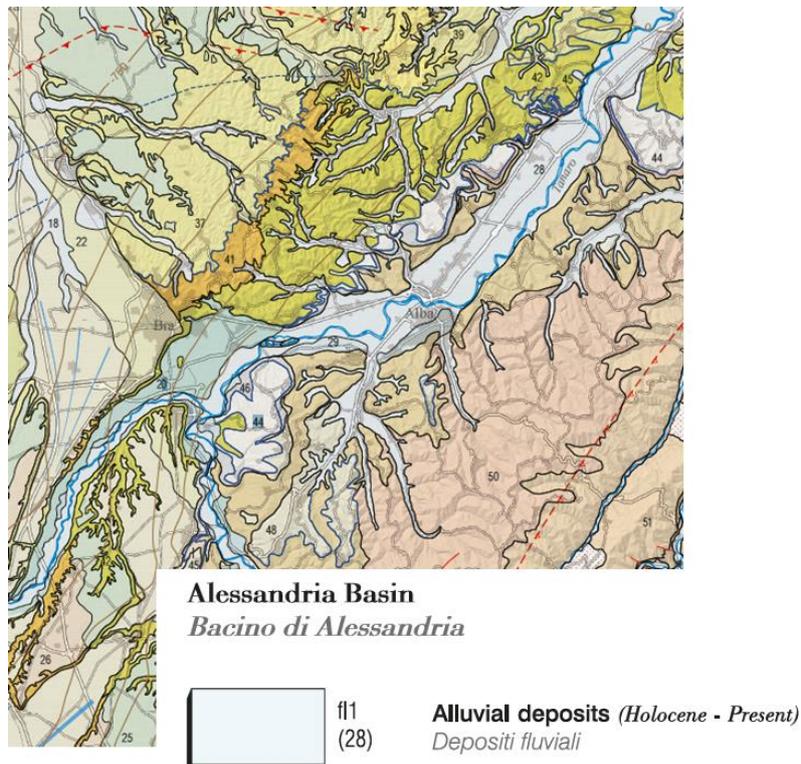
Figura 2-18 Stralcio carta geomorfologica. Immagine tratta da G.B. Castiglioni

È possibile che esistesse già un'ampia conca a ovest di Alba solcata fino ad allora da un corso d'acqua minore che accresciuto per effetto degli eventi climatologici anzidetti, erose in regressione la testata del bacino che lo separava dalla vallata del Tanaro. La cattura da parte di questo modesto corso d'acqua avvenne forse in occasione di una piena particolarmente consistente del Tanaro e dello Stura. Con la diversione verso NE e la piana di Alessandria, il F. Tanaro abbandonò il suo percorso primitivo, innescando un processo di ringiovanimento morfologico generale del bacino. Anche i tributari di destra e di sinistra nel tratto medio e inferiore concorsero a questo fenomeno, il quale prosegue ancora oggi. Tutto questo spiega l'estrema fragilità e l'equilibrio precario del territorio (in particolare delle Langhe) e il costante rischio idrogeologico cui è sottoposta buona parte del bacino. Il fenomeno di cattura del Tanaro ha determinato un abbassamento del livello di base, passando da una quota di 220 m circa della confluenza nel F: Po a Carmagnola, agli 80 m circa, attuali, presso Valenza. Questo fatto ha determinato una contestuale diminuzione della lunghezza di 50 Km circa, essendo il percorso antico da Cherasco a Valenza, con passaggio a nord della collina di Torino, di 156 Km circa, e quello attuale, sempre tra gli stessi punti di 106 Km circa. La conseguente erosione regressiva ha così determinato la morfologia incassata che caratterizza il bacino del Tanaro e tutto il suo reticolato affluente a monte del gomito di deviazione. Nel territorio di Alba il Tanaro riceve in sinistra il T. Riddone, mentre in destra i torrenti Seno d'Elvio, Cherasca e Talloria, mentre più a valle nel territorio astigiano riceve in sinistra i torrenti Borbore e Triversa. Nel suo tratto tra Asti e Alessandria confluiscono il Tigliole ed il Belbo, ed a valle di quest'ultima città il Bormida con il suo affluente Orba.

2.4.3. Inquadramento geologico

L'area di studio si trova in una zona interessata dalla presenza di terreni mio-pliocenici facenti parte della successione del Bacino di Alba e di depositi alluvionali di fondovalle di età pleistocenico – olocenica.

Per l'area in esame è stata consultata la Carta Geologica della Regione Piemonte elaborata da ARPA Piemonte e il CNR-IGG di Torino a scala 1:250.000.



Dall'osservazione della carta emerge che l'area interessata dal tracciato è interessata totalmente da Depositi alluvionali.

2.4.4. Pericolosità geomorfologica

Nella valutazione globale delle opere da realizzare è opportuno nonché necessario verificare qual è il rapporto esistente fra l'area in studio ed il Piano di Bacino per l'assetto idrogeologico, realizzato dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Po che è finalizzato all'individuazione delle aree di rischio ed al successivo miglioramento delle condizioni del regime idraulico e della stabilità geomorfologica, con lo scopo finale della riduzione dei livelli di pericolosità rilevati sul territorio, consentendo anche uno sviluppo sostenibile del territorio rispetto agli assesti naturali ed alla loro tendenza evolutiva.

Per l'individuazione delle aree soggette ad instabilità si è fatto riferimento ai principali database relativi ai fenomeni franosi forniti dagli inventari dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e quelli forniti dai PRG comunali, la banca dati dell'Istituto Superiore (IFFI) per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) coincidente con la banca dati SIFraP (Sistema Informativo Frane Piemonte).

Esaminando l'area, dal PAI (pericolosità idrogeologica) consultabile sul Geoportale Cartografico Nazionale l'area di studio risulta non essere interessata da nessun fenomeno franoso.

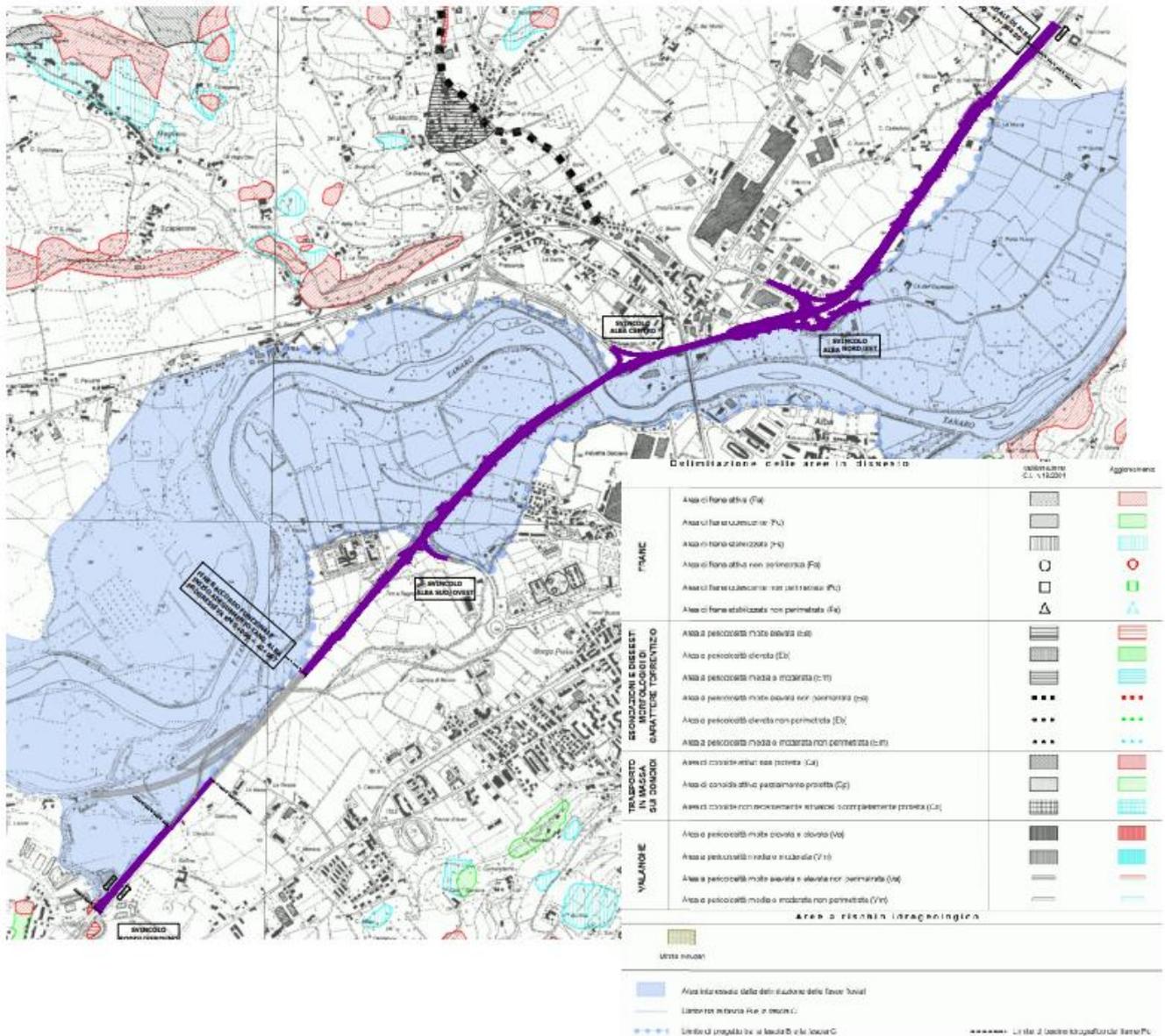


Figura 2-19 Stralcio PAI – Rischio e Pericolo Frane (cod. 09.01.10_P018_D_AMB_CW_004_A)

Consultando gli allegati tecnici del PRG (Piano Regolatore Comunale) del Comune di Alba, entrato in vigore con la pubblicazione sul B.U.R. n.22 01/06/2016, è possibile osservare (Figura 2-20) come anche all'interno del PRG non si segnalano fenomeni franosi nell'area di studio.

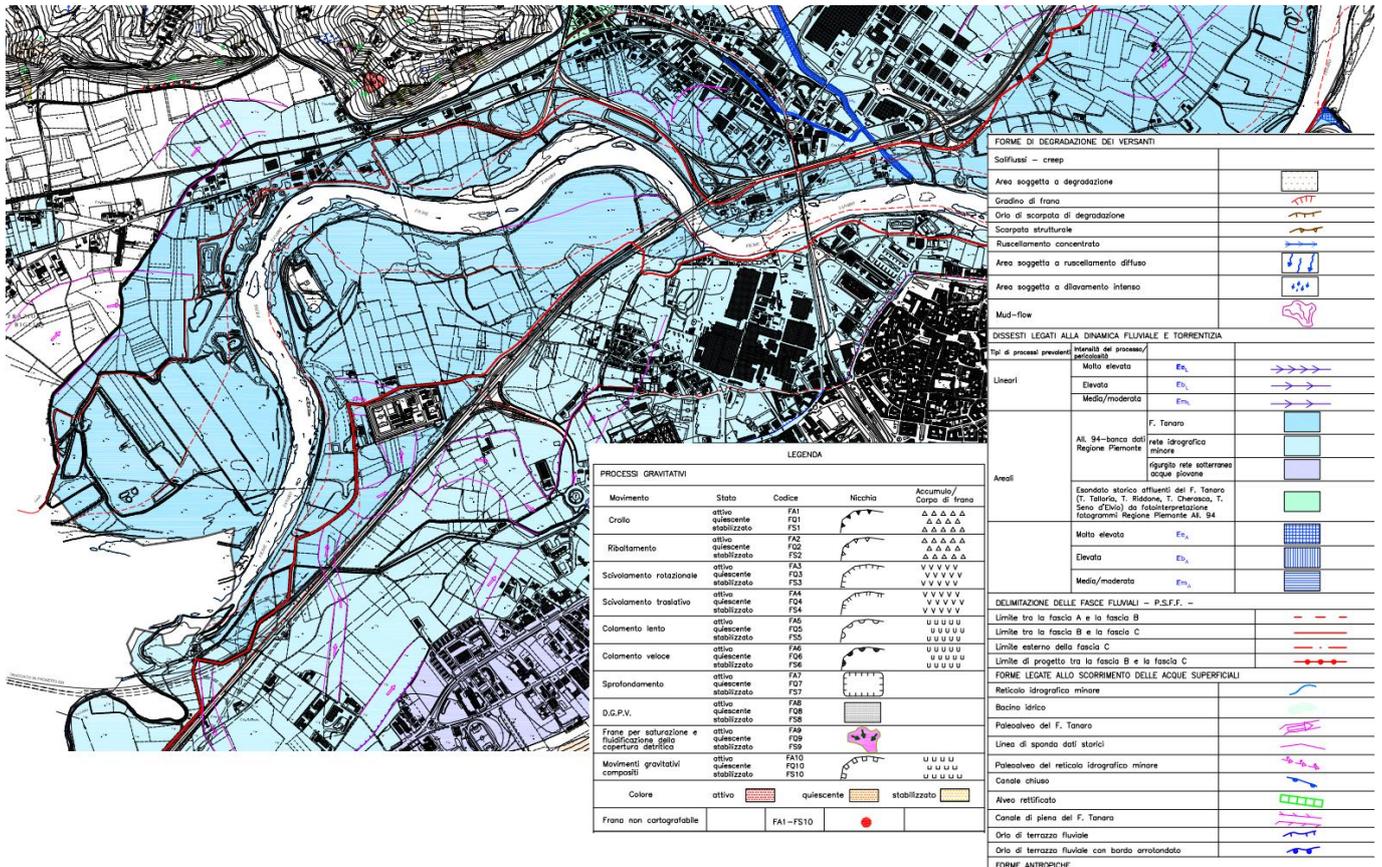


Figura 2-20 Stralcio All. 4.1.3 - Carta geomorfologica dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico del PRG del Comune di Alba.

Per quanto riguarda il database nazionale IFFI (Inventario Fenomeni Fransi in Italia), anche in esso non viene segnalata la presenza di fenomeni franosi nell'area dell'opera di progetto.

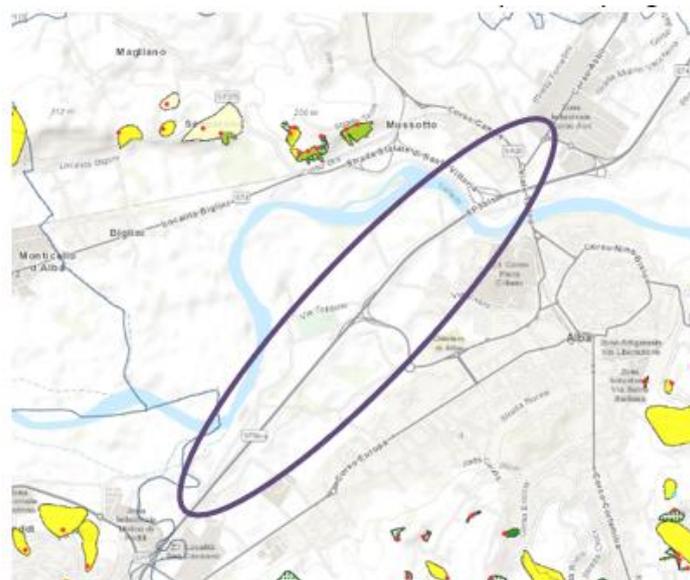


Figura 2-21 Stralcio IFFI

2.4.5. Sismicità

Il territorio piemontese è circondato lungo i confini settentrionali, occidentali e meridionali dai rilievi montuosi del sistema alpino occidentale. La storia geologica del Piemonte è dominata dall'evoluzione della catena alpina, ossia la catena collisionale il cui sviluppo può essere delineato durante l'era del Cretaceo in relazione ai movimenti relativi delle placche litosferiche dell'Eurasia e dell'Africa. In particolare, all'interno dell'area di studio sono presenti due principali sistemi di zone di taglio regionali, rispettivamente ad andamento N-S e NW-SE. La zona di taglio orientata N-S definisce a scala regionale il contatto tra il Complesso Ultrabásico di Lanzo e le associazioni ofiolitiche dell'Unità bassa Val di Susa – Valli di Lanzo – M. Orsiera. Tale lineamento è in relazione con la Linea Viu-Locana, importante zona di deformazione che separa le unità austro-alpine da quelle pennidiche (Mattiolo et al., 1913; Nicolas, 1966; Boudier, 1978; Debelmas et al., 1979), e con il suo prolungamento meridionale (denominato Zona di Deformazione Col del Lis – Trana, ZLT) che si sviluppa all'interno delle unità pennidiche. Nicolas et al. (1972) hanno classificato la zona "Viu-Locana" come antica zona sismica, con inabissamento al di sotto della placca adriatica, ora non più attiva. Il secondo sistema, orientato circa NW-SE, è meno continuo del precedente ed è ben evidente lungo la cosiddetta Zona di Taglio di Val della Torre e lungo l'allineamento Germagnano-Vallo Torinese, entrambe strutture interne al Complesso Ultrabásico di Lanzo. In termini di attività sismica (generalmente non recente), in Figura 2-22 viene illustrata la distribuzione degli epicentri dei terremoti storici e di quelli rilevati strumentalmente ed inclusi nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (Rovida et al., 2016). Gli epicentri sono sovrapposti alle zone sismogenetiche del modello ZS9 (Meletti et al., 2008), alla base dell'attuale mappa di pericolosità del territorio italiano di cui alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018). Sono inoltre riportate le principali faglie attive individuali (ISS) e sistemi di faglie composite (CSS) tratti dal progetto DISS3 (Haller e Basili, 2011). Il modello sismogenetico racchiude pertanto informazioni sia di natura geologica, sia derivate dalla sismicità storica.

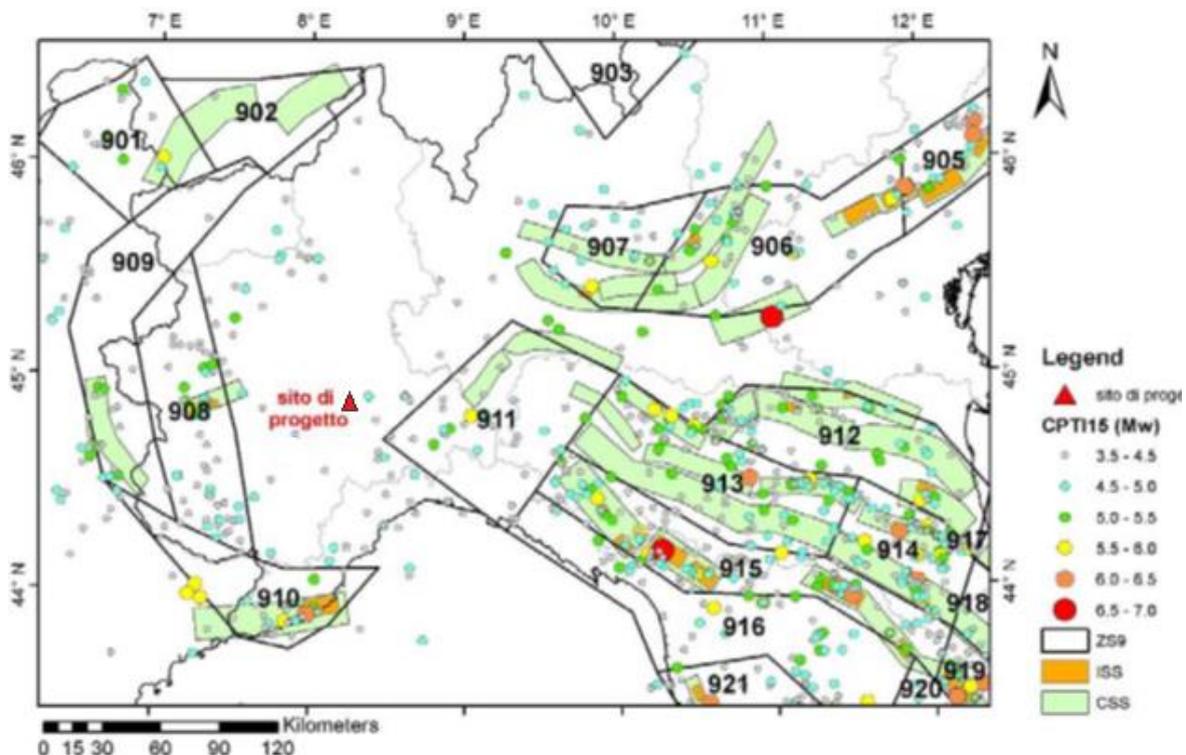


Figura 2-22 Modello di zonazione sismogenetica per l'Italia nord-occidentale. Poligoni in nero: limiti delle zone sismogenetiche del modello ZS9 (Meletti et al., 2008). Simboli colorati: epicentri dei terremoti inclusi nel catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPT115). Rettangoli arancione: faglie attive individuali (ISS) del modello DISS3. Rettangoli verdi: i sistemi di faglie composite (CSS).

Gli epicentri dei terremoti si concentrano principalmente lungo due fasce, ovvero:

- l'arco sismico piemontese, che segue la direzione dell'arco alpino occidentale nella sua parte interna, in corrispondenza del massimo gradiente orizzontale della gravità, lungo il limite fra le unità penninche e la pianura padana;
- l'arco sismico Brianzonese che segue l'allineamento dei massicci cristallini esterni, in corrispondenza del minimo gravimetrico delle Alpi occidentali francesi, lungo il Fronte Pennidico.

Le due fasce proseguono verso N fino al Vallese, area interessata da una diffusa sismicità, e convergono a sud nel Cuneese, con una maggiore dispersione verso la costa del Mar Ligure, interessando la zona ovest della Liguria. Una diffusa sismicità è inoltre presente lungo i rilievi a sud del Piemonte e in particolare nell'Appennino settentrionale.

Il tracciato di progetto ricade ad est delle ZS 908 e 909, le quali disegnano l'arco delle Alpi occidentali e che sono disposte secondo due fasce parallele all'asse della catena. Queste zone presentano una sismicità diffusa di intensità modesta. A sud del sito di progetto troviamo la zona 910 in cui è avvenuto il terremoto distruttivo di Diano del 1887 (MW 6.27 in CPT15). Dal punto di vista strutturale, essa è considerata (come il Vallese) l'area di svincolo che consente l'arretramento dell'arco alpino occidentale (Meletti et al., 2008). Questa zona è peraltro caratterizzata da una sismicità più elevata dei settori in arretramento. Infine, a S-E si incontra la ZS911, la quale delimita l'estremità settentrionale dell'arco appenninico. Si ipotizza che le strutture di questa zona abbiano una funzione di "svincolo" cinematico del sistema in migrazione (Stucchi et al., 2004).

Le potenziali strutture di faglia più vicine all'area di progetto, riportate in Figura 5-3 dal database italiano delle zone sismogenetiche DISS3.2.1 (DISS Working Group 2018), sono costituite da sistemi di faglie composite (CSS). I sistemi di faglie più prossimi alla zona di progetto sono ITCS178 (Southern Piedmont), ITCS179 (Western Monferrato) e ITCS180 (Eastern Monferrato) con magnitudo caratteristica pari a 5.5 e ITCS023 (Western Piedmont) con magnitudo di 5.7.

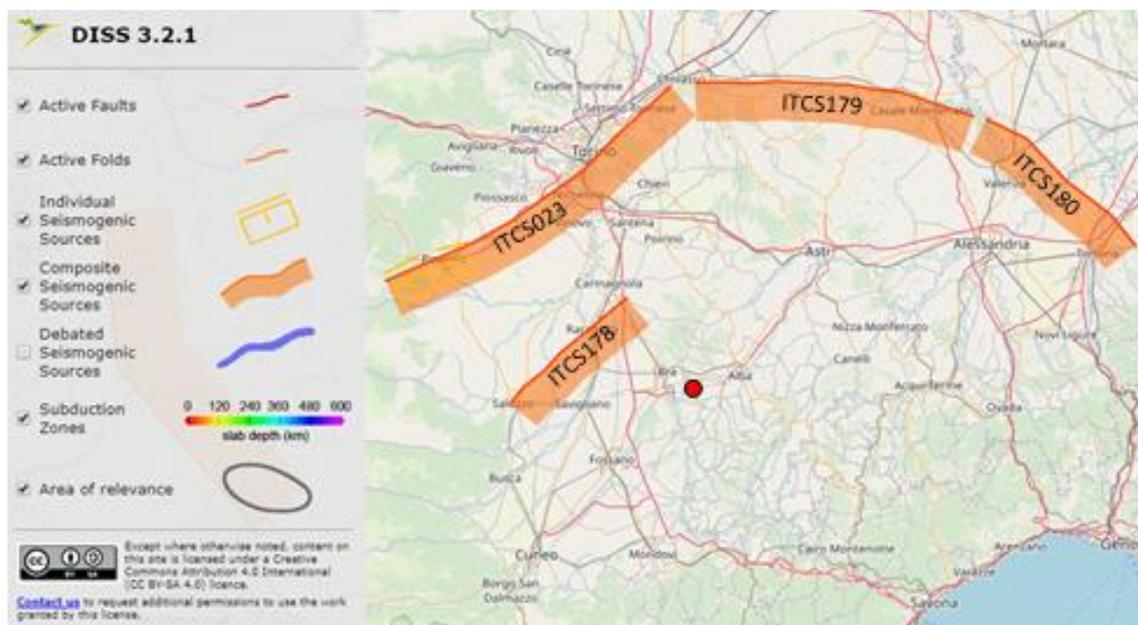


Figura 2-23 Sorgenti sismogenetiche individuali e composite dal "Database of Individual Seismogenic Sources" (DISS 3.2.1, DISS Working Group, 2018) rilevanti per l'area di progetto sede del tracciato (punto rosso).

Nel Database Macrosismico Italiano DBMI15 (Locati et al., 2016), che contiene le informazioni relative alle intensità macrosismiche osservate a seguito dei terremoti fino al 2014, è possibile consultare la storia sismica dei comuni italiani.

In particolare, l'estratto in Figura 2-24 mostra la storia sismica associata ai comuni di Asti e Cuneo in termini di intensità macrosismica. I due comuni sono stati scelti per ricchezza del database e per la vicinanza al tracciato. La frequenza di accadimento di eventi sismici in grado di produrre danni nei siti in esame risulta essere, nell'intervallo di tempo a disposizione, piuttosto ridotta. Infatti, le intensità massime avvertite superano il 6 solo in pochi casi. L'evento più significativo con effetti nel cuneese è costituito dal terremoto del 1550 di Cuneo ($M_W=4.86$). Ad Asti, l'intensità massima avvertita è durante il terremoto della Liguria occidentale del 1887 ($M_W=6.27$). Da quanto sopra si evince come sia associabile all'area interessata dal tracciato di progetto una sismicità complessivamente bassa.

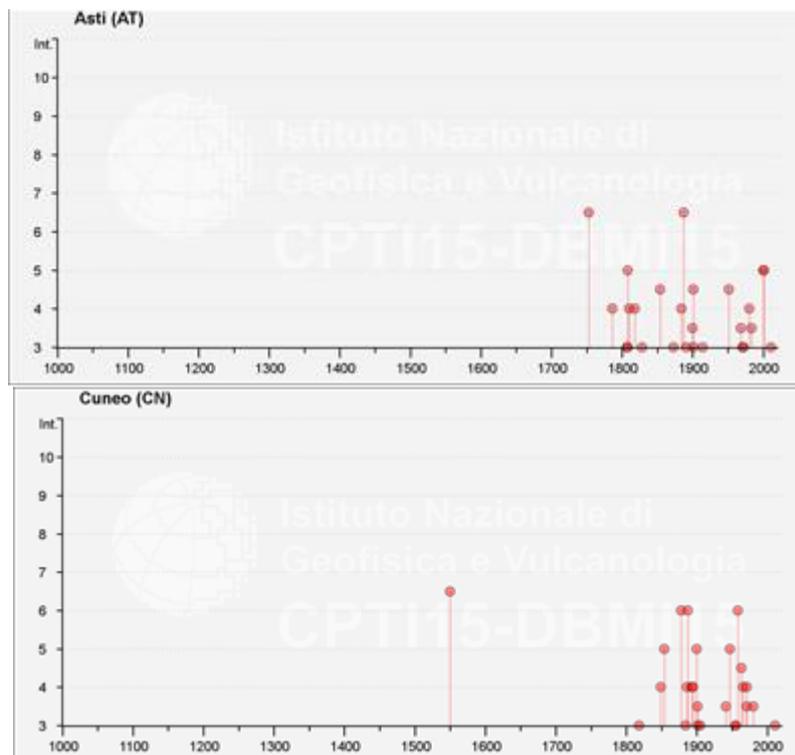


Figura 2-24 Storia macrosismica dei comuni di Asti (sopra) e di Cuneo (sotto) dal catalogo DBMI15 (Locati et al., 2016)
<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

In accordo alla classificazione sismica vigente di cui alla D.G.R. n.6-887 del 30/12/2019, riportata in Figura 2-25, il tracciato in progetto si colloca al confine tra la zona 3 e la 4. Per la prima di tali zone l'accelerazione massima attesa (PGA) con tempo di ritorno 475 anni è compresa tra 0,05g e 0,125g, mentre per la seconda la PGA è inferiore o uguale a 0,05g.

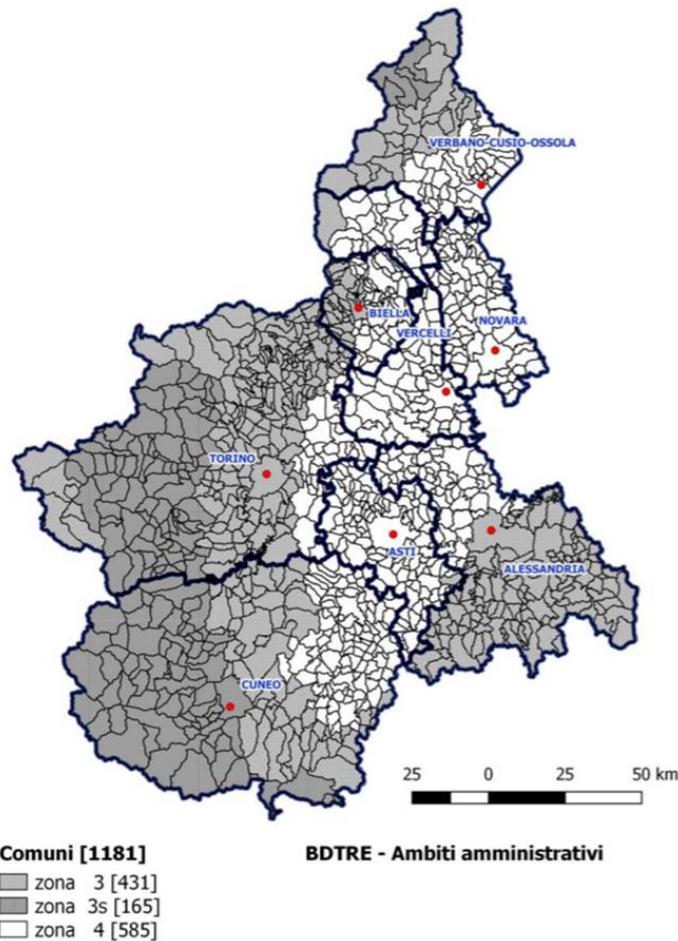


Figura 2-25 Nuova zonazione sismica della regione Piemonte e relativi valori di PGA, D.G.R. n.6-887 del 30/12/2019

2.4.6. Inquadramento idrico superficiale e idrogeologico

Relativamente all'idrografia superficiale, il corpo idrico principale è il Fiume Tanaro, mentre sul settore collinare è presente un reticolo idrico secondario a sviluppo limitato che è costituito da incisioni sia naturali che artificiali, di lunghezza limitata e talvolta non in continuità con il fondovalle.

In riferimento al corso d'acqua principale, il fiume Tanaro nasce sul Pian di Laiardo dalla confluenza dei torrenti Tanarello e Negrone al confine tra Liguria e Piemonte e scorre per qualche chilometro in direzione E-O e rappresenta il confine tra le due regioni, per poi progressivamente ruotare la sua direzione fino a scorrere in direzione S-N.



Figura 2-26 Foto satellitare in cui sono stati evidenziati in blu, i corsi attuali dei Fiumi Po e Tanaro. In rosso è indicata la direzione di scorrimento del paleo Tanaro.

2.4.7. Pericolosità e rischio alluvioni

Per quanto riguarda il PGRA del Distretto del Fiume PO, in data 16 dicembre 2021 la Conferenza Operativa ha espresso parere positivo sull'Aggiornamento e revisione del Piano che è quindi pubblicato il 22 dicembre 2021, nel rispetto delle scadenze fissate dalla Direttiva 2007/60/CE.

In data 20 dicembre 2021 con Delibera_5/2021_PGRAPo, la Conferenza Istituzionale Permanente ha adottato l'aggiornamento del PGRA ai sensi degli art.65 e 66 del D.Lgs 152/2006.

Per quanto riguarda la pubblicazione delle mappe di pericolosità e rischio alluvione sono ancora in corso di aggiornamento, motivo per cui nell'analisi che segue sono utilizzate le mappe del PGRA aggiornate al 2019.

In riferimento alle mappe di pericolosità, queste raffigurano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua con riferimento a tre scenari di probabilità di accadimento dell'evento alluvionale così come riportati in Tabella 2-35.

| Direttiva alluvioni | | Pericolosità |
|---|---|--------------|
| Scenario | TR (anni) | |
| Elevata probabilità di alluvioni (H = high) | 20-50 (frequente) | P3 elevata |
| Media probabilità di alluvioni (M = medium) | 100-200 (poco frequente) | P2 media |
| Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low) | Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro) | P1 bassa |

Tabella 2-35 Scenari di inondazione (Fonte: PGRA AdbPo – Parte II A. Mappatura della pericolosità e valutazione del rischio)

Per individuare le aree soggette a pericolosità idraulica sono state consultate le mappe delle aree allagabili del PGRA del 2021, le quali hanno subito l'ultimo aggiornamento nel luglio 2021.

Dalla consultazione delle mappe di pericolosità da alluvione, emerge che il tracciato attraversa per la maggior parte, tratti a probabilità di alluvioni media/scarsa.

Per completezza si riporta in Figura 2-27 uno stralcio della mappa di rischio alluvione, che segnala la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) ed il corrispondente grado di rischio. Questo viene distinto in 4 diverse classi:

- R1 – Rischio moderato (giallo);
- R2 – Rischio medio (arancione);
- R3 – Rischio elevato (rosso);
- R4 – Rischio molto elevato (viola).

Dalla consultazione delle mappe di rischio alluvione, emerge che in corrispondenza dell'area d'interesse si presentano principalmente perimetrazioni caratterizzate da rischio moderato/elevato e più limitatamente da altre perimetrazioni caratterizzate da rischio molto elevato.

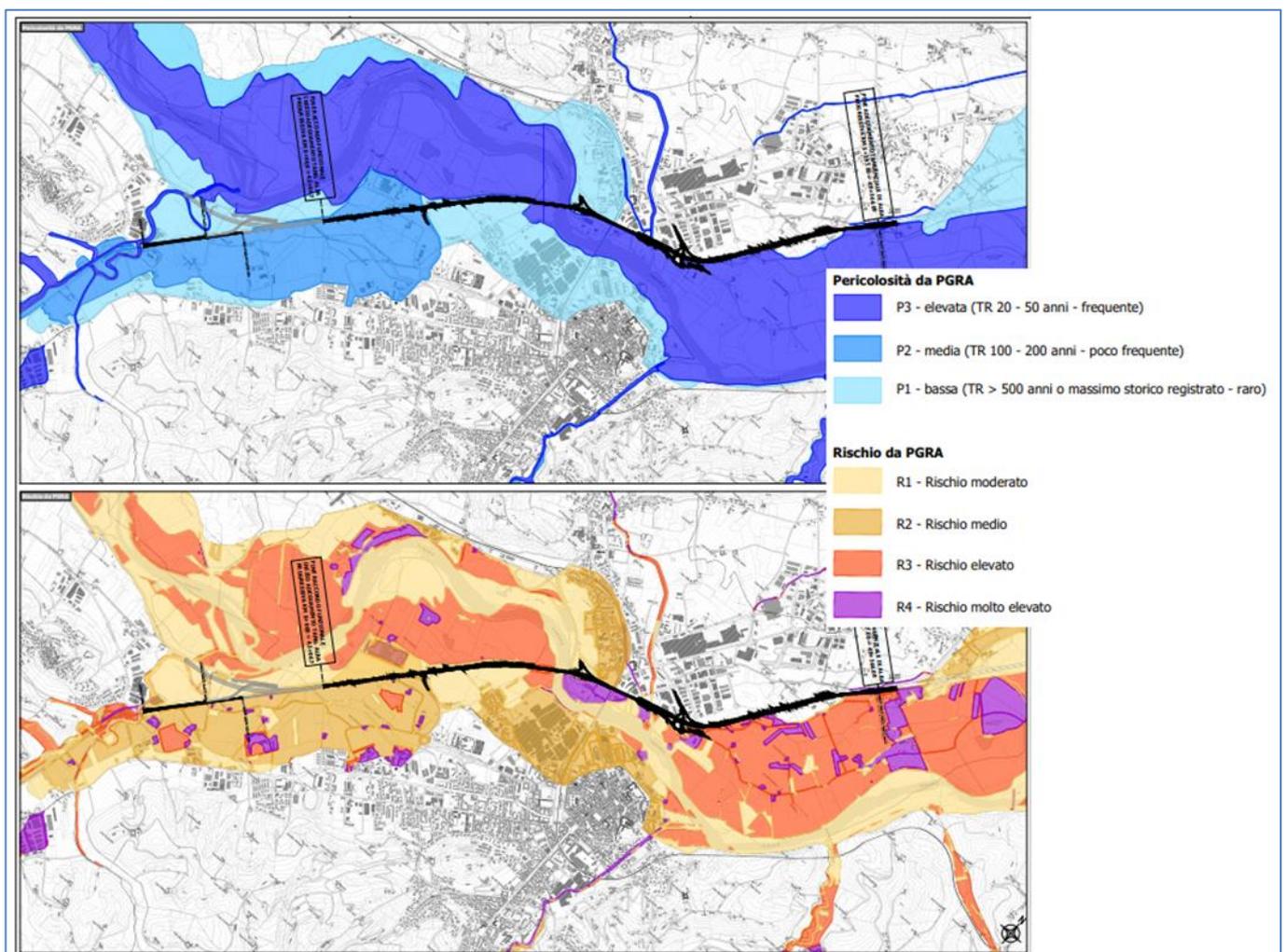


Figura 2-27 Stralcio della tavola del PGRA (cod.09.01.11_P018_D_AMB_CW_005_A)

2.4.8. Stato qualitativo delle acque superficiali

La rete di monitoraggio dei corsi d'acqua della Regione Piemonte è costituita da una Rete Base (RB) di 194 corpi idrici (CI) e 10 Siti di Riferimento (RB_SR) e da una rete aggiuntiva (RA). La RA è rappresentata da stazioni di monitoraggio aggiuntive (SA) all'interno dei CI per i quali è già prevista la stazione principale e da un sottoinsieme di CI aggiuntivi (CA) non fisso, selezionato per specifiche valutazioni e finalità nell'ambito dei programmi di monitoraggio triennali.

Ai sensi della DQA i CI vengono monitorati secondo specifiche frequenze nell'ambito di un ciclo sessennale di programmazione; alcuni tutti gli anni, altro 1 solo anno.

Nel 2020 sono stati monitorati 187 punti di monitoraggio appartenenti sia rete base che a quella aggiuntiva. Ad ogni CI è attribuita una tipologia di monitoraggio tra quelle previste dalla Direttiva 2000/760/CE (WFD): sorveglianza, operativo e di indagine.

La definizione dello stato di qualità ai sensi del Decreto 260/2010 avviene secondo uno schema articolato che conduce alla classificazione dello Stato Ecologico (SE) e dello Stato Chimico (SC).

La classificazione dello Stato Ecologico avviene attraverso la valutazione dei parametri per il calcolo dell'indice LIMeco, degli elementi di qualità biologica e degli inquinanti specifici riportati in tabella 1/B del Decreto 172/2015 monitorati, i quali conducono all'attribuzione dello stato elevato, buono, sufficiente, scadente, pessimo.

La classificazione dello Stato Chimico si basa sulla verifica degli Standard di Qualità Ambientale (SQA) per le sostanze della tabella 1/A del Decreto 172/2015, che conduce all'attribuzione delle classi "Buono" o "Non Buono". La classificazione nel triennio di monitoraggio deriva dal risultato peggiore conseguito nell'arco dei 3 anni.

Per l'analisi dello stato chimico ed ecologico dei corpi idrici superficiali nell'area d'interesse, documento "Attività Arpa nella gestione delle reti di monitoraggio regionale delle acque superficiali – Corsi d'acqua e Laghi - Relazione Monitoraggio triennio 2014-2016". In particolare, i dati consultati si riferiscono al primo triennio di monitoraggio 2014-2016, che si inserisce all'interno del monitoraggio del sessennio 2014-2019 previsto dal Piano di Gestione Distrettuale del Po.

In Figura 2-28 sono state individuate le aste di corpi idrici interessate dall'opera di progetto, alle quali sono state attribuite le seguenti denominazioni:

- CI n.05SS4N803PI - TANARO_62-Scorrimento superficiale-Grande_4;
- CI n.05SS2N506PI – RIDONE_62-Scorrimento superficiale-Piccolo_1.

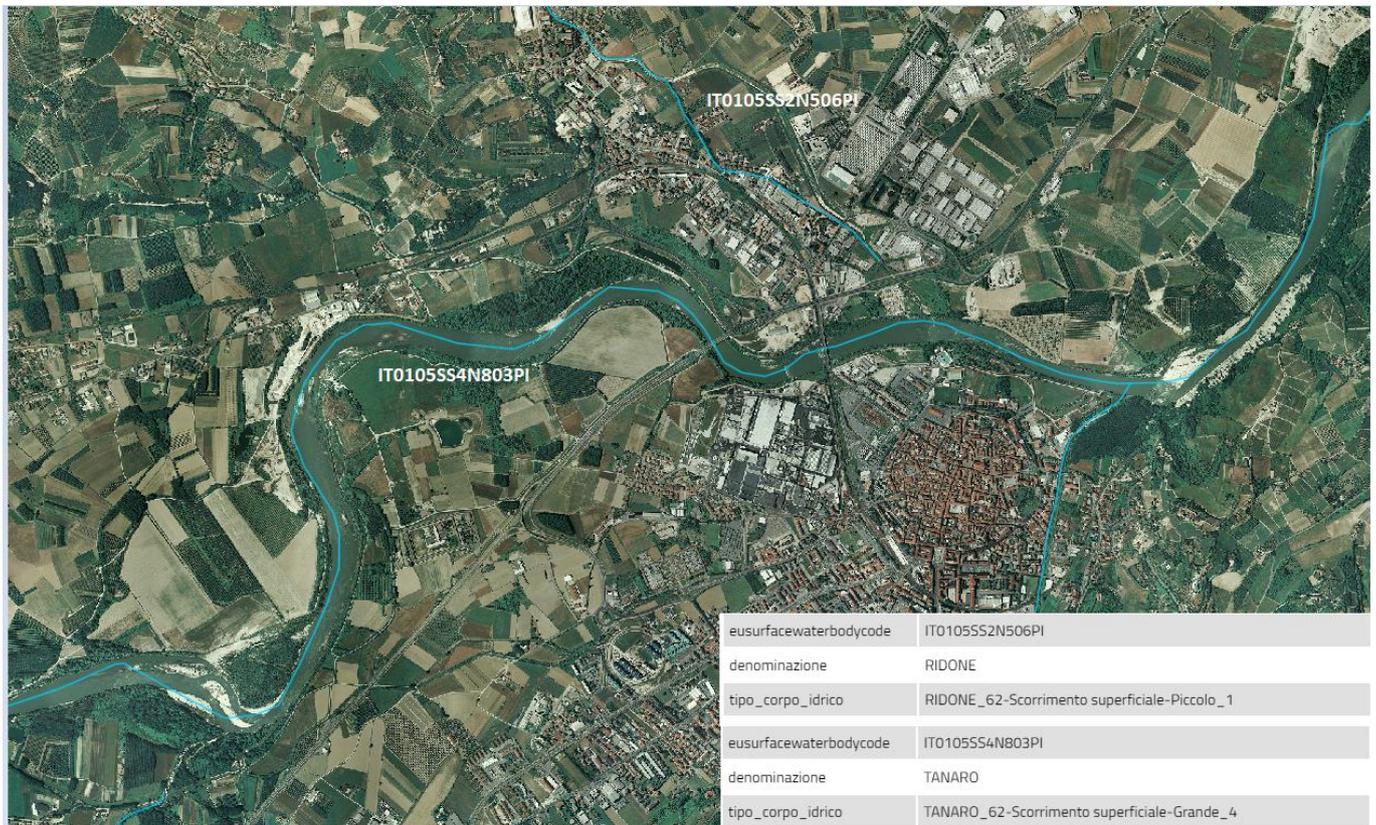


Figura 2-28 Codifica dei corpi idrici limitrofi l'area d'intervento Fonte: Geoportale della Regione Piemonte

Per le informazioni relative ai corpi idrici n.05SS4N803PI e n.05SS2N506PI sono stati consultati i dati di monitoraggio riferiti al triennio 2009-2011 ed al triennio 2012-2014, riportati nel documento "Attività Arpa nella gestione delle reti di monitoraggio regionale delle acque superficiali – Corsi d'acqua e Laghi - Monitoraggio sessennio 2009-2014" poiché risultano i dati più aggiornati per entrambi i corsi idrici.

In particolare, come si riporta nella Tabella 2-36, il CI n.05SS4N803PI è stato classificato con uno stato ecologico "buono" ed uno stato chimico "buono" per entrambi i trienni di monitoraggio (2009-2011 e 2012-2014), mentre il CI n.05SS2N506PI presenta uno stato ecologico "non buono" nel triennio 2009-2011 e "sufficiente" nel triennio 2012-2014 ed uno stato chimico "buono" per entrambi i trienni di monitoraggio.

| | Periodo | CI analizzati | Stato chimico | Stato ecologico |
|-----------|-----------|---------------|---------------|-----------------|
| Triennio | 2012-2014 | 05SS4N803PI | Buono | Buono |
| | | 05SS2N506PI | Buono | Sufficiente |
| | 2009-2011 | 05SS4N803PI | Buono | Buono |
| | | 05SS2N506PI | Buono | Non Buono |
| Sessennio | 2009-2014 | 05SS4N803PI | Buono | Buono |
| | | 05SS2N506PI | Buono | Sufficiente |

Tabella 2-36 Stato Ecologico e Stato Chimico dei corpi idrici limitrofi all'area d'intervento (Fonte Geoportale Arpa Piemonte)

Per il corpo idrico 05SS4N803PI sono stati riportati gli indici annuali (LIMEco e SQA per lo Stato Ecologico e SQA per lo Stato Chimico) nel documento “Attività Arpa nella gestione delle reti di monitoraggio regionale delle acque superficiali – Corsi d’acqua e Laghi - Monitoraggio anno 2017”. Da tali indici, riportati in Tabella 2-37, emerge un SQA “buono” per lo Stato Ecologico, mentre per lo Stato Chimico si presenta un SQA “non buono”.

| Codice CI | Valore LIMEco | Classe LIMEco | SQA per Ecologico | SQA per Chimico | Anno |
|-------------|---------------|---------------|-------------------|-----------------|------|
| 05SS4N803PI | 0.63 | Buono | Buono | Non Buono | 2017 |

Tabella 2-37 Elementi chimici – Indici annuali per CI – Anno 2017

2.4.9. Stato qualitativo delle acque sotterranee

La rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee (RMRAS) del Piemonte, cui afferiscono i punti di monitoraggio, è composta da 13 GWB (corpi idrici sotterranei) relativi al Sistema Acquifero Superficiale di Pianura, 4 GWB relativi ai Principali Fondovalle Alpini/Appenninici, 6 GWB relativi al Sistema Acquifero Profondo di Pianura. Sono stati individuati anche 5 GWB appartenenti ai Complessi Acquiferi Montani e Collinari nei quali sono ubicate le sorgenti da monitorare. Su tutti i GWB del Sistema Acquifero Superficiale di Pianura, dei Principali Fondovalle Alpini/Appenninici e dei Complessi Acquiferi Collinari e Montani è stata condotta la valutazione del rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dalla Direttiva 2000/60/CE (WFD). La valutazione del non raggiungimento è stata effettuata attraverso l’analisi delle pressioni e la verifica dei dati di stato pregressi. La definizione dello Stato Chimico (SC), che ha come obiettivo la conferma dell’analisi delle pressioni, del rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dalla WFD e dell’efficacia delle misure, ha portato ad una categorizzazione su base areale dei singoli GWB, che si distinguono in due categorie: Buono e Scarso.

Ai fini della valutazione dello SC puntuale, sono stati adottati gli Standard di Qualità Ambientale (SQA), identificati a livello comunitario, ed i Valori Soglia (VS), individuati a livello nazionale, indicati, rispettivamente, nelle tabelle 2 e 3 della Parte A dell’Allegato 3 del D.Lgs 30/2009 e nel D.M. 260/2010.

