

COMUNE DI BOLOGNA

Piano Operativo Comunale (POC)
con valore ed effetti di Piano urbanistico Attuativo (PUA)
(ai sensi dell'art. 30, c. 4 della LR 20/2000)

**in Variante al Piano Particolareggiato di Iniziativa Pubblica
della Zona Integrata di Settore (ex PRG '89)**
R5.3 - Bertalia Lazzaretto

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO (APPROVAZIONE)

Il Sindaco (Virginio Merola)	L'Assessore Urbanistica, Edilizia privata, Ambiente Tutela e Riqualificazione del Centro Storico (Valentina Orioli)	Il Segretario Generale (Roberto Finardi)
---------------------------------	--	---



Direzione e Coordinamento Generale:
Dipartimento Riqualificazione Urbana
Settore Piani e Progetti Urbanistici
Direttore: arch. Francesco Evangelisti
(Responsabile del Procedimento)



Elaborazione e coordinamento progettuale:
FINANZIARIA BOLOGNA METROPOLITANA S.p.A.



Ideazione progettuale della variante:
Prof. Arch. Piero Sartogo - SARTOGO ARCHITETTI ASSOCIATI



Studio Ambientale e Analisi Risposta Sismica Locale
AIRIS srl: ing. Francesco Mazza

Studio delle aree verdi e delle essenze:
HYDROPLANT snc
Analisi numeriche, calcolo e verifica delle reti idrauliche:
ing. Angelo Maria Zanotti
Verifiche numeriche idrauliche dei lotti da D1 a D6:
Dr. Valeriano Franchi

OGGETTO
TAVOLA: STUDIO AMBIENTALE

Livello: DEFINITIVO	Scala: Data: settembre 2017 Nome file: Aggiornamento:	Tavola: SA
----------------------------	--	--------------------------

INDICE

INTRODUZIONE.....	1-1
-------------------	-----

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

1	INTODRUZIONE	1-1
2	LA VERIFICA DI CONFORMITÀ AI VINCOLI NORMATIVI E TUTELE DELLA PIANIFICAZIONE.....	2-2
2.1	<i>Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)</i>	2-2
2.2	<i>PSC Bologna</i>	2-12

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

1	MOBILITA' E TRAFFICO	1-1
1.1	<i>La rete stradale di riferimento e i flussi di traffico attuali</i>	1-2
1.1.1	<i>Caratterizzazione dell'assetto viario di riferimento</i>	1-2
1.1.2	<i>I rilievi di traffico</i>	1-5
1.1.3	<i>I flussi di traffico sulla rete stradale nello scenario attuale</i>	1-15
1.1.4	<i>L'accessibilità all'ambito della Variante allo stato attuale</i>	1-22
1.2	<i>Lo Scenario Tendenziale</i>	1-25
1.2.1	<i>Lo scenario insediativo Tendenziale dell'ambito oggetto di studio</i>	1-26
1.2.2	<i>Gli assetti della rete stradale di riferimento per lo scenario Tendenziale</i>	1-33
1.2.3	<i>I flussi di traffico negli scenari Tenzenziali di medio e lungo termine</i>	1-38
1.2.4	<i>L'accessibilità al comparto nello scenario Tendenziale</i>	1-45
1.3	<i>Lo Scenario della Variante al Piano Particolareggiato</i>	1-47
1.3.1	<i>Lo scenario insediativo futuro della Variante al Piano Particolareggiato</i>	1-48
1.3.2	<i>Gli assetti della rete stradale di riferimento per lo scenario futuro della Variante</i>	1-52
1.3.3	<i>L'accessibilità al comparto nello scenario futuro di Variante al P.P. vigente</i>	1-54
1.3.4	<i>I flussi di traffico negli scenari futuri di Variante a medio e lungo termine</i>	1-56
1.4	<i>Verifica degli effetti del progetto sulla mobilità - Valutazione di sostenibilità</i>	1-64
1.4.1	<i>Confronto e valutazione dei parametri trasportistici per la rete stradale di riferimento negli scenari futuri</i>	1-64
1.4.2	<i>Verifica dei parametri trasportistici per la rotatoria di via Sabena-via Terracini – Rotatoria 35° Reggimento fanteria Pistoia - negli scenari</i>	

	futuri	1-71
1.5	Considerazioni conclusive	1-84
2	INQUINAMENTO ACUSTICO.....	2-1
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2-2
2.2	CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO DI INTERVENTO	2-6
2.2.1	Sorgenti di rumore	2-6
2.2.2	Indagini strumentali per Il clima acustico attuale	2-9
2.2.2.1	rilievi fonometrici	2-9
2.2.2.2	principali parametri acustici e i risultati dei rilievi	2-15
2.2.3	I flussi veicolari e ferroviari	2-18
2.2.4	Il rumore aeroportuale	2-18
2.2.5	La sorgente costituita dal People Mover	2-19
2.3	I LIVELLI ACUSTICI CALCOLATI PER LO SCENARIO ATTUALE	2-20
2.3.1	I livelli sonori simulati	2-21
2.4	I LIVELLI ACUSTICI CALCOLATI PER GLI SCENARI FUTURI	2-22
2.5	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	2-24
3	INQUINAMENTO ATMOSFERICO.....	3-1
3.1	QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO E DELLA PIANIFICAZIONE DI SETTORE	3-2
3.2	LO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA NELLO SCENARIO ATTUALE	3-6
3.2.1	Emissioni di inquinanti atmosferici nello scenario ante operam	3-15
3.3	LO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA NELLO SCENARIO FUTURO	3-17
3.3.1	Emissioni di inquinanti atmosferici nello scenario futuro	3-17
3.4	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	3-21
4	VEGETAZIONE ED ECOSISTEMI	4-1
4.1	Riferimenti Normativi	4-1
4.2	Caratterizzazione dello stato attuale	4-5
4.2.1	Il comparto di intervento	4-7
4.2.2	Caratterizzazione dell'intorno del comparto	4-30
4.3	Scenario tendenziale: l'attuazione del PP	4-34
4.4	Lo scenario futuro: il progetto di variante	4-41
4.4.1	Gli effetti attesi	4-1