A livello di ciascun GWB si prevede l’attribuzione dello “stato chimico complessivo”:

- “Scarso” quando l’area/volume complessiva derivata dai punti in stato Scarso sia superiore al 20% dell’area/volume totale del GWB;
- “Buono” quando l’area/volume complessiva derivata dai punti in stato Buono sia superiore al 80% dell’area/volume totale del GWB.

La spazializzazione del dato puntuale su base areale si è ottenuta utilizzando un apposito algoritmo geostatistico operante su piattaforma GIS (metodo dei poligoni di Thiessen-Voronoi), che ha permesso di definire l’area d’influenza di ciascun punto ricomposta sulla superficie totale del GWB.

L’area di studio si inserisce all’interno dei seguenti GWB:

- Principali Fondovalle Alpini/Appenninici: GWB-FTA, Fondovalle Tanaro;
- Non ricade in nessun Sistema Acquifero Profondo di Pianura.

Sulla base dei dati riportati nel documento “Attività ARPA nella gestione della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee – Relazione Monitoraggio anno 2018”, emerge che lo Stato Chimico di GWB-FTA nel triennio 2014-2016 denota un giudizio “scarso” mentre per l’anno 2018 denota un giudizio “buono” (cfr. Figura 2-29 e Figura 2-30). Tale andamento risulta sostanzialmente costante, tendenza avvalorata da un LC (livello di confidenza) alto.

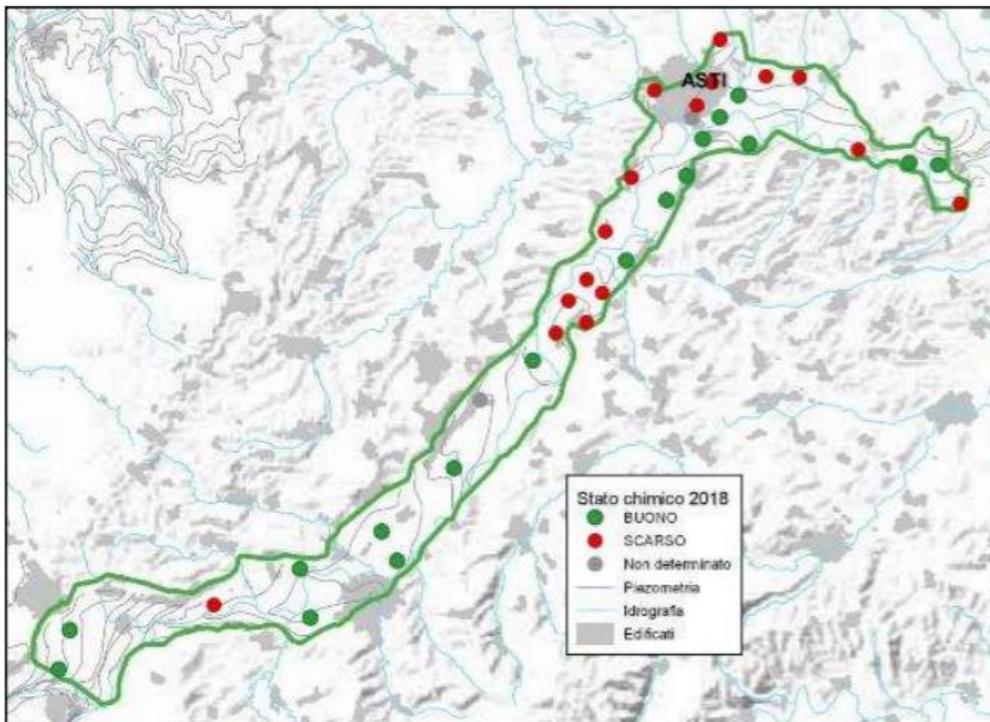


Figura 2-29: Stato Chimico areale e puntuale 2018 nel GWB-FTA (verde=buono; rosso=scarso) (Fonte: Attività ARPA nella gestione della rete di monitoraggio delle acque sotterranee - Relazione monitoraggio anno 2018)

| GWB | Ipotesi di classificazione Triennio 2014-2016 | LC | Stato 2018 |
|---------|---|------|--------------|
| GWB-FTA | SCARSO | Alto | BUONO |

Figura 2-30: Comparazione Stato Chimico 2018 nel GWB-FTA con il triennio 2014-2016 (Fonte: Attività ARPA nella gestione della rete di monitoraggio delle acque sotterranee - Relazione monitoraggio anno 2015)

2.4.10. Vulnerabilità dell'acquifero

La vulnerabilità di un acquifero è la sua "susceptibilità specifica [...] ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea nello spazio e nel tempo"(Civita,1987).

Le caratteristiche descrittive e intrinseche della formazione acquifera e del non saturo permettono di valutare il grado di vulnerabilità dell'acquifero. Nel caso specifico, ARPA Piemonte fornisce informazioni relative alla vulnerabilità della falda, basandosi sulla metodologia G.O.D. (Foster, 1987) che si basa sulla valutazione del prodotto del punteggio attribuito ai tre parametri del metodo:

- tipologia dell'acquifero (Groundwater occurrence);
- caratteristiche litologiche e di permeabilità del non saturo (Overall aquifer class);
- soggiacenza (Depth groundwater table).

In Figura 2-31 si riporta uno stralcio relativo alla vulnerabilità intrinseca dell'acquifero tratto dal Geoportale di ARPA Piemonte.

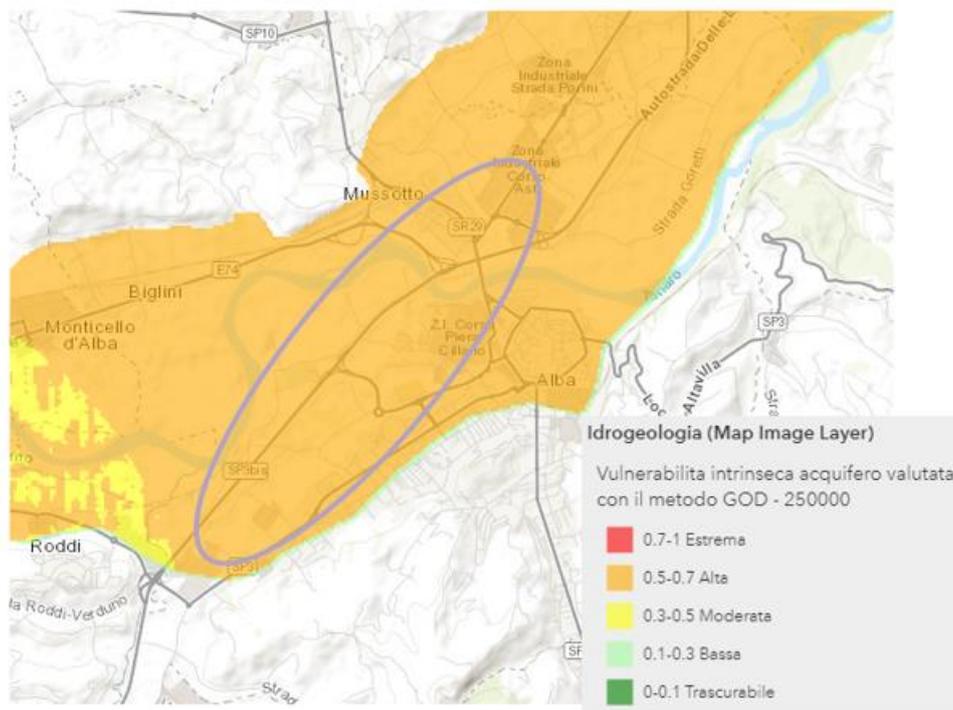


Figura 2-31 Vulnerabilità intrinseca acquifero valutata con il metodo G.O.D. (fonte: Geoviewer 2D – ARPA Piemonte).

Dall'immagine precedente emerge che una quota parte dell'area d'interesse è caratterizzata da una vulnerabilità corrispondente al grado "Alto".

2.5. E – ATMOSFERA: ARIA E CLIMA

2.5.1. Inquadramento tematico

Il presente paragrafo è volto ad analizzare tutti gli aspetti relativi allo stato attuale del fattore ambientale “Atmosfera”.

Le fasi che hanno caratterizzato tale studio sono le seguenti:

- analisi meteo-climatica;
- analisi emissiva;
- analisi della qualità dell’aria.

Il processo logico operativo dell’analisi del fattore ambientale Atmosfera ha pertanto riguardato, in primis, l’analisi meteo-climatica partendo dai dati storici dell’Atlante Climatico registrati dalla centralina di Torino Caselle (LIMF), considerando l’arco temporale di un trentennio, dal 1971 al 2000. Tale analisi ha permesso di caratterizzare il regime termico, pluviometrico e anemometrico con l’obiettivo di avere un quadro meteoroclimatico storico di riferimento.

Medesimo studio è stato svolto con i dati meteo-climatici relativi all’anno 2021, prendendo come riferimento la stessa centralina meteo, considerata rappresentativa delle condizioni climatiche circostanti l’area in esame.

Dal confronto di queste due analisi meteo-climatiche è stato possibile valutare la bontà del dato meteo attuale, al fine di escludere la possibilità che il 2021 fosse un outlier

Per analizzare lo stato attuale delle emissioni di inquinanti, invece, si è fatto riferimento ai dati dell’Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera IREA (riferiti al 2015, ultimo anno disponibile), dai quali è stato possibile ricavare i valori emissivi a livello regionale e provinciale.

È stata poi condotta l’analisi sulla qualità dell’aria, partendo dai riferimenti legislativi Europei, Nazionali e Regionali. In particolare, quest’ultimo, oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), ha permesso di definire i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell’aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti.

Lo strumento principale per la definizione della qualità dell’aria è costituito dalle centraline per il monitoraggio della qualità dell’aria. Nella Regione Piemonte tale rete di centraline è gestita da ARPA Piemonte. Al fine di avere una prima caratterizzazione della qualità dell’aria in prossimità dell’area di intervento è stata valutata la centralina della rete che risultasse più prossima e al tempo stesso fosse rappresentativa di un ambito territoriale simile.

Per le centraline scelte come riferimento, quella di Alba – Tanaro e di Asti – Baussano, rispettivamente a circa 4 e 30 chilometri di distanza massima dall’infrastruttura oggetto di studio, sono state valutate le concentrazioni di ossidi di azoto, biossidi di azoto, monossido di carbonio e particolato, visionando i dati registrati dal 2017 al 2021.

2.5.2. Normativa di riferimento

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi, Europei e Nazionali, che caratterizzano il fattore ambientale Atmosfera ed in modo specifico riferiti alla qualità dell’aria:

- Direttiva 04/107/CE relativa all’“arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria” che fissa il valore obiettivo per la concentrazione nell’aria ambiente di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;

- Direttiva 08/50/CE 107/CE relativa alla “qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”. Ha ribadito i contenuti della direttiva 2004/107/CE, aggiungendo il PM2.5 tra gli inquinanti da monitorare.
- Decreto Legislativo 152/2006 “Norme in materia ambientale”
- Decreto Legislativo 128/2010 “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152”, recante norme in materia ambientale;
- Decreto Legislativo 155/2010, “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”, recepisce la Direttiva 2008/50/CE 107/CE. Quest’unica norma ribadisce i fondamenti del controllo dell’inquinamento atmosferico e i criteri di monitoraggio contenuti nei precedenti decreti ed introduce, in base alle nuove evidenze epidemiologiche, tra gli inquinanti da monitorare anche il PM2.5, ormai ben noto per la sua pericolosità;
- Legge Regionale 7 aprile 2000, n. 43 “Disposizioni per la tutela dell’ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell’aria”;
- Legge Regionale 26 aprile 2000, n. 44 “Disposizioni normative per l’attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali”.

Il D.Lgs. 155/2010 oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell’aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti. Nella Tabella 1 1 seguente vengono riportati il riepilogo degli adeguamenti normativi stabiliti dal D.Lgs. 155/2010, agli allegati XI e XII.

| Inquinante | Indicatore Normativo | Periodo di mediazione | Valore stabilito | Margine tolleranza | N° superamenti consentiti |
|---|---------------------------------------|---|-----------------------|--------------------|---------------------------|
| Biossido di Zolfo 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 in una stazione con rappresentatività > 100 kmq | 500 µg/m ³ | - | - |
| | Livelli critici per la vegetazione | anno civile e inverno | 20 µg/m ³ | - | - |
| Biossido di azoto NO₂ | Valore limite protezione salute umana | 1 ora | 200 µg/m ³ | - | 18 |
| | Valore limite protezione salute umana | anno civile | 40 µg/m ³ | - | - |
| | Soglia di allarme | 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq | 400 µg/m ³ | - | - |
| Ossidi di azoto NO_x | Livelli critici per la vegetazione | anno civile | 30 µg/m ³ | - | - |
| Particolato PM₁₀ | Valore limite protezione salute umana | 24 ore | 50 µg/m ³ | - | 35 |
| | Valore limite protezione salute umana | anno civile | 40 µg/m ³ | - | - |

| Inquinante | Indicatore Normativo | Periodo di mediazione | Valore stabilito | Margine tolleranza | N° superamenti consentiti |
|--|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|
| Particolato fine PM_{2.5} | Valore limite protezione salute umana | anno civile | 25 µg/m ³ | - | - |
| Piombo | Valore limite protezione salute umana | anno civile | 0,5 µg/m ³ | | |
| Benzene | Valore limite protezione salute umana | anno civile | 5 µg/m ³ | - | - |
| Monossido di carbonio | Valore limite protezione salute umana | massima media su 8h consecutive | 10 mg/m ³ | - | - |
| Arsenico | Valore obiettivo | anno civile | 6 ng/m ³ | - | - |
| Cadmio | Valore obiettivo | anno civile | 5 ng/m ³ | - | - |
| Nichel | Valore obiettivo | anno civile | 20 ng/m ³ | - | - |
| Benzo(a)pirene | Valore obiettivo | anno civile | 1 ng/m ³ | - | - |

Tabella 2-38 Valori limite, livelli critici, valori obiettivo, soglie di allarme per la protezione della salute umana per inquinanti diversi dall'ozono (Fonte: Allegati XI e XII D. Lgs. 155/2010)

2.5.3. Inquadramento meteo climatico

Aspetti generali

Il presente paragrafo è volto all'analisi meteorologica 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 in esame; secondariamente occorre analizzare il dato meteorologico attuale (riferito al 2021) al fine di verificarne la coerenza con il dato storico.

In questo modo sarà possibile validare il dato meteo attuale e verificare che questo non rappresenti un outlier meteorologico.

La presente trattazione pertanto sarà divisa in due paragrafi principali: "il dato storico" che descrive l'analisi nell'arco temporale di riferimento 1971 – 2000 e l'analisi dei "dati attuali" riferiti all'anno 2021.

2.5.3.1. Il dato storico: andamento 1970-2001

Fonte e stazione meteorologica

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 2-39.

| Simbolo | Descrizione | U.M. |
|-------------|---|-------------|
| Tm | Temperatura media (max + min)/2 | °C |
| Tx 1d | Temperatura massima media della 1a decade | °C |
| Tx 2d | Temperatura massima media della 2a decade | °C |
| Tx 3d | Temperatura massima media della 3a decade | °C |
| Txm | Temperatura massima media mensile | °C |
| Tn 1d | Temperatura minima media della 1a decade | °C |
| Tn 2d | Temperatura minima media della 2a decade | °C |
| Tn 3d | Temperatura minima media della 3a 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 2-39 Indicatori della Temperatura (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Con riferimento alle precipitazioni ed eventi correlabili, i principali indicatori sono riportati in Tabella 2-40.

| 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 | Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 6 | (conteggio) |

| Simbolo | Descrizione | U. M. |
|-----------------|--|-------------|
| Nuv>4 | | |
| Ngh18 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 2-40 Indicatori delle precipitazioni (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Infine, in relazione alla distribuzione dei venti è possibile fare riferimento alla Tabella 2-41.

| 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 2-41 Indicatori della distribuzione dei venti (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Per il rilevamento dei dati meteorologici, è stata scelta la stazione meteo più vicina all'area oggetto di studio e per la quale erano disponibili i dati necessari alle analisi. Si tratta, pertanto, della stazione meteorologica di Torino Caselle, che dista dall'area di studio circa 60 chilometri e può essere ritenuta significativa e rappresentativa delle condizioni meteorologiche 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 2-32, con le seguenti coordinate:

- Lat: 45,201668;
- Lng: 7,65.

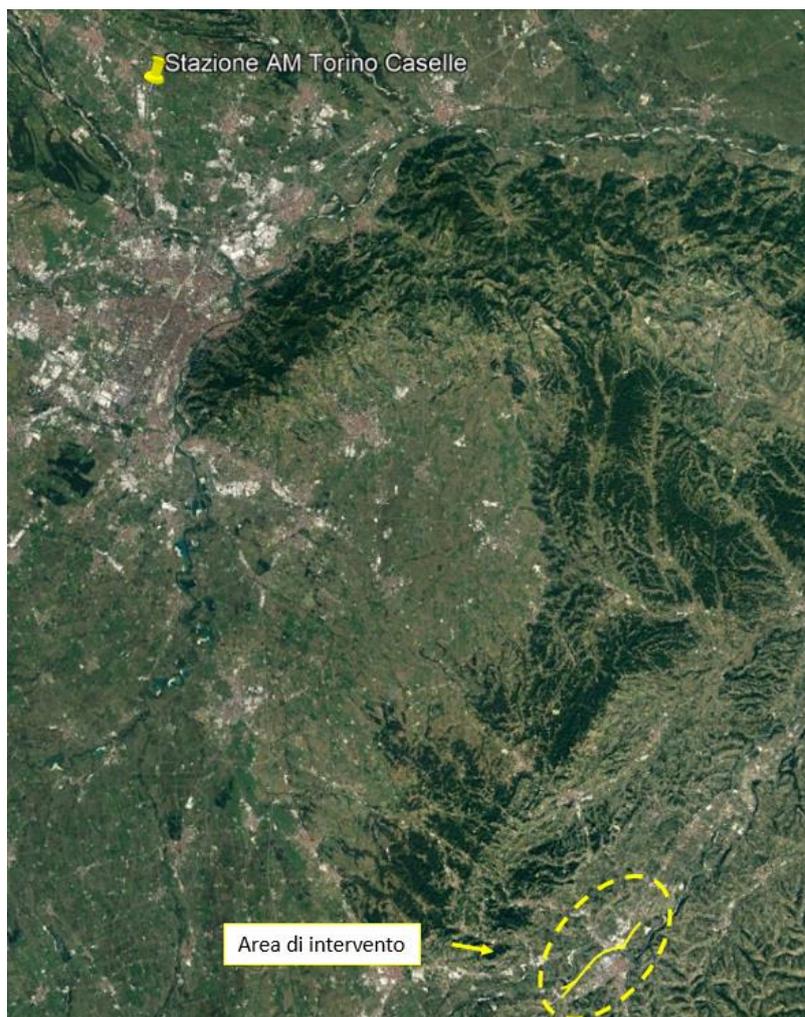


Figura 2-32 Stazione meteorologica di riferimento – Torino Caselle

Regime termico

Il primo aspetto analizzato nella trattazione del dato storico riguarda il regime termico. La Tabella 2-42 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 |
|-------------|---------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Gen | 2,1 | 6,1 | 5,9 | 7,7 | 6,6 | -3,4 | -2,3 | -1,7 | -2,5 | 8,0 | 6,6 |
| Feb | 4,3 | 8,7 | 8,9 | 9,9 | 9,1 | -1,3 | -0,6 | 0,0 | -0,7 | 9,2 | 5,9 |
| Mar | 8,1 | 11,8 | 13,4 | 14,8 | 13,4 | 1,2 | 2,8 | 4,1 | 2,7 | 9,6 | 6,4 |
| Apr | 11,1 | 15,8 | 16,7 | 17,1 | 16,6 | 5,3 | 4,9 | 6,9 | 5,7 | 8,4 | 6,6 |
| Mag | 15,5 | 19,3 | 20,3 | 22,3 | 20,7 | 8,7 | 10,6 | 11,7 | 10,4 | 8,8 | 6,0 |
| Giu | 19,4 | 23,9 | 24,7 | 25,8 | 24,8 | 13,2 | 13,7 | 14,9 | 14,0 | 7,4 | 6,2 |
| Lug | 22,4 | 27,3 | 28,1 | 28,2 | 27,9 | 16,1 | 17,2 | 17,2 | 16,9 | 5,9 | 5,7 |
| Ago | 21,8 | 28,0 | 27,8 | 25,7 | 27,1 | 17,2 | 17,1 | 15,5 | 16,5 | 6,4 | 5,4 |
| Set | 17,8 | 24,4 | 23,2 | 21,5 | 23,0 | 13,6 | 12,7 | 11,7 | 12,7 | 7,8 | 7,1 |
| Ott | 12,4 | 19,1 | 17,3 | 15,5 | 17,3 | 9,5 | 7,7 | 5,3 | 7,4 | 8,0 | 8,1 |
| Nov | 6,5 | 13,1 | 11,2 | 9,1 | 11,1 | 4,1 | 1,8 | -0,1 | 1,9 | 7,9 | 7,7 |
| Dic | 3,1 | 8,0 | 7,9 | 6,9 | 7,6 | -1,1 | -1,6 | -2,1 | -1,6 | 8,0 | 6,2 |
| Mese | NgTn≤0 | NgTn≤-5 | NgTx≥25 | NgTx≥30 | GrGi>0 | GrGi>5 | GrGi_18 | Txx | AnTx | Tnn | AnTn |

| Mese | Tm | Tx1d | Tx2d | Tx3d | Txm | Tn1d | Tn2d | Tn3d | Tnm | TxP85-15 | TnP85-15 |
|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|----------|----------|
| Gen | 24,9 | 7,7 | 0,0 | 0,0 | 75 | 0 | 461 | 20,1 | 1982 | -15,6 | 1971 |
| Feb | 17,3 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 122 | 0 | 384 | 24,8 | 1990 | -11,2 | 1991 |
| Mar | 6,3 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | 252 | 98 | 310 | 26,8 | 1997 | -10,5 | 1971 |
| Apr | 1,2 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 332 | 183 | 205 | 26,7 | 1984 | -5,8 | 1988 |
| Mag | 0,0 | 0,0 | 4,3 | 0,0 | 478 | 324 | 85 | 30,5 | 1974 | 0,2 | 1979 |
| Giu | 0,0 | 0,0 | 16,0 | 1,7 | 589 | 437 | 19 | 33,4 | 1981 | 5,4 | 1974 |
| Lug | 0,0 | 0,0 | 26,1 | 8,1 | 684 | 531 | 1 | 36,2 | 1983 | 8,7 | 1996 |
| Ago | 0,0 | 0,0 | 25,2 | 6,3 | 708 | 545 | 2 | 34,9 | 1998 | 8,0 | 1972 |
| Set | 0,0 | 0,0 | 10,6 | 0,0 | 556 | 401 | 39 | 31,6 | 1987 | 1,8 | 1972 |
| Ott | 0,7 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 374 | 222 | 172 | 28,4 | 1997 | -3,9 | 1997 |
| Nov | 9,6 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 196 | 49 | 341 | 22,8 | 1979 | -8,2 | 1989 |
| Dic | 22,9 | 4,7 | 0,0 | 0,0 | 99 | 0 | 455 | 21,4 | 1974 | -9,8 | 1989 |

Tabella 2-42 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 2,1 °C e 22,4 °C, rispettivamente registrate nei mesi di gennaio e di luglio.

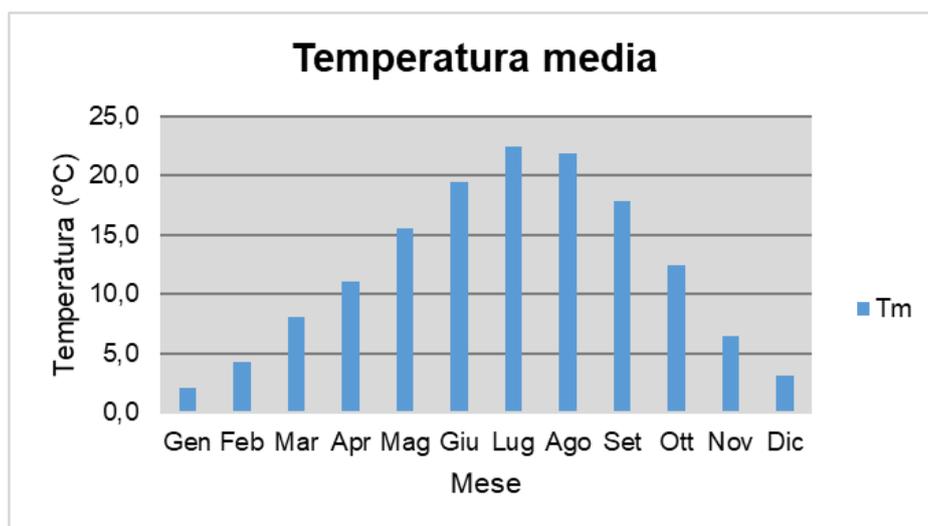


Figura 2-33 Temperatura media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

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 luglio con 27,9 °C, mentre il mese con le temperature minime medie più basse risulta gennaio con -2,5°C.

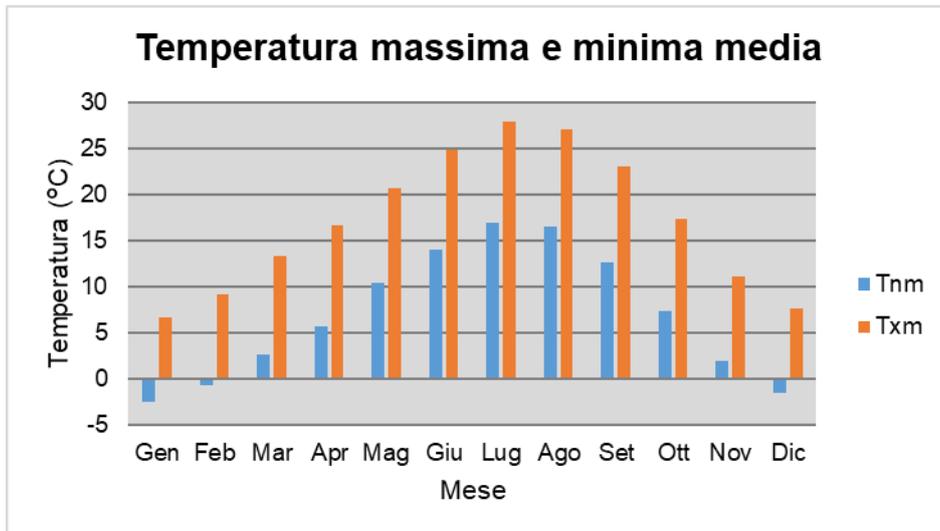


Figura 2-34 Temperatura massima e minima media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

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).

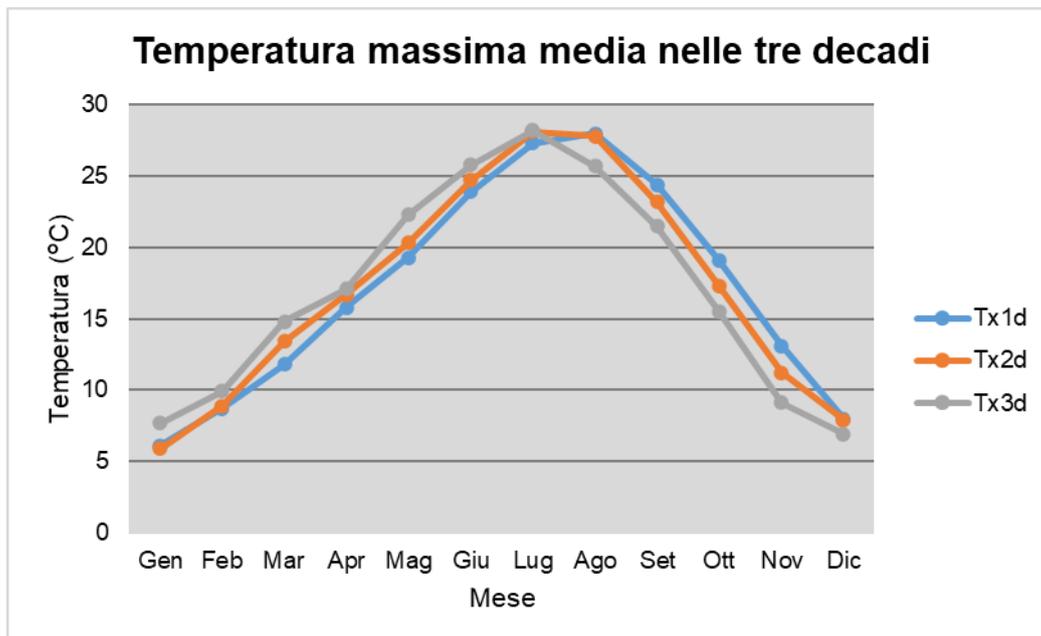


Figura 2-35 Temperatura massima media suddivisa per decadi (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dalla Figura 2-35 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 28,2°C.

Analoghe considerazioni possono essere effettuate in riferimento alle temperature minime così come mostrato in Figura 2-36.

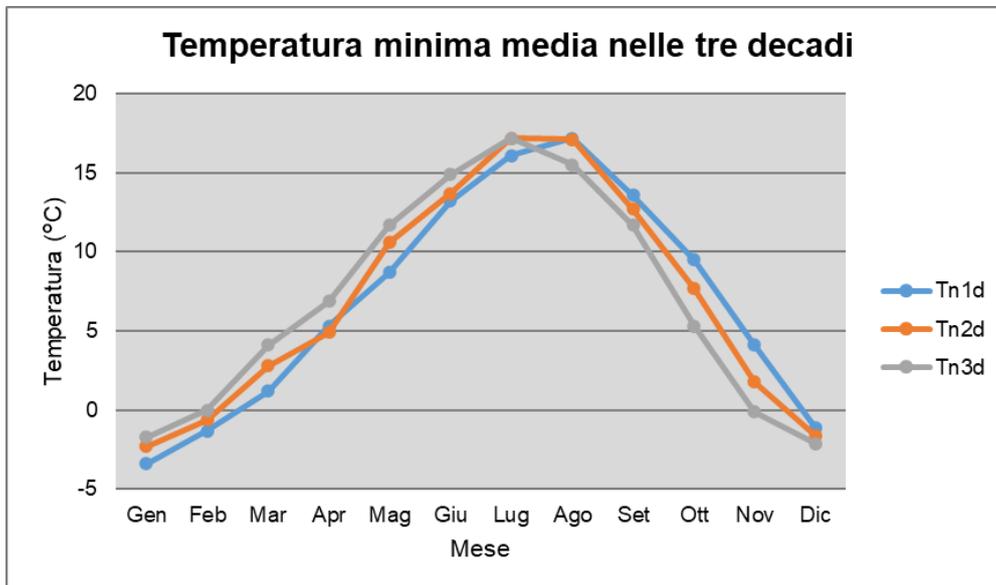


Figura 2-36 Temperatura minima media suddivisa per decadi (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

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.

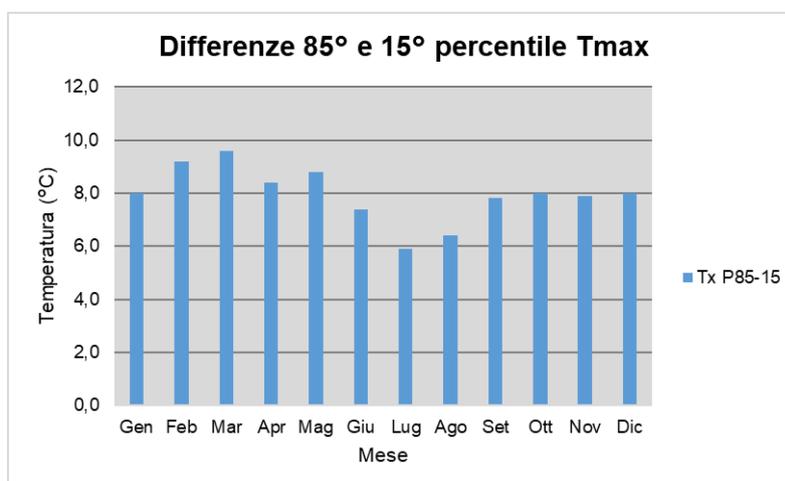


Figura 2-37 Differenza 85° – 15° percentile temperatura massima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

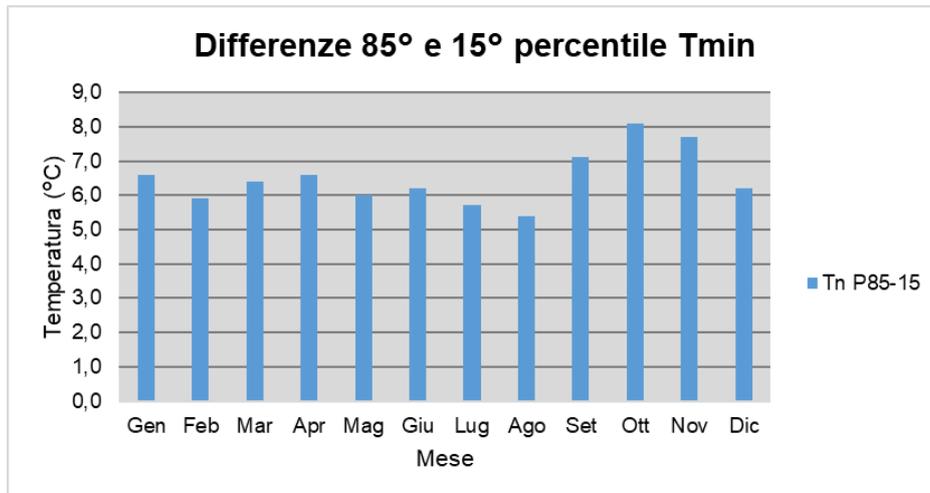


Figura 2-38 Differenza 85 – 15 percentile temperatura minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dall'analisi delle temperature massime si può notare come il delta sia abbastanza costante e compreso tra i 6,5°C ed i 9,5°C circa, a meno del mese di luglio che è di poco inferiore ai 6 °C. Con riferimento alla temperatura minima invece, si può evidenziare un trend in cui il minimo del delta si ha nei mesi di luglio e agosto ed è compreso tra i 5-6 °C, mentre il massimo valore si ha nel mese di ottobre, dove la differenza tra l'85° ed il 15° percentile raggiunge un valore intorno 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.

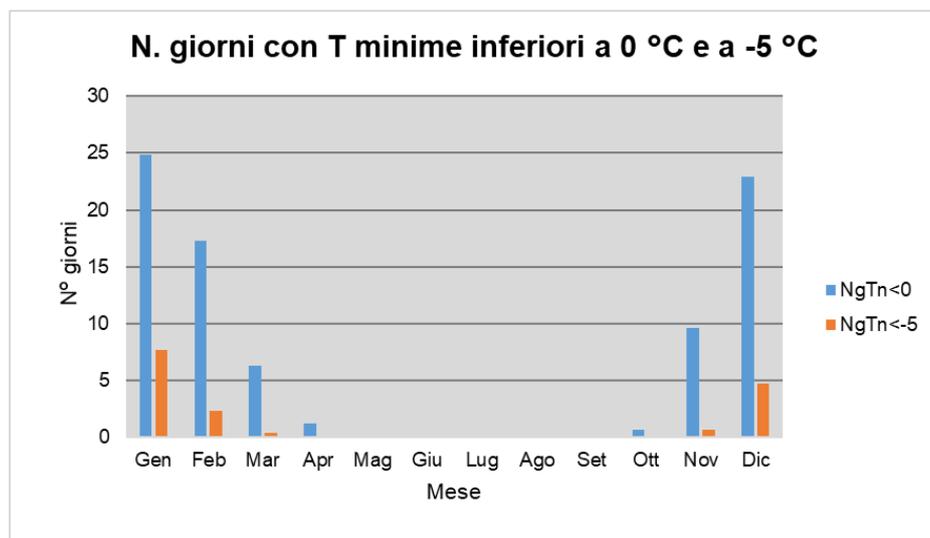


Figura 2-39 N° giorni con temperature minime inferiori a 0° e a -5° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

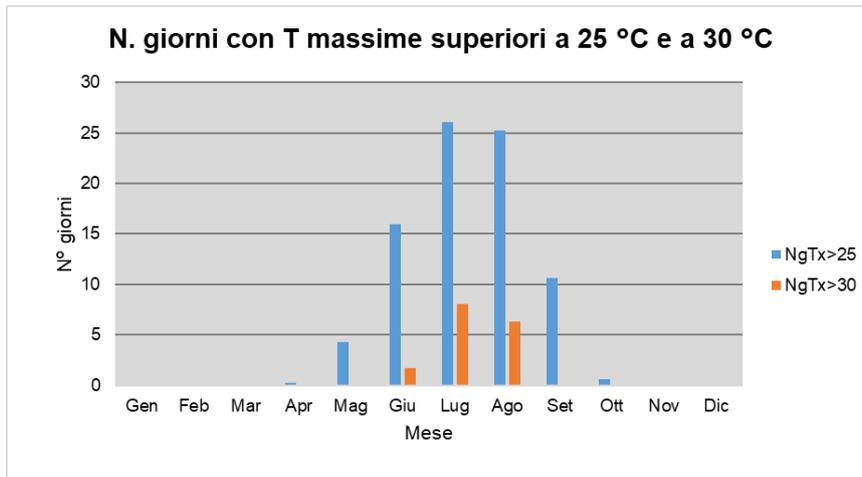


Figura 2-40 N° giorni con temperature massime superiori a 25° e 30° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Con riferimento alle figure precedenti è possibile verificare come le temperature inferiori ai -5°C siano registrate nei mesi da novembre a marzo, mentre come le giornate con temperature inferiori allo 0°C siano concentrate nei mesi da ottobre ad aprile.

Per quanto riguarda le temperature massime, invece, si registrano superamenti della soglia di 30 °C nei mesi estivi da giugno ad agosto, mentre i superamenti della soglia di 25 °C si verificano 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.

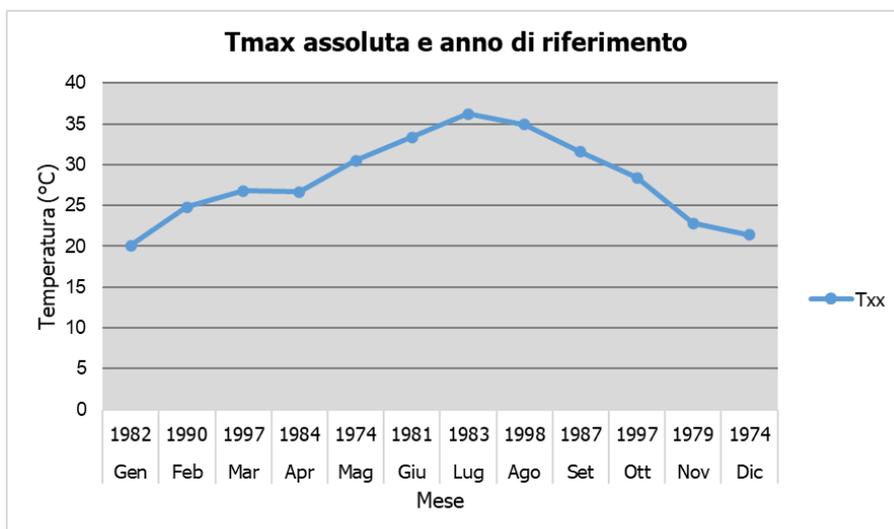


Figura 2-41 Temperatura massima assoluta ed anno di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

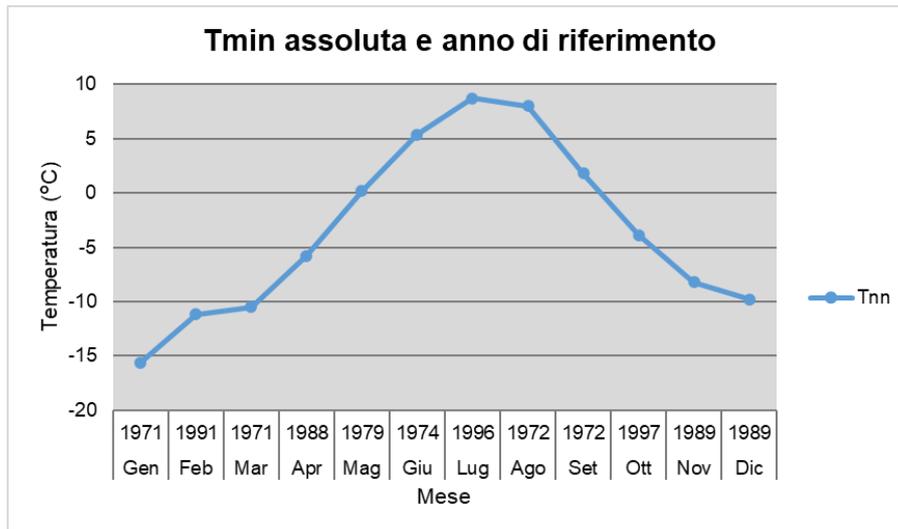


Figura 2-42 Temperatura minima assoluta ed anno di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Regime pluviometrico

Il regime pluviometrico è definito attraverso i dati registrati e riportati nella Tabella 2-43. 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 | 47,8 | 0,0 | 7,9 | 16,9 | 57,6 | 84,9 | 148,1 | 28,0 | 32,8 | 45,0 | 1973 |
| Feb | 47,1 | 0,0 | 2,0 | 11,7 | 28,7 | 81,6 | 288,0 | 32,8 | 37,4 | 47,8 | 1972 |
| Mar | 72,5 | 0,0 | 1,9 | 18,8 | 94,3 | 127,7 | 213,4 | 44,2 | 50,8 | 64,4 | 1981 |
| Apr | 113,3 | 7,8 | 34,8 | 89,4 | 117,0 | 155,1 | 408,4 | 51,6 | 43,0 | 82,0 | 1989 |
| Mag | 145,3 | 16,5 | 55,2 | 92,2 | 181,0 | 232,4 | 329,4 | 47,0 | 70,6 | 72,4 | 1978 |
| Giu | 104,3 | 11,9 | 57,3 | 77,8 | 108,7 | 160,7 | 250,5 | 48,4 | 62,6 | 72,0 | 1973 |
| Lug | 70,5 | 0,0 | 29,2 | 46,9 | 57,6 | 98,5 | 244,3 | 64,2 | 80,2 | 125,0 | 1973 |
| Ago | 76,1 | 20,3 | 41,5 | 45,1 | 75,3 | 94,5 | 224,7 | 85,0 | 77,2 | 85,0 | 1989 |
| Set | 83,8 | 2,5 | 20,6 | 39,9 | 80,0 | 124,1 | 229,2 | 69,4 | 52,6 | 122,0 | 1973 |
| Ott | 106,1 | 0,2 | 13,0 | 76,5 | 95,9 | 197,9 | 322,7 | 95,2 | 52,8 | 100,4 | 2000 |
| Nov | 69,1 | 0,3 | 3,8 | 19,8 | 58,2 | 106,5 | 306,0 | 59,0 | 113,8 | 172,8 | 1994 |
| Dic | 45,1 | 0,0 | 5,6 | 35,2 | 51,0 | 69,0 | 129,8 | 35,8 | 31,0 | 45,6 | 1996 |
| Mese | NgR>1 | NgR>5 | NgR>10 | NgR>50 | NgFog | Ux% | Un% | Ngh6Nuv ≤4 | Ngh6Nuv >4 | Ngh18Nuv ≤4 | Ngh18Nuv >4 |
| Gen | 5,4 | 3,0 | 1,5 | 0,0 | 9,9 | 93 | 59 | 15,2 | 15,2 | 17,1 | 13,5 |
| Feb | 4,4 | 2,5 | 1,4 | 0,0 | 6,3 | 92 | 52 | 15,1 | 12,3 | 16,4 | 11,4 |
| Mar | 5,8 | 3,5 | 2,4 | 0,2 | 2,2 | 89 | 45 | 15,7 | 14,8 | 17,3 | 13,7 |
| Apr | 8,6 | 5,3 | 3,4 | 0,3 | 1,1 | 92 | 48 | 13,3 | 16,8 | 13,7 | 16,3 |
| Mag | 11,2 | 7,1 | 4,7 | 0,3 | 1,0 | 94 | 54 | 13,0 | 18,3 | 12,3 | 18,8 |
| Giu | 8,6 | 5,2 | 3,3 | 0,2 | 0,4 | 94 | 52 | 15,0 | 14,9 | 14,3 | 15,2 |
| Lug | 5,8 | 3,1 | 2,0 | 0,1 | 0,5 | 94 | 51 | 17,1 | 12,7 | 17,6 | 12,0 |
| Ago | 7,7 | 4,6 | 2,7 | 0,1 | 0,4 | 94 | 51 | 16,7 | 14,8 | 18,4 | 13,1 |
| Set | 6,4 | 4,0 | 2,8 | 0,1 | 1,2 | 95 | 53 | 14,9 | 16,1 | 17,2 | 13,6 |
| Ott | 7,0 | 4,6 | 3,5 | 0,2 | 4,7 | 95 | 61 | 15,2 | 15,6 | 17,0 | 13,7 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|------|------|------|------|
| Nov | 5,6 | 3,2 | 2,0 | 0,2 | 8,9 | 94 | 62 | 15,6 | 14,5 | 16,5 | 13,6 |
| Dic | 4,4 | 2,4 | 1,5 | 0,0 | 9,0 | 93 | 62 | 17,9 | 14,2 | 18,1 | 14,3 |

Tabella 2-43 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 2-43.

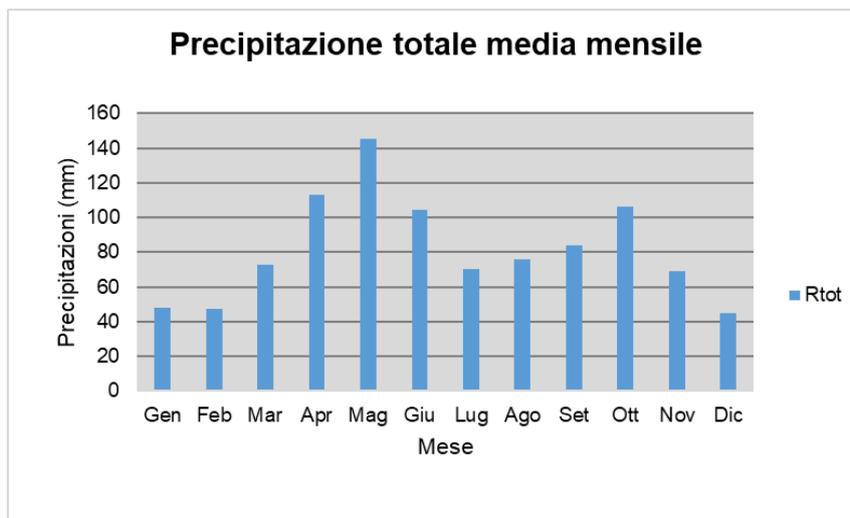


Figura 2-43 Precipitazione totale media mensile (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come il mese con la media mensile più elevata sia maggio con più di 145 mm di precipitazione, mentre il mese maggiormente asciutto è dicembre con un valore di circa 45 mm.

Al fine di avere una valutazione quantitativa della distribuzione delle precipitazioni nei diversi mesi è possibile fare riferimento alla Figura 2-44.

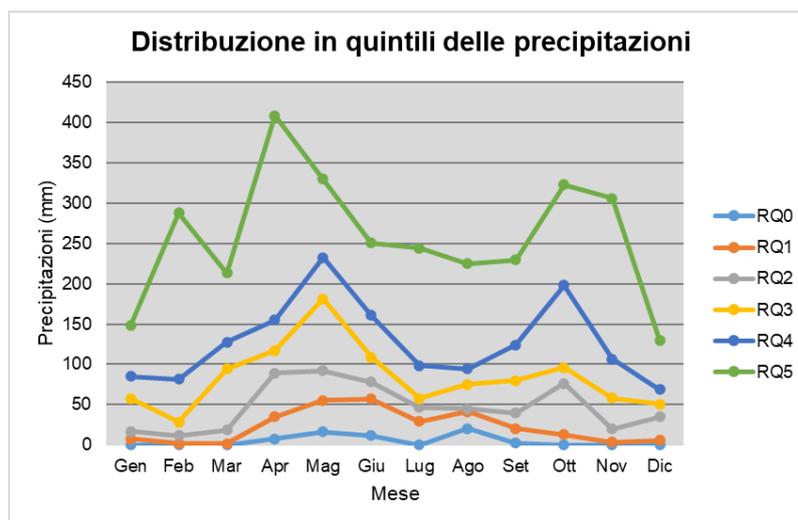


Figura 2-44 Distribuzione in quintili delle precipitazioni mensili (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

In termini qualitativi è possibile evidenziare un delta marcato tra il quarto ed il quinto quintile ovvero il massimo della distribuzione in quintili, con una notevole differenza nel mese di aprile, in cui si ha un picco pari a circa 400 mm; mentre le differenze dal primo al quarto quintile sono molto più contenute.

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 2-45.