5	ENERGIA.....	5-1
5.1	Introduzione.....	5-1
5.2	Quadro di riferimento normativo e della pianificazione di settore	5-4
5.3	Analisi dello schema progettuale, in relazione al controllo dell’apporto energetico solare.....	5-12
5.3.1	Disponibilità di luce naturale	5-12
5.3.2	Radiazione solare.....	5-15
5.4	Bilancio energetico dell’intervento	5-24
5.4.1	Premessa.....	5-24
5.4.2	Scenario tendenziale.....	5-25
5.4.3	Scenario futuro	5-25
5.5	Bilancio emissivo dell’intervento.....	5-31
5.6	Sfruttamento delle Fonti rinnovabili e assimilate	5-34
5.6.1	Produzione di energia termica.....	5-34
5.6.2	Produzione di energia elettrica.....	5-36
5.7	Considerazioni conclusive	5-38
6	RADIAZIONI NON IONIZZANTI	6-1
6.1	Premessa.....	6-1
6.2	Riferimenti normativi	6-2
6.2.1	Distanza di prima approssimazione DPA	6-5
6.3	Caratterizzazione della componente nello stato attuale.....	6-7
6.3.1	Le sorgenti ad alta frequenza nello scenario attuale.....	6-7
6.3.2	Le sorgenti a bassa frequenza nello scenario attuale.....	6-9
6.4	Caratterizzazione della componente nello stato di progetto	6-10
6.4.1	Le sorgenti ad alta frequenza nello scenario di progetto	6-10
6.4.2	Le sorgenti a bassa frequenza nello scenario di progetto	6-12
7	SUOLO, SOTTOSUOLO, ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE.....	7-1
7	SUOLO – SOTTOSUOLO - ACQUE.....	7-1
7.1	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	7-2
7.1.1	Qualità dei terreni interessati da attività estrattive	7-9
7.1.2	Potenziali situazioni di rischio ambientale.....	7-14
7.1.3	Interferenze tra gli interventi progettuali e i suoli.....	7-16
7.2	SISMICITÀ.....	7-18

7.3 ACQUE.....	7-29
7.3.1 Idrogeologia.....	7-29
7.3.2 Idrografia e rischio idraulico	7-30
7.3.3 Interventi progettuali con riferimento al sistema acque	7-33
7.3.4 Interferenze tra gli interventi progettuali ed i corpi idrici superficiali e sotterranei	7-35
7.3.4.1 Interferenza con corpi idrici superficiali.....	7-35
7.3.4.2 Vulnerabilità idrogeologica.....	7-36
7.4 SINTESI E CONCLUSIONI.....	7-39

ALLEGATI

- Rapporti dei rilievi di traffico
- Rapporti dei rilievi fonometrici certificati;
- Caratteristiche tecniche della catena di misura certificazione del fonometro;
- Flussi di traffico ferroviario da studio RFI per l'Alta Velocità
- Livelli acustici calcolati sui ricettori

1 INTRODUZIONE

Oggetto del presente studio è la proposta di variante al PUA R5.3. Bertalia Lazzaretto approvato nel 2007.

La variante si riferisce in particolare al lotto D, che non prevede più gli usi universitari, ma analogamente alla maggior parte dei lotti usi residenziali e terziario-commerciali. Si evidenzia inoltre che è stata stralciata l'area dell'urbanizzazione secondaria U.3.2 e è stata inserita con la stessa SU un'area P1 nella porzione Nord a confine con via Terracini e via Zanardi. Nei lotti sono state apportate modifiche non significative agli usi e alle altezze degli edifici.

La variante recepisce inoltre le previsioni infrastrutturali del people mover e le modifiche apportate da progetto della nuova viabilità sostitutiva di via del Pane.

Il presente Studio è così articolato:

- Il Quadro di riferimento programmatico contenente gli elementi conoscitivi dei principali strumenti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale riguardanti il sito o la variante in oggetto.
- Il Quadro di riferimento ambientale che contiene l'analisi dell'ambito territoriale interessato dalla variante secondo le diverse componenti ambientali esaminate nella situazione attuale e nello scenario futuro, delineando le eventuali opere di mitigazione da realizzare. Gli effetti ambientali della proposta sono stati analizzati e verificati dal confronto tra lo scenario del PUA approvato nel 2007 e oggi a tutti gli effetti vigente e lo scenario di progetto del nuovo PUA proposto

L'ambiente è descritto nei sistemi interessati dal progetto, evidenziando le aree, le componenti ed i fattori, nonché le relazioni fra di essi che mostrano eventuali caratteri di criticità.

Secondo criteri analitici e previsionali vengono poi stimati qualitativamente e quantitativamente gli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale, nonché le interazioni degli impatti con le diverse componenti e i fattori ambientali, anche in relazione ai rapporti esistenti tra di essi.

Vengono descritte le prevedibili evoluzioni, a seguito della realizzazione dell'intervento, dei sistemi ambientali descrivendone le modificazioni dei livelli di qualità rispetto alla situazione preesistente.

Vengono infine indicati ove necessario gli interventi di mitigazione degli effetti maggiormente negativi rispetto al PUA 2007.

Lo studio contiene in particolare una determinazione qualitativa e quantitativa, sulla base dei dati disponibili e ove necessario, anche attraverso rilievi in loco e l'impiego di opportuni modelli previsionali, degli effetti diretti e indiretti che l'attuazione del Progetto di variante al P.P. potrà generare in termini di pressione sulle risorse ambientali e sul territorio

insediato nell'intorno.

Tenendo conto delle caratteristiche dell'opera da realizzare, e di quelle del sito proposto, sono state analizzate in particolare le seguenti componenti ambientali:

- viabilità e traffico;
- inquinamento acustico;
- inquinamento atmosferico;
- vegetazione ed ecosistemi;
- energia;
- radiazioni non ionizzanti;
- suolo, sottosuolo e acque.

Le fasi principali in cui si è articolato lo Studio sono:

- L'analisi del sito nella situazione attuale: in cui sono stati esaminati i livelli qualitativi e quantitativi delle componenti ambientali considerate nella situazione attuale antecedente l'attuazione dell'intervento.
- L'analisi del sito nello scenario futuro: in cui sono state analizzate e quantificate le conseguenze potenziali dell'attuazione del PP attuato nel 2007 e del nuovo PUA proposto su ciascuna delle componenti ambientali considerate, al fine di verificarne gli impatti.
- Azioni di mitigazione degli impatti: già in parallelo alla redazione del progetto sono state considerate e assunte le misure di mitigazione degli impatti potenziali al fine di migliorare la compatibilità ambientale dell'intervento da realizzare.

QUADRO PROGRAMMATICO

1 INTODRUZIONE

Il presente capitolo riporta gli elementi oggetto della proposta di variante la Piano Particolareggiato approvato nel 2007 relativo al comparto R5.3 ZIS Bertalia Lazzaretto e la verifica rispetto ai vincoli e alle tutele degli strumenti di pianificazione e programmazione territoriale riguardanti l'ambito.

I principali strumenti di *pianificazione generale territoriale e urbanistica* analizzati sono:

- il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Bologna;
- il PSC del comune di Bologna;

Per quanto riguarda la *pianificazione settoriale* (Piano Territoriale Paesaggistico Regionale, Piano stralcio di Bacino per il sistema idraulico Navile/Savena Abbandonato, Piano di Gestione Qualità dell'Aria, Classificazione acustica comunale) i relativi strumenti pianificatori sono esaminati nei capitoli afferenti alle specifiche componenti.

La verifica della presenza di vincoli provenienti da disposizioni di legge, nazionali o regionali sull'ambito è stata svolta facendo riferimento alla Carta Unica del Territorio del PSC di Bologna, che li ha recepiti e messi a sistema.

2 LA VERIFICA DI CONFORMITÀ AI VINCOLI NORMATIVI E TUTELE DELLA PIANIFICAZIONE

Di seguito si riporta l'analisi dei vincoli normativi e tutele della Carte unica del territorio (PSC) e del PTCP per la verifica di conformità della proposta di variante al PP R5.3 Bertalia-Lazzaretto.

Nel presente capitolo sono analizzati:

- il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Bologna, per le Varianti non ancora recepite nel PSC, ovvero:
 - Variante al PTCP in recepimento del Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione, approvata con Delibera del Consiglio Provinciale n°15 del 04/04/2011;
 - Variante non sostanziale al PTCP per il recepimento dei Piani Stralcio per i Bacini dei Torrenti Samoggia e Senio e aggiornamenti-rettifiche di errori materiali approvata con Delibera del Consiglio Provinciale n°27 del 25/06/2012;
 - Variante al PTCP per modifica puntuale della perimetrazione delle zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura (tav 2B) approvata con Delibera del Consiglio Provinciale n°36 del 24/06/2013;
 - Variante al PTCP in materia di riduzione del rischio sismico Delibera del Consiglio Provinciale del n°57 del 28/10/2013.
- Il PSC del comune di Bologna, limitatamente alla Carta Unica del Territorio e al Quadro normativo.

Per quanto riguarda la *pianificazione settoriale* (Piano Territoriale Paesaggistico Regionale, Piano stralcio di Bacino, Piano di Gestione Qualità dell'Aria, PAIR, Classificazione acustica comunale) i relativi strumenti pianificatori sono esaminati nei capitoli dello Studio ambientale afferenti alle specifiche componenti.

La verifica della presenza di vincoli provenienti da disposizioni di legge, nazionali o regionali sull'ambito è stata svolta facendo riferimento alla Carta Unica del Territorio del PSC di Bologna.

2.1 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)

Nel presente paragrafo sono esaminati i vincoli e le tutele imposte dal PTCP che interessano l'ambito in oggetto.

Relativamente alla **Tutela dei sistemi ambientali e delle risorse naturali e storico culturali**, i cui elementi sono cartografati nella **Tavola 1** del PTCP e i cui riferimenti normativi sono contenuti nei titoli 3 (*Pianificazione integrata per la valorizzazione delle risorse naturali e paesaggistiche*), 4 (*Tutela della rete idrografica e delle relative pertinenze e sicurezza idraulica*), 7 (*Tutela di altri sistemi, zone ed elementi naturali e paesaggistici*) e 8 (*Tutela delle risorse storiche ed archeologiche*) delle Norme di Piano, si evidenzia come l'ambito di intervento ne sia solo scarsamente interessato:

- è evidenziato il corso della **canaletta Ghisiliera** come *“Canale Storico”*, normate dall’Art. 8.5 delle NTA;
- è evidenziata un’area più o meno baricentrica al comparto, perimetrata come parte del *“Sistema delle aree forestali”*; normate dall’Art. 7.2 delle NTA. *Le aree forestali sono sottoposte alle prescrizioni dettate dalla legislazione e dalla normativa nazionale e regionale vigente in materia forestale;*
- infine, una porzione del comparto risulta ricadere all’interno delle *“Zone di particolare interesse paesaggistico – ambientale della pianura: Zone di rispetto dei nodi ecologici”*, normate dall’Art. 7.4;

Rispetto a queste tutele, la variante non ha apportato modifiche rilevanti al progetto, confermando anche la valorizzazione della canaletta Ghisiliera.

Rispetto alla Tavola 2A del PTCP *“Rischio da frana, assetto versanti e gestione delle acque meteoriche”*:

- l’ambito di intervento rientra nella perimetrazione soggetta alle prescrizioni dell’art. 4.8¹ *Gestione delle acque meteoriche* che impone la separazione tra ABC² (da inviare in fognatura) e ABNC³ per le quali prevedere accumulo e laminazione prima della loro immissione in un corso d’acqua o collettore di bonifica ricevente, individuato dall’Autorità idraulica competente, nei modi e nelle quantità da essa prefissate⁴.
- Inoltre l’ambito è soggetto alle prescrizioni dell’art 5.6⁵ *“Misure per la riduzione dell’inquinamento veicolato dalle acque meteoriche”*, che disciplina la separazione e le modalità di smaltimento delle acque bianche contaminate e non contaminate ai sensi della Del. G.R 286/2005; prescrive le modalità di raccolta e smaltimento delle acque raccolte sulle superfici stradali e le pavimentazioni impermeabili delle nuove urbanizzazioni (canali filtranti eventualmente integrati da bacini di ritenzione), l’uso di pavimentazioni *“drenanti”*⁶ per i parcheggi.

Il PUA approvato prevede la separazione della prima pioggia, con recapito nelle fognature comunali, non necessita invece di laminazione acque, poiché scarica direttamente nel Reno, come da progetto definitivo delle reti approvato. Il progetto è stato modificato, in corrispondenza delle parti in variante del PUA, seguendo gli stessi principi del progetto approvato.

Rispetto alla Tavola 2B del PTCP *“Tutela delle acque superficiali e sotterranee”* l’ambito di

¹ Tale articolo, come le Tavole 2A e 2B, è stato integrato tramite Variante al PTCP in recepimento del Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione, approvata con Delibera del Consiglio Provinciale n°15 del 04/04/2011.

² Per ABC si intendono le acque di prima pioggia e le acque reflue di dilavamento così come definite dalle D.G.R. 286/2005 e D.G.R.1860/06.