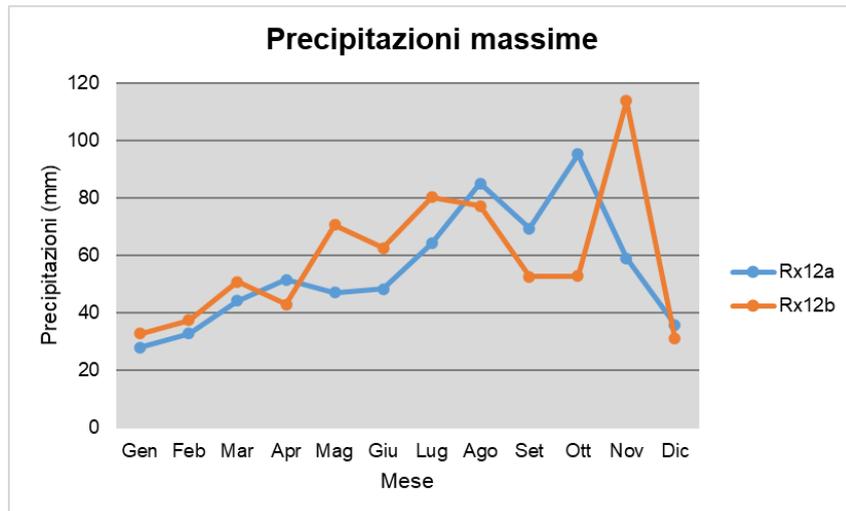


Figura 2-45 Precipitazioni massime periodi 00-12 e 12-24 (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come nel primo periodo di riferimento il massimo si registri nel mese di ottobre con circa 95 mm di precipitazione, mentre nel secondo periodo il massimo sia registrabile nel mese di novembre, pari a circa 110 mm.

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.

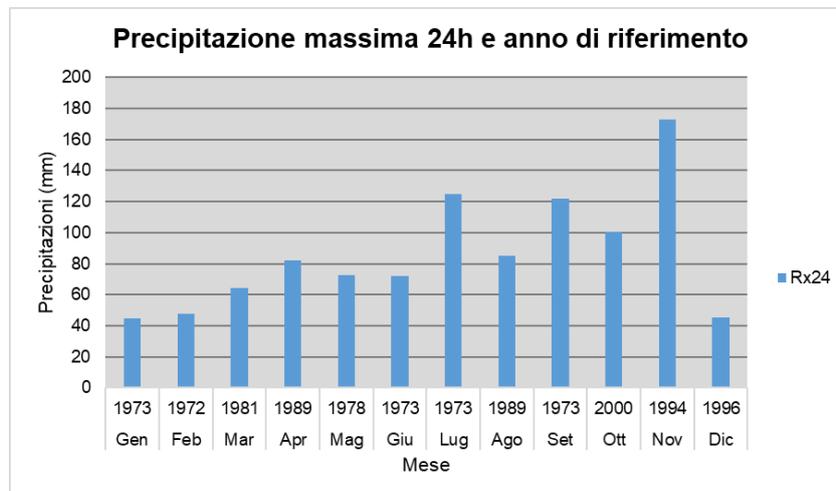


Figura 2-46 Precipitazioni massima nelle 24h ed anno di occorrenza (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

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 2-47, vengono riportati il numero medio di giorni con precipitazioni superiori ad 1, 5, 10 e 50 mm.

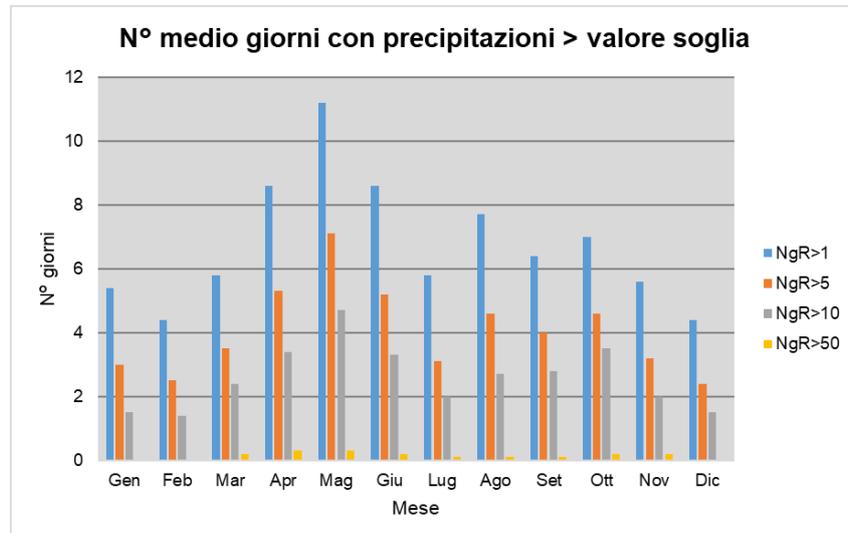


Figura 2-47 N° di giorni medio al mese con precipitazioni superiori a 1, 5, 10 e 50mm di precipitazioni (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dall’analisi di tali dati è possibile evidenziare come il mese di maggio sia quello in cui mediamente ci sono più giorni con superamento del valore di 1 mm, e come per quanto riguarda la soglia più elevata (50 mm) si debba fare riferimento ai mesi di aprile e maggio.

Con riferimento al secondo parametro analizzato, ovvero la presenza di nebbia, è possibile osservare la Figura 2-48, in cui vengono rappresentati i giorni medi al mese in cui è presente la nebbia. La distribuzione di tali valori varia notevolmente nei mesi dell’anno, con valori elevati nei mesi invernali e valori decisamente più bassi nei mesi estivi.

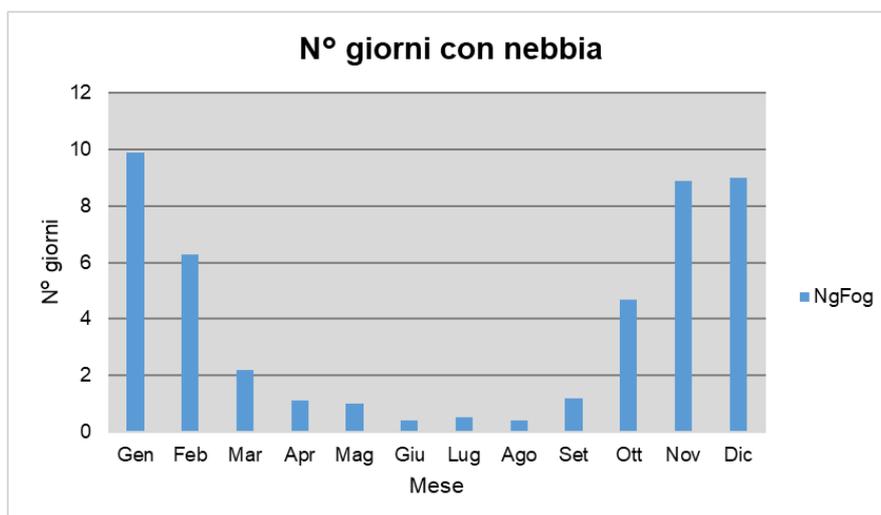


Figura 2-48 Numero di giorni medio al mese con presenza di nebbia (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Con riferimento all’umidità percentuale massima e minima si nota come il primo parametro sia compreso tra l’89 ed il 95%, con oscillazioni molto contenute, i cui massimi si registrano nei mesi autunnali. Con riferimento al secondo parametro il delta si amplia con un valore minimo nel mese di marzo pari al 45% e un valore massimo registrato nei mesi di novembre e dicembre pari al 62%.

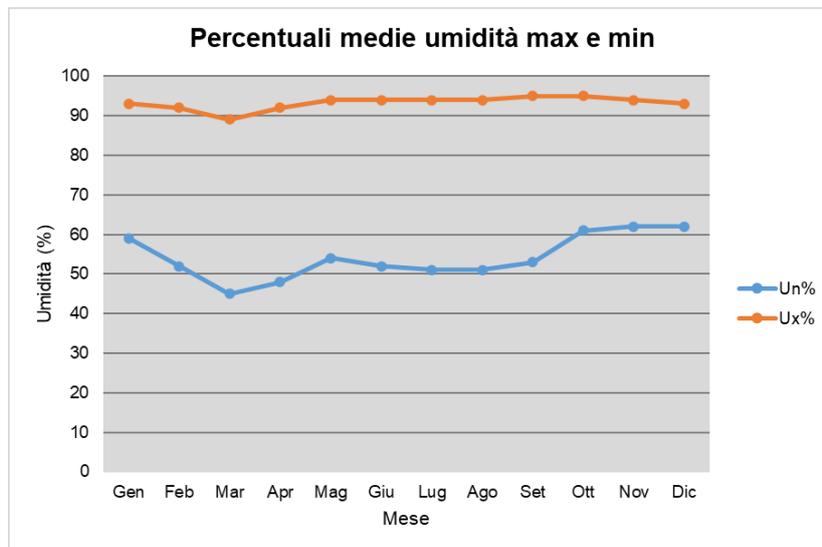


Figura 2-49 Media mensile dell'umidità percentuale massima e minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Ultimo aspetto del presente paragrafo riguarda l'analisi della copertura nuvolosa. In particolare, tale aspetto viene considerato con riferimento a:

- 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 alle ore 6 e alle ore 18.

La combinazione di tali aspetti dà luogo a quattro scenari di analisi:

1. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 6;
2. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 6;
3. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 18;
4. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 18.

Le risultanze di tali analisi sono riportate nella Figura 2-50.

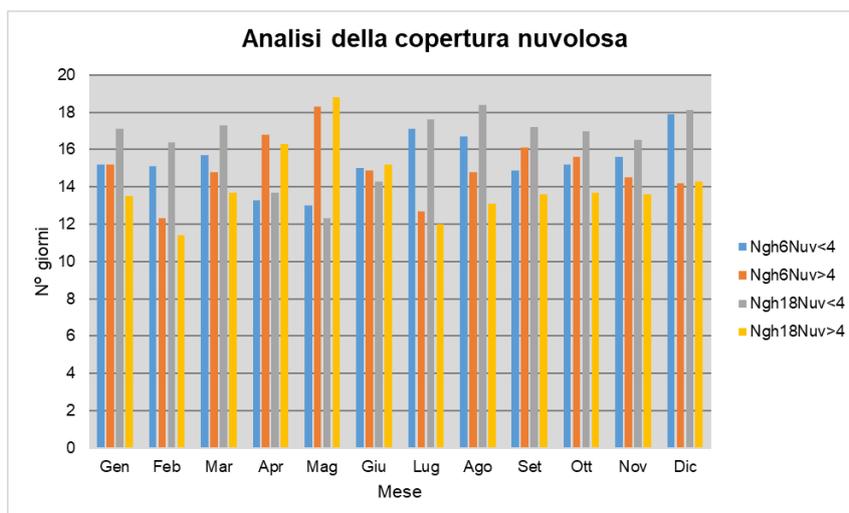


Figura 2-50 Analisi della copertura nuvolosa (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Regime anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi, suddivise 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.

| HH 00 | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| Mese | Calme | 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 | 81,59 | 1,89 | 0,38 | 0,00 | 1,26 | 0,13 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,38 | 0,00 | 0 |
| Feb | 77,76 | 4,20 | 0,42 | 0,14 | 1,96 | 0,42 | 0,00 | 0,56 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| Mar | 72,30 | 5,88 | 0,86 | 0,00 | 1,96 | 0,49 | 0,00 | 0,74 | 0,37 | 0,00 | 0,61 | 0,00 | 0 |
| Apr | 68,48 | 8,61 | 1,39 | 0,00 | 3,92 | 0,51 | 0,00 | 1,14 | 0,00 | 0,00 | 0,76 | 0,00 | 0 |
| Mag | 68,55 | 6,36 | 1,44 | 0,00 | 4,68 | 0,48 | 0,00 | 0,96 | 0,12 | 0,00 | 0,60 | 0,12 | 0 |
| Giu | 75,13 | 6,44 | 0,38 | 0,13 | 2,78 | 0,25 | 0,00 | 1,01 | 0,00 | 0,00 | 0,51 | 0,00 | 0 |
| Lug | 72,42 | 7,43 | 0,50 | 0,00 | 3,65 | 0,00 | 0,00 | 1,13 | 0,13 | 0,00 | 1,39 | 0,00 | 0 |
| Ago | 77,87 | 4,90 | 0,48 | 0,00 | 2,27 | 0,24 | 0,00 | 1,20 | 0,00 | 0,12 | 0,96 | 0,00 | 0 |
| Set | 82,03 | 4,58 | 0,62 | 0,00 | 2,35 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0 |
| Ott | 80,02 | 3,60 | 0,74 | 0,00 | 2,11 | 0,12 | 0,00 | 1,12 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0 |
| Nov | 79,21 | 2,92 | 0,25 | 0,00 | 1,14 | 0,25 | 0,00 | 0,63 | 0,13 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0 |
| Dic | 77,44 | 1,98 | 0,12 | 0,00 | 1,51 | 0,23 | 0,00 | 0,35 | 0,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 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 | 1,89 | 0,00 | 0,00 | 1,51 | 0,13 | 0,00 | 5,93 | 0,25 | 0,25 | 3,03 | 0,76 | 0,00 | 51 |
| Feb | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 1,40 | 0,00 | 0,00 | 6,01 | 0,42 | 0,28 | 5,31 | 0,42 | 0,00 | 98 |
| Mar | 0,49 | 0,00 | 0,00 | 1,59 | 0,37 | 0,00 | 4,66 | 0,25 | 0,00 | 7,97 | 1,35 | 0,00 | 94 |
| Apr | 0,63 | 0,00 | 0,00 | 0,76 | 0,00 | 0,00 | 5,57 | 0,25 | 0,00 | 6,46 | 1,52 | 0,00 | 54 |
| Mag | 0,72 | 0,12 | 0,00 | 1,68 | 0,12 | 0,00 | 3,48 | 0,24 | 0,00 | 8,28 | 1,68 | 0,12 | 86 |
| Giu | 0,88 | 0,00 | 0,00 | 1,39 | 0,00 | 0,00 | 3,79 | 0,13 | 0,00 | 6,69 | 0,51 | 0,00 | 78 |
| Lug | 0,76 | 0,00 | 0,00 | 0,88 | 0,00 | 0,00 | 2,52 | 0,50 | 0,13 | 7,93 | 0,38 | 0,13 | 96 |
| Ago | 1,32 | 0,00 | 0,00 | 0,96 | 0,12 | 0,00 | 2,51 | 0,12 | 0,00 | 6,58 | 0,36 | 0,00 | 94 |
| Set | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 1,36 | 0,12 | 0,00 | 2,73 | 0,25 | 0,00 | 3,84 | 0,62 | 0,00 | 94 |
| Ott | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 4,22 | 0,25 | 0,00 | 6,58 | 0,37 | 0,00 | 98 |
| Nov | 0,63 | 0,00 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 5,58 | 0,51 | 0,00 | 5,96 | 0,63 | 0,00 | 85 |
| Dic | 1,16 | 0,00 | 0,00 | 2,79 | 0,47 | 0,12 | 7,56 | 0,70 | 0,00 | 4,88 | 0,35 | 0,00 | 55 |

Tabella 2-44 Andamento del regime anemometrico ore 00:00 (fonte: Atlante Climatico)

| HH 06 | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|------|--------|---------|-------|-------|--------|------|--------|---------|-------|
| Mese | Calme | 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 | 81,47 | 2,49 | 0,37 | 0,00 | 1,62 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 |
| Feb | 81,82 | 2,07 | 1,24 | 0,28 | 1,38 | 0,14 | 0,14 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| Mar | 75,37 | 4,80 | 0,49 | 0,00 | 2,83 | 0,49 | 0,00 | 1,11 | 0,37 | 0,00 | 0,25 | 0,12 | 0,00 |
| Apr | 75,63 | 6,13 | 1,00 | 0,00 | 2,63 | 0,63 | 0,00 | 0,63 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mag | 76,17 | 6,74 | 0,60 | 0,00 | 3,97 | 0,24 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| Giu | 81,19 | 4,42 | 0,25 | 0,00 | 2,90 | 0,25 | 0,00 | 0,88 | 0,13 | 0,00 | 0,63 | 0,00 | 0,00 |
| Lug | 81,08 | 5,55 | 0,13 | 0,00 | 2,40 | 0,25 | 0,00 | 1,26 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| Ago | 83,08 | 3,22 | 0,24 | 0,00 | 1,55 | 0,24 | 0,00 | 0,60 | 0,12 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| Set | 81,24 | 5,97 | 0,61 | 0,00 | 2,07 | 0,37 | 0,00 | 0,49 | 0,12 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |

| HH 06 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|------|-------|--------|------|--------|---------|-------|-------|--------|------|--------|---------|-------|-----|
| | Ott | Nov | Dic | 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 |
| | 78,21 | 80,83 | 79,69 | Gen | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,87 | 0,37 | 0,00 | 5,60 | 0,50 | 0,12 | 3,61 | 0,37 | 0,00 | - |
| | | | | Feb | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 1,24 | 0,14 | 0,00 | 4,68 | 0,28 | 0,14 | 4,96 | 0,55 | 0,00 | - |
| | | | | Mar | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 0,00 | 0,00 | 3,69 | 0,37 | 0,00 | 7,27 | 0,99 | 0,00 | - |
| | | | | Apr | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 1,13 | 0,00 | 0,00 | 3,38 | 0,25 | 0,00 | 6,50 | 1,38 | 0,00 | - |
| | | | | Mag | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 1,08 | 0,00 | 0,00 | 2,89 | 0,00 | 0,00 | 6,74 | 0,36 | 0,00 | - |
| | | | | Giu | 0,51 | 0,13 | 0,00 | 1,39 | 0,00 | 0,00 | 3,03 | 0,38 | 0,00 | 3,66 | 0,25 | 0,00 | - |
| | | | | Lug | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,13 | 0,00 | 2,77 | 0,00 | 0,00 | 4,54 | 0,00 | 0,00 | - |
| | | | | Ago | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 2,62 | 0,12 | 0,00 | 6,91 | 0,24 | 0,00 | - |
| | | | | Set | 0,61 | 0,00 | 0,12 | 0,49 | 0,00 | 0,00 | 2,44 | 0,00 | 0,00 | 4,87 | 0,49 | 0,00 | - |
| | | | | Ott | 0,49 | 0,00 | 0,00 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 5,26 | 0,00 | 0,00 | 6,61 | 0,37 | 0,00 | - |
| | | | | Nov | 0,63 | 0,00 | 0,00 | 1,63 | 0,00 | 0,00 | 5,14 | 0,38 | 0,00 | 4,51 | 0,25 | 0,00 | - |
| | | | | Dic | 0,82 | 0,00 | 0,00 | 2,58 | 0,23 | 0,00 | 5,75 | 0,35 | 0,00 | 5,40 | 0,12 | 0,12 | - |

Tabella 2-45 Andamento del regime anemometrico ore 06:00 (fonte: Atlante Climatico)

| HH 12 | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| Mese | Calme | 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 | 76,04 | 1,59 | 0,24 | 0,00 | 1,83 | 0,00 | 0,00 | 5,38 | 0,00 | 0,00 | 2,81 | 0,00 | 0,00 |
| Feb | 66,40 | 3,35 | 0,94 | 0,27 | 4,15 | 0,13 | 0,00 | 8,17 | 0,13 | 0,00 | 4,28 | 0,13 | 0,00 |
| Mar | 47,34 | 3,86 | 1,21 | 0,00 | 4,35 | 0,72 | 0,00 | 14,49 | 0,97 | 0,00 | 8,09 | 0,00 | 0,00 |
| Apr | 35,29 | 3,62 | 1,50 | 0,12 | 5,86 | 1,50 | 0,00 | 20,32 | 0,87 | 0,00 | 10,47 | 0,00 | 0,00 |
| Mag | 37,79 | 3,73 | 0,96 | 0,12 | 8,78 | 0,60 | 0,00 | 22,02 | 1,20 | 0,00 | 9,75 | 0,00 | 0,00 |
| Giu | 37,14 | 2,92 | 0,89 | 0,00 | 10,90 | 1,01 | 0,00 | 24,84 | 0,89 | 0,00 | 8,37 | 0,00 | 0,00 |
| Lug | 43,11 | 2,53 | 0,00 | 0,00 | 9,99 | 0,76 | 0,00 | 24,78 | 0,51 | 0,00 | 8,72 | 0,13 | 0,00 |
| Ago | 49,77 | 1,76 | 0,35 | 0,00 | 7,75 | 0,35 | 0,00 | 21,83 | 0,59 | 0,00 | 9,39 | 0,00 | 0,00 |
| Set | 59,27 | 2,93 | 0,12 | 0,12 | 6,71 | 0,24 | 0,00 | 14,15 | 0,37 | 0,00 | 6,34 | 0,00 | 0,00 |
| Ott | 67,86 | 3,33 | 0,62 | 0,00 | 4,68 | 0,12 | 0,00 | 7,88 | 0,12 | 0,00 | 4,80 | 0,00 | 0,00 |
| Nov | 71,45 | 2,00 | 0,62 | 0,12 | 3,12 | 0,50 | 0,00 | 5,99 | 0,12 | 0,00 | 3,87 | 0,00 | 0,00 |
| Dic | 73,18 | 2,05 | 0,11 | 0,23 | 3,30 | 0,00 | 0,00 | 4,09 | 0,00 | 0,00 | 3,07 | 0,00 | 0,00 |
| 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 | 3,30 | 0,61 | 0,00 | 3,06 | 0,24 | 0,00 | 1,47 | 0,73 | 0,24 | 1,10 | 0,61 | 0,37 | - |
| Feb | 4,69 | 0,27 | 0,00 | 2,95 | 0,27 | 0,00 | 0,67 | 0,80 | 0,13 | 1,34 | 0,54 | 0,27 | - |
| Mar | 11,35 | 0,12 | 0,00 | 3,14 | 0,24 | 0,00 | 0,60 | 0,85 | 0,36 | 0,97 | 0,60 | 0,36 | - |
| Apr | 10,10 | 0,62 | 0,00 | 3,62 | 0,25 | 0,00 | 1,25 | 0,50 | 0,00 | 1,87 | 1,25 | 0,00 | - |
| Mag | 7,34 | 0,24 | 0,00 | 1,81 | 0,12 | 0,00 | 0,48 | 0,24 | 0,12 | 3,01 | 0,84 | 0,00 | - |
| Giu | 5,70 | 0,38 | 0,00 | 3,68 | 0,13 | 0,00 | 0,38 | 0,38 | 0,00 | 0,89 | 0,51 | 0,00 | - |
| Lug | 4,30 | 0,00 | 0,00 | 2,02 | 0,13 | 0,00 | 0,51 | 0,25 | 0,00 | 0,88 | 0,00 | 0,00 | - |
| Ago | 4,11 | 0,00 | 0,00 | 1,88 | 0,12 | 0,00 | 0,35 | 0,00 | 0,00 | 0,82 | 0,47 | 0,00 | - |
| Set | 4,02 | 0,12 | 0,00 | 3,17 | 0,24 | 0,00 | 0,73 | 0,24 | 0,00 | 0,85 | 0,12 | 0,00 | - |
| Ott | 5,42 | 0,25 | 0,00 | 2,22 | 0,00 | 0,00 | 0,49 | 0,00 | 0,25 | 1,48 | 0,37 | 0,00 | - |

| HH 12 | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| Nov | 6,11 | 0,12 | 0,00 | 2,87 | 0,25 | 0,00 | 0,50 | 0,37 | 0,00 | 0,75 | 0,87 | 0,25 | - |
| Dic | 4,66 | 0,23 | 0,00 | 4,43 | 0,11 | 0,00 | 1,48 | 0,57 | 0,23 | 1,36 | 0,68 | 0,11 | - |

Tabella 2-46 Andamento del regime anemometrico ore 12:00 (fonte: Atlante Climatico)

| HH 18 | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| Mese | Calme | 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 | 79,73 | 2,44 | 0,61 | 0,00 | 2,44 | 0,12 | 0,00 | 1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,61 | 0,00 | 0,00 |
| Feb | 77,94 | 3,34 | 0,27 | 0,00 | 3,34 | 0,27 | 0,00 | 1,47 | 0,00 | 0,00 | 1,07 | 0,00 | 0,00 |
| Mar | 64,54 | 3,85 | 1,44 | 0,12 | 5,17 | 0,96 | 0,00 | 5,17 | 0,48 | 0,12 | 1,20 | 0,00 | 0,00 |
| Apr | 57,14 | 5,22 | 1,61 | 0,25 | 6,71 | 0,87 | 0,00 | 7,83 | 0,62 | 0,00 | 2,98 | 0,00 | 0,00 |
| Mag | 55,33 | 7,31 | 1,80 | 0,00 | 8,38 | 0,24 | 0,12 | 9,34 | 0,96 | 0,00 | 1,68 | 0,12 | 0,00 |
| Giu | 55,57 | 5,57 | 0,76 | 0,13 | 10,38 | 0,76 | 0,00 | 9,11 | 0,63 | 0,00 | 2,28 | 0,38 | 0,00 |
| Lug | 58,26 | 4,41 | 0,13 | 0,00 | 13,49 | 1,13 | 0,00 | 10,09 | 0,25 | 0,00 | 1,64 | 0,00 | 0,00 |
| Ago | 68,99 | 4,25 | 0,83 | 0,00 | 8,14 | 0,24 | 0,00 | 5,07 | 0,47 | 0,12 | 0,94 | 0,00 | 0,00 |
| Set | 77,54 | 5,92 | 0,60 | 0,00 | 4,83 | 0,36 | 0,00 | 1,57 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | 0,00 |
| Ott | 79,22 | 4,01 | 0,97 | 0,00 | 3,52 | 0,00 | 0,00 | 1,09 | 0,00 | 0,00 | 0,85 | 0,00 | 0,00 |
| Nov | 77,04 | 3,01 | 0,25 | 0,00 | 2,38 | 0,25 | 0,00 | 1,25 | 0,00 | 0,00 | 0,38 | 0,00 | 0,00 |
| Dic | 77,27 | 3,33 | 0,34 | 0,00 | 2,53 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,00 | 0,00 | 0,34 | 0,00 | 0,00 |
| 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 | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 4,27 | 0,00 | 0,00 | 3,54 | 0,98 | 0,12 | 2,44 | 0,98 | 0,00 | - |
| Feb | 1,34 | 0,13 | 0,00 | 3,21 | 0,13 | 0,27 | 1,47 | 0,53 | 0,27 | 2,54 | 2,27 | 0,13 | - |
| Mar | 2,64 | 0,00 | 0,00 | 5,41 | 0,12 | 0,00 | 1,80 | 1,08 | 0,36 | 2,88 | 2,52 | 0,00 | - |
| Apr | 2,61 | 0,00 | 0,00 | 5,09 | 0,00 | 0,00 | 1,99 | 1,12 | 0,25 | 3,35 | 2,24 | 0,12 | - |
| Mag | 2,75 | 0,12 | 0,00 | 3,47 | 0,36 | 0,00 | 1,80 | 0,96 | 0,00 | 2,87 | 1,80 | 0,12 | - |
| Giu | 1,77 | 0,51 | 0,00 | 3,80 | 0,25 | 0,00 | 1,77 | 0,76 | 0,00 | 2,78 | 2,15 | 0,25 | - |
| Lug | 1,13 | 0,50 | 0,00 | 3,03 | 0,50 | 0,00 | 1,01 | 0,13 | 0,00 | 2,02 | 2,14 | 0,00 | - |
| Ago | 1,06 | 0,35 | 0,00 | 3,07 | 0,12 | 0,00 | 1,53 | 0,47 | 0,12 | 2,24 | 1,65 | 0,00 | - |
| Set | 0,36 | 0,12 | 0,00 | 1,21 | 0,12 | 0,00 | 1,57 | 0,48 | 0,12 | 3,26 | 1,33 | 0,00 | - |
| Ott | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,85 | 0,00 | 0,00 | 3,77 | 0,24 | 0,12 | 4,62 | 0,36 | 0,00 | - |
| Nov | 1,25 | 0,00 | 0,00 | 2,38 | 0,00 | 0,00 | 4,77 | 0,38 | 0,13 | 5,14 | 1,25 | 0,13 | - |
| Dic | 1,15 | 0,00 | 0,00 | 3,44 | 0,34 | 0,00 | 4,13 | 0,80 | 0,00 | 4,59 | 0,57 | 0,00 | - |

Tabella 2-47 Andamento del regime anemometrico ore 18:00 (fonte: Atlante Climatico)

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 corretta lettura dei diagrammi riportati di seguito, 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 11 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.

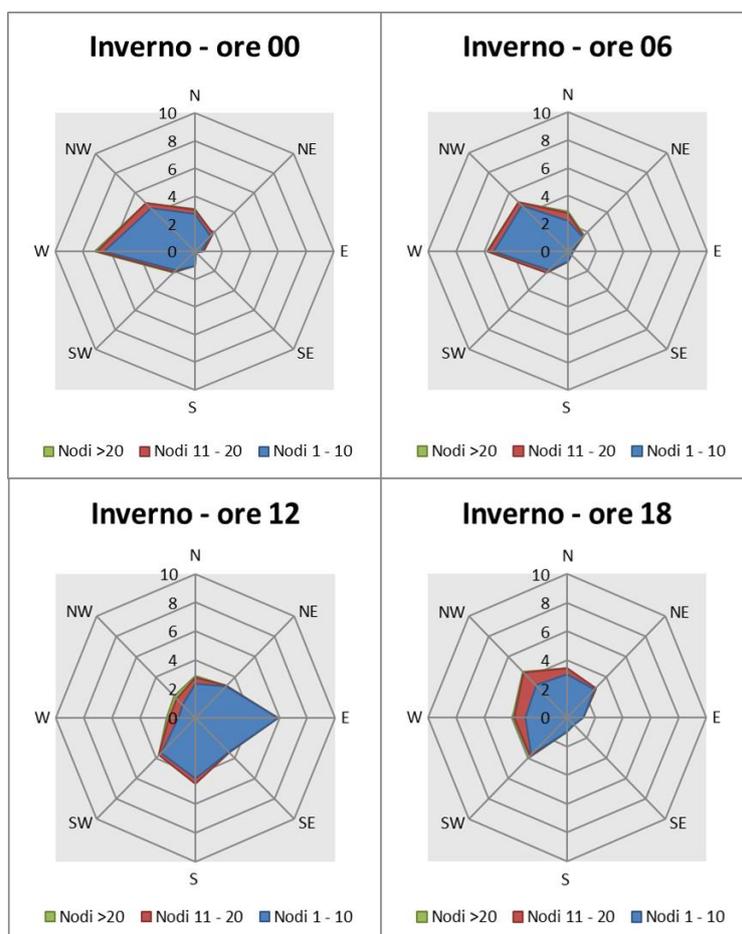


Figura 2-51 Regime anemometrico invernale nelle 4 ore di riferimento (fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di venti con direzione da Ovest nella fascia oraria 00-06, da Est alle ore 12 e da Nord-Ovest alle ore 18. Le velocità, in termini di nodi, sono concentrate principalmente nella prima classe e seconda classe.

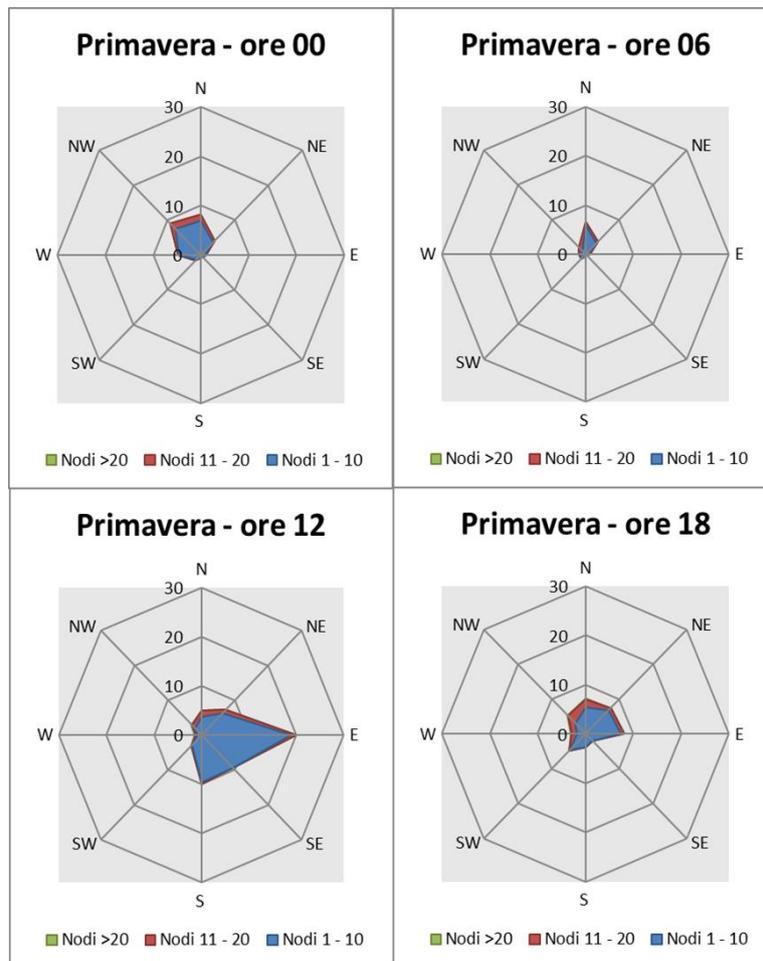


Figura 2-52 Regime anemometrico primaverile nelle 4 ore di riferimento (fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

La stagione primaverile mostra una prevalenza di venti da Nord-Ovest e Nord nella prima parte della giornata (00 e 06) e da Est e Nord-Est nella seconda parte (12 e 18).

In termini di velocità del vento, le classi dominanti rimangono la prima e la seconda.

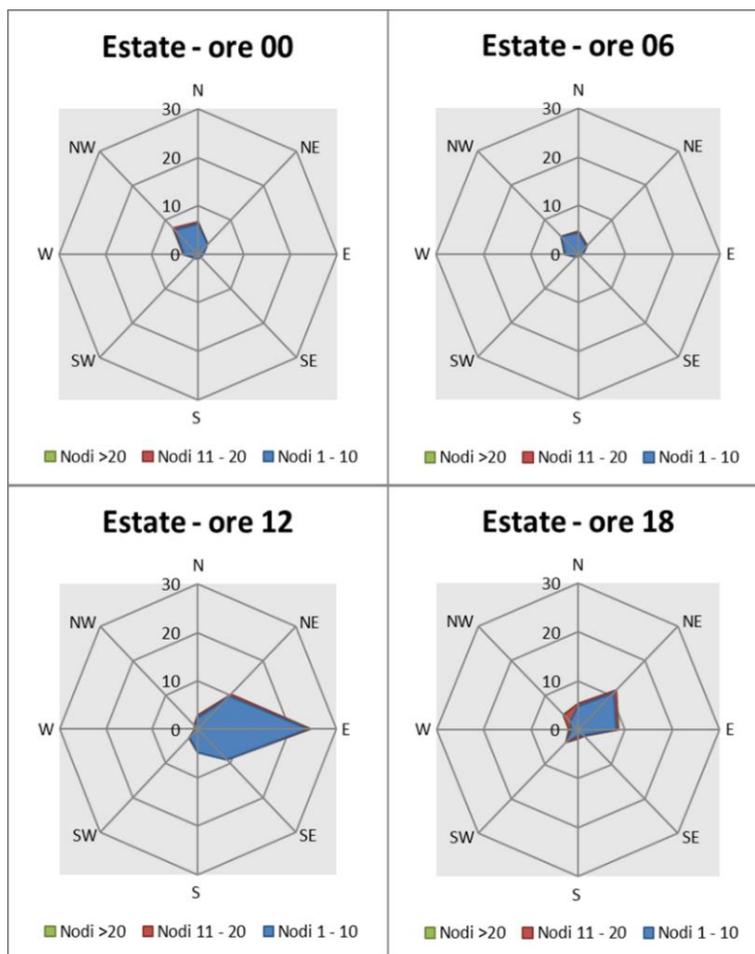


Figura 2-53 Regime anemometrico estivo nelle 4 ore di riferimento (fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

Con riferimento alla stagione estiva, si registra una situazione analoga a quella primaverile: prevalenza di venti da Nord e Nord-Ovest nella prima parte della giornata e di venti da Est e Nord-Est nella seconda parte della giornata, con velocità nella prima e seconda classe.

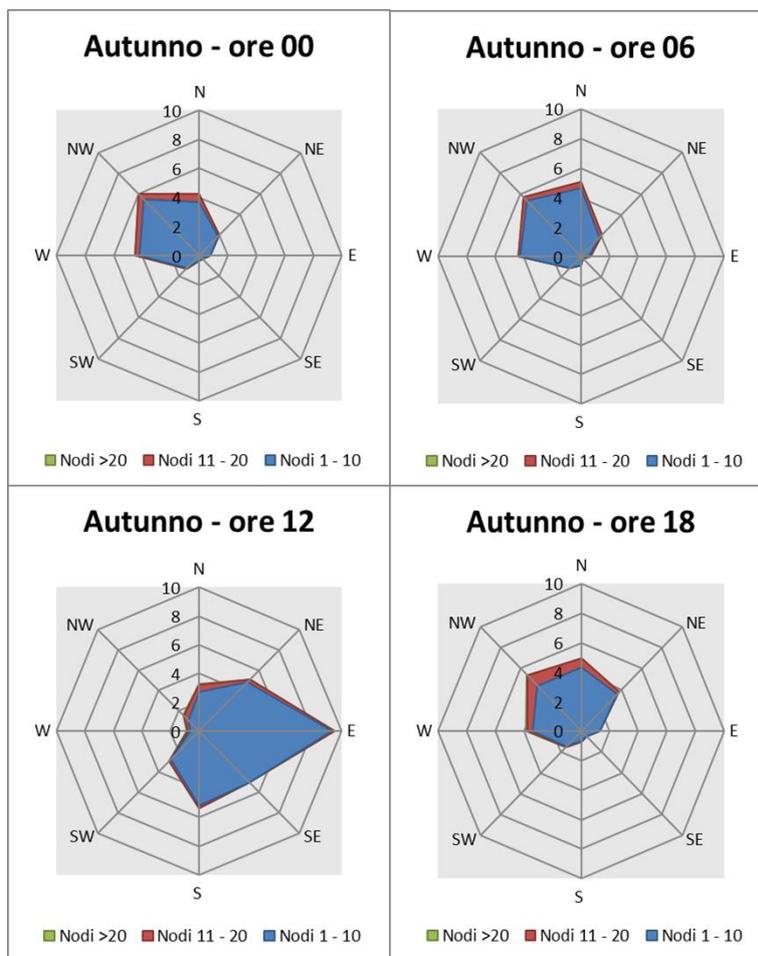


Figura 2-54 Regime anemometrico autunnale nelle 4 ore di riferimento (fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

La stagione autunnale presenta un andamento piuttosto analogo a quella invernale sia in termini di direzione che in termini di intensità del vento.

2.5.3.2. Il dato attuale: anno 2021

Descrizione formato e disponibilità 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 2021, 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 sono:

- **Temperatura:** la temperatura dell'aria viene espressa in gradi centigradi (°C). Affinché la rilevazione sia rappresentativa, i termometri sono ubicati ad un'altezza variabile tra 1,25 e 2 metri dal suolo su terreno controllato (quale manto erboso), protetti da precipitazioni e radiazione incidente in apposita capannina (con apertura a nord), 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: le unità di misura adottate per il vento sono: per l'intensità, che corrisponde alla velocità dell'aria rispetto al suolo, il nodo (KT, 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 vengono rilevate la direzione e l'intensità del vento al suolo; inoltre viene misurata anche la raffica, che consiste nella velocità massima del vento (su una media mobile strumentale di 3 secondi) riferita allo stesso periodo di 10 minuti, quando questa supera di almeno 10 nodi il valore dell'intensità.
- 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 (interfacciate da regoli o sensori) 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).
- Visibilità: la visibilità orizzontale viene stimata empiricamente dall'operatore attraverso l'osservazione di opportuni riferimenti posti a distanza nota sul giro d'orizzonte oppure, e questo solo nei metar, misurata tramite un visibilometro lungo le piste aeroportuali (RVR).

In riferimento alla stazione considerata, che, coerentemente a quella scelta per l'analisi storica, è rappresentata dalla stazione di Torino Caselle, i dati a disposizione hanno un intervallo di mezz'ora, per cui per ogni mese vengono registrati circa 1440 dati.

Al fine di poter descrivere compiutamente lo stato attuale, si riportano di seguito le descrizioni dei parametri meteorologici principali per l'anno di riferimento 2021, per poi successivamente confrontare questi con i dati storici e verificarne la coerenza.

Regime termico

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, come visibile dalla Figura 2-55, si registrano temperature maggiori nei mesi estivi di giugno, luglio e agosto, con un massimo assoluto di 34 °C nel mese di agosto.

Nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio le temperature spesso scendono sotto gli 0 °C, registrando un minimo assoluto pari a -6 °C nel mese di febbraio. In generale, la media annua è pari a circa 13°C.

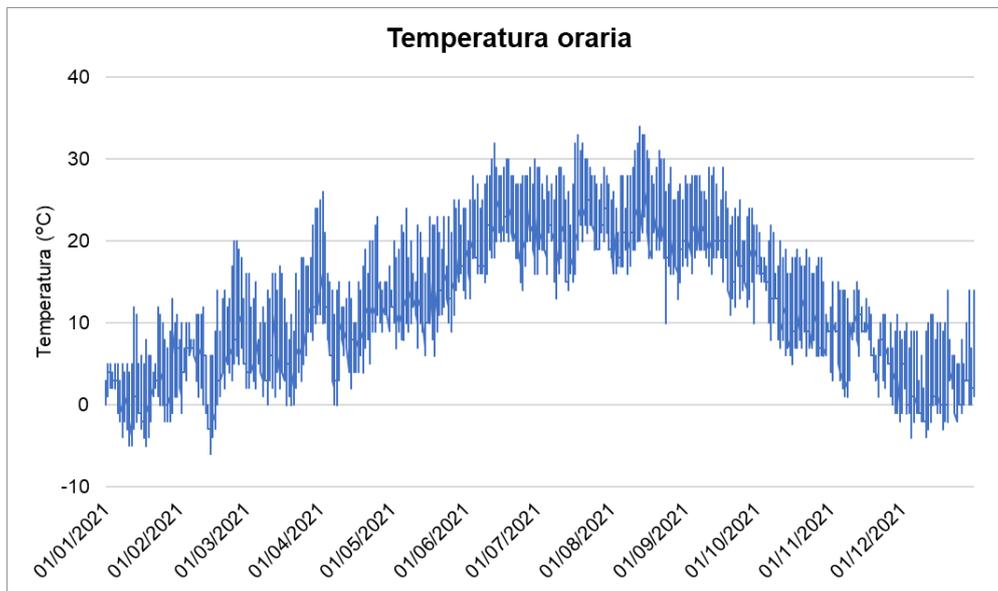


Figura 2-55 Temperatura oraria (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

Regime anemometrico

L'intensità del vento registrata, Figura 2-56, assume dei picchi di valore nei mesi di maggio che arrivano anche a valori di circa 11 m/s, anche se durante tutto l'anno si mantiene una media assoluta di 1,9 m/s.

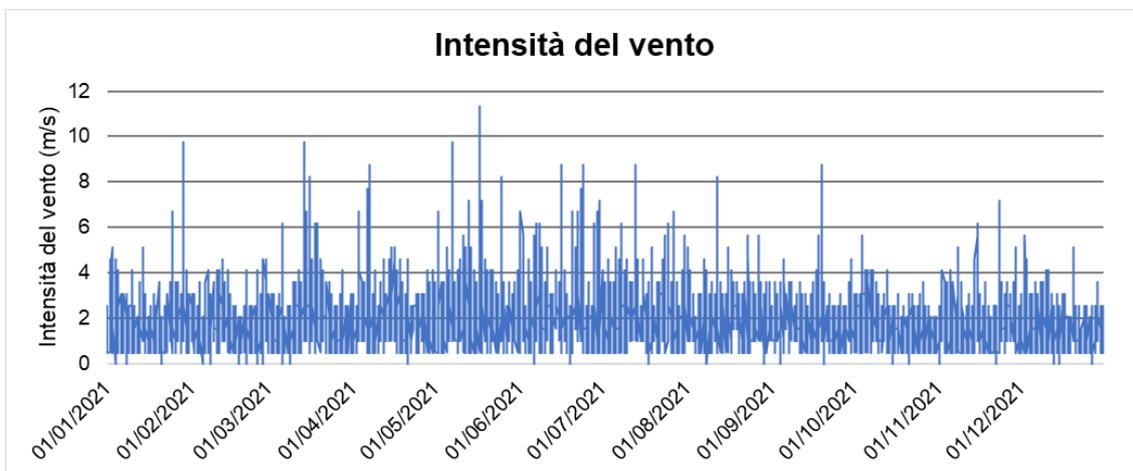


Figura 2-56 Intensità del vento (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 2-57, si nota come le direzioni prevalenti registrate siano N, che si verifica in circa il 12% delle ore dell'anno, WNW (11% delle ore dell'anno) e E (10% delle ore dell'anno).

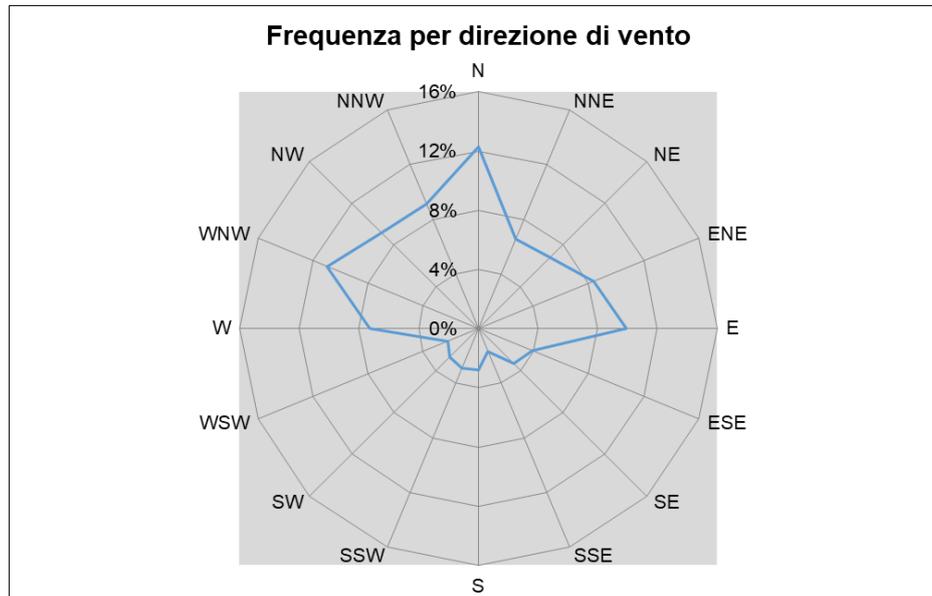


Figura 2-57 Frequenza per direzione di vento (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

Riguardo il parametro “direzione del vento”, è necessario fare una precisazione: il dato registrato dalla stazione di Torino Caselle nel 2021 presenta una percentuale di dati mancanti (circa il 20%); tuttavia, essendo questi non consequenziali ma sporadici nell’anno, sono stati ricostruiti riprendendo i valori delle ore adiacenti a quelle mancanti. Tale metodologia non inficia sulla validità del dato meteorologico attuale (2021) in quanto, come si vedrà nel paragrafo successivo, quest’ultimo risulta coerente con il dato storico registrato nel trentennio 1971-2000 dalla medesima stazione di Torino Caselle.

Inoltre, le altre stazioni meteorologiche più vicine risultano essere situate ad una distanza maggiore di 70 km, pertanto non potrebbero essere considerate rappresentative dell’area oggetto di studio.

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 2-48 descrive nel dettaglio tale parametro.

| Aspetto del cielo | Descrizione e intensità |
|-------------------|-------------------------|
| Sereno | copertura 0 ottavi |
| Poco nuvoloso | copertura 1-2 ottavi |
| Nuvoloso | copertura 3-5 ottavi |
| Molto nuvoloso | copertura 6-7 ottavi |
| Coperto | copertura 8 ottavi |

Tabella 2-48 Grado di nuvolosità

Dal grafico riguardante la frequenza del grado di nuvolosità, Figura 2-58, si nota una bassa frequenza di grado di nubi della classe 8, mentre la frequenza più alta è registrata nella classe di nuvolosità 3 o 4.

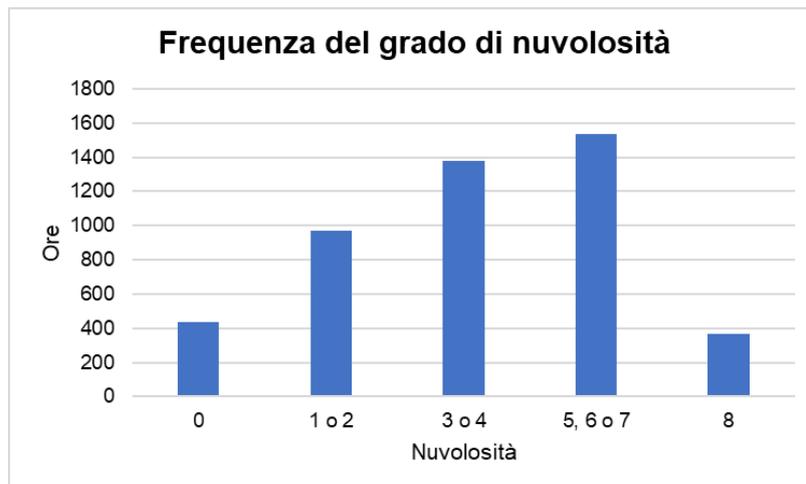


Figura 2-58 Frequenza del grado di nuvolosità (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

Visibilità

Per quanto riguarda il parametro della frequenza della visibilità, Figura 2-59, si nota come per l'82% delle ore dell'anno la visibilità sia superiore a 8000 m. Con percentuali confrontabili si registra invece una visibilità inferiore ai 5000 metri per l'8% delle ore l'anno e tra i 5000 e gli 8000 metri per il 10%.

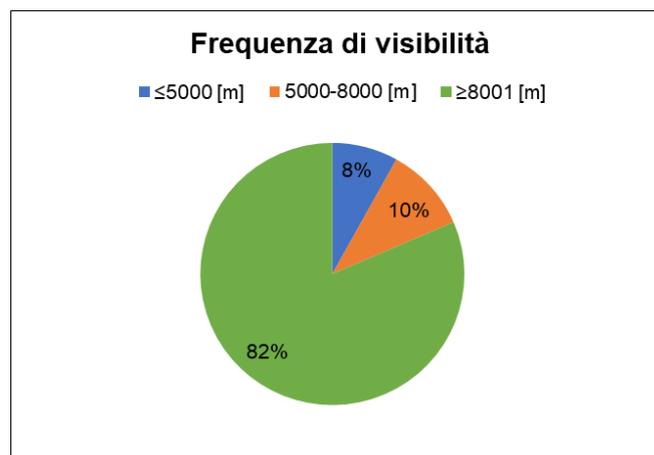


Figura 2-59 Frequenza visibilità (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

Il confronto tra il dato storico e il dato attuale

Parametri di confronto

In relazione all'aspetto meteorologico, è opportuno verificare la bontà del dato attuale assunto rispetto alla serie storica analizzata.

Ciò che si intende valutare, quindi, è la significatività del dato attuale 2021 rispetto alle condizioni meteorologiche che generalmente si verificano nell'area di Torino Caselle in cui è localizzata la stazione meteo, prossima al luogo di intervento.

Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato meteorologico del 2021 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 meteorologici, 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 2-60). Tale grafico mostra un andamento pressoché invariato tra i due differenti riferimenti temporali.

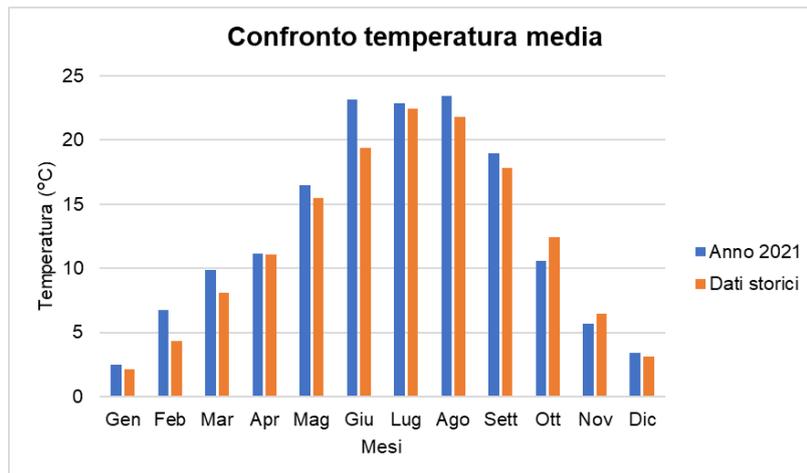


Figura 2-60 Confronto temperatura media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

Anche nel confronto della temperatura massima media e minima media (cfr. Figura 2-61 e Figura 2-62) tra le tre decadi precedentemente studiate e l'anno di riferimento, il trend rimane analogo.

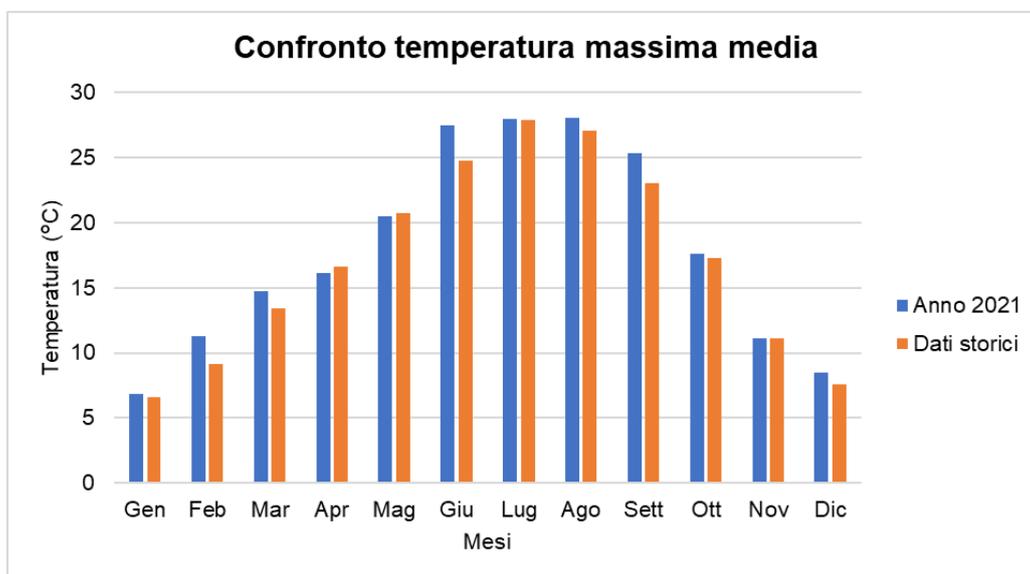


Figura 2-61 Confronto temperatura massima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

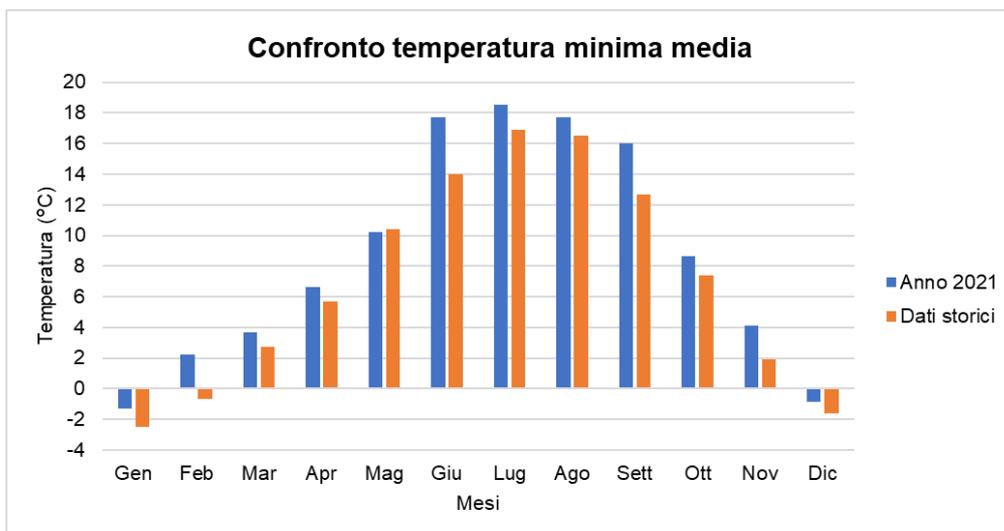


Figura 2-62 Confronto temperatura minima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

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 2-49 è riportato un esempio dello studio effettuato. Essa mostra 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 2021 | | | |
|--------------|---------------|----------------|-----------|
| | 1 ≤ Nodi ≤ 10 | 11 ≤ Nodi ≤ 20 | Nodi > 20 |
| N | 16,72 | 0,00 | 0,00 |
| NE | 8,96 | 0,00 | 0,00 |
| E | 11,91 | 0,00 | 0,00 |
| SE | 5,69 | 0,00 | 0,00 |
| S | 5,55 | 0,00 | 0,00 |
| SW | 10,37 | 0,00 | 0,00 |
| W | 14,98 | 0,07 | 0,00 |
| NW | 24,68 | 0,07 | 0,00 |

Tabella 2-49 Dati anemometrici - Inverno 2021

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.

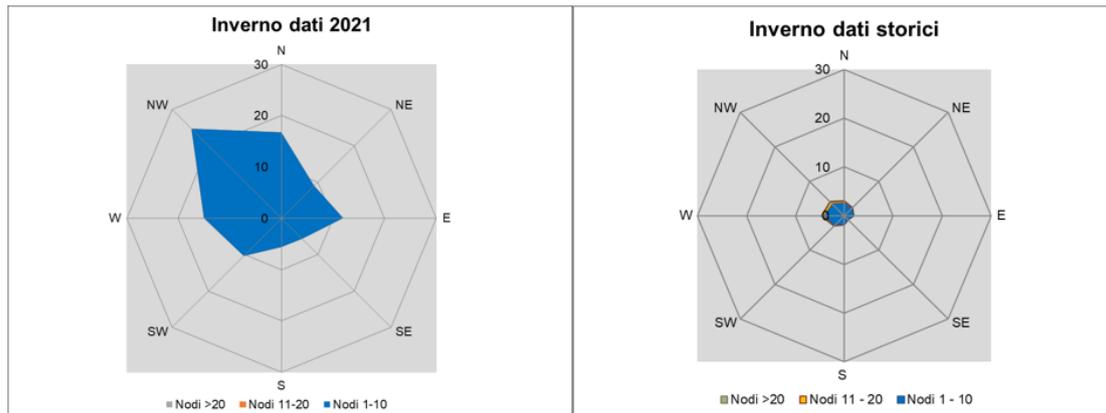


Figura 2-63 Confronto dati anemometrici stagione invernale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

Dal confronto risulta come la direzione principale dei venti sia da Nord-Ovest in entrambi i casi. Per quanto riguarda le velocità in termini di nodi, per entrambi i dati è presente una concentrazione principale nella prima classe. In linea generale è possibile affermare come vi sia una buona approssimazione del dato attuale rispetto allo storico per la stagione invernale. 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.

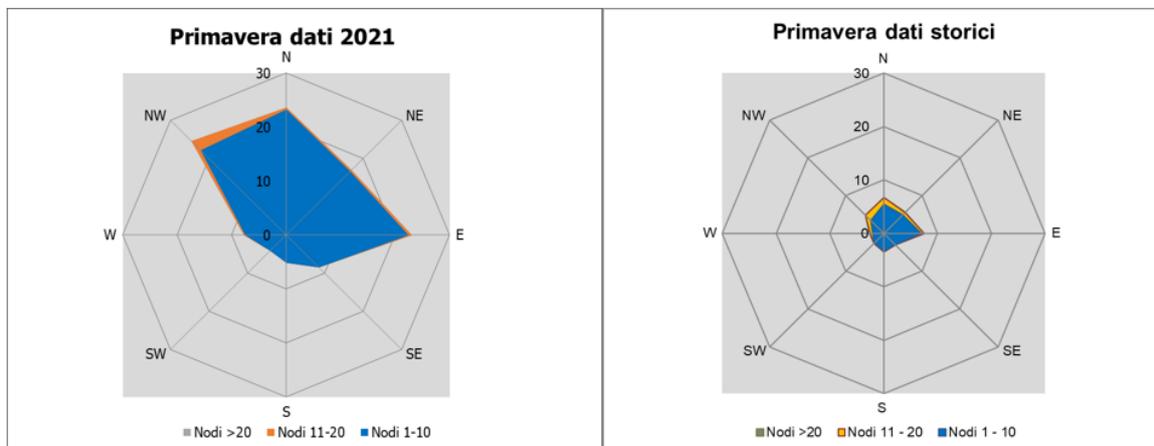


Figura 2-64 Confronto dati anemometrici stagione primaverile (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

Per la stagione primaverile, Figura 2-64, si ha, per entrambi gli archi temporali di riferimento, una buona percentuale di venti provenienti da Nord e per i dati attuali anche da Nord-Ovest ed Est. Anche in questo caso, in termini di velocità del vento non si registra una rilevante percentuale di dati nella seconda e terza classe, con riferimento sia ai dati attuali del 2021 che storici. Anche per la stagione primaverile si registra una buona coerenza tra i due dati.

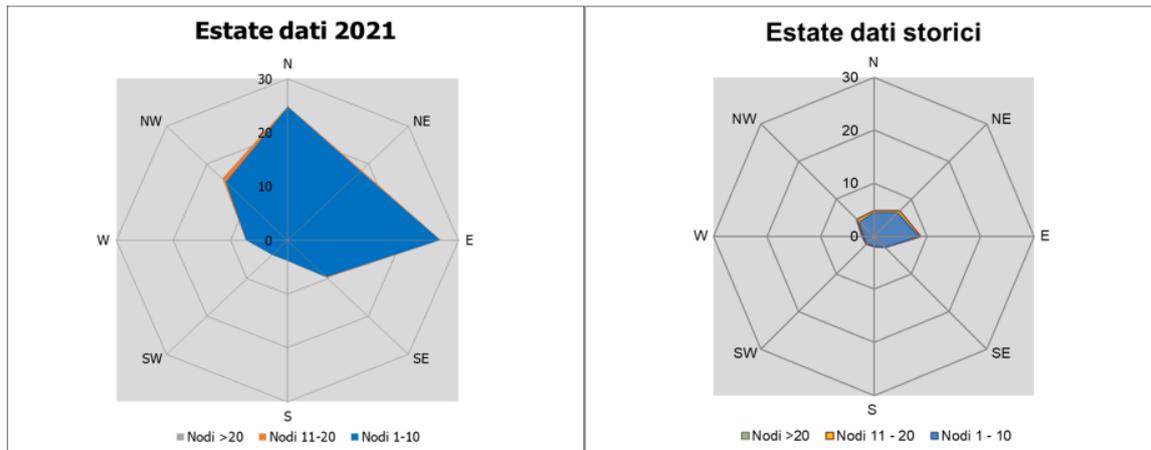


Figura 2-65 Confronto dati anemometrici stagione estiva (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

La stagione estiva relativamente ai dati del 2021, Figura 2-65, mostra un'evidente e marcata componente di venti da Est e da Nord, entrambe individuabili anche nel dato storico; rispetto a quest'ultimo, si rileva anche una prevalenza di venti da Nord-Est. Con riferimento all'intensità del vento, entrambi i dati (attuale e storico) mostrano un'alta percentuale di dati in classe 1. Coerentemente a quanto visto per la stagione primaverile, considerando la combinazione direzione ed intensità, è possibile evidenziare una buona corrispondenza tra i due dati.

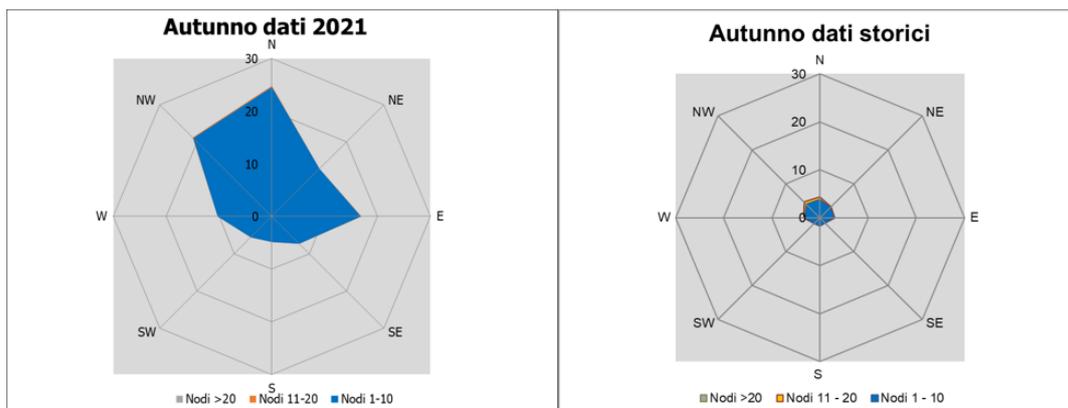


Figura 2-66 Confronto dati anemometrici stagione autunnale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Torino Caselle)

Ultimo confronto ha riguardato la stagione autunnale, così come mostrato in Figura 2-66. Analizzando il dato storico, la componente più marcata risulta essere la Nord e la Nord-Ovest in accordo all'anno di riferimento dove si ha una simile provenienza dei venti con una appartenenza maggiore alla classe 1.

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 2021 con i dati provenienti dalle serie storiche fornite dall'Atlante Climatico per la stessa stazione meteo di riferimento. Pertanto, può essere considerato attendibile l'intervallo di analisi per l'anno 2021.

2.5.4. Analisi emissiva

Con riferimento all'Inventario Nazionale delle Emissioni in Atmosfera del 2022, realizzato dall'ISPRA, è stato possibile delineare il quadro nazionale italiano delle emissioni in atmosfera per il periodo compreso tra il 1990 ed il 2020 relativo ai principali inquinanti d'interesse per la componente in esame, ossia gli ossidi di azoto (NOx), il particolato (PM10 e PM2,5) e il monossido di carbonio (CO). Si riportano di seguito le emissioni prodotte dalle macro - attività considerate nell'Inventario Nazionale (Italian Emission Inventory 1990-2020 Informative Inventory Report 2022).

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2020

| Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2020 | | | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Emissioni di NOx [Gg]: | | | | | | | | | | |
| Macro-Attività | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione | 457,4 | 344,3 | 172,6 | 117,9 | 81,3 | 52,4 | 45,6 | 41,6 | 38,7 | 34,0 |
| Combustione impianti non industriale | 64,2 | 65,5 | 64,8 | 74,9 | 85,5 | 86,2 | 87,3 | 86,4 | 85,9 | 82,9 |
| Combustione industriale | 250,6 | 182,4 | 154,0 | 155,5 | 99,7 | 60,2 | 54,4 | 53,3 | 52,2 | 45,3 |
| Processi produttivi | 29,9 | 31,0 | 9,2 | 16,0 | 10,7 | 9,5 | 10,7 | 10,5 | 10,5 | 9,3 |
| Solventi e altri usi del prodotto | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Trasporti stradali | 996,1 | 1039,7 | 777,3 | 628,9 | 422,1 | 327,6 | 283,3 | 286,1 | 270,9 | 213,3 |
| Altre fonti mobili e macchine | 261,5 | 258,5 | 260,1 | 233,0 | 183,1 | 127,3 | 122,9 | 129,0 | 129,8 | 128,3 |
| Trattamento e smaltimento rifiuti | 2,9 | 3,1 | 2,6 | 2,9 | 2,6 | 2,4 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,4 |
| Agricoltura | 61,7 | 64,1 | 63,3 | 59,6 | 49,5 | 49,9 | 51,6 | 49,5 | 48,9 | 55,0 |
| TOTALE | 2124,5 | 1988,6 | 1504,1 | 1288,9 | 934,7 | 715,7 | 658,4 | 658,9 | 639,3 | 570,6 |

Tabella 2-50 Emissioni nazionali di NOx (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

| Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2020 | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Emissioni di PM10 [Gg]: | | | | | | | | | | |
| Macro-Attività | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione | 44,8 | 39,6 | 18,4 | 5,9 | 2,8 | 1,2 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 |
| Combustione impianti non industriale | 67,8 | 71,2 | 68,6 | 68,6 | 123,1 | 106,8 | 113,0 | 95,1 | 94,0 | 89,9 |
| Combustione industriale | 27,6 | 25,1 | 18,6 | 17,9 | 12,4 | 7,7 | 7,8 | 8,0 | 7,3 | 6,7 |
| Processi produttivi | 30,1 | 29,1 | 26,0 | 27,6 | 20,3 | 13,7 | 13,2 | 13,6 | 13,6 | 12,3 |

| Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2020 | | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Emissioni di PM10 [Gg]: | | | | | | | | | | |
| Macro-Attività | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Estrazione e distribuzione di combustibili fossili | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| Solvente ed altri usi del prodotto | 2,8 | 2,8 | 3,8 | 3,8 | 3,4 | 2,6 | 2,3 | 2,3 | 2,2 | 2,0 |
| Trasporti stradali | 58,7 | 57,6 | 52,6 | 46,3 | 33,3 | 24,4 | 20,9 | 20,4 | 19,4 | 15,5 |
| Altre fonti mobili e macchine | 31,6 | 32,1 | 30,5 | 25,1 | 15,9 | 10,0 | 9,0 | 9,0 | 8,8 | 8,8 |
| Trattamento e smaltimento rifiuti | 5,4 | 5,6 | 5,5 | 5,8 | 5,3 | 5,8 | 6,5 | 6,3 | 6,5 | 6,5 |
| Agricoltura | 33,5 | 34,2 | 33,0 | 30,2 | 22,9 | 23,1 | 23,2 | 23,2 | 23,2 | 23,2 |
| TOTALE | 302,5 | 297,4 | 257,1 | 231,5 | 239,8 | 195,0 | 196,5 | 178,4 | 176,1 | 165,7 |

Tabella 2-51 Emissioni nazionali di PM10 (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

| Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2020 | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Emissioni di PM2,5 [Gg]: | | | | | | | | | | |
| Macro-Attività | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione | 30,1 | 27,8 | 12,7 | 3,7 | 1,8 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
| Combustione impianti non industriale | 66,9 | 70,6 | 67,9 | 67,9 | 121,8 | 105,6 | 111,7 | 94,0 | 92,8 | 88,8 |
| Combustione industriale | 19,9 | 18,3 | 14,0 | 13,6 | 9,8 | 6,3 | 6,4 | 6,5 | 6,1 | 5,6 |
| Processi produttivi | 14,2 | 13,6 | 11,5 | 12,1 | 9,7 | 6,9 | 6,3 | 6,4 | 6,3 | 5,6 |
| Estrazione e distribuzione di combustibili fossili | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Solventi ed altri usi del prodotto | 2,7 | 2,7 | 3,3 | 3,2 | 2,9 | 2,3 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 1,8 |
| Trasporti stradali | 52,9 | 51,0 | 45,5 | 39,0 | 26,5 | 17,5 | 14,7 | 13,9 | 13,5 | 10,6 |
| Altre fonti mobili e macchine | 31,5 | 32,0 | 30,4 | 25,0 | 15,9 | 9,7 | 8,8 | 8,9 | 8,8 | 8,8 |
| Trattamento e smaltimento rifiuti | 5,0 | 5,2 | 5,2 | 5,4 | 4,9 | 5,5 | 6,1 | 6,0 | 2,5 | 6,2 |
| Agricoltura | 7,1 | 7,0 | 6,9 | 6,5 | 5,3 | 5,4 | 5,4 | 5,3 | 5,3 | 5,3 |
| TOTALE | 230,4 | 228,2 | 197,4 | 176,4 | 198,6 | 159,9 | 162,2 | 143,7 | 137,8 | 133,2 |

Tabella 2-52 Emissioni nazionali di PM2,5 (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

| Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2020 | | | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Emissioni di CO [Gg]: | | | | | | | | | | |
| Macro-Attività | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione | 58,9 | 54,1 | 54,4 | 53,9 | 34,5 | 39,9 | 44,5 | 39,6 | 38,6 | 39,0 |
| Combustione impianti non industriale | 795,1 | 894 | 913,1 | 930,4 | 1664,9 | 1395,4 | 1475,5 | 1289,1 | 1267,8 | 1204,6 |
| Combustione industriale | 305,6 | 410,9 | 314,6 | 326 | 233,6 | 92,8 | 81,9 | 80,8 | 112,2 | 87,9 |
| Processi produttivi | 223,7 | 139,8 | 129,2 | 143,6 | 105,0 | 63,6 | 71,8 | 70,8 | 69,6 | 60,0 |
| Solvente ed altri usi del prodotto | 5,1 | 5,1 | 5,7 | 5,3 | 5,1 | 4,4 | 4,3 | 4,2 | 4,0 | 3,9 |
| Trasporti stradali | 4874,5 | 5106,1 | 2973,8 | 1681,2 | 776,3 | 479,3 | 403,6 | 386,5 | 389,6 | 294,0 |
| Altre fonti mobili e macchine | 480,5 | 402,5 | 302,9 | 263,4 | 193,9 | 132,0 | 118,7 | 122,9 | 123,7 | 126,6 |
| Trattamento e smaltimento rifiuti | 40,7 | 46,9 | 45,4 | 50,5 | 47,2 | 47,0 | 46,0 | 44,3 | 44,0 | 44,9 |
| Agricoltura | 12,5 | 12,2 | 12,1 | 13,1 | 12,5 | 12,7 | 12,4 | 12,2 | 12,0 | 12,1 |
| TOTALE | 6796,5 | 7071,6 | 4751,1 | 3467,4 | 3073,0 | 2267,2 | 2258,6 | 2050,5 | 2061,5 | 1872,8 |

Tabella 2-53 Emissioni nazionali di CO (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

Inventario Regionale delle Emissioni IREA (2015)

Con riferimento all'Inventario Regionale delle Emissioni (IREA) realizzato dalla Direzione Ambiente della Regione Piemonte secondo la metodologia CORINAIR, 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.

A livello regionale si evince che:

- per le emissioni di ossidi di azoto (NO_x), queste sono principalmente dovute al macrosettore «Trasporto su strada» (51%);
- per il monossido di carbonio (CO), le principali fonti emissive sono rappresentate dal macrosettore «Combustione non industriale» (44%) e dal macrosettore «Trasporto su strada» (36%);
- per il PM₁₀, le principali fonti emissive sono rappresentate dal macrosettore «Combustione non industriale» (45%) e dal macrosettore «Trasporto su strada» (32%);
- per il PM_{2.5}, analogamente, le principali fonti emissive sono rappresentate dal macrosettore «Combustione non industriale» (45%) e dal macrosettore «Trasporto su strada» (32%).

Di seguito si riportano in forma tabellare i valori di emissione della Regione Piemonte, suddivisi per macrosettori.

| Macrosettore | NOx | CO | PM10 | PM2,5 |
|---|--------------|---------------|--------------|--------------|
| | t/anno | t/anno | t/anno | t/anno |
| 01 - Produzione energia e trasformazione combustibili | 3270 | 2357 | 24 | 23 |
| 02 - Combustione non industriale | 7000 | 80221 | 7664 | 7582 |
| 03 - Combustione nell'industria | 14149 | 4815 | 561 | 460 |
| 04 - Processi produttivi | 2507 | 629 | 237 | 171 |
| 05 - Estrazione e distribuzione combustibili | - | - | - | - |
| 06 - Uso di solventi | 172 | 587 | 383 | 303 |
| 07 - Trasporto su strada | 36955 | 66274 | 5426 | 1818 |
| 08 - Altre sorgenti mobili e macchinari | 7128 | 3226 | 430 | 426 |
| 09 - Trattamento e smaltimento rifiuti | 312 | 97 | 2 | 2 |
| 10 - Agricoltura | 793 | 5397 | 879 | 666 |
| 11 - Altre sorgenti e assorbimenti | 659 | 18654 | 1307 | 1229 |
| Totale | 72946 | 182258 | 16912 | 12680 |

Tabella 2-54 Ripartizione delle emissioni per i macrosettori della Regione Piemonte (Fonte: elaborazione dati IREA 2015)

Sempre in riferimento all'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera aggiornato al 2015, è stato poi possibile effettuare l'analisi emissiva a livello provinciale, con specifico riferimento alla Provincia di Cuneo, da cui si evince che:

- per le emissioni di ossidi di azoto (NOx), la principale fonte emissiva è rappresentata dal macrosettore «Trasporto su strada» (36%) seguito da «Combustione nell'industria» (27%);
- per il monossido di carbonio (CO), le principali fonti emmissive sono connesse ai macrosettori «Combustione non industriale» (56%) e «Trasporto su strada» (26%);
- per il PM10, le principali fonti emmissive sono rappresentate dal macrosettore «Combustione non industriale» (51%) e «Trasporto su strada» (27%);
- per il PM2,5, le principali fonti emmissive sono rappresentate dal macrosettore «Combustione non industriale» (69%).

| Macrosettore | NOx | CO | PM10 | PM2,5 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| | t/anno | t/anno | t/anno | t/anno |
| 01 - Produzione energia e trasformazione combustibili | 1104 | 303 | 4 | 4 |
| 02 - Combustione non industriale | 1159 | 18966 | 1820 | 1800 |
| 03 - Combustione nell'industria | 3538 | 1857 | 68 | 55 |
| 04 - Processi produttivi | 255 | 474 | 60 | 42 |

| Macrosettore | NOx | CO | PM10 | PM2,5 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| | t/anno | t/anno | t/anno | t/anno |
| 05 - Estrazione e distribuzione combustibili | | | | |
| 06 - Uso di solventi | 47 | 67 | 172 | 103 |
| 07 - Trasporto su strada | 4687 | 8739 | 961 | 239 |
| 08 - Altre sorgenti mobili e macchinari | 2101 | 852 | 119 | 119 |
| 09 - Trattamento e smaltimento rifiuti | 71 | 8 | 1 | 0 |
| 10 - Agricoltura | 66 | 9 | 170 | 66 |
| 11 - Altre sorgenti e assorbimenti | 90 | 2542 | 178 | 167 |
| Totale complessivo | 13117 | 33818 | 3553 | 2595 |

Tabella 2-55 Ripartizione delle emissioni per i macrosettori della Provincia di Cuneo (Fonte: elaborazione dati IREA 2015)

Per il progetto in esame, è possibile far riferimento al macrosettore «Trasporto su strada» che comprende tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli leggeri e pesanti, ai motocicli e agli altri mezzi di trasporto su strada, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico che quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada.

Relativamente agli inquinanti presi come riferimento nell'analisi del fattore ambientale Atmosfera, ossia il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NOx) ed il particolato (PM10 e PM2,5), di seguito si riportano nel dettaglio le emissioni prodotte dal traffico veicolare nella provincia di Cuneo distinte in funzione della categoria di veicolo e del relativo combustibile.

| Provincia di Cuneo - Emissioni IREA 2015 | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------|------|------|-------|
| Settore | Combustibile | Inquinanti (t) | | | |
| | | NOx | CO | PM10 | PM2.5 |
| 0701 - Automobili | benzina senza piombo | 156 | 1744 | 1 | 0 |
| 0701 - Automobili | gas naturale (metano) | 14 | 210 | 0 | 0 |
| 0701 - Automobili | gas petrolio liquido (GPL) | 38 | 639 | 0 | 0 |
| 0701 - Automobili | gasolio per autotrasporto (diesel) | 1673 | 218 | 53 | 17 |
| 0701 - Automobili | senza combustibile | 0 | 0 | 104 | 12 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3,5 t | benzina senza piombo | 4 | 43 | 0 | 0 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3,5 t | gas naturale (metano) | 2 | 60 | 0 | 0 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3,5 t | gas petrolio liquido (GPL) | 1 | 17 | 0 | 0 |

| Provincia di Cuneo - Emissioni IREA 2015 | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------|------|------|-------|
| Settore | Combustibile | Inquinanti (t) | | | |
| | | NOx | CO | PM10 | PM2.5 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3,5 t | gasolio per autotrasporto (diesel) | 568 | 141 | 21 | 11 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3,5 t | senza combustibile | 0 | 0 | 21 | 4 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3,5 t e autobus | benzina senza piombo | 3 | 3 | 0 | 0 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3,5 t e autobus | gas naturale (metano) | 10 | 2 | 0 | 0 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3,5 t e autobus | gasolio per autotrasporto (diesel) | 2088 | 563 | 48 | 9 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3,5 t e autobus | senza combustibile | 0 | 0 | 35 | 4 |
| TOTALE | | 4557 | 3641 | 284 | 209 |

Tabella 2-56 Emissioni provincia di Cuneo 2015 (Fonte: elaborazione dati IREA 2015)

Nella Tabella 2-57 si riassumono le emissioni complessivamente prodotte dal traffico veicolare nella Regione Piemonte e nella Provincia di Cuneo (2015).

| Trasporto su strada | NOx | CO | PM10 | PM2,5 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| | t/anno | t/anno | t/anno | t/anno |
| Regione Piemonte | 36955 | 66274 | 5426 | 1818 |
| Provincia di Cuneo | 4687 | 8739 | 961 | 239 |
| Contributo emissivo della Provincia sull'emissione Regionale | 13% | 13% | 18% | 13% |

Tabella 2-57 Ripartizione delle emissioni per il macrosettore "Trasporto su strada" (Fonte: elaborazione dati IREA 2015)

2.5.5. Analisi dello stato della qualità dell'aria

La pianificazione e programmazione sulla qualità dell'aria

La Legge regionale n. 43/2000 è l'atto normativo regionale di riferimento, tuttora vigente, per la gestione ed il controllo della qualità dell'aria. In essa sono contenuti gli obiettivi e le procedure per l'approvazione del Piano per il Risanamento e la Tutela della Qualità dell'Aria (PRQA) nonché le modalità per la realizzazione e la gestione degli strumenti della pianificazione: il Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRQA), l'Inventario delle Emissioni (IREA). Il Piano regionale per la qualità dell'aria è lo strumento per la programmazione, il coordinamento ed il controllo in materia di inquinamento atmosferico,

finalizzato al miglioramento progressivo delle condizioni ambientali e alla salvaguardia della salute dell'uomo e dell'ambiente. Le misure atte a raggiungere gli obiettivi si esplicitano mediante l'implementazione di Piani Stralcio.

Nella prima fase di attuazione del Piano Regionale sono stati adottati alcuni stralci di Piano.

Lo stralcio di Piano "Provvedimenti finalizzati alla prevenzione e alla riduzione delle emissioni nelle conurbazioni piemontesi ed al controllo delle emissioni dei veicoli circolanti" definisce le prime misure per la riduzione delle emissioni in atmosfera dovute alla mobilità, ed in particolare:

- l'obbligo, a partire dal 1° luglio 2001, del controllo dei gas di scarico ("bollino blu") su tutto il territorio regionale per tutti i veicoli a motore immatricolati da almeno un anno;
- le prime indicazioni alle Province per la predisposizione dei Piani per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente relativi alla mobilità ed estensione al territorio dei Comuni assegnati alle Zone 1 e 2 le disposizioni del D.M. 27 marzo 1998 relative al Mobility Management.

Lo stralcio di Piano "Indirizzi per la gestione di episodi acuti di inquinamento atmosferico" ha regolamentato la gestione di episodi acuti di inquinamento atmosferico su due livelli territoriali diversi: le Zone di Piano e le Zone di Mantenimento. Questa ripartizione del territorio tra zone a rischio (Zone di Piano) e zone (Zone di Mantenimento) in cui sostanzialmente la qualità dell'aria era buona e quindi sarebbe stato sufficiente mantenerla tale, era frutto di una ottemperanza alle disposizioni che facevano capo all'articolo 3 del decreto ministeriale 20 maggio 1991 relativo ai criteri per l'elaborazione dei piani regionali e all'articolo 9 del decreto ministeriale 20 maggio 1991 inerente i criteri per la raccolta dei dati. Questi criteri sono oggi superati dalla legislazione vigente che predilige un approccio uniforme su tutto il territorio e misure focalizzate sulla riduzione delle emissioni indipendentemente da dove esse avvengano.

Sulla base della valutazione della qualità dell'aria 2001, con la D.G.R. n. 14-7623 dell'11 novembre 2002 si è proceduto ad adeguare la zonizzazione del territorio e a definire i criteri per la predisposizione e la gestione dei Piani di Azione stabilendo, in particolare, la Zonizzazione 2001 (allegato 1 D.G.R. n. 14-7623 dell'11 novembre 2002), la Carta d'insieme della zonizzazione, l'elenco dei Comuni piemontesi e loro zonizzazione e gli indirizzi per la predisposizione e la gestione dei piani di azione (allegato 2 D.G.R. n. 14-7623 dell'11 novembre 2002).

Con la D.G.R. n. 19-12878 del 28 giugno 2004 la Regione Piemonte ha avviato il processo di revisione ed aggiornamento del Piano Regionale della Qualità dell'Aria, al fine di individuare nuovi e più incisivi provvedimenti ed azioni sempre per le Zone di Piano e per le Zone di Mantenimento, in grado di ridurre sensibilmente le emissioni primarie di PM10 e di ossidi di azoto, così come quelle dei precursori del PM10 e dell'ozono.

Il D.Lgs. n. 155/2010 delinea un nuovo quadro gestionale della qualità dell'aria, al fine di garantire un approccio coerente ed uniforme in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente nel quadro del riparto di competenze tra Stato, Regioni ed Enti locali. Ciò ha comportato l'esigenza da parte della Regione Piemonte di valutare e, ove necessario, rivedere gli esistenti aspetti e strumenti di gestione della qualità dell'aria.

È pertanto iniziato un processo di revisione di tutti gli strumenti a servizio della valutazione della qualità dell'aria: il programma di valutazione (rete e modelli) e la zonizzazione del territorio per primi.

Si evidenzia che recentemente è stato approvato il Piano Regionale di Qualità dell'Aria (PRQA) della Regione Piemonte con DCR 25 marzo 2019, n. 364-6854.

Con l'entrata in vigore del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa), si è manifestata, quindi, la necessità di un riesame della zonizzazione del territorio regionale ai fini di renderla conforme alle nuove disposizioni statali.

L'articolo 1, comma 4, del d.lgs. 155/2010, definisce, infatti, la zonizzazione del territorio "il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente", le cui modalità di svolgimento sono individuate sulla base della classificazione delle zone medesime. La valutazione della qualità dell'aria è, a sua volta, "il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti" dal decreto per i vari inquinanti; in caso di superamento devono essere adottati piani che agiscano sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano tali aree di superamento.

Ai fini dell'aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale sono stati analizzati i seguenti fattori:

- le caratteristiche orografiche e meteo - climatiche del territorio;
- la densità abitativa, propedeutica all'individuazione degli agglomerati;
- la distribuzione territoriale dei principali inquinanti in emissione.

L'analisi ha portato ad una prima ipotesi di zonizzazione che è stata poi confrontata con i risultati ottenuti dall'applicazione di una metodologia statistica di classificazione e caratterizzazione del territorio, denominata Functional Cluster Analysis, applicata alla base dati costituita dai campi di concentrazione prodotti su tutto il territorio regionale per gli anni 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009 dal sistema modellistico di trasporto, dispersione e trasformazione chimica di inquinanti in atmosfera utilizzato operativamente da ARPA Piemonte a supporto della Regione Piemonte. Gli esiti della suddetta simulazione sono stati utilizzati per pervenire ad un progetto di zonizzazione definitivo.

Il progetto di zonizzazione e classificazione del territorio (adottato con Delibera di Giunta Regionale n. 41-855 del 29 dicembre 2014), sulla base degli obiettivi di protezione per la salute umana per gli inquinanti NO₂, SO₂, C₆H₆, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P, nonché degli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione relativamente all'ozono, ha ripartito il territorio regionale nelle seguenti zone e agglomerati:

- a) agglomerato di Torino - codice zona IT0118 (relativamente agli inquinanti NO₂, SO₂, C₆H₆, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P ed O₃);
- b) zona denominata Pianura - codice zona IT0119 (relativamente agli inquinanti NO₂, SO₂, C₆H₆, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P);
- c) zona denominata Collina - codice zona IT0120 (relativamente agli inquinanti NO₂, SO₂, C₆H₆, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P);
- d) zona denominata Montagna - codice zona IT0121 (relativamente agli inquinanti NO₂, SO₂, C₆H₆, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P);
- e) Zona denominata Piemonte – codice zona IT0122 (relativamente al solo inquinante O₃).

Si sottolinea che per la zonizzazione del territorio sono state analizzate, sia nella precedente zonizzazione che nel suo recente aggiornamento, i seguenti aspetti:

- la densità abitativa;
- le caratteristiche orografiche e meteorologiche;
- il carico emissivo;
- il grado di urbanizzazione del territorio.

Nella seguente tabella si riassumono le nuove caratteristiche delle zone e dell'agglomerato di Torino, risultati dall'aggiornamento del progetto di zonizzazione, la cui rappresentazione grafica è riportata in Figura 2-67.

| | u.m. | Agglomerato Torino IT0118 | Zona Pianura IT0119 | Zona Collina IT0120 | Zona Montagna IT0121 | Zona Piemonte IT0122 | Regione |
|--|--------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------|
| N° Comuni | | 33 | 268 | 646 | 234 | 1148 | 1181 |
| Popolazione | ab | 1532332 | 1322596 | 1338980 | 181098 | 2842674 | 4375006 |
| Superficie | km ² | 838 | 6623 | 8801 | 9125 | 24549 | 25389 |
| Densità abitativa | ab/km ² | 1828,12 | 199,70 | 152,14 | 19,85 | 115,80 | 172,32 |
| Densità em. PM₁₀ | t/km ² | 2,32 | 0,94 | 0,91 | 0,23 | 0,67 | 0,72 |
| Densità em. No_x | t/km ² | 13,51 | 3,45 | 2,02 | 0,27 | 1,75 | 2,14 |
| Densità em. COV | t/km ² | 19,09 | 7,58 | 6,85 | 5,03 | 6,37 | 6,79 |
| Densità em. NH₃ | t/km ² | 2,87 | 3,99 | 1,12 | 0,26 | 1,57 | 1,62 |

Tabella 2-58 Principali caratteristiche dell'agglomerato e delle tre zone (Fonte: Stato dell'ambiente in Piemonte – Relazione 2022)

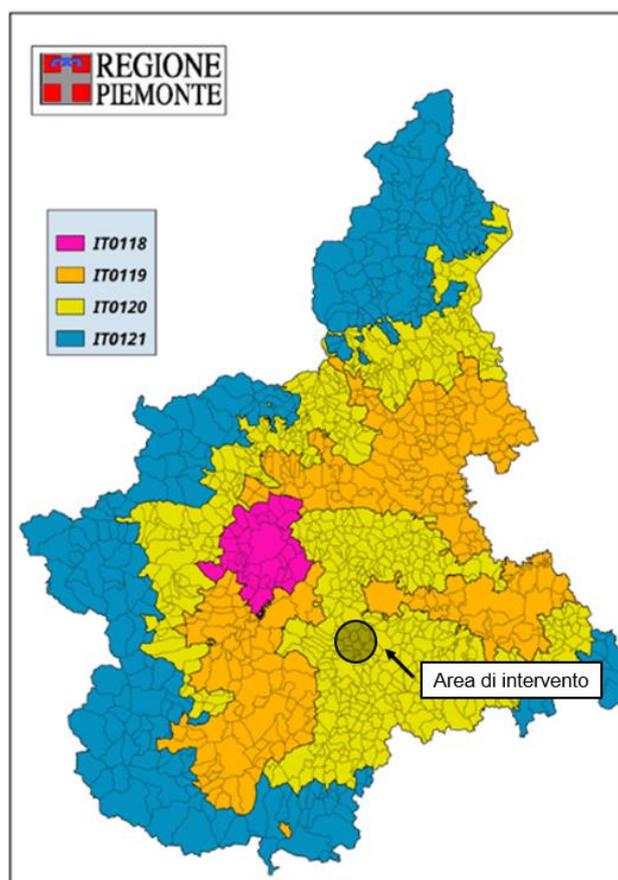


Figura 2-67 Rappresentazione grafica della nuova zonizzazione relativa agli inquinanti diversi dall'ozono (Fonte Stato dell'ambiente in Piemonte – Relazione 2022)

La classificazione delle zone e degli agglomerati deve essere riesaminata almeno ogni 5 anni, e comunque, in caso di significative modifiche delle attività che incidono sulla qualità dell'aria per gli

inquinanti di cui all'articolo 1, comma 2 del DLgs 155/10. Le eventuali modifiche alla delimitazione delle zone e degli agglomerati sono oggetto di comunicazione annuale alla Comunità Europea da parte del Ministero. L'articolo 4, comma 1 del DLgs 155/10 prevede che le zone e gli agglomerati siano classificati, per ogni singolo inquinante indicato all'articolo 1, comma 2, sulla base delle soglie di valutazione superiori e inferiori previste dall'Allegato II, sezione 1 e secondo la procedura prevista dall'Allegato II, sezione 2.

In particolare, la norma definisce tali soglie come:

- soglia di valutazione superiore (SVS): un livello al di sotto del quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellizzazione al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente;
- soglia di valutazione inferiore (SVI): un livello al di sotto del quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente.

Tali soglie sono inferiori rispetto ai valori limite di legge (es. SVS NO₂ media annua 80% del valore limite, SVI NO₂ media annua 65% del valore limite). Ne consegue che, qualora i valori superino la SVS occorre predisporre la rete di rilevamento della qualità dell'aria con gli opportuni punti di campionamento, secondo quanto definito nell'allegato V e IX del DLgs 155/10.

Prendendo in considerazione l'ambito di studio del presente SIA, è possibile notare come il comune di interesse, Alba, appartiene alla zona "IT0120 – zona di collina. Tale zona si caratterizza per la presenza di livelli sopra la soglia di valutazione superiore per i seguenti inquinanti: NO₂, PM10, PM2,5 e B(a)P. Gli altri inquinanti sono sotto la soglia di valutazione inferiore. Rispetto alla pregressa classificazione si evidenzia che il benzene si posiziona sotto la soglia di valutazione inferiore.

Stante la specificità delle condizioni orografiche e meteorologiche del bacino padano che favoriscono l'aumento delle concentrazioni di materiale PM10 nell'aria e la produzione di situazioni di inquinamento particolarmente diffuse, i piani regionali di qualità dell'aria vigenti nelle zone del bacino padano non sembrano sufficienti ad assicurare il rispetto dei valori limite di qualità dell'aria per il materiale particolato PM10.

Pertanto, il 7 febbraio 2007 è stato sottoscritto il primo "Accordo tra le regioni del bacino padano per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento atmosferico" tra le Regioni Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta, le Province Autonome di Trento e Bolzano e la Repubblica e Cantone Ticino. Scopo dell'accordo era di condividere elementi e azioni di natura tecnico-organizzativa sui quali coordinare un'azione sinergica dei territori coinvolti.

A marzo 2007, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha pubblicato un decreto contenente un programma di finanziamenti connessi al miglioramento della qualità dell'aria e della riduzione delle emissioni, che con una serie di accordi tra il Ministero e le singole Regioni o Province è andato a cofinanziare una serie di progetti legati alle azioni previste nell'Accordo.

Con sentenza del 19 dicembre 2012, però, la Corte di Giustizia dell'Unione Europea ha condannato l'Italia per non aver provveduto, negli anni 2006 e 2007, ad assicurare che le concentrazioni di materiale particolato PM10 rispettassero i valori limite fissati dalla direttiva 1999/30/CE in numerose zone e Agglomerati del territorio italiano.

Al fine di porre rimedio a questa situazione, il Ministero dell'Ambiente, insieme ai Ministeri aventi competenza sui settori che producono emissioni in atmosfera, ha avviato una nuova e più determinata strategia a livello nazionale, per integrare l'azione intrapresa dalle Regioni e Province Autonome, individuando misure di breve, medio e lungo periodo. Il 19 dicembre 2013 è pertanto stato sottoscritto un Accordo tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Ministero della Salute, Regioni e Province Autonome del bacino padano, per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria.

Viste le procedure di infrazione sulla qualità dell'aria avviate dalla Commissione Europea nei confronti dello Stato italiano, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il 30 dicembre 2015 ha attivato un protocollo con il quale ha individuato un consistente quantitativo di risorse da mettere a disposizione di Regioni, Province Autonome e Città Metropolitane, provenienti in parte dal Fondo Kyoto e in parte dal MISE e dal GSE, da utilizzare sulle seguenti misure/azioni a breve e a lungo termine:

Con la Deliberazione della Giunta Regionale del 5 giugno 2017, n. 22-5139 è stato approvato lo schema di Accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano, ai sensi della L. 88/2009.

Nonostante i positivi effetti prodotti dall'Accordo di Programma del 2013 e dal Protocollo di Intesa del 2015, in un arco temporale caratterizzato da una progressiva riduzione del numero delle zone di superamento dei valori limite e dell'entità dei superamenti per il materiale particolato PM10 e per il biossido di azoto, si è ritenuto necessario attivare un nuovo accordo finalizzato a definire, in un quadro condiviso, importanti misure aggiuntive di risanamento da inserire nei piani di qualità dell'aria e da applicare in modo coordinato e congiunto nel territorio del Bacino Padano, anche per effetto del reperimento e del riorientamento delle risorse necessarie a sostenere tali misure.

Con la deliberazione della Giunta Regionale n. 9-2916 del 26 febbraio 2021, la Regione Piemonte ha approvato le disposizioni straordinarie in materia di tutela della qualità dell'aria ("Disposizioni straordinarie in materia di tutela della qualità dell'aria ad integrazione e potenziamento delle misure di limitazione delle emissioni, strutturali e temporanee, di cui alla DGR n. 14-1996 del 25 settembre 2020, e dei vigenti protocolli operativi"). Secondo tale deliberazione gli interventi di riduzione delle emissioni in atmosfera, finalizzati a ridurre le concentrazioni di PM10 in una determinata stazione di monitoraggio che supera i valori limite non possono limitarsi territorialmente - se vogliono essere efficaci - ai confini amministrativi del comune in cui si trova la stazione stessa. Allo stesso tempo, il fatto che una stazione di qualità dell'aria inserita in un determinato contesto urbano non superi i limiti di qualità dell'aria, non esclude la possibilità che le emissioni generate in quel contesto territoriale non possano influire sui territori contigui.