³ Per ABNC si intendono tutte le acque meteoriche di *“seconda pioggia”* e tutte le acque meteoriche escluse dall’ambito di applicazione della D.G.R 286/2005 e D.G.R.1860/06.

⁴ Un volume complessivo di almeno 500 m3 per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto.

⁵ Tale articolo, come le Tavole 2A e 2B, è stato integrato tramite la *“Variante al PTCP in recepimento del Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione”*, approvata con Delibera del Consiglio Provinciale n°15 del 04/04/2011.

⁶ Vedi allegato 1 scheda 4 della *“Relazione – Variante in recepimento del PTA regionale”*.

intervento interessa le Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura (PTCP Artt.5.2 e 5.3) – Area di ricarica di tipo B: *aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda: generalmente presenti tra la zona A e la pianura, idrogeologicamente identificabili come sistema debolmente compartimentato in cui alla falda freatica superficiale segue una falda semiconfinata in collegamento per drenanza verticale. In tali zone*

Gli ambiti per i nuovi insediamenti (L.R. 20/2000) dovranno presentare indici e parametri urbanistici tali da garantire il mantenimento di una superficie permeabile (v.) pari almeno al 35% della superficie territoriale ricadente in zona B. Una quota non superiore al 10% della superficie permeabile potrà essere costituita da pavimentazioni permeabili (v.) e coperture verdi (v.). Per gli ambiti ricadenti all'interno del territorio urbanizzato, gli ambiti da riqualificare e gli ambiti interessati da interventi di sostituzione di rilevanti parti dell'agglomerato urbano, come individuati negli strumenti urbanistici alla data di approvazione della Variante al PTCP in recepimento del PTA (v.), non vale l'obbligo al raggiungimento delle percentuali suddette. Nel caso di interventi in tali ambiti i Comuni dovranno comunque perseguire l'obiettivo di miglioramento quantitativo della funzione di ricarica dell'acquifero, prescrivendo significative percentuali minime di superficie permeabile da garantire, tendenti a raggiungere le percentuali richieste agli ambiti per i nuovi insediamenti. Ai fini del calcolo delle percentuali suddette, la superficie territoriale è considerata al netto delle eventuali aree cedute al di fuori dell'ambito interessato dalle nuove urbanizzazione o dai nuovi interventi edilizi.

L'ambito rientra nel territorio urbanizzato. La variante al piano particolareggiato ha un effetto positivo, in quanto comporta un aumento delle aree verdi da 30.6 ha a 31.3 ha che corrispondono rispettivamente al 41.8% e al 43.2%, quindi conforme all'art. 5.3.

La Tavola 2C del PTCP *“Rischio Sismico - Carta provinciale degli effetti locali attesi”* costituisce un primo livello di approfondimento, identificando scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio provinciale. Fornisce inoltre prime indicazioni sui limiti e le condizioni per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. Rappresenta infine uno strumento propedeutico per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione. La Tavola 2C opera una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna tipologia di esse, indica le indagini e/o analisi di approfondimento che devono essere effettuate dagli strumenti di pianificazione successivi, nonché indicazioni normative sugli interventi ammissibili nelle aree caratterizzate da pericolo sismico elevato. I Comuni, nell'ambito della redazione degli strumenti urbanistici, sono chiamati ad approfondire, integrare ed eventualmente modificare sul proprio territorio le perimetrazioni individuate nella Tavola 2C.

- La proposta rientra per la maggior parte nelle aree A. - *Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche Sedimenti fini sovrastanti le conoidi Substrato non rigido con acclività < 30° Depositi di versante con acclività < 30° Depositi alluvionali < 30° Ghiaie di conoide affioranti Alvei attivi e invasi dei bacini idrici Ghiaie di conoide amalgamate sepolte Ghiaie del subsintema di Villa Verrucchio – AES7 (Pleistocene sup.) Ghiaie del subsintema di Ravenna – AES8 (Olocene) Studi geologici con valutazione del coefficiente di amplificazione litologico (approfondimenti di II livello); sui pendii con acclività maggiore di 15° e nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche*

topografiche, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.

- Una porzione minimale centrale rientra nella zona L2. - *Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione Sabbie prevalenti certe Studi geologici con valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del potenziale di liquefazione, nonché dei cedimenti attesi (approfondimenti di III livello nelle fasi di POC e/o di PUA). Qualora gli esiti degli approfondimenti di III livello condotti in sede di pianificazione comunale confermino che le aree sono soggette a liquefazione, qualsiasi intervento edilizio che si realizzi in tali aree dovrà garantire la stabilità dell'area su cui si intende edificare anche a seguito di eventi sismici.* Per le verifiche si rimanda agli studi geologici.
- Infine la maggior parte centrale rientra nella zona R. - *Aree incoerenti/incerte per caratteristiche litologiche e morfologiche Aree di cava, discariche e depositi terre di scavo. Studi geologici con valutazione della risposta sismica locale (approfondimenti di III livello nelle fasi di POC e/o di PUA);*

La proposta di PUA è corredata da uno specifico elaborato analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) bidimensionale (2D), che ottempera a quanto richiesto e non evidenzia particolari criticità.

La lettura della **Tavola n. 3 - Assetto evolutivo degli insediamenti, delle reti ambientali e delle reti per la mobilità** – evidenzia come il comparto in esame si trovi, rispetto all'assetto dei **Sistemi Insediativi**, al limite delle aree urbanizzate, a cavallo tra *Aree urbanizzate e pianificate per usi urbani* (Titoli 10 e 13) la porzione ad ovest della Canaletta Ghisiliera rientra nelle *Discontinuità del sistema insediativo della conurbazione bolognese da salvaguardare* (Art. 10.10).

Nel **Titolo 10** – Territorio Urbano il PTCP delinea gli obiettivi riguardo alla evoluzione degli insediamenti urbani (assicurare e mantenere una elevata *qualità sociale e vitalità economica* degli insediamenti, assicurare *la sostenibilità* degli impatti degli insediamenti sulle risorse del territorio, perseguire una *governance* unitaria delle politiche insediative a scala territoriale) e definisce delle direttive specifiche per la pianificazione di settore (Piani e programmi di settore, provinciali, intercomunali e comunali), fornendo disposizioni in materia di parametri urbanistici, e parametri urbanistico-ecologici; inoltre stabilisce gli indirizzi generali in materia di disciplina urbanistica dei territori urbani e di perequazione urbanistica, e gli indirizzi per il recupero di insediamenti dismessi o in dismissione.