La rete di monitoraggio e la centralina di riferimento

In Piemonte il Sistema Regionale di Rilevamento per la misura della qualità dell'aria è costituito, al 31 dicembre 2021 da:

- 58 stazioni fisse per il monitoraggio in continuo di parametri chimici, delle quali 4 di proprietà privata.
- 6 laboratori mobili attrezzati, per realizzare campagne brevi di monitoraggio;
- 1 Centro Operativo Regionale (COR) dove i dati rilevati sono sottoposti alla validazione automatica ed interattiva di primo livello dal personale delle strutture dipartimentali del territorio.

Le stazioni sono dislocate sul territorio in modo da rappresentare in maniera significativa le diverse caratteristiche ambientali inerenti alla qualità dell'aria.

Più in dettaglio le stazioni di traffico sono collocate in posizione tale da misurare prevalentemente gli inquinanti provenienti da emissioni veicolari; le stazioni di fondo rilevano livelli di inquinamento non direttamente influenzati da singole sorgenti ma riferibili al loro contributo integrato, mentre quelle industriali rilevano il contributo connesso alle limitrofe attività produttive.

I punti di misura ove sono misurati o campionati i principali inquinanti sono descritti in relazione alla loro collocazione per tipo di zona o per tipo di stazione.

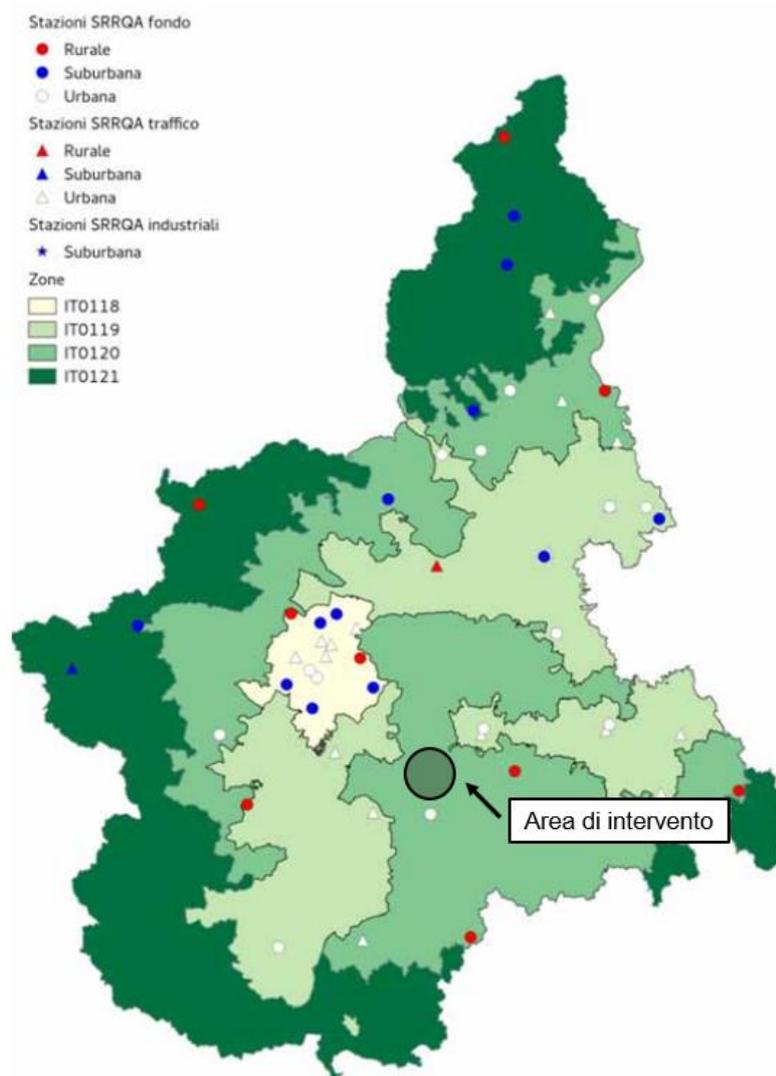


Figura 2-68 La rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria al 31/12/2015 (Fonte: Piano Regionale per la Qualità dell'Aria)

Relativamente all'area di studio del presente SIA, a valle di una prima analisi delle centraline presenti in prossimità dell'area di intervento, sono state scelte come stazioni di riferimento quelle più vicine e significative in termini di tipologia e che, al contempo, monitorassero tutti gli inquinanti considerati nella presente analisi. Tali centraline sono:

- la stazione di Alba - Tanaro situata ad una distanza massima di 4 chilometri dall'infrastruttura di progetto e classificata come centralina di "fondo urbana", è stata presa come riferimento per NO_x, NO₂ e PM₁₀;
- la stazione di Asti – Baussano, situata ad una distanza massima di 30 chilometri dall'opera in studio, è classificata come centralina di "traffico urbana" ed è stata presa a riferimento per la CO.

Si precisa che la scelta di assumere a riferimento due centraline classificate come "urbane" risulta cautelativa in quanto il contesto all'interno del quale si inserisce l'infrastruttura in esame è prevalentemente rurale-suburbano.

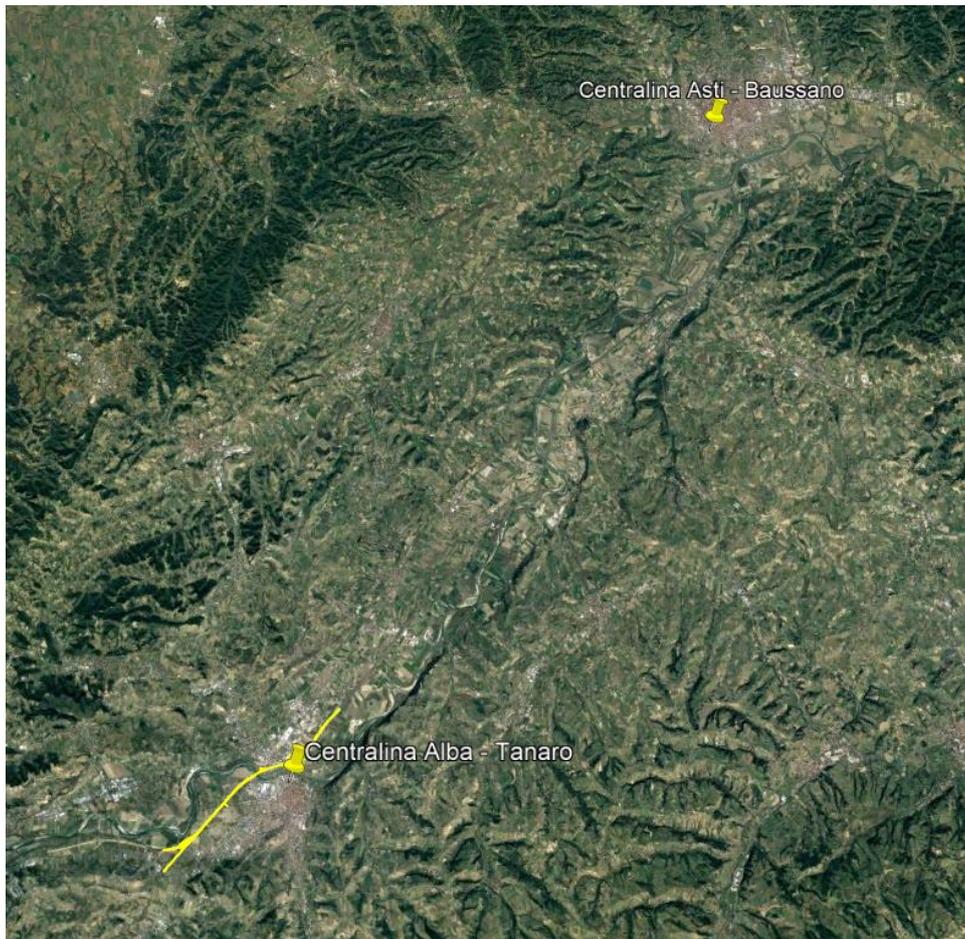


Figura 2-69 Centraline qualità dell'aria di riferimento

Analisi degli inquinanti monitorati

2.5.5.1. 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 orari di concentrazione registrati dalla centralina di Alba - Tanaro 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 2017 al 2021. Nella Tabella 2-59 sono riportati tutti i valori calcolati per l'NOx nei diversi anni.

| Anno | Valore Minimo | Percentili | | | | | | Valore Massimo | Media annua |
|------|---------------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|----------------|-------------|
| | | 50° | 80° | 85° | 90° | 95° | 99° | | |
| 2017 | 4,00 | 30,00 | 70,00 | 81,00 | 98,20 | 125,00 | 206,62 | 504,00 | 45,01 |
| 2018 | 4,00 | 28,00 | 58,00 | 68,00 | 83,00 | 105,00 | 153,00 | 590,00 | 38,98 |
| 2019 | 3,00 | 27,00 | 57,00 | 67,00 | 81,00 | 102,00 | 144,00 | 284,00 | 37,04 |
| 2020 | 2,00 | 20,00 | 48,00 | 58,00 | 72,00 | 94,00 | 142,17 | 253,00 | 31,22 |
| 2021 | 2,00 | 19,00 | 45,00 | 54,00 | 65,00 | 84,55 | 125,31 | 248,00 | 29,13 |

Tabella 2-59 Analisi dei percentili NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) negli anni 2017 - 2021 – Centralina di Alba - Tanaro (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Al fine di agevolare la lettura del dato tabellare sono stati quindi elaborati i grafici mostrati nella Figura 2-70 e Figura 2-71. In particolare, la Figura 2-70 riporta l'analisi della distribuzione dei percentili. 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 99° percentile e rispetto ai valori massimi. In particolare, con riferimento all'anno 2021, si evidenzia una diminuzione netta delle concentrazioni massime di NOx rispetto agli altri anni (cfr. grafico in Figura 2-70).

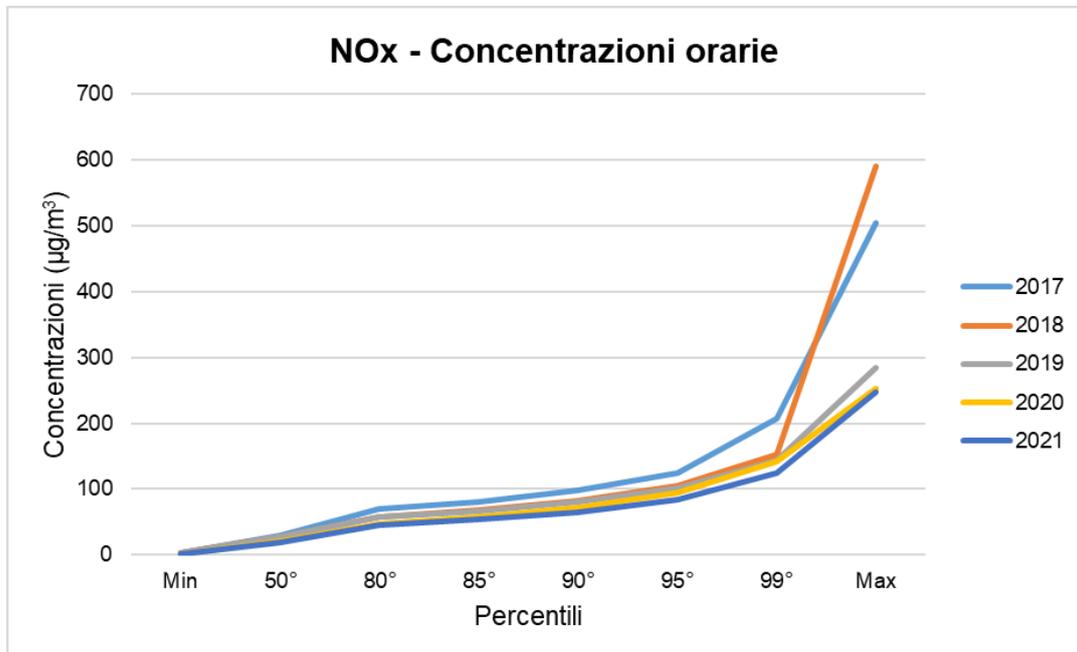


Figura 2-70 Percentili e valori massimi delle concentrazioni orarie di NOx (µg/m³) (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Effettuando un'analisi storica di tali valori si può notare come negli anni sia diminuita la concentrazione media di tale inquinante, passando dai 45,01 µg/m³ del 2017 ai 29,13 µg/m³ del 2021. Pertanto, si può affermare che solo nel 2021 è stato rispettato, seppur per poco, il limite annuo di NOx per la vegetazione, pari a 30 µg/m³.

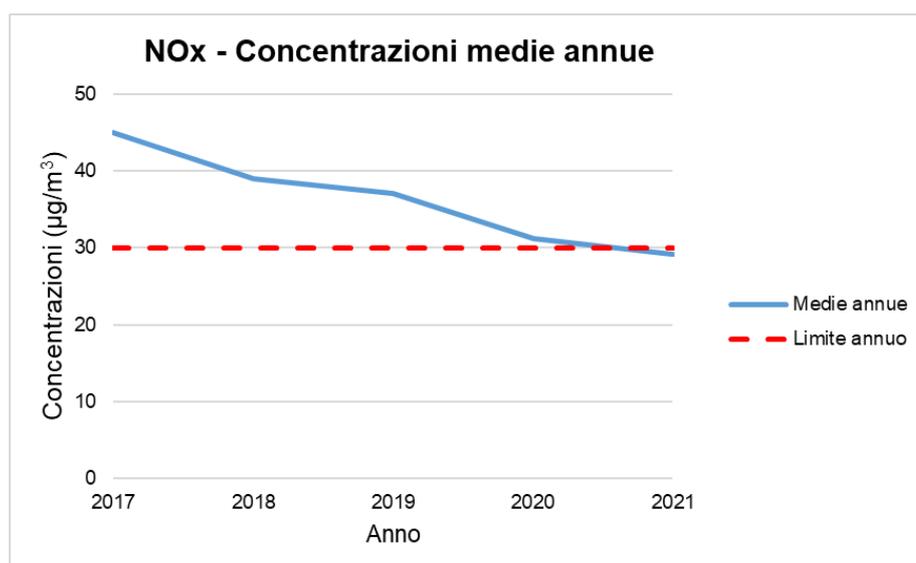


Figura 2-71 Concentrazioni medie annue di NOx (µg/m³) (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Vengono, inoltre, presentati tutti i valori registrati, ora per ora, dal 2017 al 2021, degli ssidi di Azoto. Si nota come, anche dai valori orari, sia possibile evidenziare un trend pressoché costante all'interno dell'arco temporale di riferimento, con un abbassamento delle concentrazioni nel 2021 (cfr. Figura 2-72).

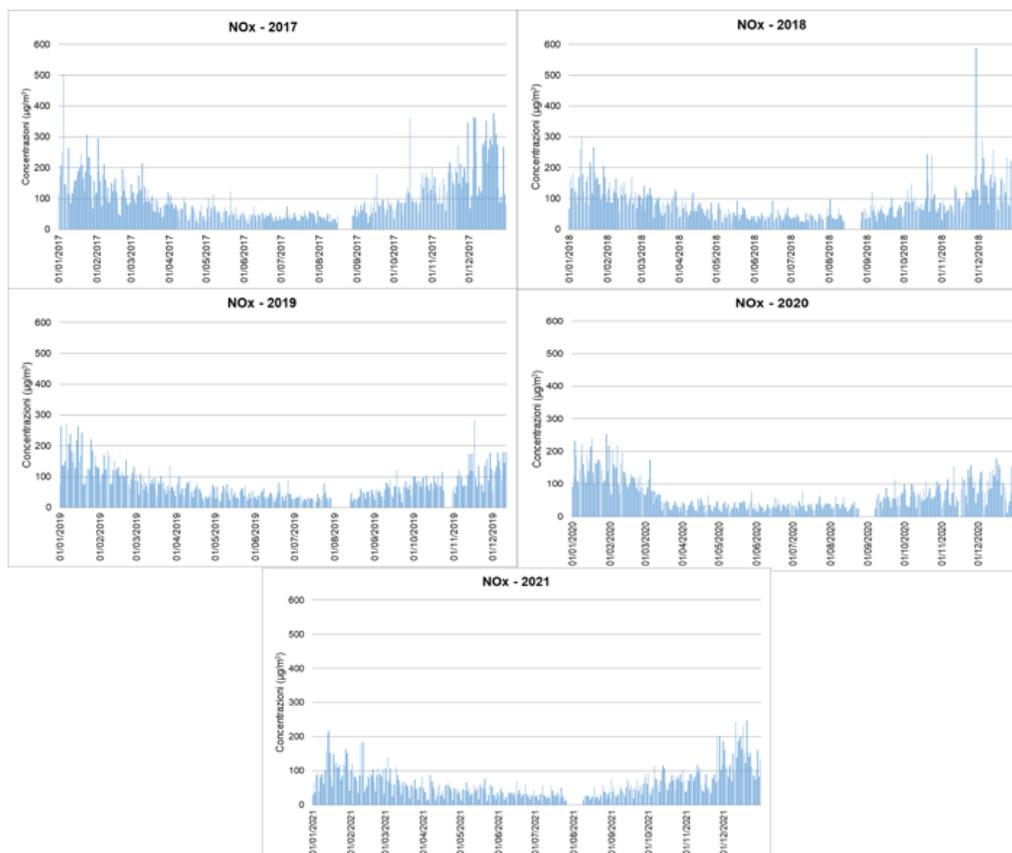


Figura 2-72 Valori orari di NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) anni 2017 - 2021 Centralina di Alba - Tanaro (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Concentrazioni di NO₂

I soli NOx, tuttavia, non forniscono dati sufficienti ad un'analisi completa del territorio e soprattutto non verificano i limiti normativi per la protezione della salute umana. Pertanto, è stato condotto uno studio analogo anche sul Biossido di Azoto NO₂. Sono stati riassunti, mediante un'analisi dei percentili (cfr. Tabella 2-60), i dati orari registrati dalla centralina di Alba - Tanaro per il Biossido di Azoto nei 5 anni di riferimento.

| Anno | Valore Minimo | Percentili | | | | | | Valore Massimo | Media annua | N° superamenti del limite orario |
|-------------|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------------|----------------------------------|
| | | 50° | 80° | 85° | 90° | 95° | 99,8° | | | |
| 2017 | 1,00 | 22,00 | 39,00 | 43,00 | 49,00 | 58,00 | 76,00 | 134,00 | 25,68 | 0 |
| 2018 | 1,00 | 20,00 | 32,00 | 35,00 | 39,00 | 45,00 | 58,00 | 116,00 | 21,52 | 0 |
| 2019 | 1,00 | 19,00 | 31,00 | 35,00 | 39,00 | 45,00 | 57,94 | 114,00 | 20,65 | 0 |
| 2020 | 1,00 | 14,00 | 28,00 | 31,00 | 36,00 | 43,00 | 69,00 | 88,00 | 18,00 | 0 |
| 2021 | 1,00 | 15,00 | 27,00 | 30,00 | 34,00 | 41,00 | 63,00 | 77,00 | 17,82 | 0 |

Tabella 2-60 Analisi dei percentili NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) negli anni 2017-2021 – Centralina di Alba - Tanaro (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

In analogia a quanto visto per gli NOx, rappresentando in forma grafica tali valori è possibile ottimizzare la lettura del dato. Il primo grafico proposto (cfr. Figura 2-73) permette di notare, come già visto nel medesimo grafico relativo agli Ossidi di Azoto, come i valori relativi a tutti i percentili analizzati siano generalmente diminuiti negli anni dal 2017 al 2021.

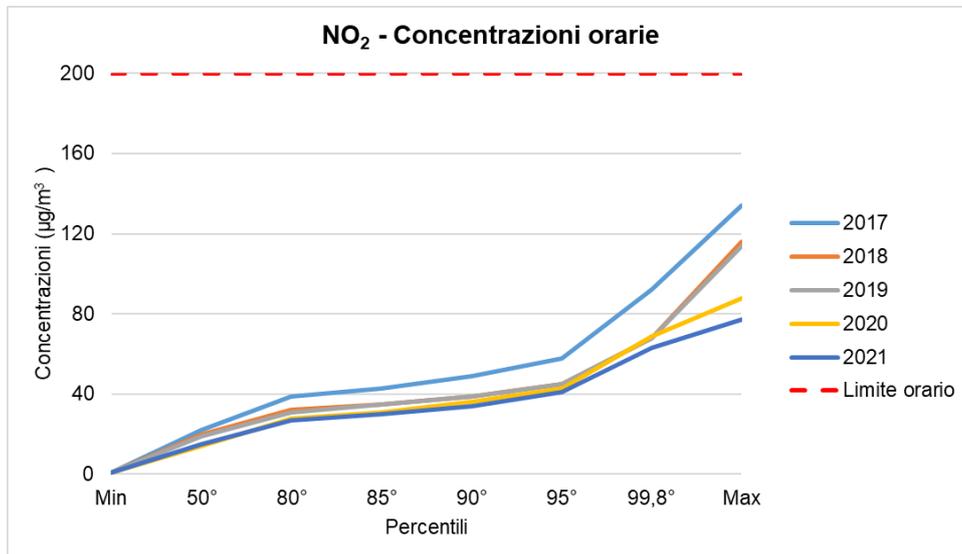


Figura 2-73 Percentili e valori massimi delle concentrazioni orarie di NO₂ (µg/m³) (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Per quanto riguarda le medie annue dal 2017 al 2021 (cfr. Figura 2-74), si può notare come col passare degli anni il trend sia rimasto costante, registrando un minimo, coerentemente all'analisi degli ossidi di azoto, nel 2021.

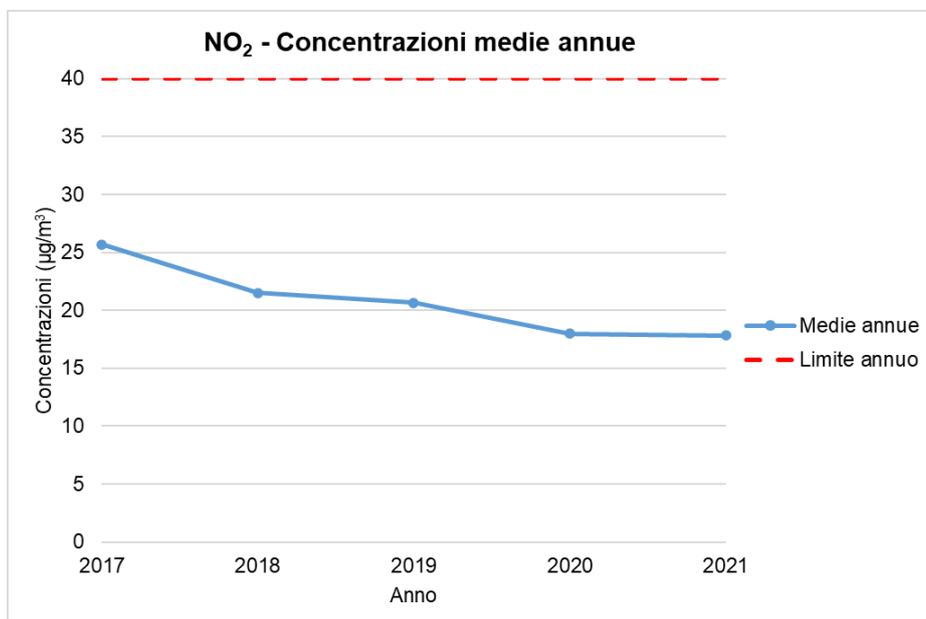


Figura 2-74 Concentrazioni medie annue di NO₂ (µg/m³) (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Sono stati, inoltre, presentati i valori registrati ora per ora dal 2017 al 2021 dei Biossidi di Azoto. Si nota, anche dai valori orari, un trend costante nell'arco temporale preso in considerazione (cfr. Figura 2-75).

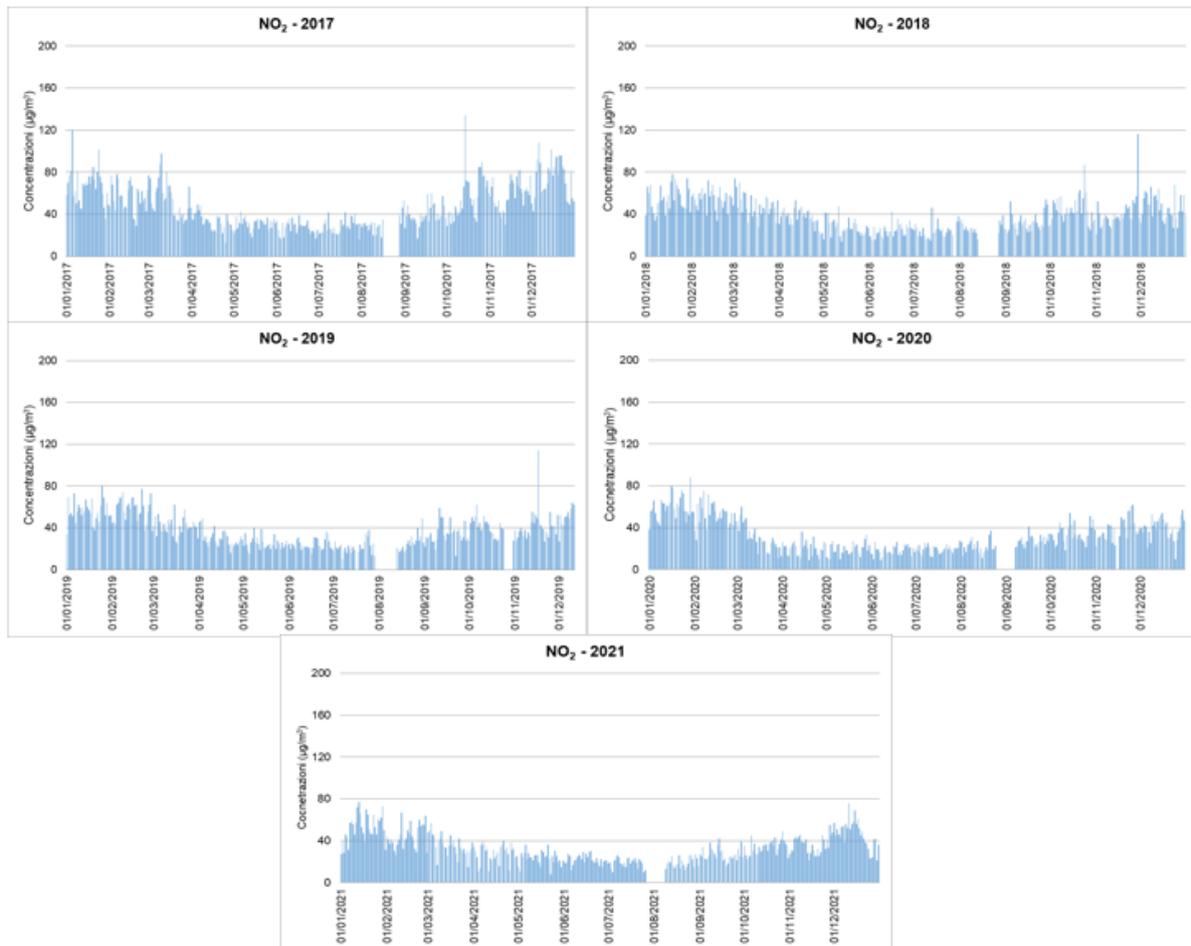


Figura 2-75 Valori orari di NO₂ (µg/m³) anni 2017-2021 Centralina di Alba - Tanaro (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Relazione NO_x – NO₂

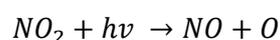
Il dato di partenza delle analisi è relativo agli ossidi di azoto NO_x. Con tale termine generalmente vengono indicate le due componenti più importanti, ovvero l'ossido di azoto NO ed il biossido di azoto NO₂.

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.

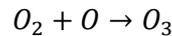
L'insieme di reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO₂ è detto ciclo fotolitico.

Tale ciclo può essere schematizzato dalle seguenti reazioni.

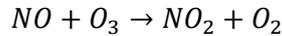
L'NO₂ prodotto nelle ore diurne assorbe energia dalle radiazioni UV, scindendosi in una molecola di NO ed in atomi di ossigeno reattivi



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.

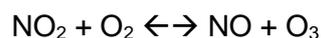
Per stimare tali valori esistono alcune leggi di correlazione empirica che permettono di valutare la quota parte di ossidi di azoto che si trasforma in biossido di azoto. Un esempio di valutazione è il metodo "Derwent and Middleton" 1996¹ il quale deriva da una stima di tipo empirico basata sul rapporto NO_x-NO₂ ricavato da numerose misure sperimentali nell'area di Londra.

Un altro metodo è quello sviluppato da "Düring et al." nel 2011², anch'esso derivante da studi sperimentali di correlazione effettuati in Germania.

Da ulteriori fonti bibliografiche, "ARPA Emilia Romagna"³, 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 studio condotto in Cina (Suqin Han et al., 2011)⁴ ha valutato il rapporto NO₂/NO_x relazionandolo all'ozono, O₃.

Werner Scholz e Peter Rabl, 2006⁵ 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:

$$\frac{NO * O_3}{NO_2} = k$$

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

1 Derwent, R.G. and Middleton, D.R., 1996. An empirical function to the ratio NO₂/NO_x. Clean Air, 26: 57-60.

2 Düring I, Bächlin W, Ketzel 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

3 Arpa Emilia-Romagna

4 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

5 Unexpectedly low decrease of NO₂ air pollution – Correlation with ozone concentration and altered exhaust emissions Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006

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 NO₂/NO_x.

Infatti, dalla nuvola di punti, Figura 2-76, è stato possibile determinare una legge di regressione tra NO_x e NO₂.

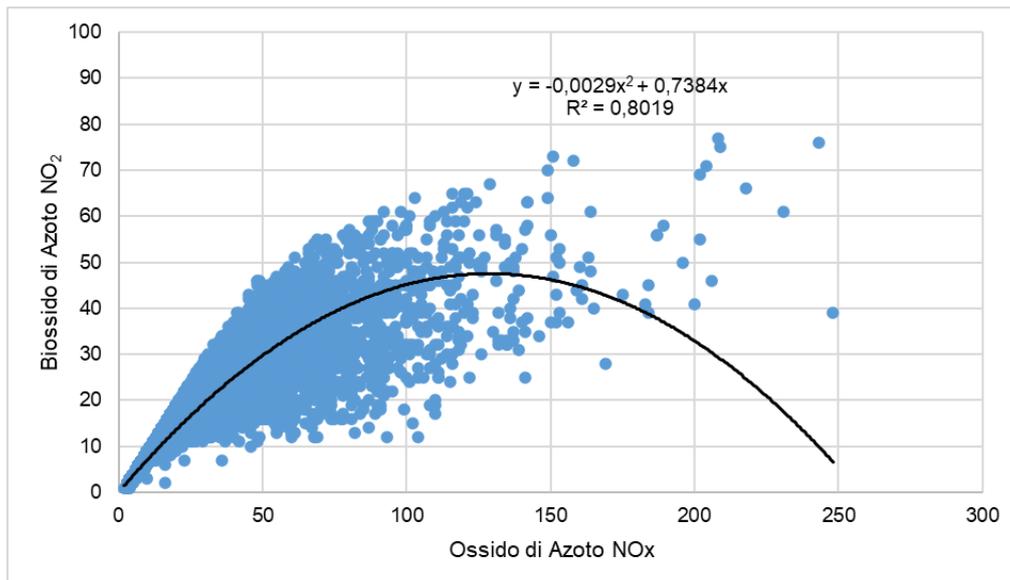


Figura 2-76 Nuvola di punti concentrazioni NO_x - NO₂ valori orari (µg/m³) (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Considerando la concavità verso il basso della curva di tendenza si può notare come superati i 127,31 µg/m³, all'aumentare degli NO_x, si ottiene una diminuzione degli NO₂. 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 NO₂/NO_x pari al 10%, che fornisce valori cautelativi unicamente per valori di NO_x molto elevati.

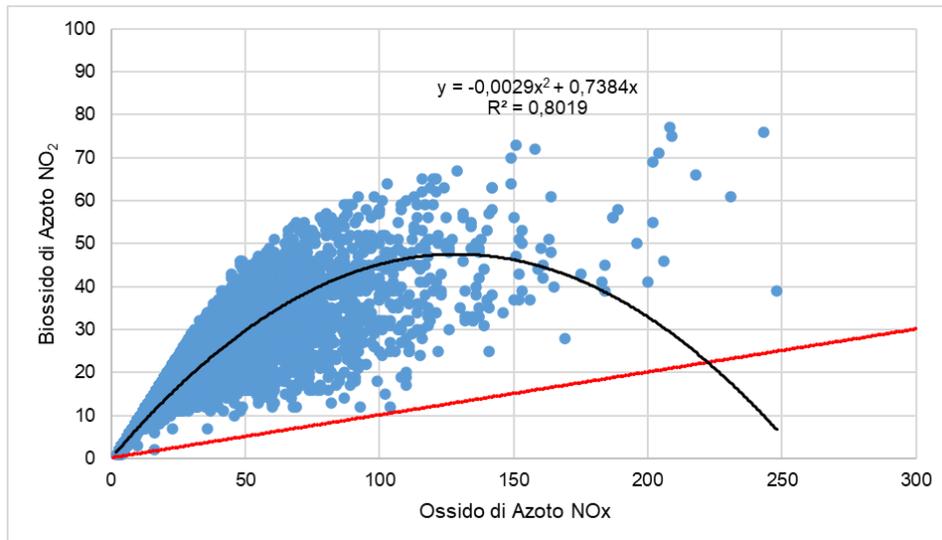


Figura 2-77 Confronto curve di correlazione NO₂-NO_x (µg/m³) (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

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 NO₂ negli NO_x. (cfr. Figura 2-77).

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 R²=0,8.

Tale relazione è stata utilizzata fino al punto in cui la parabola decresce, quindi nell'intervallo 0-127,31 µg/m³ di Ossidi di Azoto. La relazione lineare inizia, invece, il suo intervallo di validità da 127,31 µg/m³ per cui da quel valore di NO_x si considera la retta traslata verso l'alto.

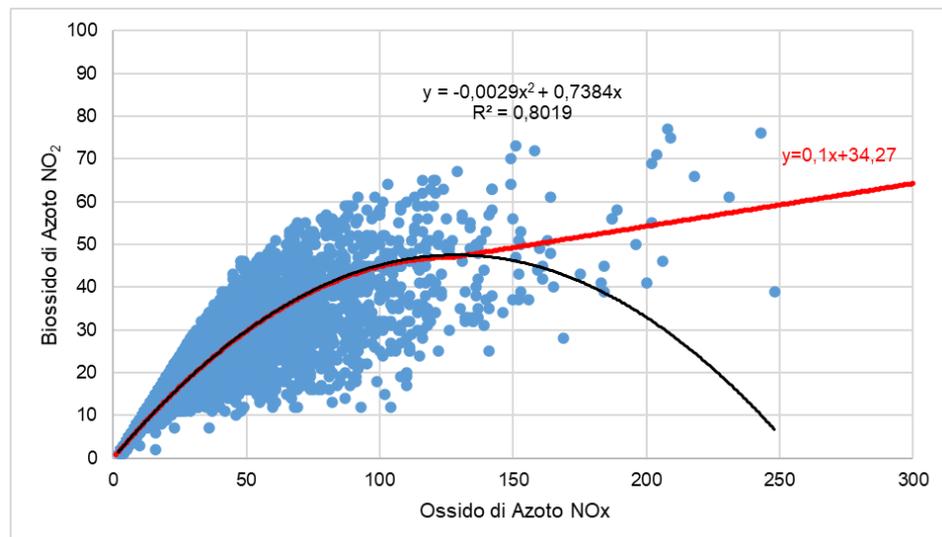


Figura 2-78 Combinazione delle curve di regressione considerate (µg/m³)

La formulazione considerata con riferimento ai valori orari pertanto sarà la seguente:

$$NO_2 = \begin{cases} -0,0029 NO_x^2 + 0,7384 NO_x & \text{per } NO_x < 127,31 \\ 0,1 NO_x + 34,27 & \text{per } NO_x \geq 127,31 \end{cases}$$

2.5.5.2. 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 ridurre 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 ($1 \mu\text{m}$);
- le foschie, date da goccioline con diametro inferiore a $2 \mu\text{m}$;
- le esalazioni, costituite da particelle solide con diametro inferiore ad $1 \mu\text{m}$ e rilasciate solitamente da processi chimici e metallurgici;
- il fumo, dato da particelle solide di solito con diametro inferiore ai $2 \mu\text{m}$ e trasportate da miscele di gas;
- le polveri, costituite da particelle solide con diametro fra $0,25$ e $500 \mu\text{m}$;
- le sabbie, date da particelle solide con diametro superiore ai $500 \mu\text{m}$.

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 $2,5 \mu\text{m}$, 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 $10 \mu\text{m}$ 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 $15 \mu\text{m}$ 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 Alba – Tanaro nello stesso arco di riferimento delle analisi effettuate per gli ossidi di azoto, ossia dal 2017 al 2021. Tali dati hanno permesso di comprendere l'evoluzione, in questo arco temporale, dell'inquinante.

Sono stati riassunti, nella Tabella 2-61, i dati di concentrazione media giornaliera presenti per il PM10 negli anni rilevati, dai quali emerge la criticità del PM10 nell'area di riferimento, dato l'elevato numero di superamenti del limite normativo.

| Anno | Valore Minimo | Percentili | | | | | | Valore Massimo | Media annua | N° superamenti del limite giornaliero |
|-------------|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------------|---------------------------------------|
| | | 50° | 80° | 85° | 90,4° | 95° | 99° | | | |
| 2017 | 5,00 | 24,00 | 46,00 | 51,00 | 58,80 | 71,90 | 91,38 | 108,00 | 30,08 | 57 |
| 2018 | 6,00 | 24,00 | 39,00 | 44,00 | 49,90 | 58,90 | 86,78 | 111,00 | 27,93 | 33 |
| 2019 | 5,00 | 23,00 | 36,00 | 40,00 | 46,00 | 53,00 | 68,41 | 72,00 | 25,75 | 24 |
| 2020 | 6,00 | 22,00 | 39,40 | 47,00 | 54,15 | 60,85 | 79,74 | 99,00 | 27,15 | 44 |
| 2021 | 6,00 | 22,00 | 35,00 | 39,00 | 46,00 | 54,00 | 85,40 | 93,00 | 26,19 | 24 |

Tabella 2-61 Analisi dei percentili delle concentrazioni giornaliere di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) negli anni 2017-2021 – Centralina di Alba - Tanaro (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Si può notare come il limite giornaliero, pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nel 2021 è stato superato un numero di giorni inferiore al numero massimo consentito, pari a 35.

La sintesi di questi dati, attraverso i grafici di seguito riportati, permette una lettura più chiara dell'andamento nel tempo del PM10.

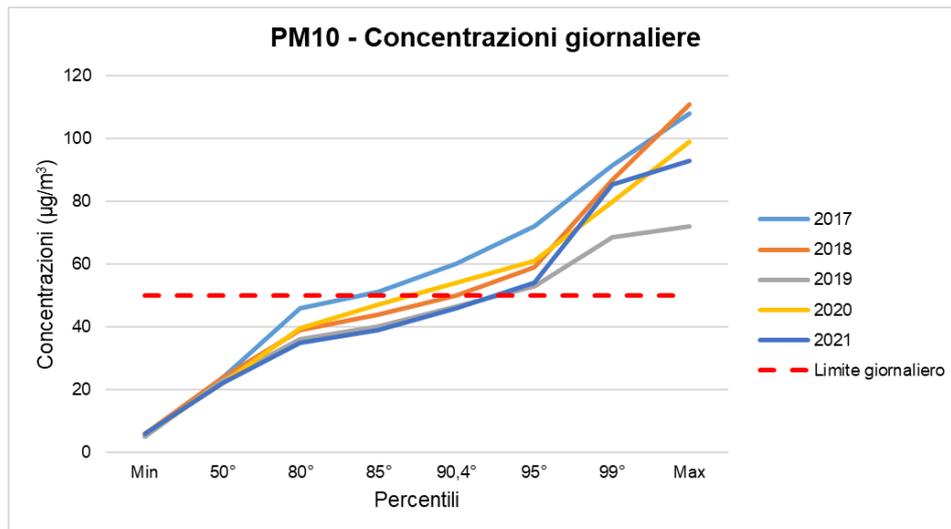


Figura 2-79 Percentili e valori massimi delle concentrazioni giornaliere di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Inoltre, in Figura 2-80 si può osservare che il valore medio risulta essere circa costante negli anni analizzati.

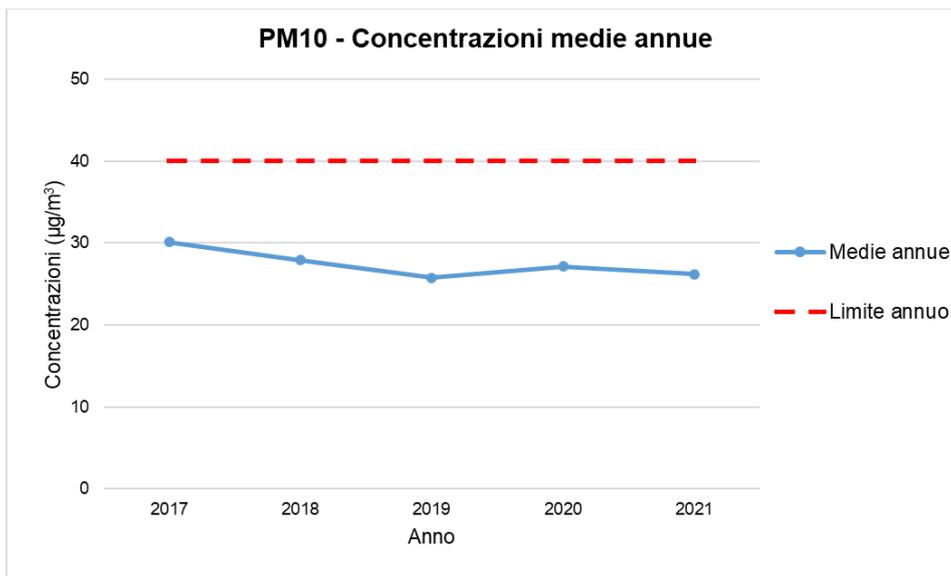


Figura 2-80 Concentrazioni medie annue di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Confrontando i dati giornalieri negli anni analizzati, riportato in Figura 2-81, emerge un trend pressoché costante, con picchi di concentrazione nei mesi invernali e valori più bassi in quelli estivi.

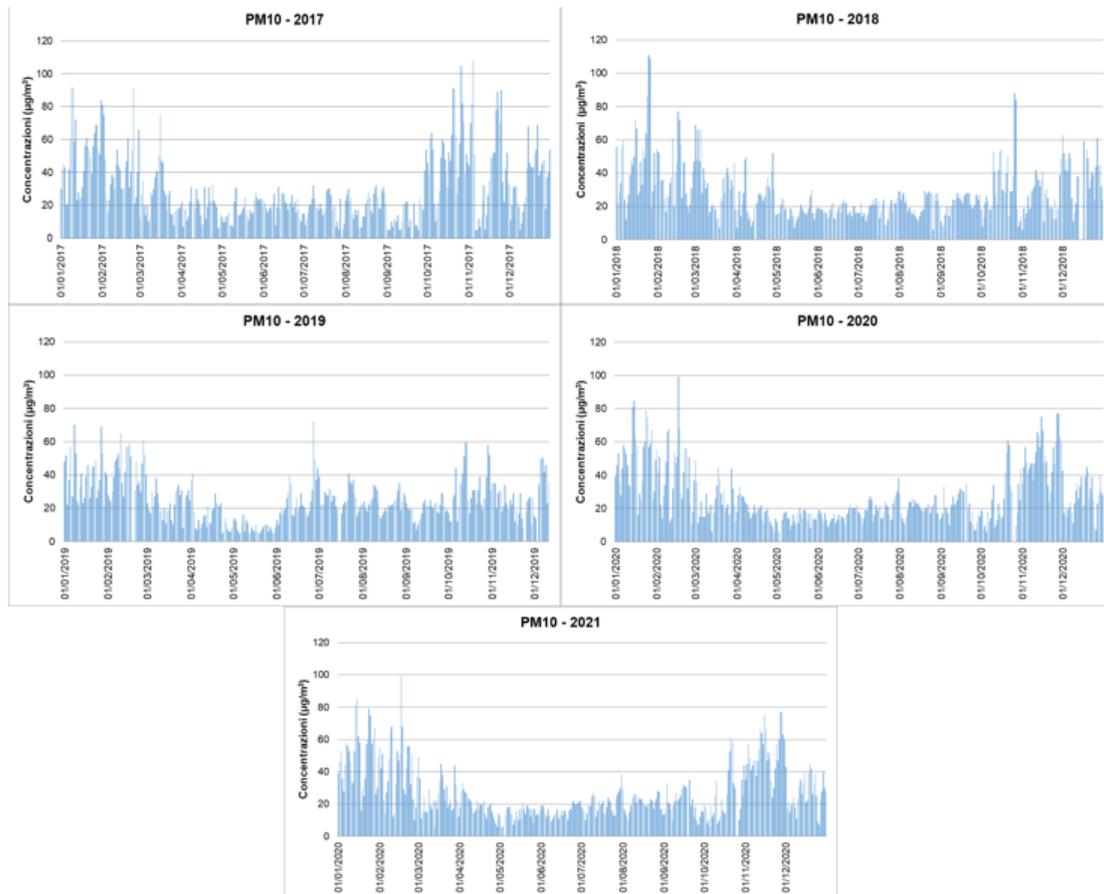


Figura 2-81 Valori giornalieri di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) anni 2017 - 2021 Centralina di Alba – Tanaro (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

2.5.5.3. Monossido di Carbonio

Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

Il monossido di carbonio (o ossido di carbonio o ossido carbonioso) è un gas velenoso particolarmente insidioso in quanto inodore e insapore. La sua molecola è costituita da un atomo di ossigeno e un atomo di carbonio legati con un triplo legame (costituito da due legami covalenti e un legame dativo). La sua formula chimica è CO.

Il monossido di carbonio viene prodotto da reazioni di combustione in difetto di aria (cioè quando l'ossigeno presente nell'aria non è sufficiente a convertire tutto il carbonio in anidride carbonica), per esempio negli incendi di foreste e boschi, dove il prodotto principale della combustione rimane comunque l'anidride carbonica. Altre fonti naturali sono i vulcani, mentre la maggior parte si genera da reazioni fotochimiche che avvengono nella troposfera. Inoltre, si sprigiona durante le combustioni in ambienti chiusi e dalle vecchie stufe a gas liquido, responsabili dell'alta frequenza di intossicazione da monossido di carbonio.

Si miscela bene nell'aria, con la quale forma facilmente miscele esplosive. In presenza di polveri metalliche finemente disperse, forma metallocarbonili tossici e infiammabili. Può reagire vigorosamente con ossigeno, acetilene, cloro, fluoro, ossidi di azoto.

Il monossido di carbonio è un prodotto della combustione incompleta dei combustibili organici (ad esempio: carbone, olio, legno, carburanti). Il CO è inoltre un combustibile importante perché rilascia una considerevole quantità di calore quando brucia all'aria

Importanti combustibili industriali a base di monossido di carbonio sono il gas d'acqua (una miscela di CO e H₂), il gas d'aria (una miscela di CO e N₂) e il gas da carbone (miscela di CO, H₂, CH₄ e CO₂, prodotto per distillazione del carbone e conservato nei gasometri). Quest'ultimo era il cosiddetto gas di città, fornito nelle case per cucinare e per il riscaldamento, oggi sostituito dal gas naturale, costituito principalmente da metano (CH₄).

Il monossido di carbonio è un'emotossina, perché legandosi saldamente allo ione del ferro nell'emoglobina del sangue forma un complesso, chiamato carbossiemoglobina, 300 volte più stabile di quello formato dall'ossigeno, chiamato ossiemoglobina, ostacolando così il trasporto di ossigeno nel sangue.

A causa del traffico automobilistico la popolazione urbana è spesso soggetta a lunghe esposizioni a basse concentrazioni. La lenta intossicazione da ossido di carbonio prende il nome di ossicarbonismo e si manifesta con sintomi nervosi e respiratori.

L'esposizione a monossido di carbonio comporta inoltre l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, un peggioramento dello stato di salute nelle persone sane ed un aggravamento delle condizioni circolatorie in generale.

Concentrazioni di CO

Per analizzare i valori di concentrazione del PM10 sono stati visionati i dati registrati dalla centralina di Asti – Baussano nell'arco di riferimento considerato, ossia dal 2017 al 2021. Tali dati hanno permesso di comprendere l'evoluzione, in questo arco temporale, dell'inquinante.

Sono stati riassunti, nella Tabella 2-62, i dati di concentrazione media su 8 ore consecutive in mg/m³ registrati per il CO negli anni analizzati.

| Anno | Valore Minimo | Percentili | | | | | | Valore Massimo | Media annua |
|-------------|---------------|------------|------|------|------|------|------|----------------|-------------|
| | | 50° | 80° | 85° | 90° | 95° | 99° | | |
| 2017 | 0,10 | 0,49 | 1,00 | 1,10 | 1,21 | 1,36 | 1,61 | 1,93 | 0,64 |
| 2018 | 0,11 | 0,50 | 0,79 | 0,88 | 0,95 | 1,08 | 1,29 | 1,69 | 0,57 |
| 2019 | 0,10 | 0,54 | 0,90 | 0,98 | 1,05 | 1,18 | 1,40 | 1,68 | 0,61 |
| 2020 | 0,34 | 0,81 | 1,21 | 1,31 | 1,41 | 1,59 | 1,85 | 2,04 | 0,91 |
| 2021 | 0,09 | 0,49 | 1,06 | 1,21 | 1,40 | 1,56 | 1,79 | 2,04 | 0,67 |

Tabella 2-62 Analisi dei percentili CO (mg/m³) negli anni 2017-2021 – Centralina di Asti - Baussano (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

La sintesi di questi dati, attraverso i grafici di seguito riportati, permette una lettura più chiara dell'andamento nel tempo della CO.

Dai grafici è possibile notare come i valori dei percentili analizzati siano circa costanti negli anni dal 2017 al 2021.

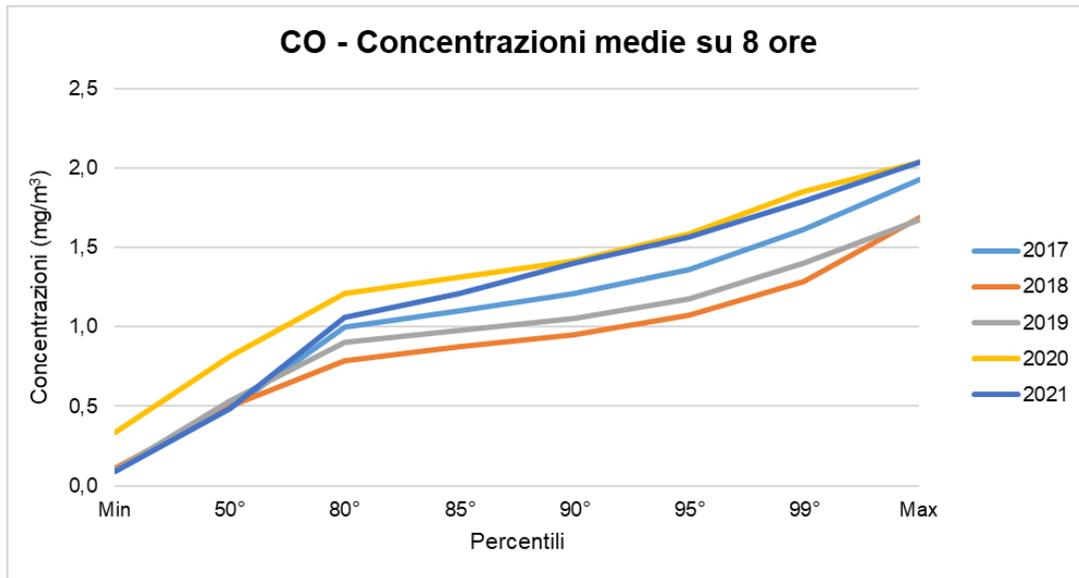


Figura 2-82 Percentili e valori massimi delle concentrazioni medie su 8 ore di CO (mg/m³) (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

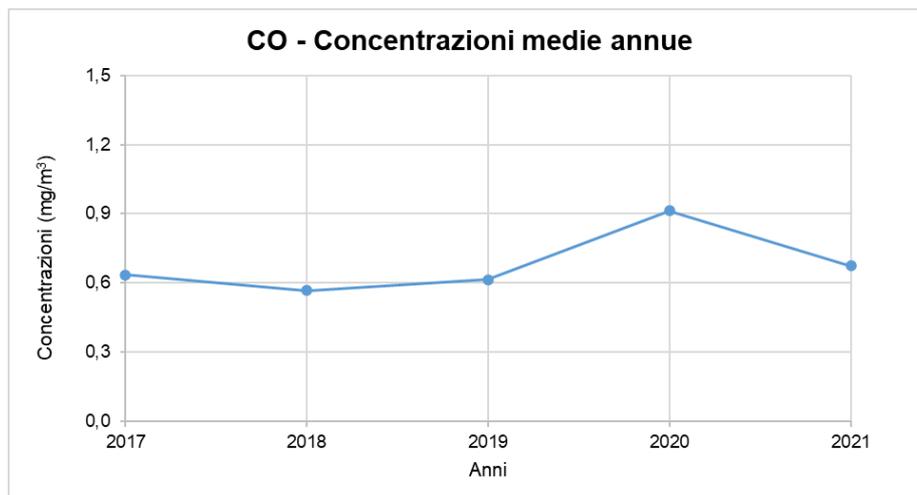


Figura 2-83 Concentrazioni medie annue di CO (mg/m³) (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

In Figura 2-84, viene riportato il confronto del dato orario per i diversi anni analizzati; da cui si evidenzia un trend pressoché costante.

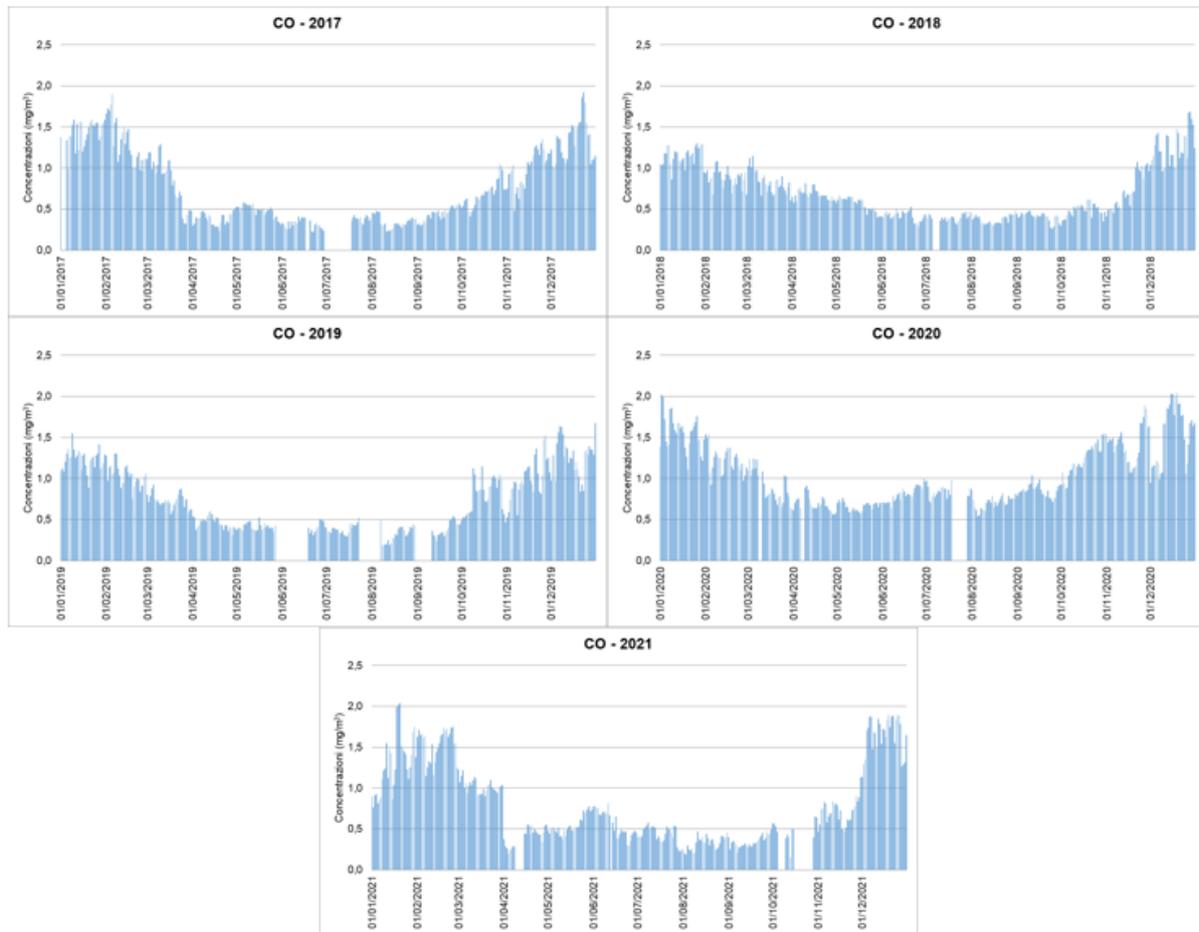


Figura 2-84 Concentrazioni medie calcolate su 8 ore consecutive di CO (mg/m³) anni 2017-2021 (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

2.5.5.4. Quadro sinottico della qualità dell'aria

Nel presente paragrafo si riassumono i valori di qualità dell'aria relativi alle centraline di Alba – Tanaro per NO_x, NO₂, PM₁₀ e Benzene e di Asti – Baussano per CO, rappresentative della qualità dell'aria circostante l'infrastruttura in esame.

La Tabella 2-63 nello specifico mostra i valori di riferimento all'anno 2021, anno di riferimento per le simulazioni.

| Centralina di riferimento | Inquinante | Valore di qualità dell'aria media annua 2021 |
|-----------------------------------|-----------------------|--|
| Alba – Tanaro (fondo urbana) | NO _x | 29,13 µg/m ³ |
| | NO ₂ | 17,82µg/m ³ |
| | PM ₁₀ | 26,19 µg/m ³ |
| | PM _{2,5} (*) | 15,72 µg/m ³ |
| Asti – Baussano (traffico urbano) | CO | 0,67 mg/m ³ |

(*) PM_{2,5} calcolato come il 60% del PM₁₀

Tabella 2-63 Valori di qualità dell'aria media annua (2021)

2.5.6. I modelli di simulazione utilizzati

Copert V

Ci si è avvalsi di alcuni modelli di simulazione al fine di condurre le analisi emissive e diffusionali generate dall'opera in esame. Nello specifico, per la stima dei fattori di emissione derivanti da traffico stradale si è fatto riferimento al software di calcolo COPERT 5. Il software sopraccitato è lo standard europeo per la valutazione delle emissioni da traffico veicolare stradale. Lo sviluppo del software COPERT è coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, all'interno delle attività dell' "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation". Responsabile dello sviluppo scientifico è il European Commission's Joint Research Centre. Il modello è stato realizzato ed è utilizzato per gli inventari delle emissioni stradali degli stati membri.

La metodologia utilizzata da COPERT 5 è parte integrante del EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook per il calcolo dell'inquinamento atmosferico ed è in linea con gli orientamenti IPCC per il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra.

COPERT 5 trae le sue origini da una metodologia sviluppata da un gruppo di lavoro che è stato istituito in modo esplicito a tale scopo nel 1989 (COPERT 85). Questo è stato poi seguito da versioni successive aggiornate, fino ad arrivare alla versione attuale che rappresenta una sintesi dei risultati delle varie attività su larga scala e progetti dedicati, quali:

Progetti dedicati finanziati dal Centro comune di ricerca/Trasporti e l'Unità Qualità dell'aria;

Programma annuale di lavoro dell' "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC / ACM)";

Programma di lavoro dell' "European Research Group on Mobile Emission Sources (Ermes)";

Progetto MEET (Methodologies to Estimate Emissions from Transport), una Commissione Europea (DG VII) che ha promosso il progetto all'interno del 4 ° Framework Program (1996-1998);

Il progetto particolare (Characterisation of Exhaust Particulate Emissions from Road Vehicles), una Commissione europea (DG Transport) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2003);

Il progetto ARTEMIS (Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems), una Commissione europea (DG Trasporti) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2007);

Il progetto congiunto JRC/CONCAWE/ACEA sull' evaporazione del carburante da veicoli a benzina (2005-2007)¹.

Attraverso alcuni dati di input, quali la composizione del parco veicolare circolante e la velocità media è possibile calcolare i fattori di emissioni corrispondenti per ogni tipologia di veicolo e per ogni inquinante considerato.

CalRoads

Il software utilizzato per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti prodotti dal traffico veicolare, invece, è Calroads View. Questo software integra su un'unica piattaforma grafica tre modelli differenti per l'analisi delle concentrazioni da traffico veicolare:

- Caline 4;
- CAL3QHC;
- CAL3QHCR.

¹ Informazioni tratte dal sito <http://www.emisia.com>

Nel caso in esame è stato utilizzato, per la modellazione dell'area, il modello CAL3QHCR. Questo modello è una versione evoluta del modello CAL3QHC che è in grado di processare un intero anno di dati meteorologici. Inoltre, è possibile imputare al modello i fattori di emissione generati dai veicoli ed il volume di traffico.

Il software, al fine di analizzare i dati meteorologici è integrato con un processore meteorologico specifico, RAMMET View, il quale partendo dai rilievi meteorologici a terra ed in quota è in grado di processare i dati al fine di poter generare un file di input utile per l'analisi delle dispersioni. Rammet View al suo interno contiene uno specifico processore, che attraverso leggi di correlazione specifiche è in grado di stimare il file del profilo meteorologico in quota a partire dai dati a terra.

Dal punto di vista progettuale il software permette di modellare ogni "link" simulato in termini di geometrie e caratteristiche, definendo sia l'altezza del link sia la geometria che influenza le diffusioni, così come mostrato in Figura 2-85.

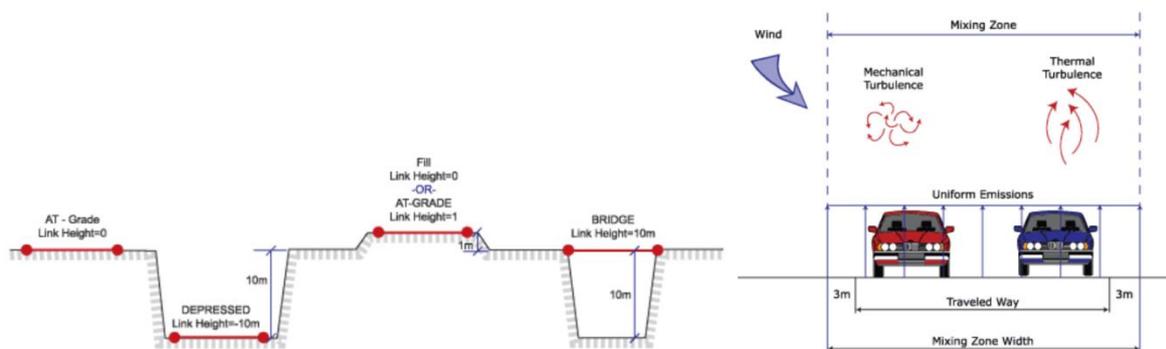


Figura 2-85 Modellazione geometrica del tracciato

Il software inoltre è in grado di poter modellare ogni singolo link secondo la tecnica di flusso libero o in coda. Rispetto a quest'ultimo aspetto il modello permette di definire due differenti tipologie di parametri emissivi: nel caso di flusso libero il parametro emissivo risulta calcolato in g/km, mentre in caso di coda in g/h considerando quindi l'effetto generato dai veicoli fermi in coda in attesa di utilizzare l'intersezione.

In ultimo il software consente di inserire i recettori quali punti di calcolo del modello. I recettori possono essere inseriti come singolo punto, come link di punti o come maglia di punti.

Per quanto riguarda la prima tipologia di recettore, occorre definire la posizione in termini di X, Y e Z. Per la seconda tipologia invece, definito un link di riferimento è possibile creare una linea di recettori parallela al link selezionato posto ad una distanza D e spaziate tra loro di una distanza S, come mostrato in Figura 2-86. Per quanto riguarda la maglia, infine, occorre identificare il passo e il numero di punti nelle due dimensioni X e Y.



Figura 2-86 Esempio di recettori a link

2.5.7. Lo scenario attuale: analisi delle concentrazioni

Uno degli input fondamentali per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera è il dato meteo. Per ricreare lo scenario diffusivo caratteristico del sito simulato è stato necessario costruire un file meteorologico compatibile con il modello di simulazione Calroads. Per lo scenario attuale sono stati considerati i dati meteoroclimatici misurati dalla stazione presente all'interno dell'aeroporto di Torino Caselle.

2.5.7.1. Gli input del software CalRoads

Input progettuali

Per la stima delle concentrazioni derivanti dal traffico veicolare è stato usato il software Carloads View. Tale software, al fine di analizzare i dati meteorologici, è integrato con un processore meteorologico specifico, Rammet View che attraverso leggi di correlazione specifiche è in grado di stimare il file del profilo meteorologico in quota a partire dai dati a terra.

Dal punto di vista progettuale il software permette di modellare ogni "link" simulato in termini di geometrie e caratteristiche, definendo sia l'altezza del link sia la geometria che influenza le diffusioni, così come mostrato in *Figura 2-85*.

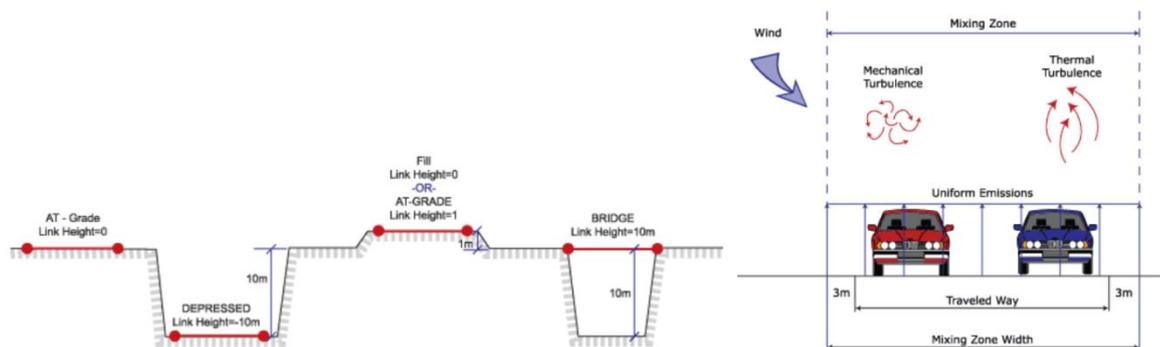


Figura 2-87 Modellazione geometrica del tracciato

In ultimo il software consente di inserire i recettori quali punti di calcolo del modello. I recettori possono essere inseriti come singolo punto, come link di punti o come maglia di punti.

La rete stradale di riferimento

Le simulazioni modellistiche condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni dei principali inquinanti generati dal traffico veicolare. Il tratto d'interesse per la realizzazione del progetto è rappresentato dalla A33 tra le progressive 42+136 km e 47+333km ed un tratto in corrispondenza della SP3bis, oggetto di adeguamento funzionale. Inoltre, sono stati presi in considerazione ai fini dello studio emissivo diffusivo anche gli svincoli intercettati dal tracciato, ovvero:

- Svincolo di Alba Nord/Est;
- Svincolo Alba centro;
- Svincolo Alba Sud/Ovest.



Figura 2-88 Rappresentazione tratto stradale di riferimento (in blu vengono definiti i confini della rete stradale presa in considerazione per le simulazioni)

Metodologia di analisi per il calcolo dei fattori di emissione

Parte centrale del metodo di stima delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Queste equazioni dipendono dal veicolo considerato, in termini di legislazione emissiva e tipologia di veicolo (autoveicolo, veicolo commerciale, cilindrata o peso del mezzo ecc.).

Nel caso in esame, pertanto, una volta stimata la composizione del parco veicolare circolante è stato poi calcolato un fattore di emissione medio che aggregasse nei veicoli leggeri gli autoveicoli ed i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti e gli autobus.

Alle diverse categorie veicolari sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di questi valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo. Il fattore di emissione rappresenta uno degli input di base del software Calroads, utilizzato per la stima delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera.

Composizione del parco veicolare circolante

Uno degli elementi fondamentali per il calcolo delle emissioni è la caratterizzazione del parco veicolare in termini di tipologia di veicoli e di numerosità. I dati utili a tale scopo sono dati ufficiali forniti direttamente dall'Automobile Club d'Italia (ACI). Nel caso specifico si è fatto riferimento alla rappresentazione del parco veicolare italiano relativa al 2021 ("Autoritratto 2021").

Il documento che si è consultato, contenente tutti i dati relativi alle differenti tipologie veicolari, è una sintesi articolata dei dati tratti dagli archivi dell'ente sulle informazioni tecnico – giuridiche dei veicoli circolanti.

L'analisi sul traffico veicolare viene fatta suddividendo questo in diverse classi "COPERT" ovvero secondo la classificazione individuata dall'Air Pollutant Emission Inventory guide book.

Il documento è, inoltre, suddiviso per ambito territoriale di riferimento:

- area territoriale (area vasta, generalmente più regioni);
- regionale;
- provinciale;
- comunale.

Nel caso specifico dell'area di interesse l'ambito a cui far riferimento è funzione del bacino di influenza dell'infrastruttura considerata, ovvero della capacità e della provenienza delle sorgenti che l'infrastruttura stessa "genera e attrae".

Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e cautelativo si è scelto di far riferimento alla suddivisione regionale del parco veicolare (Regione Piemonte), essendo questa maggiormente rappresentativa del traffico veicolare circolante sull'infrastruttura di analisi e sulla rete stradale di riferimento.

Le tipologie veicolari che sono state considerate riguardano:

- autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- autobus, distinti per uso.

Relativamente allo scenario attuale, sono stati assunti come dati per la rappresentazione del parco veicolare esattamente quelli riportati nell' "Autoritratto 2021" fornito dall'ACI. Di seguito si riportano i dati in forma tabellare e grafica per ogni tipologia di veicolo.

| Autovetture distinte per regione alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2021 | | | | | | | | | |
|---|-------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| ALIMENTAZIONE | FASCIA | EURO 0 | EURO 1 | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | TOTALE |
| BENZINA | fino a 1400 | 131289 | 22606 | 94805 | 125001 | 290591 | 153929 | 342301 | 1160522 |
| | 1401 - 2000 | 39706 | 14362 | 30550 | 19038 | 42024 | 17953 | 41919 | 205552 |
| | Oltre 2000 | 7192 | 1606 | 2632 | 2296 | 5204 | 1641 | 3835 | 24406 |
| BENZINA Totale | | 178187 | 38574 | 127987 | 146335 | 337819 | 173523 | 388055 | 1390480 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO | fino a 1400 | 4,464 | 734 | 3,228 | 3,769 | 65,802 | 46,931 | 102,012 | 226940 |
| | 1401 - 2000 | 6,004 | 2,117 | 4,839 | 3,044 | 12,907 | 9,048 | 12,970 | 50929 |
| | Oltre 2000 | 531 | 223 | 470 | 405 | 1,100 | 94 | 29 | 2852 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO Totale | | 10999 | 3074 | 8537 | 7218 | 79809 | 56073 | 115011 | 280721 |
| BENZINA E METANO | fino a 1400 | 43 | 134 | 255 | 12,284 | 6,734 | 6,040 | 2,467 | 27957 |
| | 1401 - 2000 | 85 | 182 | 448 | 2,354 | 10 | 29 | 121 | 3229 |
| | Oltre 2000 | 5 | 8 | 6 | 85 | 6 | | 1 | 111 |
| BENZINA E METANO Totale | | 133 | 324 | 709 | 14723 | 6750 | 6069 | 2589 | 31297 |
| GASOLIO | fino a 1400 | 3,191 | 226 | 80 | 14,352 | 84,915 | 61,849 | 34,532 | 199145 |
| | 1401 - 2000 | 14,407 | 4,287 | 23,244 | 82,751 | 147,564 | 193,859 | 290,957 | 757069 |
| | Oltre 2000 | 10,214 | 3,156 | 13,024 | 22,468 | 24,843 | 21,117 | 26,070 | 120892 |
| GASOLIO Totale | | 27812 | 7669 | 36348 | 119571 | 257322 | 276825 | 351559 | 1077106 |
| IBRIDO BENZINA | fino a 1400 | | | | | 46 | 360 | 43,124 | 43530 |
| | 1401 - 2000 | | | | | 217 | 2,370 | 31,224 | 33811 |
| | Oltre 2000 | | | | | 92 | 77 | 4,021 | 4190 |
| IBRIDO BENZINA Totale | | 0 | 0 | 0 | 0 | 355 | 2807 | 78369 | 81531 |
| Piemonte Totale | | 217131 | 49641 | 173581 | 287847 | 682055 | 515297 | 935583 | 2861135 |

Tabella 2-64 Suddivisione Autovetture, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

| Veicoli industriali leggeri distinti per regione alimentazione e tipologia. Anno 2021 | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| ALIMENTAZIONE | FASCIA | EURO 0 | EURO 1 | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | TOTALE |
| BENZINA | Fino a 3,5 | 4176 | 1415 | 2313 | 2226 | 2244 | 1156 | 2657 | 16187 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO | Fino a 3,5 | 700 | 234 | 232 | 220 | 1417 | 558 | 2887 | 6248 |
| BENZINA E METANO | Fino a 3,5 | 53 | 12 | 63 | 137 | 961 | 1146 | 2756 | 5128 |
| GASOLIO | Fino a 3,5 | 28828 | 16970 | 35638 | 55836 | 60228 | 44116 | 68089 | 309705 |
| IBRIDO BENZINA | Fino a 3,5 | | | | | | 2 | 432 | 434 |
| IBRIDO GASOLIO | Fino a 3,5 | | | | | 1 | | 674 | 675 |
| Piemonte Totale | | 33757 | 18631 | 38246 | 58419 | 64851 | 46978 | 77495 | 338377 |

Tabella 2-65 Suddivisione Veicoli industriali leggeri, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

| Veicoli industriali pesanti distinti per regione alimentazione e tipologia. Anno 2021 | | | | | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| ALIMENTAZIONE | FASCIA | EURO 0 | EURO 1 | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | TOTALE |
| BENZINA | Oltre 3,5 | 556 | 21 | 13 | 15 | 22 | 8 | 6 | 641 |
| GASOLIO | 3,6 - 7,5 | 12675 | 1986 | 4304 | 6027 | 3882 | 4627 | 5395 | 38896 |
| | 7,6 - 12 | 9460 | 1920 | 4182 | 4971 | 1672 | 3710 | 3122 | 29037 |
| | 12,1 - 14 | 2251 | 225 | 349 | 628 | 244 | 659 | 620 | 4976 |
| | 14,1 - 20 | 4385 | 1248 | 3386 | 4820 | 1728 | 4215 | 4909 | 24691 |
| | 20,1 - 26 | 5641 | 1400 | 4560 | 6675 | 1845 | 6837 | 8521 | 35479 |
| | 26,1 - 28 | 52 | 5 | 5 | 10 | 3 | 16 | 609 | 700 |
| | 28,1 - 32 | 53 | 164 | 972 | 2899 | 805 | 2516 | 3168 | 10577 |
| | Oltre 32 | 235 | 44 | 92 | 132 | 85 | 59 | 296 | 943 |
| GASOLIO Totale | | 34752 | 6992 | 17850 | 26162 | 10264 | 22639 | 26640 | 145299 |
| Piemonte Totale | | 35308 | 7013 | 17863 | 26177 | 10286 | 22647 | 26646 | 145940 |

Tabella 2-66 Suddivisione Veicoli industriali pesanti, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

| Autobus distinti per regione e uso. Anno 2021 | | | | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| USO | EURO 0 | EURO 1 | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | TOTALE |
| Noleggio | 90 | 26 | 108 | 228 | 187 | 333 | 358 | 1330 |
| Privato | 170 | 48 | 196 | 282 | 219 | 65 | 135 | 1115 |
| Pubblico | 162 | 33 | 364 | 723 | 425 | 731 | 735 | 3173 |
| Altri usi | 21 | | 4 | 4 | | 2 | | 31 |
| Piemonte Totale | 443 | 107 | 672 | 1237 | 831 | 1131 | 1228 | 5649 |

Tabella 2-67 Suddivisione Autobus, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

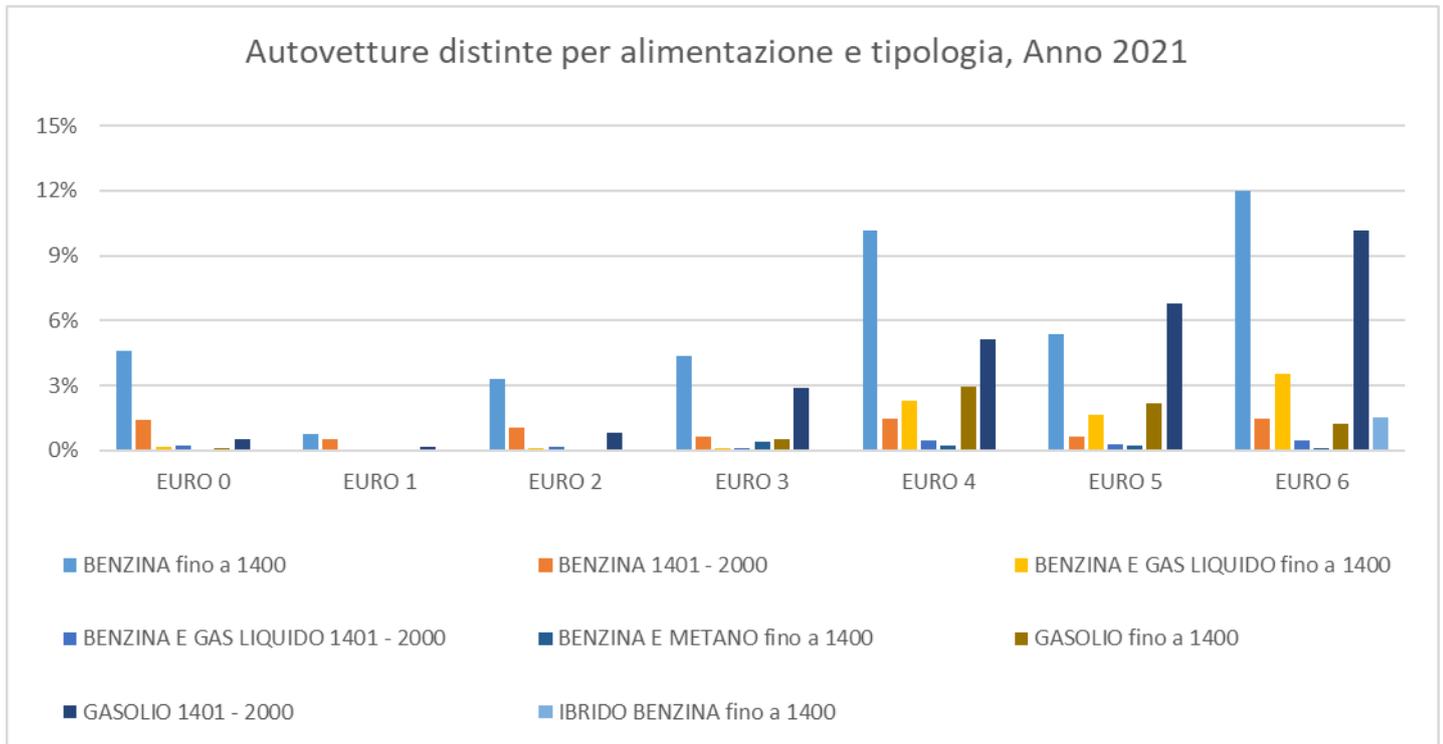


Figura 2-89 Suddivisione percentuale Autovetture, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

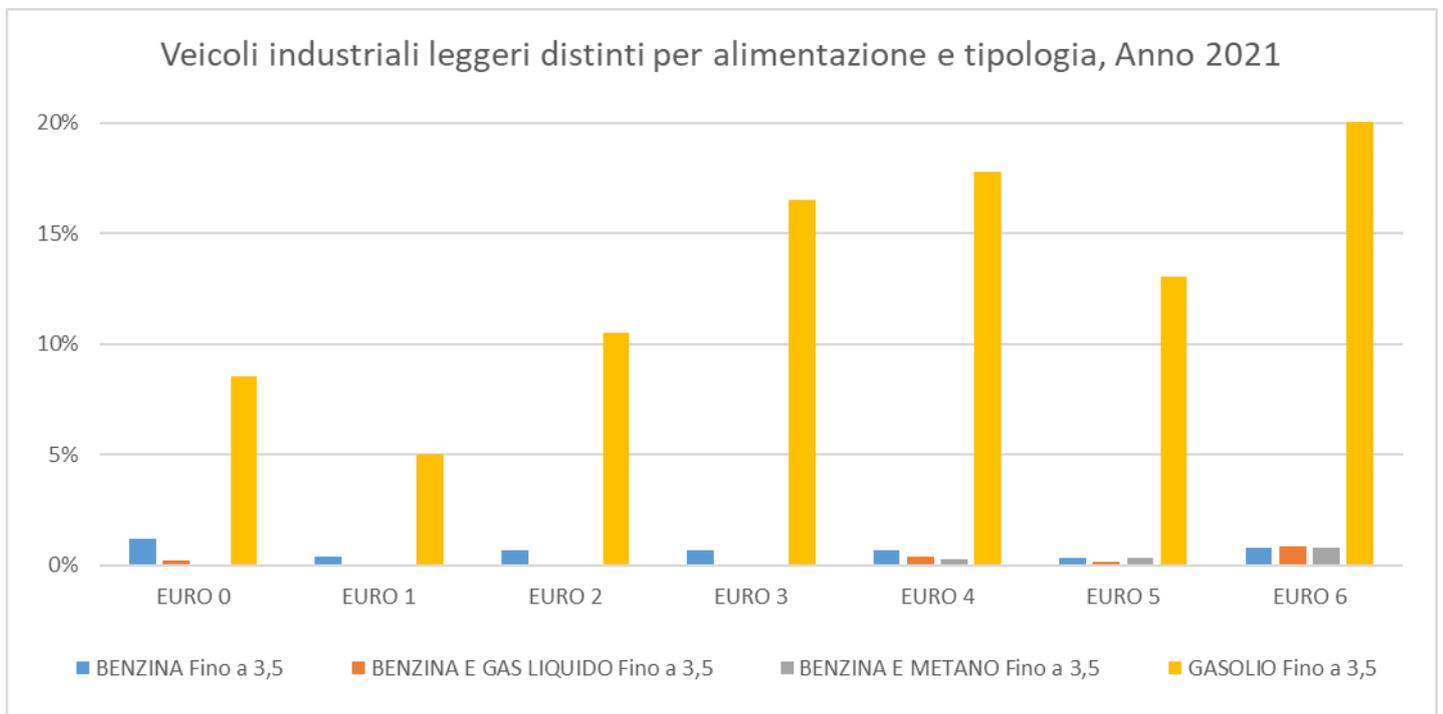


Figura 2-90 Suddivisione percentuale Veicoli industriali leggeri, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

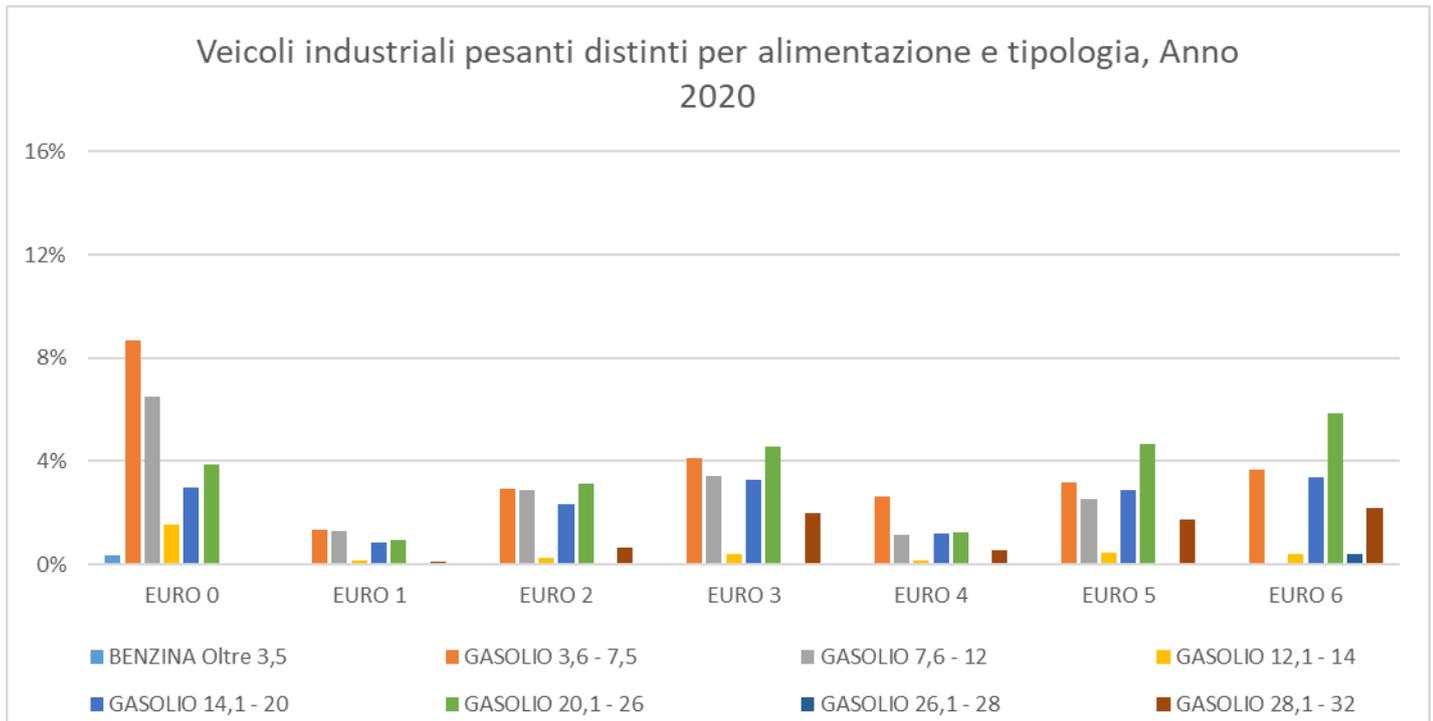


Figura 2-91 Suddivisione percentuale Veicoli industriali pesanti, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

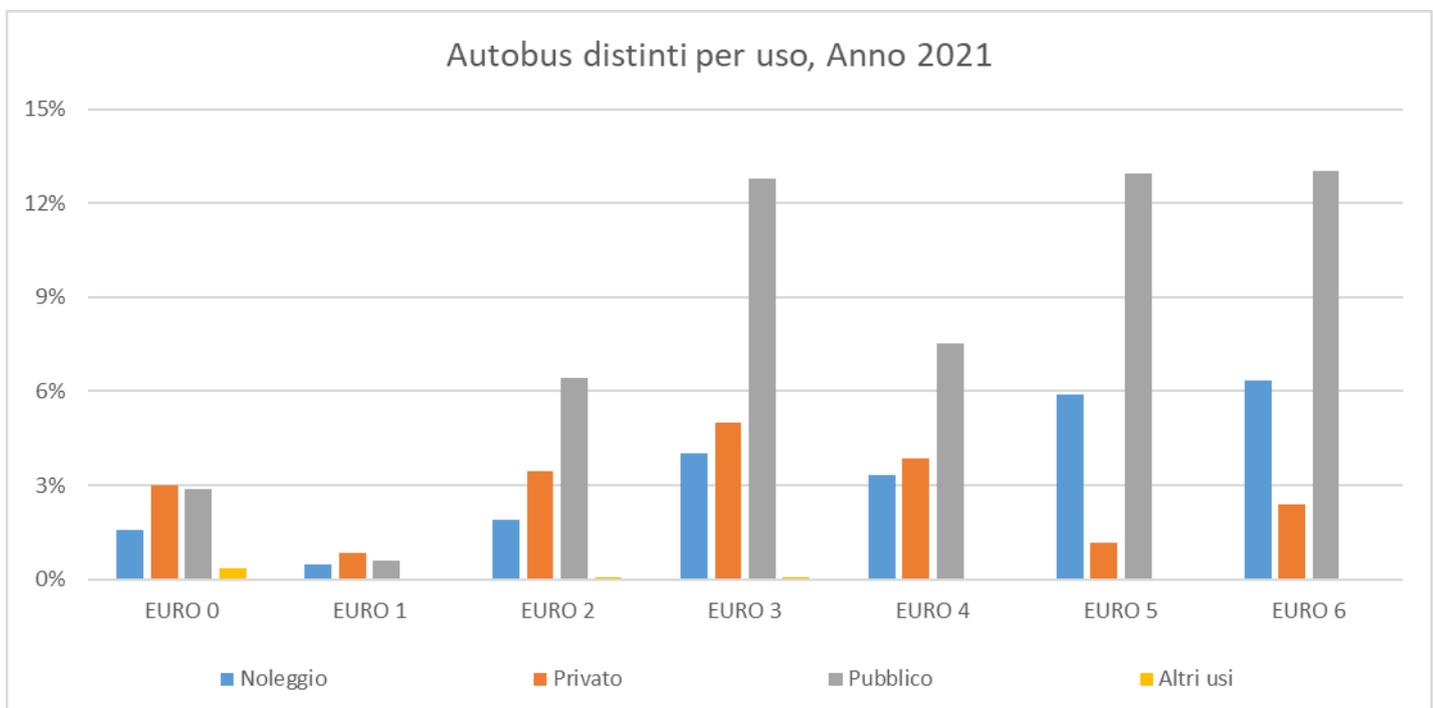


Figura 2-92 Suddivisione percentuale Autobus, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

Volumi e velocità del traffico circolante

Un dato progettuale utile al fine di definire l'emissione derivante dal traffico veicolare è dato dalle velocità media ipotizzate lungo il tracciato. Nello specifico, è stata assunta una velocità di percorrenza di 110km/h e 90km/h rispettivamente per i veicoli leggeri e pesanti lungo la sezione stradale di A33, mentre per gli svincoli la velocità di riferimento è stata posta pari a 60km/h per i mezzi leggeri e 40km/h per quelli pesanti. Per quanto riguarda invece i dati di traffico medio giornaliero (TGM) utilizzati lungo ogni ramo del tracciato, si rimanda al Paragrafo 1.3 del presente documento.

Le sorgenti simulate

Per le simulazioni modellistiche dello scenario attuale sono state implementate all'interno di Calroads View delle sorgenti lineari in grado di riprodurre l'emissione stradale sul tracciato esistente.

I fattori di emissione:

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante, per i veicoli leggeri e pesanti.

In particolare, una volta analizzato il parco veicolare presente, si è ricavata la percentuale di veicoli per ogni tipologia di veicolo. Per ognuna di queste si è effettuato il prodotto con il valore di picco dell'inquinante in ambito urbano, ottenuto come output da Copert, e si sono ottenuti i fattori di emissione della singola tipologia di veicolo. Si è poi effettuato il calcolo finale relativo alla determinazione del fattore di emissione per la totalità dei veicoli leggeri e per quella dei pesanti.

Gli inquinanti considerati con Copert, allo stato attuale, sono stati CO, NO_x, PM₁₀ e Benzene.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i fattori di emissione relativi agli inquinanti considerati in relazione ad ogni classe di velocità utilizzata nel modello diffusionale.

| Inquinanti | Velocità (km/h) | Fattore di emissione leggeri (g/km*veicolo) | Fattore di emissione pesanti (g/km*veicolo) |
|-----------------------------------|------------------------|--|--|
| CO | 40 | - | 1,51 |
| | 60 | 0,86 | - |
| | 90 | - | 1,30 |
| | 110 | 1,03 | - |
| NO_x | 40 | - | 6,45 |
| | 60 | 0,62 | - |
| | 90 | - | 1,80 |
| | 110 | 0,65 | - |
| PM₁₀ | 40 | - | 0,159 |
| | 60 | 0,012 | - |
| | 90 | - | 0,138 |
| | 110 | 0,011 | - |
| C₆H₆ | 40 | - | 0,74 |
| | 60 | 0,25 | - |

| Inquinanti | Velocità (km/h) | Fattore di emissione leggeri (g/km*veicolo) | Fattore di emissione pesanti (g/km*veicolo) |
|------------|-----------------|---|---|
| | 90 | - | 0,40 |
| | 110 | 0,23 | - |

Tabella 2-68 Fattore di emissione CO, NOx, PM10 e C6H6 di veicoli leggeri e pesanti - Scenario attuale

Definizione dei punti di calcolo

Come punti recettori, in prossimità dei quali sono state stimate le concentrazioni degli inquinanti, sono stati scelti i recettori più vicini dell'asse stesso, al fine di poter stimare la modificazione della qualità dell'aria sia nelle vicinanze delle opere di progetto. Nel complesso sono stati individuati 8 ricettori per valutare la protezione della salute umana e 1 ricettore, posto lungo le sponde del fiume Tanaro, rappresentativo della vegetazione circostante.

Di seguito, per ogni recettore individuato, oltre alla loro rappresentazione, se ne riportano le coordinate geografiche, la destinazione d'uso ed il comune di appartenenza.

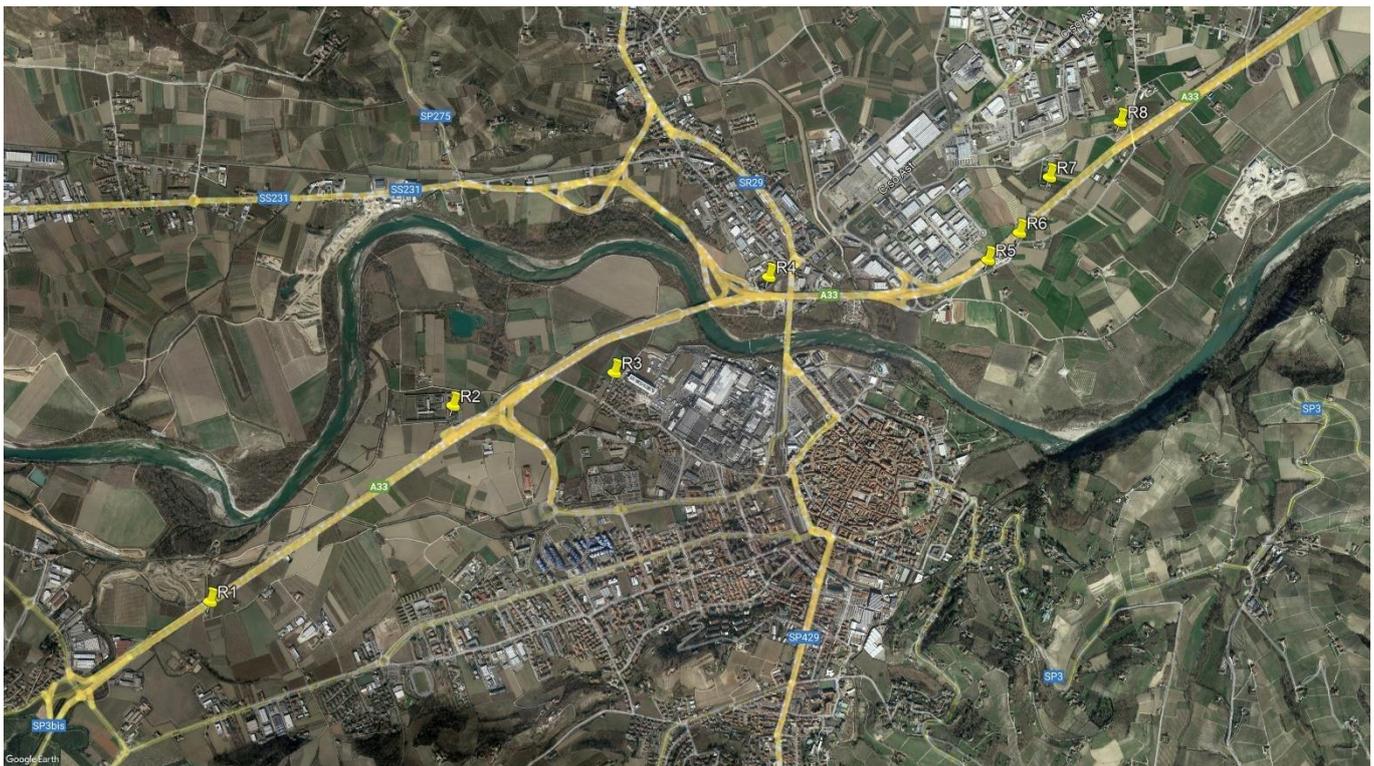


Figura 2-93 Rappresentazione punti recettori

| Ricettore | Coordinate (m) | | Destinazione d'uso | Comune |
|-----------|----------------|---------|-----------------------|---------|
| | X | Y | | |
| R1 | 420213 | 4948389 | Edificio residenziale | Roddi |
| R2 | 421235 | 4949795 | Edificio residenziale | Alba |
| R3 | 422060 | 4950205 | Edificio residenziale | Alba |
| R4 | 422758 | 4950949 | Edificio residenziale | Alba |
| R5 | 423924 | 4951357 | Edificio residenziale | Alba |
| R6 | 424055 | 4951551 | Edificio residenziale | Alba |
| R7 | 424139 | 4951899 | Edificio residenziale | Alba |
| R8 | 424445 | 4952305 | Edificio residenziale | Guarene |
| V1 | 421399 | 4950610 | Vegetazione ripariale | Alba |

Tabella 2-69 Coordinate geografiche dei punti recettori scelti per l'analisi

Definizione della maglia di calcolo

In aggiunta ai recettori puntuali è stata definita una maglia di calcolo comprendente la rete stradale di riferimento, grazie alla quale il modello di simulazione, calcolando le concentrazioni sui punti della maglia, riesce a generare delle curve di isoconcentrazione da poter rappresentare in forma grafica. In particolare, la maglia individuata per questa analisi di dettaglio è caratterizzata da un "buffer" intorno ai rami della rete stradale, caratterizzato da punti di calcolo posti ad una distanza di 20, 50 e 100 metri dalla strada, con una distanza reciproca rispettivamente di 50, 100 e 200 metri.