L'Art. 10.5 fornisce Disposizioni in materia di dotazioni di attrezzature e spazi collettivi, ai sensi dell'Art. A-24 della L.R. 20/2000, fissando per l'insieme degli insediamenti residenziali le componenti rispetto alle quali va calcolata in sede di formazione del PSC la popolazione effettiva e potenziale a cui applicare le dotazioni minime pro-capite, e la dotazione-obiettivo (ovvero 'standard') di aree di proprietà pubblica per attrezzature e spazi collettivi, nel rispetto di precisi valori minimi, da applicarsi in tutti i comuni.

L'Art. 10.7 fornisce disposizioni specifiche per *l'Unità di paesaggio della conurbazione bolognese*, in cui il Comparto in esame rientra,

L'Art. 10.10 riguarda tutta la porzione del comparto a ovest della Canaletta Ghisiliera, che costituisce un "varco" nel continuum urbanizzato; l'articolo tratta la *Salvaguardia delle discontinuità del sistema insediativo e delle visuali dalle infrastrutture per la mobilità verso il*

territorio rurale e collinare: esso stabilisce i termini della tutela da rispettare nella formulazione dei PSC rispetto alle aree individuate nella tav. 3, nella porzione centrale maggiormente insediata del territorio provinciale, e precisamente:

- le più significative visuali libere residue dalle maggiori infrastrutture viarie verso il paesaggio agricolo e/o collinare o verso complessi storico-architettonici;
- alcune significative discontinuità fra le aree insediate lungo le principali direttrici insediative della conurbazione bolognese.

In particolare l'articolo stabilisce che:

“Le discontinuità di cui al primo e al secondo punto vanno salvaguardate sia quali scansioni fra abitato e abitato, utili alla conservazione delle reciproche identità, sia in quanto configurino confini percepibili fra territorio urbano e non urbano, sia infine quali eventuali opportunità di connessioni della rete ecologica. A tali fini vanno preferibilmente conservate all'uso agricolo. Qualora non rappresentino anche visuali significative possono anche essere destinate a funzioni urbane non comportanti edificazione se non in misura minima, quali fasce boscate, parchi urbani, orti urbani, attrezzature ricreative e sportive all'aria aperta e simili.”

Il Titolo 13 tratta la **Sostenibilità degli insediamenti**, definendo le dotazioni ecologiche e ambientali e le loro finalità rispetto alle varie componenti (acqua, suolo e sottosuolo, rifiuti, rumore, trasporti e mobilità, energia, elettromagnetismo, ambiente naturale ed ecosistemi, sicurezza), e quindi stabilendo i requisiti qualitativi degli insediamenti in termini di smaltimento e depurazione dei reflui, di gestione dei rifiuti, dell'uso razionale delle risorse idriche, di inquinamento acustico ed elettromagnetico, per l'ottimizzazione energetica e la qualità dell'aria.

Sempre nella **Tavola 3** il corso della **canaletta Ghisiliera** viene riconosciuto come *“corridoio ecologico”*: anche l'analisi della tavola 5 del PTCP (relativa alle reti ecologiche) evidenzia come tale Canaletta sia considerata un *corridoio ecologico esistente* (Art. 3.5, che rimanda per le definizioni all'art. 1.5: **“Corridoi ecologici: sono costituiti da elementi ecologici lineari, terrestri e/o acquatici, naturali e semi-naturali, con andamento ed ampiezza variabili, in grado di svolgere, eventualmente con idonee azioni di riqualificazione, la funzione di collegamento tra i nodi, garantendo la continuità della rete ecologica. I corridoi esistenti coincidono prevalentemente con i principali corsi d'acqua superficiali e le relative fasce di tutela e pertinenza e con il reticolo idrografico principale di bonifica**), rilevandone nel contempo l'interferenza con l'area urbanizzata e pianificata a sud (Istituto Rosa Luxemburg, edificazioni lungo via della Volta). Il corridoio costituito dalla canaletta si protende in profondità nel territorio urbanizzato bolognese, attraversando l'ampio ambito dei Prati di Caprara situato a nord dell'Ospedale Maggiore e delimitato a nord dal parco ferroviario, anch'esso suscettibile a breve di una significativa riconversione.

Inoltre viene identificata una **“direzione di collegamento ecologica”** (Art. 3.5 che rimanda per le definizioni all'art. 1.5: **“Direzioni di collegamento ecologico: rappresentano una indicazione prestazionale, cioè la necessità di individuare fasce di territorio da ricostituire con funzione di corridoio ecologico**) verso le aree perfluviali del Reno, in corrispondenza del sottopassaggio esistente sotto la ferrovia nella porzione nord ovest del comparto, tra le aree di cava.

In riferimento agli aspetti sopra riportati la variante non ha introdotto modifiche significative. Si rileva invece che a nord est del comparto viene individuato una porzione del **“polo**

funzionale” Università – Lazzaretto (Art. 9.4), che prosegue con una ulteriore porzione esterna al comparto ma ad esso tangente verso sud ovest, lungo via del Lazzaretto, in corrispondenza dei Laboratori pesanti in parte già esistenti.

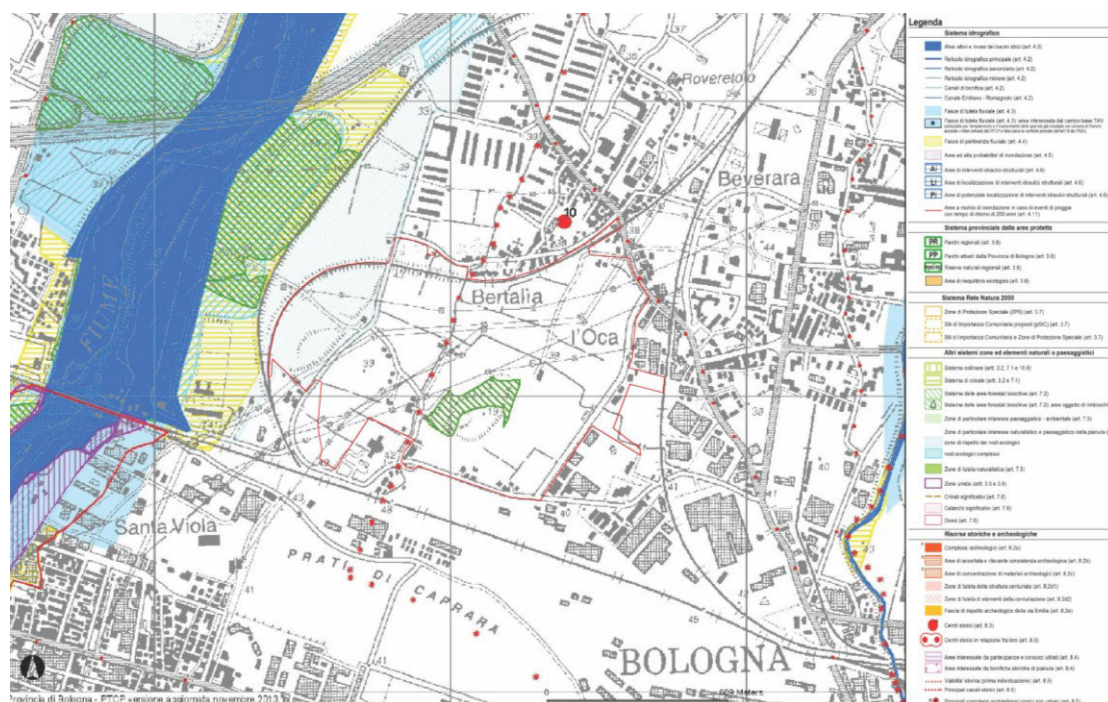
La variante va a modificare, in recepimento di protocolli e accordi già sottoscritti, la previsione di usi universitari nel lotto D, sostituendoli con usi residenziali.

Per quanto riguarda il **Sistema della mobilità Tavole 4a Assetto strategico delle infrastrutture per la mobilità e 4b – Assetto strategico delle infrastrutture e dei servizi per la mobilità collettiva**, il Comparto si trova servito oltre che da due linee del Servizio Ferroviario Metropolitano (SFM) a est e a sud, con due stazioni previste, da un asse classificato come Principale viabilità urbana di penetrazione e distribuzione (Art. 12.8), che lo attraversa da nord (Collegamento alla Tangenziale) e da est (Asse dell’89) verso ovest, e piega verso sud in posizione baricentrica, collegandosi al nuovo asse di scorrimento che sottopassa il parco ferroviario, e costituendo il completamento dell’Asse dell’89 e dell’Asse attrezzato Sud ovest.

Sulle carte si rileva la posizione baricentrica rispetto a due fermate del SFM, collocate su linee servite dai servizi di SFM con frequenza ogni 30 minuti (Art. 12.4) di cui quella a nord sulla linea per Ferrara costituisce un Nodo secondario di interscambio con i servizi di trasporto collettivo su gomma (Art. 12.5: il riferimento è al sistema di trasporto collettivo denominato “tram-métro”).

Nel complesso non risultano interferenze significative né elementi ostativi alla realizzazione della variante al Piano Particolareggiato, la cui progettazione risulta coerente con quanto prescritto.

Fig. Q.Pr.1 - PTCP - Tavola 1 Tutela dei sistemi ambientali e delle risorse naturali e storico culturali

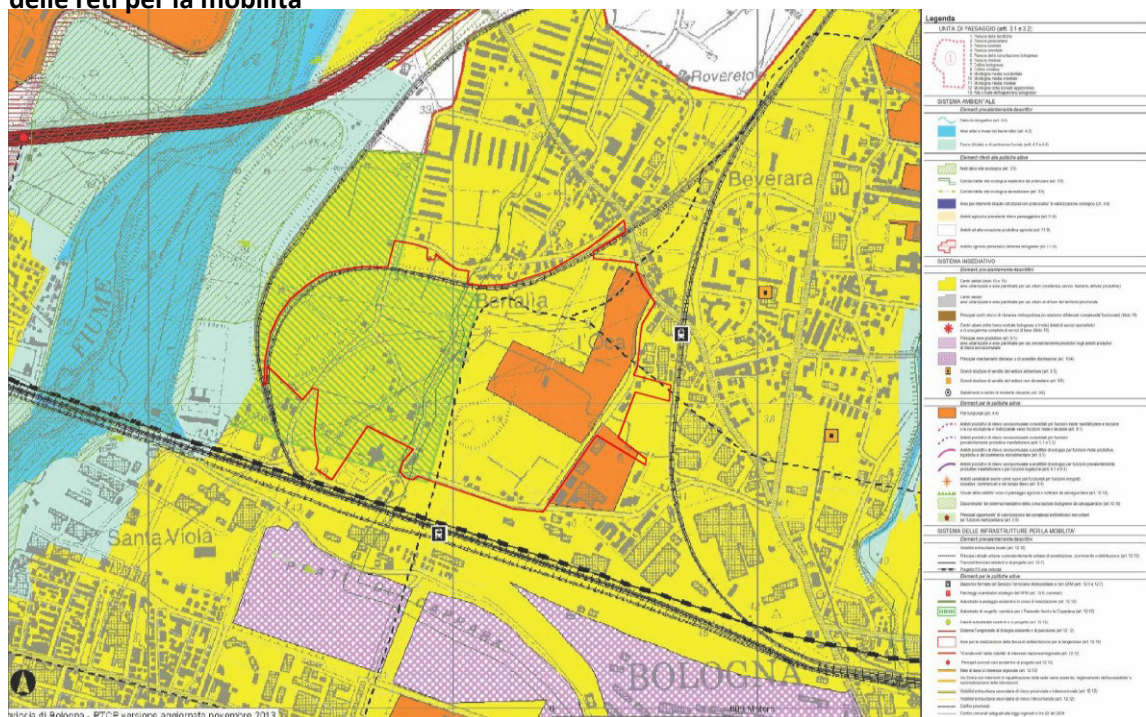


[illegible]

Fig. Q.Pr.4 - PTCF - Tav. 2c Rischio sismico: carta delle aree suscettibili di effetti locali



Fig. Q.Pr.5 - PTCF - Tav. 3 Assetto evolutivo degli insediamenti, delle reti ambientali e delle reti per la mobilità



[illegible]

area ecologica di livello provinciale

- area ecologica semplice (art. 15)
- area ecologica complessa (art. 15)
- zone di rispetto per area ecologica complessa (art. 15)
- area ecologica (art. 15)
- dissesti e acquedotti (art. 15)
- condizioni ecologiche e paesaggistiche (art. 15)
- condizioni ecologiche e paesaggistiche (art. 15)
- zone per interventi strutturali e interventi di valorizzazione ecologica (art. 15)
- zone di collegamento ecologico (art. 15)
- zone di protezione delle aree ecologiche (art. 15)
- zone ecologiche (art. 15)