2.5.7.2. I dati di output delle simulazioni

Dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, descritta nel paragrafo precedente, è stato possibile ottenere l'output del modello, il quale ha permesso di determinare i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale allo stato attuale.

In particolare, vengono riportati i valori relativi a:

- Ossidi di Azoto NO_x;
- Biossido di Azoto NO₂;
- Monossido di Carbonio CO;
- Particolato PM₁₀;
- Particolato PM_{2,5};
- Benzene C₆H₆.

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni medie annue è possibile far riferimento ai seguenti elaborati, specifici per ogni inquinante analizzato:

- 09.05.01_P018_D_AMB_CY_001_A “Planimetria dei ricettori e concentrazioni PM₁₀ – Stato attuale
- 09.05.02_P018_D_AMB_CY_002_A “Planimetria dei ricettori e concentrazioni NO_x – Stato attuale”
- 09.05.03_P018_D_AMB_CY_003_A “Planimetria dei ricettori e concentrazioni NO₂ - Stato attuale”
- 09.05.04_P018_D_AMB_CY_004_A “Planimetria dei ricettori e concentrazioni CO - Stato attuale”;

Di seguito, invece, vengono riportati i risultati delle concentrazioni degli inquinanti di interesse stimati in corrispondenza dei punti recettori specifici, al fine di condurre le verifiche con i limiti definiti in normativa per ogni inquinante. Gli inquinanti in esame sono stati relazionati a diversi intervalli di mediazione temporale in virtù dei diversi limiti imposti dalla normativa vigente. Nello specifico si considera la media annua degli NO_x per la verifica dei limiti sulla vegetazione, mentre per la protezione della salute umana si fa riferimento alla media annua e ai massimi orari degli NO₂, alla media annua e giornaliera del PM₁₀, alla media annua del PM_{2,5}, alla media annua del Benzene e alla massima media sulle 8 ore consecutive per la CO. Nelle tabelle sottostanti si riportano dunque gli output delle simulazioni eseguite con Calroads per lo scenario attuale. Inoltre, al fine di stimare il valore complessivo di concentrazione risultante, è stato sommato ai valori di output il contributo del fondo rilevato dalle centraline di riferimento.

NO_x

| Recettori | Concentrazione media annua di NO _x stimata [µg/m ³] | Concentrazione media annua di NO _x registrato dalla centralina [µg/m ³] | Concentrazione media annua di NO _x totale [µg/m ³] | Limite normativo [µg/m ³] |
|-----------|--|--|---|---------------------------------------|
| V1 | 0,61 | 29,13 | 29,64 | 30 |

Tabella 2-70 Valori di concentrazione media annua di NO_x– Scenario attuale

Si osserva come il valore di concentrazione in corrispondenza del recettore vegetazionale considerato, sommato al valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, risulta essere inferiore al limite normativo di 30 µg/m³. La concentrazione media annua stimata in tale punto, comprensiva del fondo, è pari a 29,13 µg/m³.

NO₂

| Ricettore | SCENARIO ATTUALE – VALORI ORARI NO ₂ | | | | | | |
|-----------|---|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| | Min [µg/m ³] | Percentili [µg/m ³] | | | | | Max [µg/m ³] |
| | | 50° | 85° | 90° | 95° | 99,8° | |
| R1 | 0,00 | 12,02 | 23,36 | 25,83 | 26,64 | 31,61 | 32,63 |
| R2 | 0,00 | 0,22 | 7,21 | 11,28 | 14,62 | 26,18 | 27,18 |
| R3 | 0,00 | 4,73 | 9,53 | 10,93 | 11,71 | 12,30 | 12,33 |
| R4 | 0,00 | 3,50 | 20,00 | 31,14 | 42,96 | 50,28 | 50,98 |

| Ricettore | SCENARIO ATTUALE – VALORI ORARI NO ₂ | | | | | | |
|-----------|---|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| | Min [µg/m ³] | Percentili [µg/m ³] | | | | | Max [µg/m ³] |
| | | 50° | 85° | 90° | 95° | 99,8° | |
| R5 | 0,00 | 11,86 | 29,89 | 43,27 | 50,40 | 53,83 | 53,96 |
| R6 | 0,00 | 12,99 | 27,39 | 36,02 | 43,01 | 46,99 | 47,42 |
| R7 | 0,00 | 2,93 | 8,63 | 11,73 | 14,62 | 20,38 | 20,93 |
| R8 | 0,00 | 1,90 | 8,58 | 13,52 | 17,51 | 26,69 | 27,43 |

 Tabella 2-71 Percentili e valori massimi e minimi orari NO₂ – Scenario attuale

| SCENARIO ATTUALE – MEDIE ANNUE NO ₂ | | | | |
|--|--|--|---|---------------------------------------|
| Ricettori | Concentrazione media annua di NO ₂ stimata [µg/m ³] | Concentrazione media annua di NO ₂ registrato dalla centralina [µg/m ³] | Concentrazione media annua di NO ₂ totale [µg/m ³] | Limite normativo [µg/m ³] |
| R1 | 12,16 | 17,82 | 29,98 | 40 |
| R2 | 3,59 | 17,82 | 21,41 | 40 |
| R3 | 5,06 | 17,82 | 22,88 | 40 |
| R4 | 9,93 | 17,82 | 27,75 | 40 |
| R5 | 15,93 | 17,82 | 33,75 | 40 |
| R6 | 14,88 | 17,82 | 32,7 | 40 |
| R7 | 4,36 | 17,82 | 22,18 | 40 |
| R8 | 4,50 | 17,82 | 22,32 | 40 |

 Tabella 2-72 Valori di concentrazione media annua di NO₂ – Scenario attuale

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di NO₂, non sono emersi superamenti del valore normativo, sia in termini di media annua che di massimi orari. Per quanto riguarda i valori massimi orari, il ricettore più critico è risultato R5, nel quale si registra una concentrazione massima oraria di NO₂, pari a 53,96 µg/m³ e una concentrazione media annua di 33,75 µg/m³.

CO

| SCENARIO ATTUALE – MASSIMA MEDIA SU 8 ORE CONSECUTIVE DI CO | | | | |
|--|---|--|---|--|
| Recettori | Concentrazione massima media su 8 ore consecutive di CO stimata [mg/m³] | Concentrazione media annua di CO registrato dalla centralina [mg/m³] | Concentrazione massima media di CO totale [mg/m³] | Limite normativo [mg/m³] |
| R1 | 0,036 | 0,67 | 0,71 | 10 |
| R2 | 0,022 | 0,67 | 0,69 | 10 |
| R3 | 0,012 | 0,67 | 0,68 | 10 |
| R4 | 0,047 | 0,67 | 0,72 | 10 |
| R5 | 0,053 | 0,67 | 0,72 | 10 |
| R6 | 0,047 | 0,67 | 0,71 | 10 |
| R7 | 0,019 | 0,67 | 0,69 | 10 |
| R8 | 0,022 | 0,67 | 0,70 | 10 |

Tabella 2-73 Valori di concentrazione massima media di 8 ore di CO – Scenario attuale

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di CO non sono emersi superamenti del valore normativo. Il recettore residenziale in cui si è riscontrato il valore massimo è R5, nel quale si registra una concentrazione massima media su 8 ore di CO (comprensiva del fondo) pari a 0,72 mg/m³, ampiamente al di sotto del limite normativo di 10 mg/m³.

PM10

| Ricettore | SCENARIO ATTUALE – VALORI GIORNALIERI PM10 | | | | | | | |
|------------------|---|--------------------------------------|------------|--------------|------------|------------|-------------------------------|--|
| | Min [µg/m³] | Percentili [µg/m³] | | | | | Max [µg/m³] | Limite normativo [µg/m³] |
| | | 50° | 85° | 90,4° | 95° | 99° | | |
| R1 | 0,16 | 0,36 | 0,44 | 0,47 | 0,50 | 0,56 | 0,62 | 50 |
| R2 | 0,00 | 0,11 | 0,16 | 0,20 | 0,23 | 0,29 | 0,31 | 50 |
| R3 | 0,08 | 0,18 | 0,21 | 0,23 | 0,24 | 0,27 | 0,29 | 50 |
| R4 | 0,01 | 0,34 | 0,48 | 0,57 | 0,65 | 0,81 | 0,86 | 50 |
| R5 | 0,19 | 0,52 | 0,67 | 0,74 | 0,80 | 0,94 | 1,00 | 50 |
| R6 | 0,17 | 0,49 | 0,62 | 0,70 | 0,73 | 0,87 | 0,98 | 50 |

| Ricettore | SCENARIO ATTUALE – VALORI GIORNALIERI PM10 | | | | | | | |
|-----------|--|---|------|-------|------|------|-------------------------------------|---|
| | Min [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Percentili [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | | | | | Max [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
| | | 50° | 85° | 90,4° | 95° | 99° | | |
| R7 | 0,02 | 0,14 | 0,18 | 0,21 | 0,23 | 0,28 | 0,29 | 50 |
| R8 | 0,02 | 0,14 | 0,19 | 0,22 | 0,24 | 0,28 | 0,36 | 50 |

Tabella 2-74 Percentili e valori massimi e minimi giornalieri PM10– Scenario attuale

| Recettori | Concentrazione media annua di PM10 stimata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Concentrazione media annua di PM10 registrato dalla centralina [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Concentrazione media annua di PM10 totale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
|-----------|---|---|--|---|
| R1 | 0,36 | 26,19 | 26,55 | 40 |
| R2 | 0,13 | 26,19 | 26,32 | 40 |
| R3 | 0,17 | 26,19 | 26,36 | 40 |
| R4 | 0,35 | 26,19 | 26,54 | 40 |
| R5 | 0,52 | 26,19 | 26,71 | 40 |
| R6 | 0,49 | 26,19 | 26,68 | 40 |
| R7 | 0,14 | 26,19 | 26,33 | 40 |
| R8 | 0,15 | 26,19 | 25,34 | 40 |

Tabella 2-75 Valori di concentrazione media annua di PM10 – Scenario attuale

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di PM10, non sono emersi superamenti del valore normativo, sia in termini di media annua che di massimi giornalieri.

Per quanto riguarda i valori massimi giornalieri, il recettore più critico è risultato R5, nel quale si registra una concentrazione giornaliera di particolato grossolano pari a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche per i valori annui il recettore più critico è risultato R5, nel quale si registra una concentrazione media annua totale di PM₁₀ (comprensiva del fondo) pari a $26,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

| Recettori | Concentrazione media annua di PM2,5 stimata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Concentrazione media annua di PM2,5 registrato dalla centralina [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Concentrazione media annua di PM2,5 totale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
|-----------|--|--|---|---|
| R1 | 0,22 | 15,72 | 15,84 | 25 |

| Recettori | Concentrazione media annua di PM _{2,5} stimata [µg/m ³] | Concentrazione media annua di PM _{2,5} registrato dalla centralina [µg/m ³] | Concentrazione media annua di PM _{2,5} totale [µg/m ³] | Limite normativo [µg/m ³] |
|-----------|--|--|---|---------------------------------------|
| R2 | 0,07 | 15,72 | 15,79 | 25 |
| R3 | 0,10 | 15,72 | 15,82 | 25 |
| R4 | 0,21 | 15,72 | 15,93 | 25 |
| R5 | 0,31 | 15,72 | 16,03 | 25 |
| R6 | 0,30 | 15,72 | 16,02 | 25 |
| R7 | 0,09 | 15,72 | 15,81 | 25 |
| R8 | 0,09 | 15,72 | 15,81 | 25 |

Tabella 2-76 Valori di concentrazione media annua di PM₁₀ – Scenario attuale

Alla luce dei valori di media annua totale stimati per il particolato grossolano, considerando la concentrazione di particolato fine pari al 60% del PM₁₀, non sono stati riscontrati superamenti anche per il PM_{2.5}. In particolare, il massimo valore di concentrazione media annua stimato per tale inquinante è stato registrato presso il ricettore R5 (16,03 µg/m³), valore comunque inferiore al limite normativo di 25 µg/m³.

2.1. F – SISTEMA PAESAGGISTICO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI

2.1.1. Inquadramento tematico

L'area di interesse, dal punto di vista dello studio del paesaggio e del patrimonio culturale, viene individuata a partire dall'analisi dell'area vasta dalla quale si analizzano i sistemi paesaggistici prevalenti; successivamente restringendo il campo ad una scala di maggiore dettaglio, viene individuata la struttura del paesaggio nella sua struttura attuale con tutti gli elementi caratterizzanti ad essa appartenenti. Infine, si procede con l'analisi degli aspetti percettivi in cui il territorio viene letto dall'osservatore come una "maglia" nella quale andrà ad inserirsi l'intervento, valutandone i potenziali cambiamenti indotti.

2.1.2. Il contesto paesaggistico di area vasta

L'area di studio si configura, a livello di area vasta, con i caratteri tipici della "Bassa Langa" in un ambito di medie dimensioni esteso in territori con quote dei rilievi collinari appartenenti al Piemonte meridionale (Langa). L'ambito è caratterizzato dalla successione di versanti collinari che si dipanano dai crinali, a orientamento principale nord-sud, che appaiono profondamente incisi dai corsi d'acqua che costituiscono il fitto reticolo drenante secondario che alimenta il fiume Tanaro. Le ripide scarpate che conducono alle esigue porzioni di pianura alluvionale solcate dal Tanaro, che con il suo ampio sviluppo delimita l'intero ambito a ovest e a nord, costituiscono un elemento di elevata discontinuità morfologica al suo interno e individuano un limite netto con gli ambiti territoriali confinanti.

All'interno di tale contesto, la città di Alba rappresenta l'abitato con maggiore influenza su tutti i territori circostanti, il sistema insediativo è organizzato in borghi compatti d'altura, privi però di un'infrastruttura viaria riconoscibile.

Il contesto paesaggistico è caratterizzato dai versanti collinari in cui predomina la viticoltura specializzata che trae la sua origine dal sollevamento tettonico di antichi depositi marini, la cui stratificazione testimonia le differenti profondità degli ambienti di deposizione. Successivamente al repentino innalzamento di queste terre, ha lungamente operato il modellamento determinato dall'azione erosiva dei corsi d'acqua e del ruscellamento superficiale, a cui si è associata l'azione antropica legata alla diffusione della coltura della vite.

Negli stretti fondivalle intracollinari, oltre alla cerealicoltura non irrigua (grano) e a esigue superfici prative, sono presenti boschi caratterizzati prevalentemente da robinieti, seguiti da querceti e rari quercu-carpineti lineari e formazioni di roverella, cerrete e da poche boscaglie d'invasione nelle superfici marginali, ove la viticoltura risulta di difficile gestione con mezzi meccanici.

Questi rilievi ampi e di una certa imponenza, che si estendono senza soluzione di continuità verso le maggiori elevazioni dell'Alta Langa e si interrompono bruscamente a ovest verso la pianura, determinano vasti spazi visuali ove la fitta trama dei filari di viti domina il disegno degli appezzamenti nel periodo del riposo invernale, mentre, nel periodo estivo e soprattutto autunnale, il paesaggio si riveste di colorazioni straordinarie e varie secondo la risposta cromatica dei vitigni. Particolarmente fruibile il punto visuale chi si gode dalle strade che percorrono le linee di cresta, sulle quali si sviluppa il tessuto insediativo. Si segnala, infine, la presenza di attività estrattive, consistenti nella coltivazione di cave di argilla e inerti da calcestruzzo.

La maggior parte dei percorsi segue l'andamento orografico secondario, risalendo trasversalmente il sistema collinare principale, sviluppato in direzione sud-ovest nord-est. La presenza di due centri di età romana (Alba Pompeiana e Pollentia) ha avuto importanti riflessi sull'assetto della viabilità sovralocale. Sono documentate almeno tre vie romane: una in direzione di Acqui Terme per Vesime e Terzo, una seconda verso Asti, risalendo la valle del Tanaro, una terza verso Pollenzo e, sempre seguendo la valle, verso Vado-Vada Sabatia.

Gli insediamenti presenti sono prevalentemente di altura o di crinale, di dimensioni medio-piccole, collegati da una fitta trama di strade dalla valenza locale. Neppure la Morra, una delle poche villenove fondate dal comune di Alba (e l'unica all'interno dell'ambito), si allontana da tale modello. Il solo abitato a fare in parte eccezione è Dogliani, importante centro agricolo che gradualmente ha spostato il proprio baricentro insediativo verso il fondovalle.

Dal punto di vista colturale, l'ambito si caratterizza per la consistente presenza di vigne, che non paiono però conservare tracce del loro assetto storico. In ogni caso, il rapporto che nel tempo si è stabilito tra insediamenti accentrati e sistemazione a vigneto dei versanti delle colline su cui essi sorgono è ormai parte dell'immaginario collettivo, sebbene esito di processi di trasformazione dell'ultimo secolo.

Considerando che il paesaggio è il risultato percettivo della sovrapposizione di elementi morfologici, vegetazionali, antropici e delle relazioni complesse tra realtà ecosistemiche che generano un sistema di livello superiore, i caratteri paesaggistici locali ritrovabili nell'area vasta in oggetto sono riconducibili alla evidente connotazione antropica del paesaggio, alla presenza di insediamenti residenziali ed industriali di significativa estensione e di una estesa rete di infrastrutture viarie costituenti elementi di detrazione paesaggistica, alla presenza di nuclei rurali sparsi e colture intensive e semi-intensive.

La matrice del paesaggio risulta costituita nelle aree dalle aree agricole; tuttavia, nella porzione di territorio in esame assumono una significativa rilevanza le superfici a edificazione densa (in primo luogo l'abitato di Alba). La matrice può pertanto essere definita semicontinua e frammentata, essendo anche presenti elementi minori per estensione costituiti da macchie e da corridoi, nel caso in esame sia di tipo strettamente antropico (infrastrutture viarie) sia di tipo naturale o seminaturale (formazioni arboreo-arbustive di tipo lineare).

Particolare rilevanza, tra i corridoi, assume la rete dei corsi d'acqua (fiume Tanaro e suoi affluenti) e la rete di canali irrigui spesso fiancheggiata da siepi e filari.

2.1.3. La struttura del paesaggio nell'area di intervento

Una volta definiti i caratteri omogenei del paesaggio di interesse, è possibile scendere di dettaglio all'interno di quello caratterizzante l'area di intervento, ossia del territorio, che si estende intorno al centro abitato di Alba, ubicato in un ambito di pianura caratterizzato da una significativa attività antropica che ha alterato e ridotto la qualità visiva del paesaggio.

Nell'area in cui insiste l'intervento, oltre alla presenza di ampie aree edificate (insediamenti residenziali, industriali e infrastrutture viarie) si evidenzia, nelle aree agricole, l'effetto del predominio delle colture intensive monofitiche a scapito degli elementi di naturalità, costituiti prevalentemente dalla vegetazione ripariale presente lungo le sponde del Tanaro.

Sebbene la superficie interessata dall'intervento si inserisca in un contesto prevalentemente pianeggiante, l'area vasta è caratterizzata da una morfologia collinare, con presenza di diversi punti di belvedere nei comuni circostanti o lungo le strade panoramiche alle spalle di Alba.

Il territorio comunale di Alba si caratterizza per la compresenza di aree ad alta naturalità ed elevato grado di artificializzazione e l'area in cui ricade l'intervento è caratterizzata da aree pianeggianti appartenenti al sistema del paesaggio fluviale "medio e basso corso del Tanaro". Lungo il percorso fluviale del fiume sono presenti opere di artificializzazione effettuate negli ultimi decenni, per lo più ai fini di difesa idraulico-strutturale, con la realizzazione intervallata di scogliere di massi, opere in cemento, briglie, canalizzazioni e rettificazione dell'alveo e che hanno generato una importante perdita di identità tra cerealicoltura, frutticoltura, pioppicoltura od orticoltura intensiva protetta".

Nell'intorno dell'intervento resta comunque elevata la pressione antropica, in particolare di tipo agricolo, il paesaggio dell'area risulta quindi notevolmente alterato sia rispetto a condizioni di naturalità sia rispetto all'assetto agricolo tradizionale del passato. Risultano in particolare carenti gli elementi naturali di

verticalità in grado di spezzare la monotonia dei regolari appezzamenti coltivati a seminativi. Tale funzione viene in parte sopperita dagli appezzamenti destinati a colture arboree da legno e a frutteti.

L'elemento di maggiore detrazione permanente del paesaggio è rappresentato proprio dalla infrastruttura viaria esistente oggetto di interventi di adeguamento. Infatti, facendo riferimento al territorio limitrofo al tratto autostradale sottoposto a tutela paesaggistica, emerge la prevalenza delle superfici edificate. Nel tratto considerato il corso del fiume Tanaro fa da confine tra l'abitato di Alba con il centro storico e le zone destinate all'attività produttive verso sud a prevalente carattere produttivo.

In tale contesto le superfici destinate all'agricoltura ed ancor più quelle a vegetazione seminaturale risultano compresse e relegate a superfici marginali.

Il territorio interessato dal progetto presenta una morfologia generalmente subpianeggiante e la geomorfologia è tipicamente quella dei depositi alluvionali e fluvio-glaciali recenti o mediamente recenti. Le aree interessate dal tratto della Tangenziale sono situate nella fascia dei 150 metri dai corsi del fiume Tanaro e del rio Ridone. Pertanto, a seconda delle diverse condizioni ecologiche presenti in relazione al tipo di influenza esercitata dal corso d'acqua, si possono individuare tre principali tipologie di vegetazione:

- saliceto arbustivo di greto;
- saliceto ripario di salice bianco;
- querceto-carpineteto.

2.1.4. Aspetti percettivi

Attraverso la lettura percettiva del paesaggio è possibile evidenziare una parte consistente del tessuto di relazioni sensibili esistenti fra i segni del paesaggio naturale ed antropico. Tali segni sono considerati come componenti significative della visione e quindi immediatamente riconoscibili come struttura portante della stessa, sui quali si impernia la tutela e la valorizzazione delle aree afferenti da porre all'attenzione nello studio della percezione visiva.

Nel contesto del paesaggio di appartenenza vengono individuati i segni del territorio ben visibili che emergono dalla lettura della "Carta della morfologia e percezione visiva", all'interno della quale emerge la struttura paesaggistica.

Tale carta è utile per descrivere l'ambito di interesse cui ricade l'intervento, facendo emergere i caratteri significativi dell'analisi effettuata che, interpretando i segni del territorio, offre una lettura del paesaggio, con l'individuazione degli elementi portanti che permettono di identificarlo.

All'interno dell'ambito che si è scelto per l'analisi, anche grazie alla visione ad una scala più ampia della porzione di territorio di interesse, si individua il bacino di visuale delineato dalla particolare conformazione morfologica del territorio, della quale è riportato uno stralcio nella figura successiva.

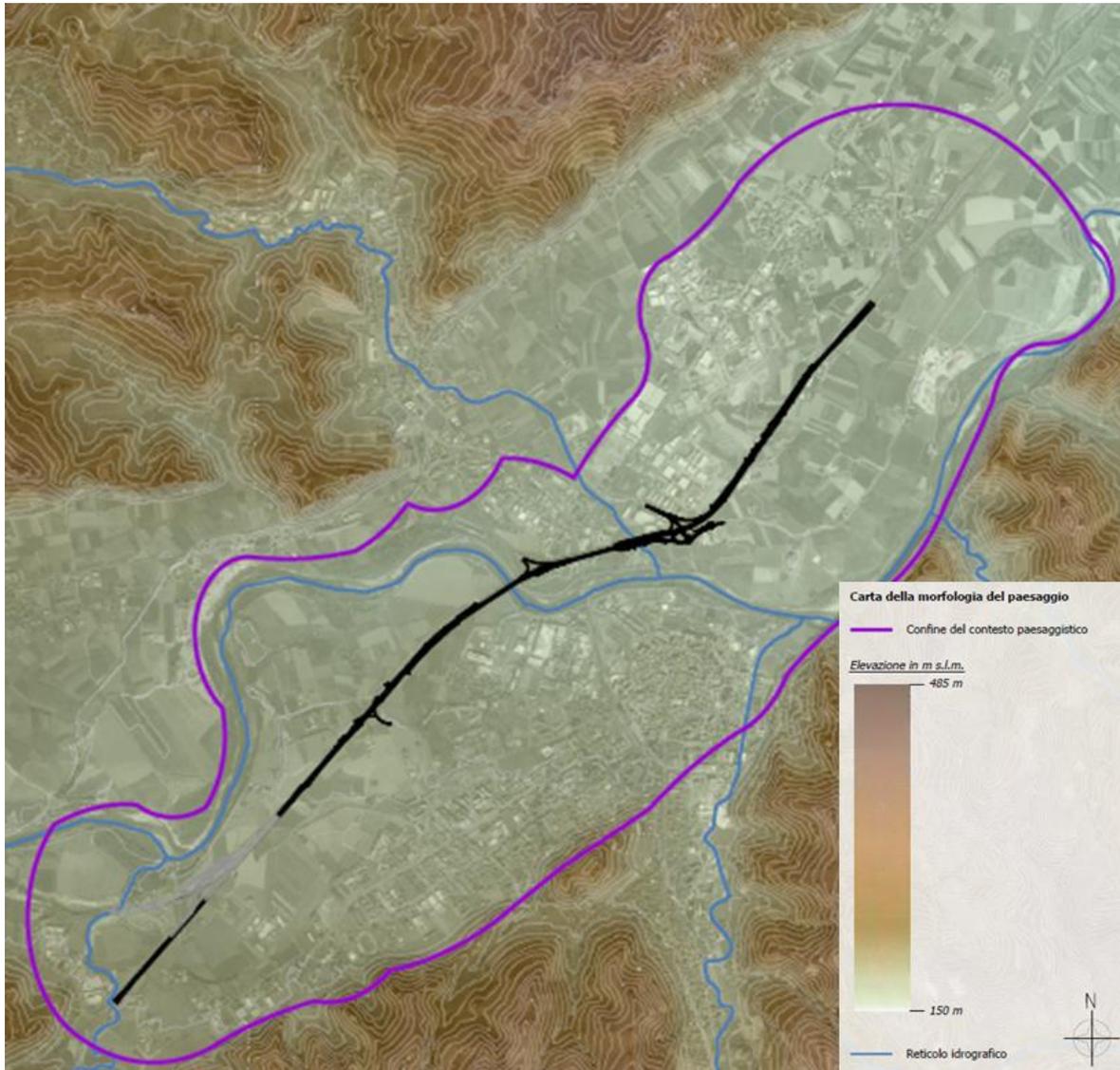


Figura 2-94 Stralcio della “Carta della morfologia visiva e percezione visiva” (cod. 09.06.02_P018_D_AMB_CY_002_A)

In considerazione degli elementi di interdizione visiva, sia naturali che antropici, si individua un unico bacino che comprende le parti di paesaggio interessate dalla vulnerabilità visiva potenziale dell'intervento. Il bacino ha una limitata estensione est-ovest, in quanto la sede stradale oggetto dell'intervento è collocata in gran parte a raso con pochi tratti in rilevato o viadotti.

Una volta individuati i bacini di visuale, è necessario comprendere come le relazioni tra gli elementi di struttura del paesaggio delineino la percezione del paesaggio nel quale si dovrà inserire l'intervento di progetto.

Secondo quanto espressamente previsto dal DPCM 12/12/2005, l'analisi degli aspetti percettivi deve essere condotta da “luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici”. Ne consegue quindi che a tal fine la prima operazione da condursi risulta essere quella dell'individuazione di quei punti di vista di rilievo dal momento che, rispondendo alle anzidette caratteristiche, sono strutturanti i rapporti percettivi.

In quest'ottica gli elementi visuali in direzione dell'intervento sono stati evidenziati sulla base di punti percettivi statici e dinamici, da cui è percepibile una vista d'insieme del paesaggio circostante che potrebbe essere influenzato dall'intervento progettuale. In particolare, sono stati percorsi gli assi viari che attraversano il territorio di studio, rappresentati dalla viabilità secondaria, preferendo quelle di pubblica

fruizione con eventuale qualità panoramiche per l'individuazione delle visuali dinamiche libere di rilievo verso l'intervento.

Per i punti statici sono stati considerati invece sia punti dai quali la visuale risultasse libera, che parziale o occlusa.

Le strade che hanno permesso di individuare i punti di visuale riguardano per la maggior parte strade secondarie collocate parallelamente nelle immediate vicinanze della tangenziale, in particolar modo lungo i margini dell'area industriale di Alba e nelle aree pianeggianti delle anse del fiume, il tratto di strada che incrocia alla rotonda via Ognissanti in direzione dello svincolo Alba sud e il tratto di Corso Canale con il ponte sul Tanaro.

Per comprendere meglio questi concetti, le visuali e come si percepisce l'intervento, dalla carta della percezione visiva, si riportano alcuni stralci ed immagini utili a comprendere l'inserimento del progetto nel contesto individuato, da differenti punti di vista.

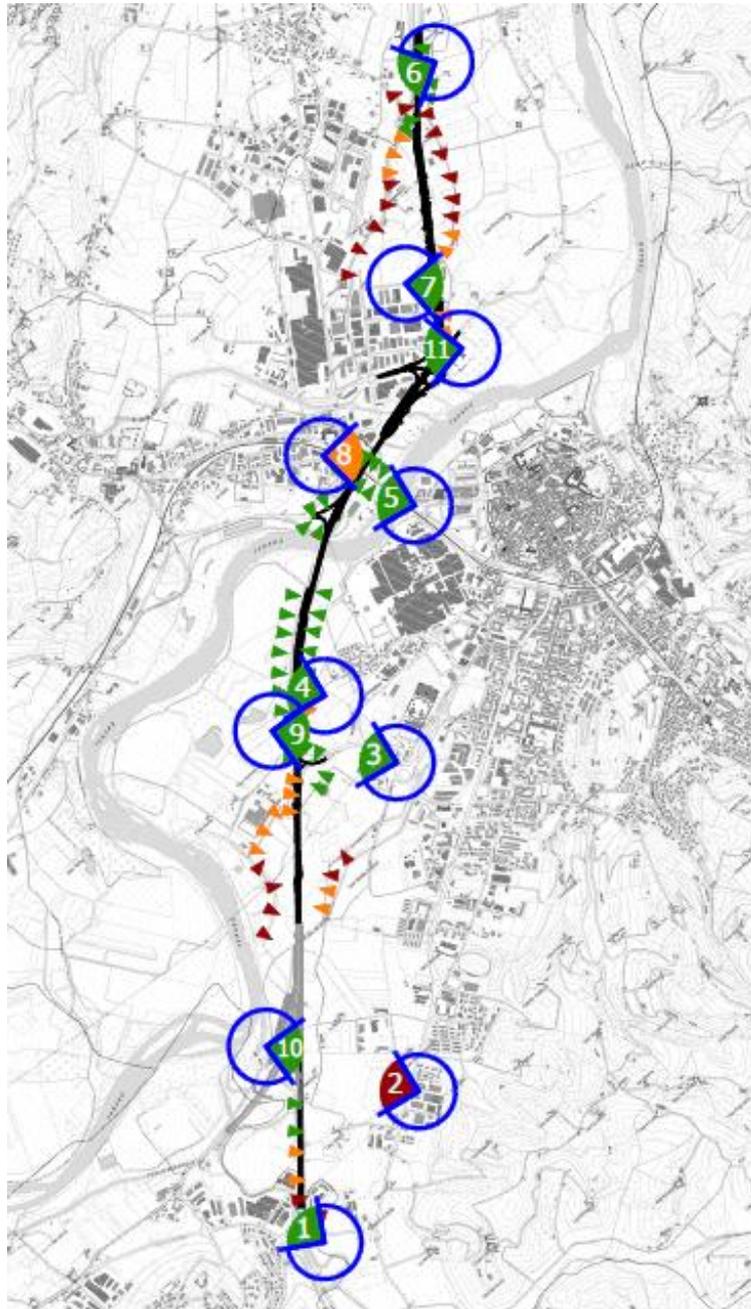


Figura 2-95 Punti di ripresa

Il primo punto di ripresa è stato individuato da via Ponte Talloria subito dopo lo svincolo di ingresso in tangenziale direzione Asti, in cui la visuale risulta libera.

Il punto due è stato individuato su Corso Barolo dal cui emerge una visuale del tutto occlusa a causa degli elementi naturali, quali arbusti e cespugli che coprono interamente il tracciato della tangenziale.

Il punto P3 è stato individuato nel tratto di strada, subito dopo la rotonda che incrocia via Ognissanti, e che conduce alla rampa di accesso della tangenziale in direzione Asti; la visuale risulta completamente libera ed è possibile notare i tratti in elevato delle medesime rampe.

Il punto di vista P4 restituisce una visuale parzialmente libera, in quanto la ripresa si trova in corrispondenza di via Toppino, alla stessa quota altimetrica del tracciato in cui insiste l'intervento, e per questo poco visibile.

Il punto 5 individuato lungo Corso Canale prima di attraversare il fiume Tanaro, restituisce una visuale totalmente libera e priva di ostacoli in direzione del viadotto della tangenziale.

I punti di vista 6 e 7 collocati rispettivamente su via Vaccheria e via Artigianato, restituiscono una visuale libera sull'area di intervento.

Il punto di visuale 8, collocato su Corso Bra in corrispondenza dell'intersezione con la sede della ferrovia Cavallermaggiore-Alessandria, restituisce una visuale parzialmente libera del viadotto della tangenziale, evidenziando come lo spostamento, anche solo di pochi metri rispetto al tracciato della tangenziale oggetto dell'intervento, riduce o azzerava addirittura in molti casi la visibilità.

Il punto di visuale 9 è situato in corrispondenza di via Toppino e da tale punto la visuale è libera sulla parte di tangenziale in rilevato verso lo svincolo per l'uscita Alba Sud/Ovest.

Il punto di visuale 10, individuato lungo un tratto di strada non carrabile, restituisce una visuale libera a lungo raggio sull'intervento.

Infine, il punto 11 riprende la parte della sede stradale interessata dalla realizzazione della nuova rotonda e con la visuale risulta libera sull'intervento.

Si rimanda all'elaborato grafico "Documentazione fotografica" (cod. 09.06.03_P018_D_AMB_CY_003_A)



P1, Via Ponte Talloria - visuale libera, zona di intervento visibile



P2, Corso Barolo – visuale occlusa, zona di intervento non visibile a causa della presenza di vegetazione



P3, Va Ognisanti - visuale libera, zona di intervento visibile



P4, Via Toppino – visuale parziale, zona di intervento parzialmente visibile a causa della morfologia del terreno e della vegetazione presente



P5, Corso Canale – visuale libera, zona di intervento visibile



P6, Via Vaccheria – visuale libera, zona di intervento visibile



P7, Via Artigianato – visuale libera, zona di intervento visibile



P8, Corso Bra in corrispondenza dell'intersezione con rete ferroviaria – visuale parziale, zona di intervento parzialmente visibile a causa della presenza di manufatti, pali, recinzioni e alberature



P9, Via Toppino – visuale libera, zona di intervento visibile

P10 – visuale libera, zona di intervento visibile



P11 – visuale libera, zona di intervento visibile

”

2.2. G1 – RUMORE

2.2.1. Inquadramento tematico

2.2.1.1. Selezione dei temi di approfondimento

Lo studio acustico si pone come obiettivo quello di definire e valutare i livelli di immissione acustici indotti da un lato dalla fase di esercizio dell'asse principale del Progetto Definitivo della Tangenziale di Alba con riferimento allo stato attuale dell'infrastruttura esistente e alla futura fase di esercizio che verrà a determinarsi a seguito dell'inserimento del tracciato nell'Autostrada Asti-Cuneo, e dall'altro dalle attività di cantiere connesse alla realizzazione delle opere di progetto.

In ragione di dette finalità, le azioni di progetto che concorrono all'alterazione del clima acustico sono:

- Il traffico veicolare in previsione, lungo l'asse stradale allo stato di progetto dell'autostrada A33 Asti-Cuneo;
- I mezzi di cantiere, connessi alla realizzazione delle diverse opere progettuali;
- I traffici di cantiere relativi alla movimentazione delle terre da scavo e per la realizzazione dei rilevati.

Il presente studio è stato redatto sulla base delle analisi e delle risultanze contenute nel documento Studio acustico – Relazione generale” (cod. 02.05.01_P018_D_ACU_RG_001_A).

Si specifica dunque che, in merito alla caratterizzazione dello stato attuale e della fase di esercizio, si rimanda agli elaborati della sezione 02.05.

2.2.1.2. Metodologia di lavoro utilizzata

Lo studio acustico, finalizzato alla valutazione dei livelli di immissione indotti dal traffico veicolare lungo l'infrastruttura viaria, è esteso a tutti i ricettori compresi nell'area di studio definita secondo quanto prescritto dal quadro normativo di riferimento.

In virtù degli obiettivi che lo studio acustico si pone, questo è articolato in tre macro-sezioni.

La prima sezione è dedicata all'analisi conoscitiva preliminare dell'ambito di studio mediante classificazione e caratterizzazione acustica del territorio sulla base dei riferimenti normativi e delle indagini fonometriche eseguite, oltreché all'individuazione e censimento dei ricettori ricadenti all'interno dell'area di studio. In particolare, la campagna fonometrica eseguita ha consentito di definire e quantificare l'odierno clima acustico del territorio e individuare le principali sorgenti acustiche che attualmente caratterizzano l'ambito di studio. In questa fase particolare attenzione è stata posta nel censire ciascun ricettore definendo la destinazione d'uso, il numero di piani e lo stato di conservazione dell'edificio al fine di fornire una descrizione completa del contesto territoriale in cui si inserirà l'opera di progetto.

La seconda sezione dello studio è inerente alla verifica del clima acustico indotto dal traffico veicolare, e quindi relativa alla fase di esercizio dell'infrastruttura stradale di progetto. In questo caso si fa riferimento alle disposizioni definite dal DPR 142/2004, a norma dell'art.11 della Legge 26/10/1995 n.447, sia per la definizione dell'ambito di studio sia per i relativi limiti acustici da assumere nelle diverse fasce di pertinenza acustica. All'interno di tale ambito di studio sono state analizzate le condizioni di esercizio future nello scenario Post Operam avendo assunto quale orizzonte di studio l'anno 2032. Nello specifico, la metodologia di lavoro assunta ha previsto l'utilizzo di uno specifico software di modellazione acustica previsionale (SoundPlan), tramite il quale è stato sviluppato lo scenario di simulazione post operam riferito alle condizioni di esercizio dell'asse stradale secondo la configurazione infrastrutturale prevista dal

progetto determinando sia la mappatura acustica calcolata a 4 m dal piano campagna rispetto al descrittore $L_{eq}(A)$ diurno e notturno sia i valori in facciata per ciascun edificio.

Dal confronto con i limiti normativi si evincono le eventuali zone che richiedono specifici interventi di mitigazione acustica e le conseguenti soluzioni progettuali necessarie per il contenimento del rumore indotto.

Successivamente, è stata condotta un'analisi del clima acustico Post Operam al fine di dimensionare gli interventi di mitigazione acustica, il cui scopo è quello di identificare le azioni progettuali dalle quali derivare uno scenario acustico futuro a lungo termine conforme agli obiettivi posti dalla normativa.

La terza ed ultima sezione è finalizzata alla verifica del rumore indotto dalle attività di cantiere connesse alla realizzazione dell'asse stradale di progetto. In tale fase di lavoro è stata sviluppata un'analisi qualitativa e quantitativa dei potenziali impatti acustici indotti dalle attività di cantiere necessarie alla realizzazione delle opere previste dal progetto. L'analisi degli impatti acustici in fase di corso d'opera è stata effettuata attraverso la metodologia del "Worst Case Scenario", ovvero individuando uno scenario operativo rappresentativo delle condizioni peggiori determinato al variare dell'operatività delle diverse sorgenti presenti all'interno dell'area di studio in funzione della tipologia di lavorazioni da eseguire. Anche in questo caso per la verifica delle interferenze sul clima acustico è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPlan.

Alle sorgenti di cantiere proprie delle relative aree operative sono stati considerati anche i traffici indotti connessi al trasporto dei materiali e delle terre.

2.2.1.3. Il modello di simulazione SoundPlan

Il modello di calcolo utilizzato è SoundPlan, un software previsionale per effettuare simulazioni acustiche in grado di rappresentare al meglio le reali condizioni ambientali che caratterizzano il territorio studiato. Questo modello di simulazione è uno tra gli strumenti più completi oggi presenti sul mercato per la valutazione della propagazione del rumore prodotto da sorgenti di ogni tipo: da quelle infrastrutturali, quali ad esempio strade, ferrovie o aeroporti, a quelle fisse, quali ad esempio strutture industriali, impianti energetici, etc.

SoundPlan è uno strumento previsionale ad "ampio spettro", progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno prendendo in considerazione tutti i fattori interessati al fenomeno, come la disposizione e forma degli edifici, la topografia del sito, le barriere antirumore, il tipo di terreno e gli effetti meteorologici.

Tra i diversi standard di propagazione acustica per le strade, ferrovie o infrastrutture industriali, disponibili all'interno del software, è presente inoltre CNOSSOS – EU Road riconosciuto dal Decreto Legislativo 17 febbraio 2017 n.42 «Attuazione della direttiva UE 2015/996 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Una delle principali innovazioni di questo software si riscontra proprio nella precisione di dettaglio con cui viene rappresentata la reale orografia del territorio.

L'area di studio viene caratterizzata orograficamente mediante l'utilizzo di file georeferenziati con la creazione di un DGM (Digital Ground Model) ottenuto attraverso algoritmo TIN (Triangular Irregular Network), che è ritenuto il più attendibile per la realizzazione di modelli digitali del terreno partendo da mappe vector. Questo sistema sfrutta alcune potenzialità del DEM (Digital Elevation Model) come la possibilità di mediare le distanze tra le isoipse, ma introduce, in caso di soli punti quotati noti, la tecnica di triangolazione ad area minima, crea cioè una serie di triangoli tridimensionali, i quali hanno come vertici i punti quotati noti e con la minor area possibile e attribuisce a queste aree triangolari valori di quota calcolati sulla differenza dX , dY e dZ , ovvero le pendenze dei versanti.

La realizzazione di un file di input può essere coadiuvata dall'innovativa capacità del software di generare delle visualizzazioni tridimensionali del sito, mediante un vero e proprio simulatore di volo in cui è possibile impostare il percorso e la quota del volo, variabili anche in itinere del sorvolo secondo necessità; tale strumento permette di osservare graficamente la totalità dei dati di input immessi, verificandone la correttezza direttamente muovendosi all'interno di scenari virtuali tridimensionali.

Durante lo svolgimento delle operazioni matematiche, questo software permette di effettuare calcoli complessi e di archiviare tutti i livelli parziali collegati con le diverse sorgenti, per qualsiasi numero di punti di ricezione al fine di individuare i singoli contributi acustici. Inoltre, i livelli acustici stimati sui punti della griglia (mappe acustiche) possono essere sommati, sottratti ed elaborati, con qualsiasi funzione definita dall'utente.

Il software permette, infine, di ottenere in formato tabellare qualunque valore acustico si voglia conoscere di un ricettore, per ognuna delle sue facciate, per ogni piano, restituendo anche l'orientamento delle facciate rispetto alla sorgente sonora, la differenza di quota sorgente-ricettore ed altre informazioni presenti nel modello: è, ad esempio, in grado di effettuare calcoli statistici relativi all'impatto sonoro a cui è soggetta la popolazione presente nell'area di studio, seguendo i dettati delle ultime normative europee.

In ogni caso, SoundPlan presenta un'ampia flessibilità di gestione, permettendo di risolvere i differenti casi che di volta in volta è possibile incontrare.

In particolare, si osserva la possibilità di definire il materiale della struttura acustica in modo che presenti completo assorbimento acustico senza riflessione, definendo un coefficiente di riflessione per ognuna delle facce della barriera, o introducendo un coefficiente di assorbimento acustico differente in funzione della frequenza dell'onda sonora prodotta dalla sorgente.

I dati di input del modello sono i seguenti:

- Cartografia 3D: un fattore di fondamentale importanza per poter sviluppare una corretta modellizzazione acustica è la realizzazione di una cartografia tridimensionale compatibile con le esigenze "acustiche" del modello previsionale adottato. Per una precisa descrizione del terreno da inserire all'interno del modello è necessario definire all'interno del software le isoipse, l'edificato e le infrastrutture di trasporto interessate;
- Sorgenti stradali: per ogni infrastruttura è necessario definire la conformazione geometrica, i dati relativi ai flussi e alle velocità di percorrenza in ciascun tratto, il tipo di asfalto e il senso di marcia;
- Edifici: per ciascun edificio è necessario definire posizione e altezza;
- Griglia di calcolo: occorre definire la griglia di calcolo in cui verranno effettuate le simulazioni;
- Tempi di riferimento: secondo quanto predisposto dalla legge n°447 26/10/1995 e s.m.i. gli scenari temporali di riferimento sono due: diurno (6.00-22:00) e notturno (22:00-6:00).

2.2.2. Quadro conoscitivo

2.2.2.1. Classificazione acustica del territorio

L'asse stradale principale oggetto di studio si sviluppa attraversando il territorio dei Comuni di Alba, Guarene e Roddi, ricadenti all'interno della provincia di Cuneo.

Per quel che concerne la cantierizzazione dell'opera di progetto, le aree di cantiere saranno ubicate all'interno del Comune di Alba.

I succitati Comuni hanno stabilito i limiti acustici territoriali secondo il DPCM 14.11.1997 attraverso il Piano Comunale di Classificazione Acustica in accordo a quanto previsto dalla normativa di riferimento regionale e nazionale. Il Comune di Alba ha approvato la Classificazione acustica con deliberazione del Consiglio

Comunale n.77 del 20/09/2021, il Comune di Guarene ha approvato la Classificazione acustica con deliberazione del Consiglio Comunale n. 23 del 24/04/2004, mentre il Comune di Roddi ha approvato la Classificazione acustica con deliberazione del Consiglio Comunale n. 2 del 26/03/2014.

| Provincia | Comune | Estremi di approvazione zonizzazione acustica |
|--------------------|---------------|--|
| Provincia di Cuneo | Alba | D.C.C. n. 77 del 20 settembre 2021 |
| Provincia di Cuneo | Guarene | D.C.C. n. 23 del 24 aprile 2004 |
| Provincia di Cuneo | Roddi | D.C.C. n. 2 del 26 marzo 2014 |

Tabella 2-77 Estremi di approvazione del Piano di Classificazione Acustica dei Comuni interessati dall'opera di progetto

Il quadro di insieme dei suddetti Piani è riportato negli elaborati grafici relativi allo studio acustico "Mappatura valori limite applicabili e localizzazione punti di monitoraggio – Tav. 1 di 2 e Tav. 2 di 2" (cod. 02.05.07_P018_D_ACU_PL_003_A e 02.05.07_P018_D_ACU_PL_004_A), ai quali si rimanda per un approfondimento e di cui si riporta uno stralcio nella seguente Figura 2-96.