Progetto di tutela, recupero e valorizzazione delle aree fluviali (art. 17)

- Fiume Reno dalla confluenza del Reno alla casa di Camporosso - Valle Santa
- Fiume Reno - Fiume Sile in Fiume della Vittoria - Sile e confluenza del Sile
- Fiume Reno - Fiume Sile in Fiume della Vittoria - Sile e confluenza del Sile
- Fiume Reno - Fiume Sile in Fiume della Vittoria - Sile e confluenza del Sile
- Fiume Reno - Fiume Sile in Fiume della Vittoria - Sile e confluenza del Sile
- Fiume Reno - Fiume Sile in Fiume della Vittoria - Sile e confluenza del Sile
- Fiume Reno - Fiume Sile in Fiume della Vittoria - Sile e confluenza del Sile
- Fiume Reno - Fiume Sile in Fiume della Vittoria - Sile e confluenza del Sile
- Fiume Reno - Fiume Sile in Fiume della Vittoria - Sile e confluenza del Sile
- Fiume Reno - Fiume Sile in Fiume della Vittoria - Sile e confluenza del Sile

Indicazioni per la tutela ecologica ed ambientale (art. 18)

- Indicazioni per la tutela ecologica ed ambientale (art. 18)
- Indicazioni per la tutela ecologica ed ambientale (art. 18)
- Indicazioni per la tutela ecologica ed ambientale (art. 18)
- Indicazioni per la tutela ecologica ed ambientale (art. 18)
- Indicazioni per la tutela ecologica ed ambientale (art. 18)
- Indicazioni per la tutela ecologica ed ambientale (art. 18)
- Indicazioni per la tutela ecologica ed ambientale (art. 18)
- Indicazioni per la tutela ecologica ed ambientale (art. 18)
- Indicazioni per la tutela ecologica ed ambientale (art. 18)
- Indicazioni per la tutela ecologica ed ambientale (art. 18)

Elementi per la politica delle aree ecologiche (art. 19)

- Elementi per la politica delle aree ecologiche (art. 19)
- Elementi per la politica delle aree ecologiche (art. 19)
- Elementi per la politica delle aree ecologiche (art. 19)
- Elementi per la politica delle aree ecologiche (art. 19)
- Elementi per la politica delle aree ecologiche (art. 19)
- Elementi per la politica delle aree ecologiche (art. 19)
- Elementi per la politica delle aree ecologiche (art. 19)
- Elementi per la politica delle aree ecologiche (art. 19)
- Elementi per la politica delle aree ecologiche (art. 19)
- Elementi per la politica delle aree ecologiche (art. 19)

Elementi di base

- Elementi di base (art. 20)
- Elementi di base (art. 20)
- Elementi di base (art. 20)
- Elementi di base (art. 20)
- Elementi di base (art. 20)
- Elementi di base (art. 20)
- Elementi di base (art. 20)
- Elementi di base (art. 20)
- Elementi di base (art. 20)
- Elementi di base (art. 20)

Provincia di Bologna - PTPC versione aggiornata novembre 2013

2.2 PSC Bologna

Quanto all'analisi del PSC, si è analizzata la "Carta unica del Territorio" approvata con Delibera di C.C. n. 200 del 13/04/2015: le tavole che formano la "Carta unica del territorio" rappresentano i diversi vincoli e le diverse tutele derivanti da leggi e piani sovraordinati o stabiliti dal PSC, ed è stata redatta secondo quanto richiesto dall'art. 19 della L. R. 20/20000 come modificato dall'art. 51 della Legge Regionale n. 15 del 30/07/2013 "Semplificazione della Disciplina edilizia". Si sono considerate la Tavola dei vincoli e le Schede dei vincoli.

- La Tavola *"Tutele – Risorse idriche e assetto idrogeologico"* evidenzia la presenza nell'ambito della canaletta Ghisiliera e della canaletta Lama come *"Alvei attivi ed invasi dei bacini idrici"*, mentre sui due lati sono individuate le *"Fasce di tutela fluviale"*. Per le Modalità di tutela di tali elementi, le Schede dei vincoli rimandano agli art. 4.2 e 4.3 del PTCP. In certi tratti la Canaletta Ghisiliera è evidenziata come *"Reticolo idrografico coperto"*. In queste aree valgono le prescrizioni stabilite ai commi 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 dell'art. 4.3 del PTCP; Inoltre sono *"vietate nella fascia di tutela tutte le opere che comportano impedimento alla possibilità di accesso alle ispezioni e alla manutenzione e/o alla possibilità di ripristino o di realizzazione di nuove ispezioni."*

I nuovi edifici (lotti D1, D2, D3) di variante non interferiscono con i vincoli sopra citati. Si evidenzia inoltre che il PP approvato prevedeva già interventi sulla Canaletta Lama. La variante conferma inoltre la valorizzazione della Canaletta Ghisiliera.

- La Tavola *"Tutele – Elementi naturali e paesaggistici"* riporta la perimetrazione delle "Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale della pianura" definite in relazione alla presenza di spazi caratterizzati da valori di naturalità e di diversità biologica, oltre che da connotati paesaggistici. Sono ammessi interventi volti a consentire la pubblica fruizione delle aree tutelate: la realizzazione di parchi le cui attrezzature, ove non preesistenti, siano mobili o amovibili e precarie; percorsi e spazi di sosta pedonali e per mezzi di trasporto non motorizzati. Per le infrastrutture e gli impianti di pubblica utilità valgono le prescrizioni dell'art. 7.4, commi 3 e 4 del Ptcp. Per gli altri interventi ammissibili valgono le prescrizioni dell'art. 7.4, comma 5 del Ptcp.

Nel comparto è inoltre presente Sistema delle aree forestali boschive. Gli interventi ammessi in tali aree cartografate sono quelli previsti dal D.Lgs. 227/2001 e dall'art. 7.2 del Ptcp e le trasformazioni sono sottoposte al procedimento autorizzativo previsto dall'art. 146 del D.Lgs. 42/2004 e dal D.Lgs. 227/2001. Rispetto alla trasformazione del bosco la tutela si applica ad ogni superficie rispondente alle caratteristiche individuate dal D.Lgs. 227/2001.

La variante al Piano Particolareggiato non ha apportato modifiche nelle aree delle tutele sopra riportate.