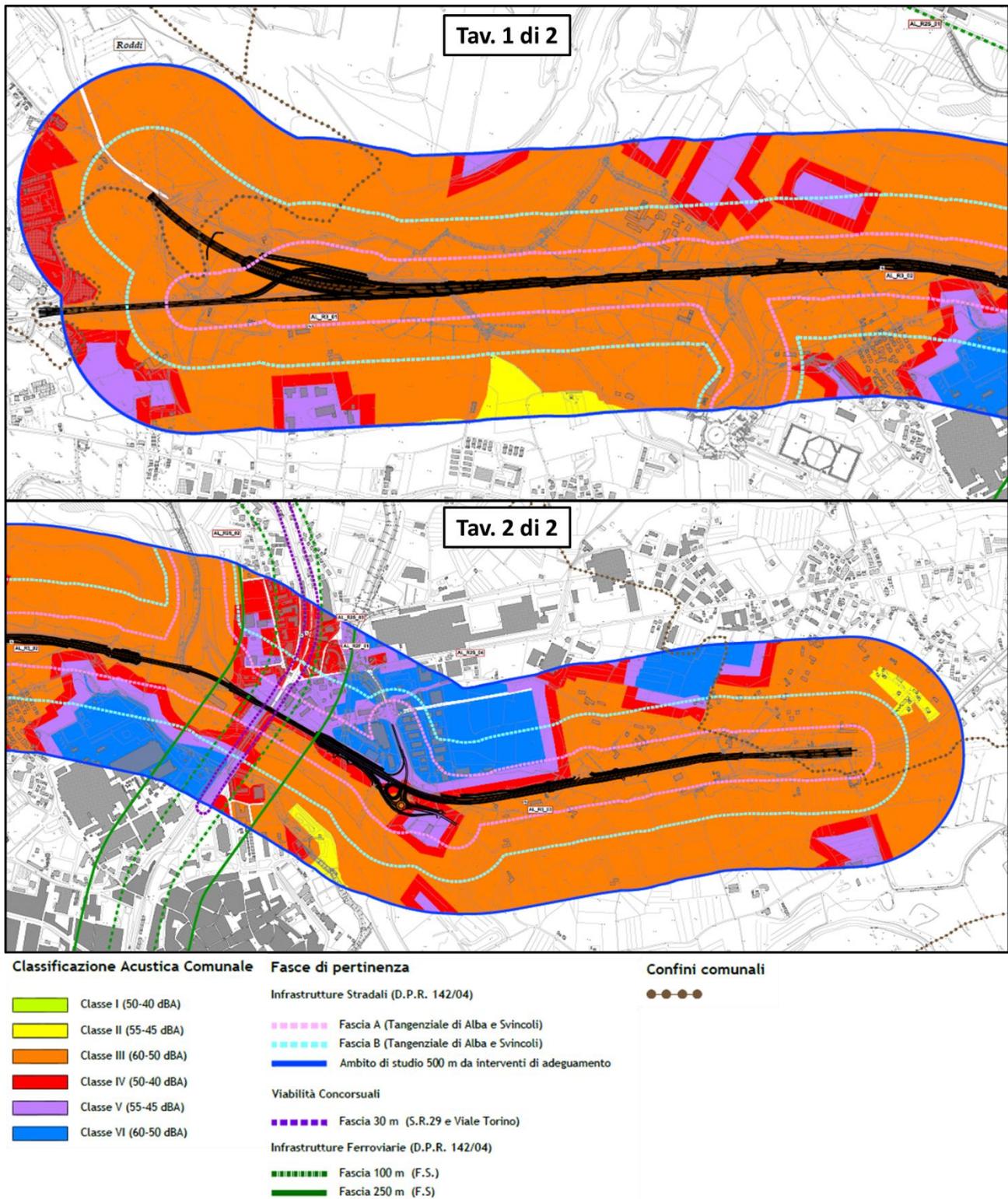


Figura 2-96 Planimetria zonizzazione acustica comunale e fasce di pertinenza acustica stradale ai sensi del DPR 142/2004 secondo la configurazione di progetto – Stralcio dei documenti “Mappatura valori limite applicabili e localizzazione punti di monitoraggio – Tav. 1 di 2 e Tav. 2 di 2”

2.2.2.2. Concorsualità con le infrastrutture di trasporto

La verifica di concorsualità, come indicata dall'Allegato 4 del DM 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali.

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale.

La sorgente concorsuale non è sicuramente significativa e può essere trascurata se la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dBA. Tale approccio può essere applicato a ricettori presenti sia all'interno sia all'esterno della fascia dell'infrastruttura principale.

Le infrastrutture di trasporto concorsuali che interessano la fascia di pertinenza della Tangenziale di Alba sono rappresentate da:

- Linea ferroviaria Alba – Torino;
- SR29 (Asse c.so Canale – Viale Torino).

La seguente Figura 2-97 sono riportate le fasce di pertinenza, evidenziando le zone soggette a concorsualità.

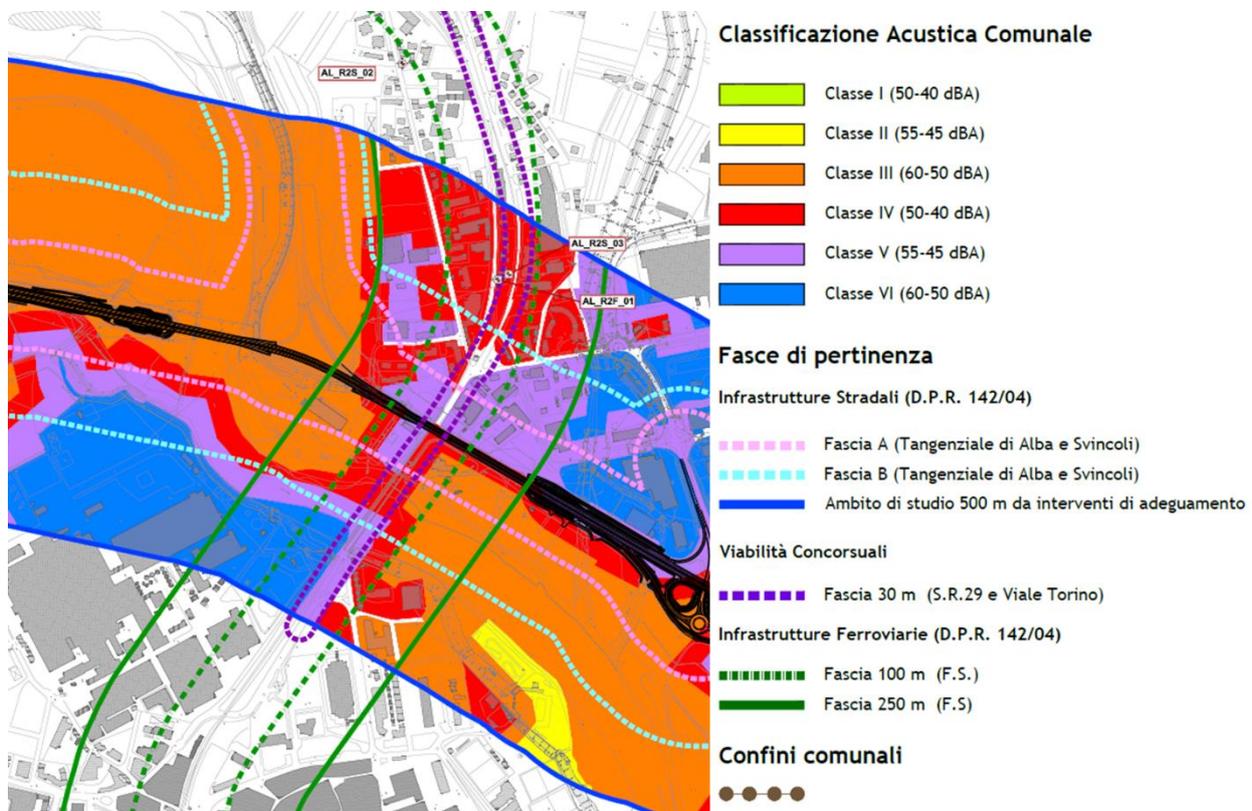


Figura 2-97 Definizione delle fasce di pertinenza - Stralcio del documento "Mappatura valori limite applicabili e localizzazione punti di monitoraggio – Tav. 2 di 2" (cod. 02.05.07_P018_D_ACU_PL_004_A)

La caratterizzazione delle emissioni derivanti dalla linea ferroviaria è stata effettuata sulla base di rilievi fonometrici descritti al successivo Paragrafo 2.2.2.4. La linea ferroviaria è caratterizzata da un modello di esercizio che prevede, così come evinto dai report di misura per il punto di monitoraggio AL_Rf_01, convogli in genere per il trasporto di passeggeri composti da 3-4 elementi, che transitano lentamente in numero di circa due all'ora in periodo diurno su binario singolo. Come è possibile desumere dall'analisi di Figura 2-98, la linea ferroviaria è catalogata da RFI come rete complementare a linea semplice non elettrificata.

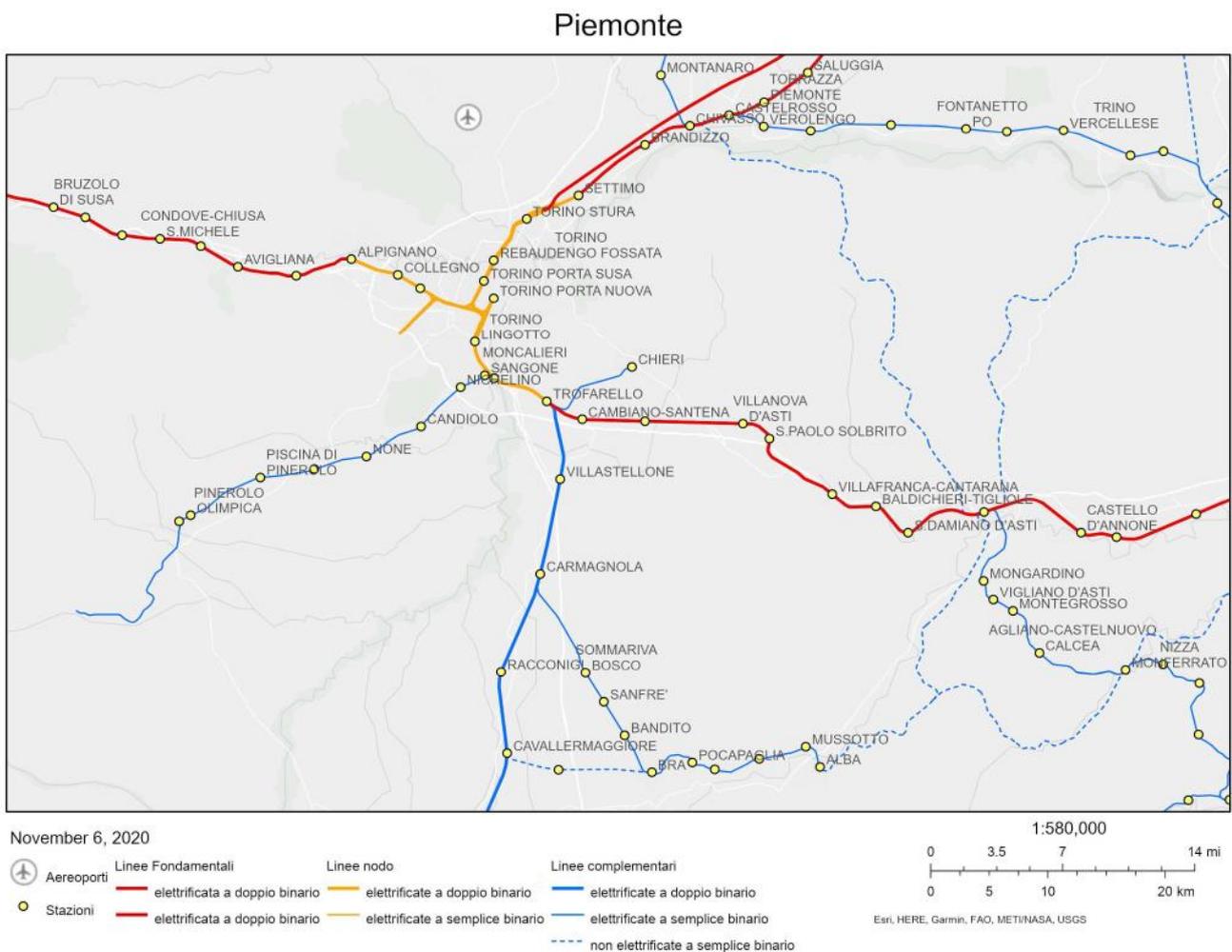


Figura 2-98 Rete RFI Regione Piemonte

Costituiscono sorgenti di emissione considerate nella mappatura di clima acustico, ma non significative in termini di concorsualità, le infrastrutture stradali denominate corso Asti e corso Bra.

La Figura 2-99 mostra alcune immagini relative alle infrastrutture concorsuali considerate.



Linea ferroviaria Alba - Torino



SR29 (asse c.so Casale – Viale Torino)

Figura 2-99 Infrastrutture concorsuali

Per approfondimenti in merito al metodo di verifica della concorsualità si rimanda al documento “Studio acustico – Relazione generale” (cod. 02.05.01_P018_D_ACU_RG_001_A).

2.2.2.3. Ricettori

2.2.2.3.1. Censimento dei ricettori

Al fine di verificare la presenza di ricettori all’interno dell’area di studio è stato condotto un censimento di tutti gli edifici situati all’interno dell’ambito di studio definito come una fascia di ampiezza pari a 500 m dal ciglio stradale: il corridoio di 250 m è stato rilevato con lo scopo di identificare nel dettaglio le destinazioni d’uso prevalenti degli edifici (residenziale, residenziale in progetto, edifici dismessi o ruderi, attività commerciali, attività artigianali e industriali, edifici religiosi e monumentali, asili, scuole, istituti superiori o universitari, ospedali, case di cura, case di riposo, impianti sportivi, parchi e aree naturalistiche, pertinenze non adibite a presenza umana permanente (box, tettoie, magazzini), servizi (municipi, musei, centri sociali,

stazioni, ecc.), il n. di piani complessivi e abitati, le caratteristiche di esposizione del ricettore e lo stato di conservazione (buono, medio, rudere), la presenza di eventuali ostacoli alla propagazione del rumore, la presenza di infrastrutture concorsuali o altre sorgenti di rumore, le caratteristiche degli infissi (tipologia vetri, telai e stato di conservazione).

Nella fascia esterna compresa tra 250 e 500 m, sono stati ricercati gli edifici sensibili (asili, scuole, istituti superiori o universitari, ospedali, case di cura, case di riposo).

L'identificazione e classificazione tipologica del sistema ricettore è stata svolta in base a sopralluoghi e rilievi estesi all'ambito territoriale di studio interessato dall'asse principale.

Le codifiche dei ricettori riportate negli elaborati del censimento (cfr. "Rapporti di attività di monitoraggio" cod. 02.05.02_P018_D_ACU_SH_001_A) vengono sempre univocamente utilizzate nello studio acustico al fine di identificare i punti di calcolo e di verifica acustica. Le codifiche sono espresse da una stringa alfanumerica composta da una lettera che identifica la destinazione d'uso (Residenziale, industriale-Commerciale, Sensibile) e da un numero progressivo che identifica il ricettore.

Le Tavole grafiche in scala 1:5000 "Localizzazione e tipizzazione dei ricettori, aree di completamento e di espansione PRG" (cod. 02.05.05_P018_D_ACU_PL_001_A e 02.05.06_P018_D_ACU_PL_002_A), localizzano i ricettori, le destinazioni d'uso e i codici assegnati.

Le schede di censimento sono, invece, riportate nell'elaborato "Censimento dei ricettori" (cod. 02.05.03_P018_D_ACU_SH_002_A). Il censimento del sistema edificato è stato realizzato lungo un corridoio non inferiore ai 250 m a cavallo delle infrastrutture interessate dallo studio. Per ogni ricettore, indipendentemente dalla destinazione d'uso, sono stati rilevati i dati relativi a numero di piani e altezza.



Figura 2-100 : Censimento ricettori: esempio di indicazione caratteristiche edifici su planimetria e schede presenti all'interno del documento "Censimento dei ricettori" (cod. 02.05.03_P018_D_ACU_SH_002_A)

In Tabella 2-78 sono sintetizzate le quantità di ricettori censiti, suddivisi per destinazioni d'uso all'interno delle fasce di competenza dell'infrastruttura.

| Fascia | Destinazioni d'uso | | | | | | |
|--------|--------------------|-----------------------|--------|-------------------------|-------|--------|-------|
| | Residenziale | Ospedale Casa di cura | Scuola | Industriale Commerciale | Culto | Rudere | Altro |
| A | 21 | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 | 196 |

| Fascia | Destinazioni d'uso | | | | | | |
|--------|--------------------|-----------------------|--------|-------------------------|-------|--------|-------|
| | Residenziale | Ospedale Casa di cura | Scuola | Industriale Commerciale | Culto | Rudere | Altro |
| B | 43 | 1 | 0 | 33 | 0 | 0 | 142 |

Tabella 2-78 Sintesi dei ricettori censiti

Complessivamente all'interno dell'area di studio dei 500 m sono stati censiti e schedati 41 ricettori residenziali e un ricettore adibito a casa di riposo o accoglienza.

Il ricettore più vicino all'attuale tracciato della Tangenziale di Alba (RIC R027) è localizzato in prossimità del viadotto compreso tra gli svincoli di Alba Centro e Alba Nord-Est. L'edificio è una palazzina di 2 piani a destinazione d'uso mista terziario-residenziale.



Figura 2-101 Ricettore R027

La singolarità della situazione risiede nella posizione dell'edificio, il cui 2° piano risulta a quota inferiore a quella del piano stradale e quindi a quota inferiore allo spigolo di diffrazione del rumore.

In queste situazioni il campo sonoro è determinato dalla trasmissione di rumore per via solida generato dalle vibrazioni trasmesse dal transito dei veicoli, in particolare dei veicoli pesanti, alla struttura. La struttura del viadotto, composta da cassoni e traversi in acciaio con solette in c.a. gettate in opera, unitamente alla tipologia di giunti di dilatazione, determina emissioni di rumore di natura impulsiva di forte intensità, con effetti di riverberazione all'interno delle strutture.

2.2.2.3.2. Ricettori sensibili

Ai sensi del DPR 142/2004 sono considerati ricettori sensibili:

- gli edifici scolastici di ogni ordine e grado;
- le case di cura;
- case di riposo;
- gli ospedali.

Il Decreto 29.11.2000 definisce per ospedali, case di cura e di riposo e per le scuole la modalità di calcolo della popolazione residente equivalente, basata su un fattore moltiplicativo rispettivamente di 4, 4 e 3 applicabile al numero di posti letto e al numero totale degli alunni.

Il censimento ha permesso di identificare all'interno della fascia di 250 m la presenza di un ricettore sensibile rilevante, rappresentato dalla Casa di Riposo Conte A. B. Ottolenghi di Corso Asti 3 (Figura 2-102).

La struttura è composta dalla parte di antico impianto prospiciente Corso Asti, a 4 piani, e da più recenti espansioni e nuove volumetrie (residenza assistenziale sanitaria) retrostanti a 2-4 piani. Complessivamente possono essere presenti stabilmente al massimo 113 ospiti (popolazione residenziale equivalente di 440 residenti).

Gli infissi sono caratterizzati da tipologie costruttive e materiali che garantiscono buone prestazioni acustiche. Prevalgono tipologie ad anta unica, con vetri stratificati 6+6 mm e profili telaio fisso-telaio mobile in metallo con guarnizioni a tenuta ((Figura 2-102).



Figura 2-102 Dettaglio casa di Riposo Conte A.B. Ottolenghi

2.2.2.4. Indagini fonometriche

2.2.2.4.1. Finalità e descrizione delle attività

L'attività di monitoraggio è stata finalizzata al riconoscimento delle emissioni di rumore delle infrastrutture di trasporto attualmente presenti sul territorio e alla taratura del modello previsionale Soundplan.

Per approfondimenti in merito alla campagna fonometrica realizzata si rimanda ai documenti "Studio acustico - Relazione generale" (cod. 02.05.01_P018_D_ACU_RG_001_A) e "Rapporti attività di monitoraggio" (cod. 02.05.02_P018_D_ACU_SH_001_A), i quali vengono di seguito sintetizzati.

In una logica di ottimizzazione delle risorse, le aree e i punti di monitoraggio sono state identificate in modo tale che i risultati delle misure possano essere utilizzati come base per la definizione delle emissioni delle infrastrutture di trasporto contenute nel bacino acustico delle opere in progetto e, al tempo stesso, come riferimento ante operam per il PMA. La presenza di sorgenti concorsuali ha inoltre indirizzato la scelta dei punti di misura.

Sono stati complessivamente identificati 9 punti di monitoraggio. Le metodiche di monitoraggio hanno privilegiato misure in continuo di durata settimanale o di 24-48 ore. In particolare, sono state realizzate:

- 3 R3: finalizzate alla caratterizzazione dell'attuale tangenziale di Alba.
- 5 R2s: finalizzate alla caratterizzazione delle principali infrastrutture stradali presenti nell'area di intervento.
- 1 R2f: finalizzata alla caratterizzazione dell'infrastruttura ferroviaria presente nell'area di intervento.

Per tutte le misure la strumentazione utilizzata appartiene alla Classe I di precisione, così come richiesto dalla normativa vigente.

I fonometri utilizzati sono della Larson&Davis, modelli 831 e 824. Le installazioni sono state adattate al tipo di necessità (pinza su balcone o stativo telescopico).

Nell'elaborato "Allegato 1 – Rapporti attività di monitoraggio" si riporta l'analisi completa delle campagne di misura.

2.2.2.4.2. Metodiche di monitoraggio

Le misure di rumore sono state svolte con metodiche e strumentazione che seguono i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, i riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa.

2.2.2.4.3. Localizzazione dei punti di monitoraggio

La localizzazione dei punti di monitoraggio è stata definita con lo scopo di privilegiare postazioni non interferite da emissioni di rumore "singolari", cioè da sorgenti di rumore non riconducibili alla struttura del paesaggio sonoro dell'area o in grado di compromettere il riconoscimento delle sorgenti di rumore oggetto dell'indagine, e inserimenti territoriali facilmente ricostruibili modellisticamente.

In Tabella 2-79 e in Figura 2-103 si riportano la localizzazione delle postazioni di misura.

| Punto | Indirizzo | Localizzazione | Infrastruttura monitorata |
|--------------|---------------------------|--|------------------------------------|
| AL-R3-01 | San Gassiano 7/L | Presso la recinzione, a 4.0 m di altezza su p.c. | Tangenziale di Alba |
| AL-R3-02 | Orti in via S. Toppino | A 4.0 m di altezza su p.c. e a circa 13 m dal ciglio stradale | Tangenziale di Alba |
| AL-R3-03 | Strada Mogliasso 8/D | A 5.0 m di altezza sul p.c. e a 1.0 m da filo facciata | Tangenziale di Alba |
| AL-R2s-01 | Corso Bra 107 | A 3.5 m di altezza sul p.c. e a 9.0 dal ciglio stradale | Svincolo per la SS231 |
| AL-R2s-02 | Corso Bra 46 | A 3.5 m di altezza sul p.c. e a 4.0 dal ciglio stradale | Corso Bra |
| AL-R2s-03 | Corso Canale 5 | Su balcone del 2° piano f. t., a 1 m da filo facciata | Corso Canale |
| AL-R2s-04 | Corso Asti 24 | A 4.0 m di altezza sul p.c. e a 2.0 m da filo facciata | Corso Asti |
| AL-R2f-01 | Corso Canale 5 | Su balcone del 2° piano f. t., a 1 m da filo facciata | Linea ferroviaria Alba – Torino |

Tabella 2-79 Localizzazione postazioni di misura

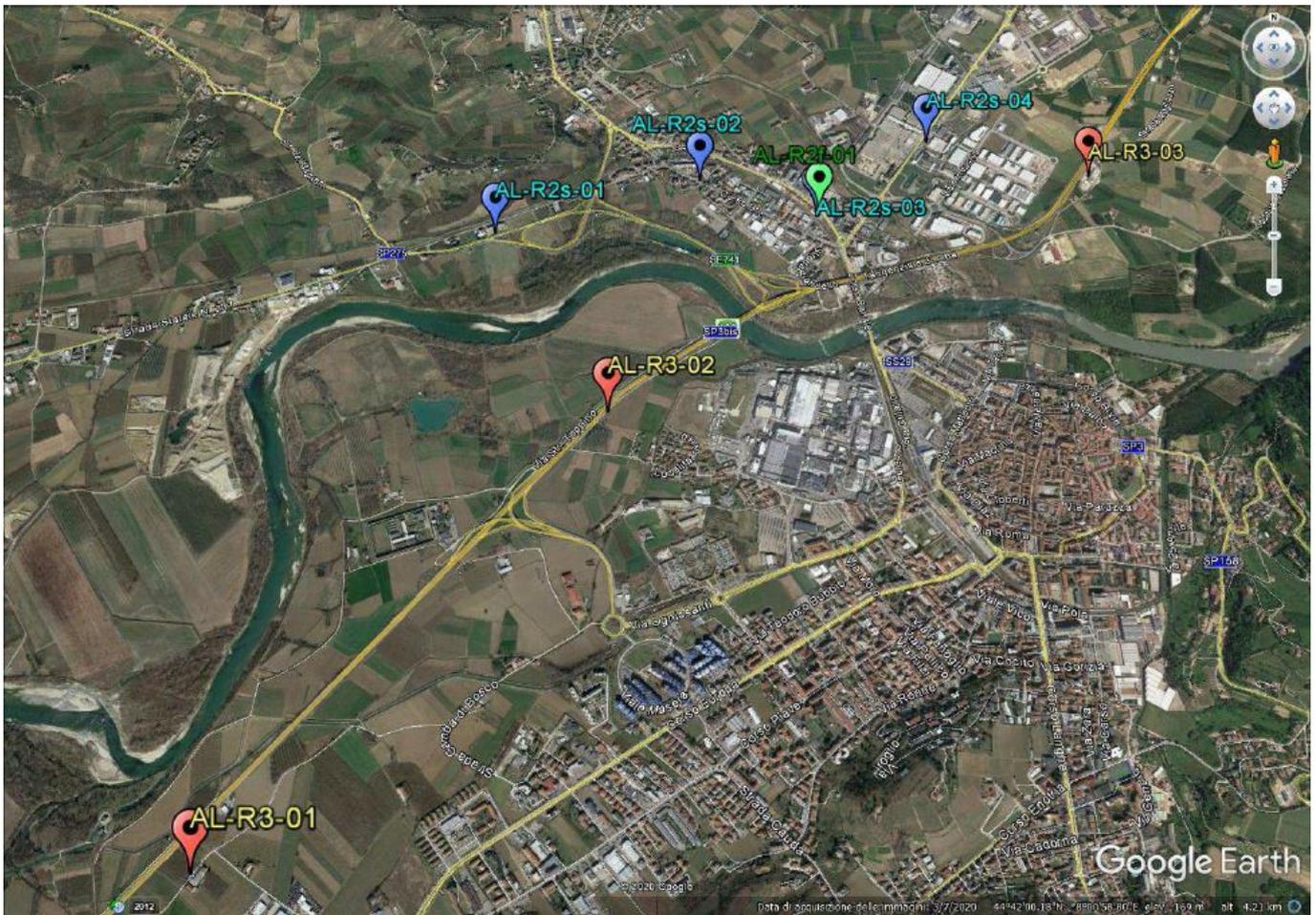


Figura 2-103 Localizzazione postazioni di misura

2.2.2.4.4. Risultati

La Tabella 2-80 riporta la sintesi dei risultati delle misure. Per un più dettagliato esame si rimanda all'elaborato "Rapporti attività di monitoraggio" (cod. 02.05.02_P018_D_ACU_SH_001_A).

Tali risultati, relativi ad un ampio spettro di condizioni ambientali di propagazione (distanza sorgente microfono, caratteristiche di impedenza della copertura superficiale del terreno, ecc.) e di emissione (velocità di transito, TGM, ecc.), delineano un campo di esistenza dei livelli di rumore, compreso tra 57-73 dB(A) in periodo diurno e 50-66 dB(A) in periodo notturno.

Il confronto con i limiti previsti ex DPR 142/04, normativa specifica per le immissioni da sorgenti stradali, con i limiti previsti dalla zonizzazione acustica comunale per quanto riguarda la viabilità locale e con i limiti previsti ex DPR 459/97, normativa specifica per il rumore ferroviario, evidenziano le seguenti caratteristiche di clima acustico:

- In relazione alla caratterizzazione della Tangenziale di Alba, si segnalano esuberi di 2.9 dBA in periodo diurno e di 5.8 dBA in periodo notturno rispetto ai limiti di fascia A di 70/60 dB(A) per ALR3-02. È da notare come per la medesima infrastruttura i livelli rientrano al di sotto dei limiti per ricettori sempre in fascia A, ma più distanti (AL-R3-03) o per ricettori in fascia B localizzati presso il confine interno di fascia (AL-R3-01).

- Lo svincolo che collega la Tangenziale di Alba con la SS231 è caratterizzato da un traffico intenso ma più rallentato rispetto alla tangenziale. Il livello diurno misurato è al di sotto del limite previsto, (AL-R2s-01).
- In relazione alla caratterizzazione della viabilità cittadina percorsa dal traffico in entrata/uscita nella zona nord di Alba, corso Canale (AL-R2s-03) e corso Asti (AL-R2s-04), si segnalano valori di 70-71 dBA nel periodo diurno e di 59-64 dBA nel periodo notturno. Tali livelli, superiori dello specifico limite previsto nella singola zona, sono da ritenersi elevati e commisurati all'intensità del traffico.
- Corso Bra (AL-R2s-02) mostra livelli in compresi tra 4-6 dB(A) di giorno e di 8-9 dBA di notte. Il traffico risulta essere relativamente intenso, anche se di tipo locale.
- In relazione alla caratterizzazione dell'infrastruttura ferroviaria Linea FFSS Alba-Bra-Torino, (ALR2f-01) non si segnalano esuberi, in coerenza con un traffico ferroviario giornaliero piuttosto contenuto.

| Punto | Tipo | Indirizzo | Leq(A) diurno | Leq(A) notturno | Limite diurno | Limite notturno | Note |
|-----------|------|------------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|------|
| AL-R3-01 | R3 | San Gassiano 7/L | 58.5 | 51.9 | 65 | 55 | (2) |
| AL-R3-02 | R3 | Orti di Via S. Toppino | 72.9 | 65.8 | 70 | 60 | (2) |
| AL-R3-03 | R3 | Strada Mogliasso 8/D | 62.6 | 57.0 | 70 | 60 | (2) |
| | | | | | | | |
| AL-R2s-01 | R2s | Corso Bra 107 | 62.7 | 59.3 | 70 | 60 | (2) |
| | | | 66.3 | 59.3 | | | |
| AL-R2s-02 | R2s | Corso Bra 46 | 64.1 | 59.3 | 65 | 55 | (1) |
| | | | 66.1 | 57.9 | | | |
| AL-R2s-03 | R2s | Corso Canale 5 | 70.7 | 62.8 | 65 | 55 | (1) |
| | | | 70.4 | 64.0 | | | |
| AL-R2s-04 | R2s | Corso Asti 24 | 67.3 | 60.5 | 70 | 70 | (1) |
| | | | 70.2 | 58.8 | | | |
| | | | | | | | |
| AL-R2f-01 | R2f | Corso Canale 5 | 57.2 | 53.3 | 70 | 60 | (3) |
| | | | 59.1 | 49.6 | | | |

(1): limiti ex L447/95 e DPCM 14/11/97

(2). Limiti ex DPR 142/04

(3): limiti ex DPR 459/97

Tabella 2-80 Rumore infrastrutture stradali e ferroviarie

2.2.3. Scenari simulati

Relativamente alla caratterizzazione Ante Operam, sono state simulate le sorgenti stradali e ferroviarie principali presenti ad oggi nell'ambito di studio, considerando l'attuale condizione di esercizio della Tangenziale di Alba e delle viabilità di raccordo agli svincoli stradali. Ai fini della taratura sono state considerate le misure di caratterizzazione acustica del territorio.

Le valutazioni previsionali di impatto acustico sono state effettuate tramite calcoli puntuali e mappe orizzontali a 4 m di altezza dal piano campagna.

I risultati dei calcoli puntuali per le facciate di massima esposizione e per le zone di espansione sono confluiti nell'elaborato "Risultati di calcolo" (cod. 02.05.04_P018_D_ACU_SH_003_A).

La mappatura è presentata nei seguenti elaborati grafici in scala 1:5000:

- 02.05.09_P018_D_ACU_MC_001_A – "Mappa di clima acustico ante operam [6-22] - Tav. 1 di 2";
- 02.05.10_P018_D_ACU_MC_002_A – "Mappa di clima acustico ante operam [6-22] - Tav. 2 di 2";
- 02.05.11_P018_D_ACU_MC_003_A – "Mappa di clima acustico ante operam [22-6] - Tav. 1 di 2";
- 02.05.12_P018_D_ACU_MC_004_A – "Mappa di clima acustico ante operam [22-6] - Tav. 2 di 2".

2.2.3.1. Dati di input

Per la simulazione del rumore generato dal traffico stradale e ferroviario è stato utilizzato il modello previsionale SoundPLAN. Il modello messo a punto tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio, la tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, i traffici ed i relativi livelli sonori indotti, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale.

I calcoli sono stati svolti utilizzando il metodo del ray-tracing e sono basati sugli algoritmi e sui valori tabellari contenuti nel metodo di calcolo CNOSSOS-EU.

La procedura di simulazione è la parte centrale e più delicata dello studio acustico presentandosi la necessità di gestire informazioni provenienti da fonti diverse e di estendere temporalmente ad uno scenario di lungo periodo i risultati di calcolo. È stato pertanto necessario:

- realizzare un modello vettoriale tridimensionale del territorio "DTM Digital Terrain Model" esteso a tutto l'ambito di studio del tracciato autostradale in progetto;
- realizzare un modello vettoriale tridimensionale dell'edificato "DBM Digital Building Model", che comprende tutti i fabbricati indipendentemente dalla loro destinazione d'uso;
- definire gli effetti meteorologici sulla propagazione del rumore;
- definire i coefficienti di assorbimento per il terreno e gli edifici;
- definire i dati di traffico di progetto da assegnare alle linee di emissione.

In particolare, il modello geometrico 3D finale contiene:

- morfologia del territorio;
- tutti i fabbricati di qualsiasi destinazione d'uso, sia quelli considerati ricettori sia quelli considerati in termini di ostacolo alla propagazione del rumore;
- altri eventuali ostacoli significativi per la propagazione del rumore;
- cigli marginali delle infrastrutture stradali in progetto, inclusi gli svincoli.

Per una migliore gestione dei dati di ingresso e di uscita dal modello di calcolo Soundplan sono stati definiti e utilizzati dei protocolli di interscambio dati con un GIS ("Geographical Information System").

2.2.3.2. Dati di output

I risultati della modellazione acustica permettono di determinare le condizioni di esposizione al rumore stradale del territorio e dei ricettori contermini l'infrastruttura ricadenti all'interno dell'ambito di studio in termini sia di mappatura acustica al suolo che di valori puntuali rispetto al descrittore acustico $Leq(A)$ nel periodo diurno e notturno.

La mappatura di clima acustico è stata realizzata all'interno di un ambito spaziale di ampiezza complessiva di circa 1 km, esteso per 500 m dal ciglio esterno del tracciato in progetto e relativi svincoli, indipendentemente dalla classe dell'infrastruttura.

Le misure di rumore stradale e ferroviario orientate alle emissioni e descritte nei capitoli precedenti hanno permesso la taratura dei livelli di potenza acustica assegnati al modello previsionale CNOSSOEU.

La calibrazione avviene, quindi, per confronto con misurazioni relative al sito e al caso specifico in esame. Per calibrare o validare il modello di calcolo si variano i valori di alcuni parametri critici al fine di avvicinare i valori calcolati con i valori misurati: ciò richiede che si identifichino con cura i parametri che, per difficoltà nella stima o imprecisione del modello di calcolo, si ritiene abbiano maggiore responsabilità nel determinare differenze tra misure e calcoli.

La mappatura al continuo presenta la distribuzione delle isolivello di livello equivalente in periodo diurno 6-22 e notturno 22-6 all'altezza standard di 4 m di altezza dal piano campagna locale, con campiture a colori a passo 5 dBA conforme alla UNI 9884.

Questa "fotografia" dell'ambiente sonoro ante operam subirà nel tempo variazioni, transitorie per quanto riguarda il corso d'opera, e viceversa permanenti in fase di esercizio. Le variazioni in corso d'opera sono causate all'introduzione dei cantieri lungo il tracciato della tangenziale e del traffico di cantiere, con conseguenti restringimenti di carreggiata, alterazione delle velocità di transito, deviazioni su percorsi alternativi, ecc.

Le variazioni in esercizio sono viceversa diretta conseguenza di una più generale trasformazione e ottimizzazione della mobilità locale e di lunga percorrenza.

2.2.3.2.1. Mappatura acustica

Come già anticipato, la mappatura al continuo presenta la distribuzione delle isolivello di livello equivalente in periodo diurno 6-22 e notturno 22-6 all'altezza standard di 4 m di altezza dal piano campagna locale, con campiture a colori a passo 5 dBA conforme alla UNI 9884.

In Figura 2-104 e Figura 2-105 sono riportati alcuni stralci esemplificativi delle suddette tavole e immagini 3D. Per un approfondimento si rimanda alla documentazione elencata nel precedente paragrafo 2.2.3.

Gli impatti maggiori sono riscontrabili lungo tutto il tracciato esistente della tangenziale e in prossimità delle aree più densamente popolate e cioè in corrispondenza della tratta Alba centro. In quest'area oltre alle due infrastrutture concorsuali (linea ferroviaria e strada regionale) concorrono alla determinazione dei livelli sui ricettori le altre viabilità minori presenti che sono state oggetto di valutazione in questo scenario.

Le simulazioni mettono quindi in evidenza livelli di rumore variabili in relazione alla distanza dalle infrastrutture presenti, con livelli massimi sui primi fronti edificati prossimi e in alcuni casi anche maggiori di 70 dBA in periodo diurno e prossimi a 65 dBA in periodo notturno.

I livelli minimi di rumore sono riscontrabili nelle aree lontane dalle infrastrutture presenti che prevalentemente attraversano trasversalmente l'ambito di studio interessato dal progetto, constatandosi in particolare, livelli inferiori a 45 dBA a distanze da 50 a 250/300 m in relazione all'importanza della viabilità.

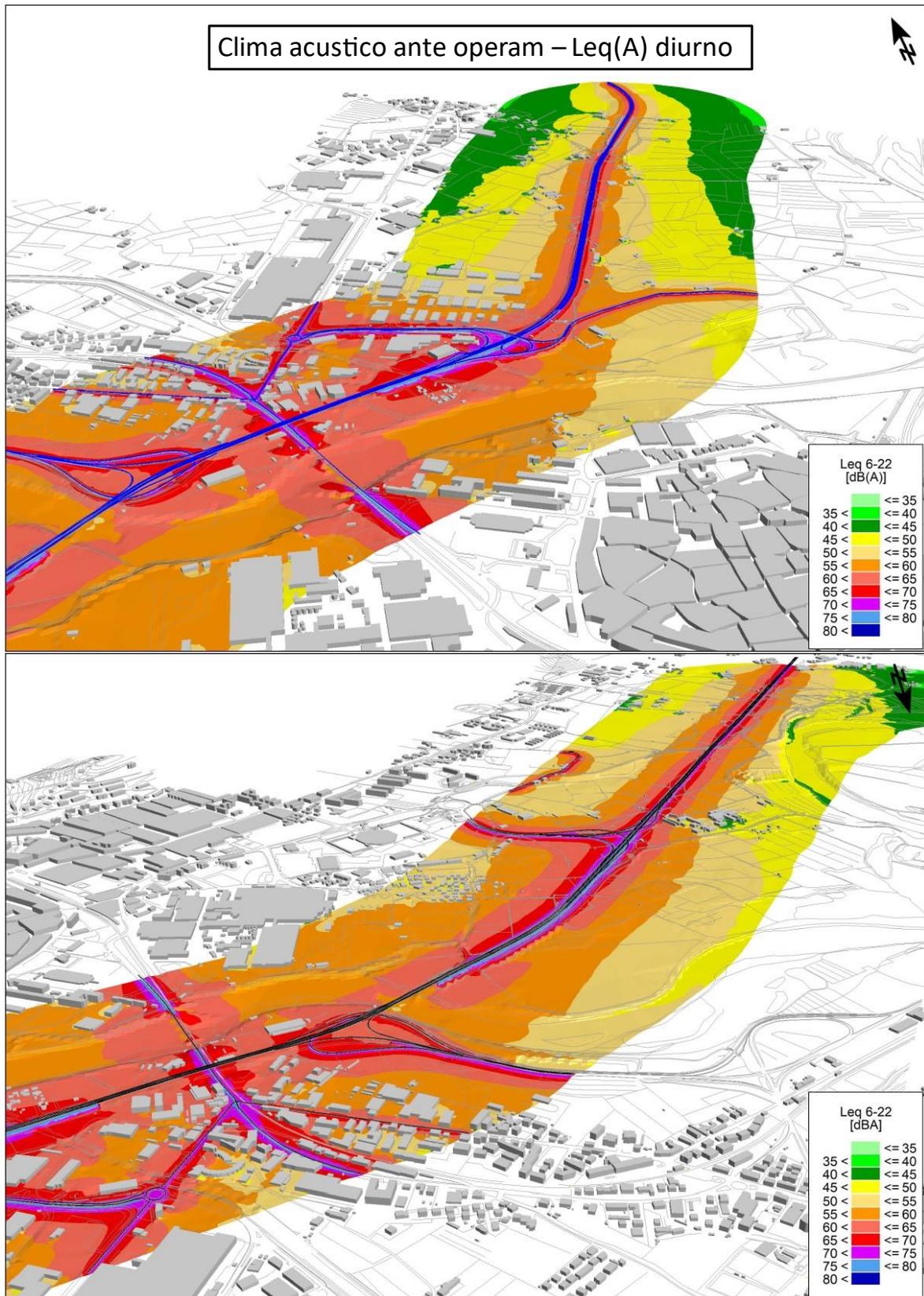


Figura 2-104 Clima Acustico ante operam - periodo diurno

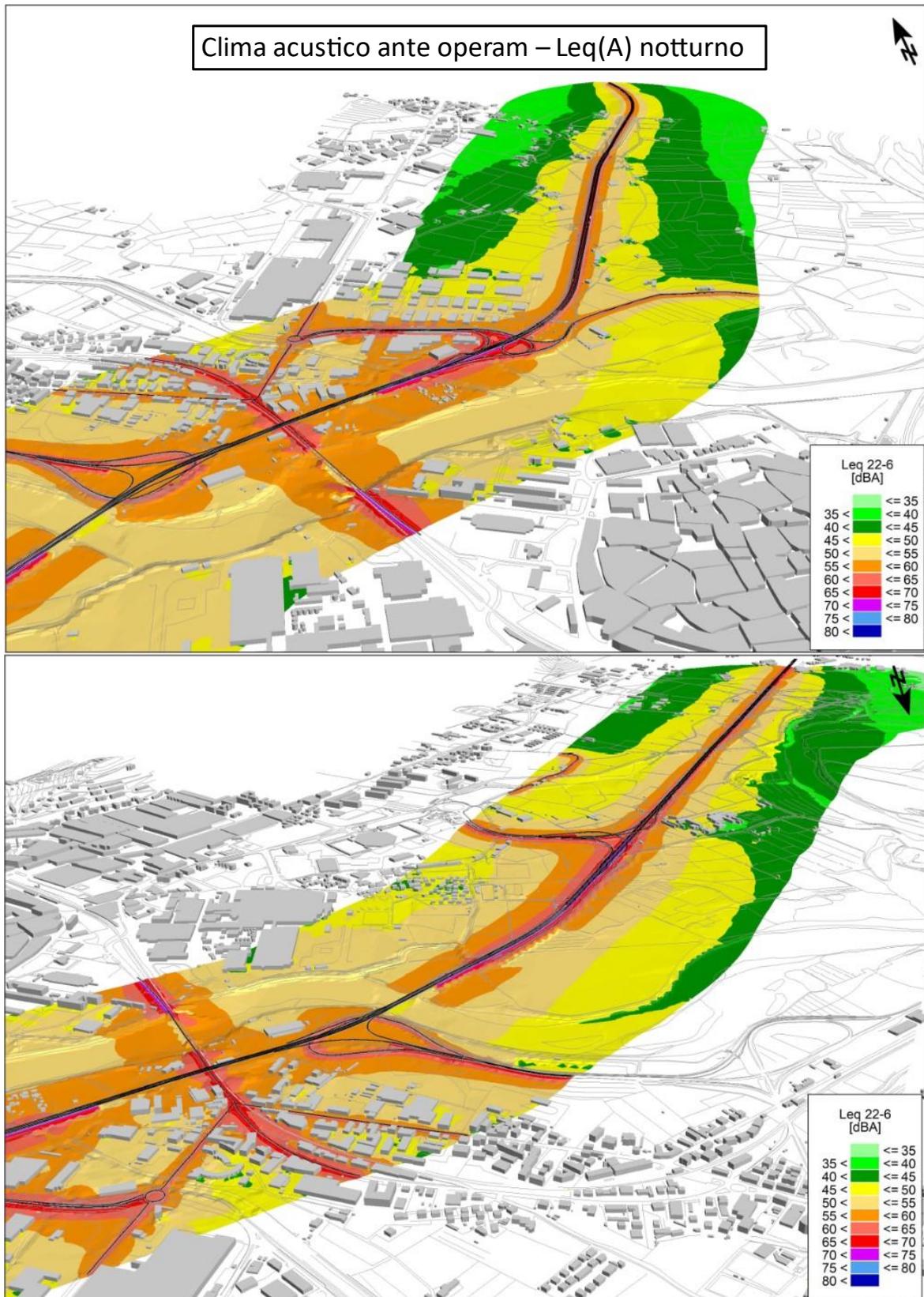


Figura 2-105 Clima Acustico ante operam - periodo notturno

2.2.3.2.2. Valori acustici in corrispondenza dei ricettori

Il secondo output dello studio acustico previsionale consiste nei valori puntuali di $Leq(A)$ calcolati in prossimità di ciascun edificio all'interno dell'ambito di studio secondo la destinazione d'uso e, di conseguenza, del valore limite di riferimento.

Dall'analisi dei calcoli puntuali, si evince una situazione di esubero rispetto ai limiti applicabili sugli edifici posti in prossimità delle infrastrutture principali, dove il contributo delle concorsuali risulta significativo.

I calcoli puntuali sono stati effettuati su tutti i piani e su tutte le facciate di ciascun edificio contenuto all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture in progetto classificati in sede di censimento come:

- Residenziali;
- Industriali-Terziario-Commerciale;
- Culto-Storico.

Per quanto concerne i ricettori sensibili (destinazione d'uso Casa di Riposo) sono stati considerati tutti gli edifici presenti nell'ambito spaziale di studio (fascia di ampiezza di circa 1 km).

I punti di calcolo sono posizionati a 1 m dalla facciata.

Le verifiche puntuali hanno riguardato anche le zone di espansione individuate dagli strumenti urbanistici, con punti di calcolo sul perimetro di ciascun poligono in corrispondenza del lato più esposto a 4 m di altezza dal p.c.

2.3. G2 – VIBRAZIONI

2.3.1. Aspetti introduttivi

Con specifico riferimento alla componente vibrazioni si segnala che non sono presenti sorgenti rilevanti nell'area in esame.

Di seguito si riporta il regime normativo che sarà utilizzato al fine di poter effettuare le valutazioni necessarie alle analisi degli impatti della dimensione costruttiva nelle parti successive dello SIA.

2.3.2. Normativa di riferimento

In relazione alla tematica delle vibrazioni, le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614:1990 "*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 2-81 e Tabella 2-82; 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_w (m/s ²) | L_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 2-81 Valori e livelli limite di riferimento delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse z (UNI 9164:1990, App. A1)

| | a_w (m/s ²) | L_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 2-82 Valori e livelli limite di riferimento delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per gli assi x e y (UNI 9164:1990, App. A1)

La norma UNI 9614:2017 rappresenta la versione più aggiornata e definisce il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici e i criteri di valutazione del disturbo delle persone all'interno degli edifici stessi. La norma modifica, in modo sostanziale, la

versione precedente introducendo un approccio innovativo e profondamente diverso nelle modalità di valutazione dei disturbi da vibrazione. Essa fa riferimento alla ISO 2631-2:2003, prevalentemente per i metodi di misurazione e valutazione, ed alla norma norvegese NS 8176.E. Relativamente alle modalità di misura, si sottolinea che, sebbene esse siano le stesse della versione precedente (UNI 9614:1990), nella versione più attuale (UNI 9614:2017) la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione delle vibrazioni immesse nell'edificio dalla specifica sorgente oggetto di indagine (v_{sor}), quale valore pari al 95esimo percentile della distribuzione cumulata di probabilità della massima accelerazione ponderata $a_{w,max}$ misurata sui singoli eventi. Tale valore viene confrontato con una serie di limiti individuati per gli edifici a seconda della destinazione d'uso e dal periodo temporale di riferimento (diurno 6:00-22:00, notturno 22:00-6:00), il quale rappresenta un ulteriore elemento di novità rispetto al periodo temporale considerato all'interno della precedente versione UNI 9614:1990 (diurno 7:00-22:00, notturno 22:00-7:00).

I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

| | v_{sor} (m/s ²) | L_{sor} (dB) |
|----------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Abitazioni (notte) | 3,6 10 ⁻³ | 71 |
| Abitazioni (giorno) | 7,2 10 ⁻³ | 77 |
| Luoghi lavorativi | 14 10 ⁻³ | 83 |
| Ospedali, case di cura ed affini | 2 10 ⁻³ | 66 |
| Asili e case di riposo | 3,6 10 ⁻³ | 71 |
| Scuole | 5,4 10 ⁻³ | 75 |

Tabella 2-83 Valori limite di riferimento massimi per la massima accelerazione ponderata della sorgente V_{sor} (UNI 9164:2017, Cap. 9)

Le misure devono essere eseguite in conformità alla suddetta norma tecnica. In particolare, la durata complessiva è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessaria ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura. Nel caso del rumore prodotto dalle attività di cantiere, le diverse attività dello stesso costituiscono una sorgente di disturbo con caratteristiche molto diverse da caso a caso; nella maggioranza dei casi, tuttavia, si tratta di fenomeni transitori di breve durata facilmente isolabili nella storia temporale delle attività. Come riportato nell'appendice A.4 – *Vibrazioni prodotte da attività di cantiere* della normativa vigente, per le attività di cantiere è necessario che i valori misurati siano raggruppati per tipologia di attività o quantomeno di scenario di cantiere. All'interno di un'attività o scenario di cantiere, il numero minimo di eventi da considerare è 15.

La norma UNI 9916:2004 "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 2-84.

| | 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 2-84 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.