- Rispetto alla Tavola *"Tutele – Testimonianze storiche e archeologiche"*, si evidenzia che l'ambito di interesse ricade entro la perimetrazione delle *"Zone a media potenzialità archeologica"*: sono le aree periferiche rispetto a quelle dove è riconoscibile l'impianto urbano dell'età preromana e romana in cui la probabilità di rinvenimenti archeologici è da verificare alla luce dei dati informativi acquisiti e aggiornati dalla Soprintendenza per i Beni

archeologici. Secondo le prescrizioni della Scheda dei vincoli, *“Ogni intervento che presuppone attività di scavo e/o movimentazione del terreno è preventivamente sottoposto alla competente Soprintendenza per i Beni archeologici che potrà subordinare l'intervento a indagini archeologiche preventive.”*

La tavola inoltre individua il corso del canale Ghisiera nel *“Sistema storico delle acque derivate”*, come Canale superficiale in un tratto tombinato. Secondo la Scheda, *“Il sistema storico delle acque derivate è costituito dai corsi d'acqua artificiali ancora presenti nel territorio, dai relativi manufatti idraulici (chiuse, mulini, condotte, ecc.) e dai ponti, pedonali e carrabili, che li attraversano. Finalità della tutela è la conservazione di questi elementi, che sarà accompagnata da azioni volte a renderli riconoscibili e fruibili.”*La tutela prende origine da quanto stabilito dal PTCP, nello specifico all'art. 8.5;

Nell'area si riconoscono alcuni elementi della viabilità storica: via del Lazzaretto, via della Volta (tipo II) e via Agucchi (tipo I). Sono le strade che mantengono caratteri storici ancora leggibili. La tutela prende origine da quanto stabilito dal PTCP, nello specifico all'art. 8.5. La viabilità storica è tutelata ai sensi dell'art. 10, comma 4, lettera g del D.Lgs. 42/2004 qualora abbia carattere urbano, ovvero quando risulti inclusa nel perimetro degli Ambiti storici.

La variante non comporta modifiche rispetto alla viabilità storica, e conferma la valorizzazione della Canaletta Ghisiera.

- Quanto al *“Rischio sismico”*, il riferimento per le analisi è nella Tavola *“Tutele - Rischio sismico”*, secondo la quale l'ambito di interesse ricade entro il *“Sistema delle aree suscettibili di effetti locali”*. Nelle more dell'approvazione della Micro zonazione sismica (II° livello di approfondimento - DAL 112/2007) condotta in sede di pianificazione comunale (PSC), tutte le trasformazioni urbanistiche attuate mediante Piano Operativo Comunale e/o Piano Urbanistico Attuativo devono essere accompagnate da analisi approfondite di risposta sismica locale (III° livello di approfondimento - DAL 112/2007). Per le verifiche si rimanda agli studi geologici.
- La Tavola *“Vincoli – Infrastrutture suolo e servitù”* riporta le fasce di rispetto delle Strade e delle ferrovie, alle quali la proposta deve conformarsi. Entro le fasce di rispetto della ferrovia vigono le prescrizioni e limitazioni previste dal DPR 753/1980; per le fasce di rispetto stradali la Scheda riporta la tabella che ne definisce la ampiezza per le nuove costruzioni, le ricostruzioni conseguenti a demolizioni integrali o gli ampliamenti fronteggianti le strade, in relazione al ruolo loro assegnato dal PSC e con riferimento alla classificazione operata dal *“Nuovo Codice della Strada”* e dal PTCP.

Inoltre, si segnala la presenza di area evidenziate come *“Siti oggetto di procedure di bonifica ai sensi del D. Lgs. 152/06 e ss. mm. e i.”*, rispetto a tali aree la variante non ha comportato modifiche sostanziali, se non in recepimento delle prescrizioni della Del. n. 118/2014 del 27.05.2014 - PG. n. 137627 *“Esito di Conferenze dei Servizi in merito alla bonifica del sito contaminato localizzato a Bologna in Via della Volta (area ex Cava Bertalia). Approvazione dell'Analisi Di Rischio (ADR) per le matrici suolo e acque sotterranee, ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.”*

- Relativamente alla tavola La Tavola *“Vincoli – Elettromagnetismo”* si rimanda allo specifico capitolo.

[illegible][illegible]

[illegible]

[illegible]

QUADRO AMBIENTALE

1 MOBILITA' E TRAFFICO

La Variante al Piano Particolareggiato, oggetto di questo studio, interviene sul piano vigente con modifiche che riguardano sostanzialmente:

- la sostituzione di alcuni usi nella parte nord-est del comparto, da attività universitarie a residenza e altri usi terziari (direzionali e commerciali);
- le modifiche all'assetto viabilistico, da un lato per servire la nuova conformazione urbanistica a nord est, dall'altro prevedendo l'eliminazione della nuova rotatoria su via Sabena (rinviata allo scenario di lungo termine) e dell'accesso al comparto da quest'ultima.

La situazione della rete stradale attuale è determinata dalle vie storiche del Lazzaretto, via Agucchi, via Terracini e via Bertalia, a cui negli ultimi anni si sono aggiunti alcuni nuovi interventi quali la sistemazione dell'intersezione tra via Agucchi e via del Lazzaretto a sud-ovest, la chiusura del passaggio a livello di via del Lazzaretto a sud-est, e la contestuale realizzazione del nuovo asse stradale di via Manzi, di una nuova rotatoria all'intersezione con via Terracini e del sottopasso della linea ferroviaria.

L'analisi delle infrastrutture di trasporto che interessano l'ambito dell'intervento, svolta in questo capitolo, ha come scopo primario di prefigurare e valutare gli effetti diretti sul traffico stradale indotti dalla Variante al P.P. rispetto allo scenario Tendenziale di realizzazione del P.P. vigente, e anche l'obiettivo di fornire un quadro più generale delle infrastrutture di trasporto presenti o comunque previste nello stesso ambito territoriale che, pur non essendo interessate direttamente dalla Variante (o essendolo marginalmente), costituiscono sorgenti di effetti ambientali (rumore, inquinamento dell'aria ecc.) che influenzano in modo determinante l'ambito oggetto di studio.

Il percorso svolto per l'analisi di questa componente è il seguente:

- *ricostruzione delle caratteristiche della rete stradale di riferimento* oggetto di studio, svolta attraverso una ricognizione della situazione attuale al fine di caratterizzare gli assi principali della rete di riferimento per l'ambito in esame; è stata inoltre presa in esame la *rete del trasporto collettivo e la rete delle piste ciclopedonali*;
- *rilievo del traffico presente nella situazione attuale*, attraverso il conteggio dei flussi di traffico transitati sulle principali sezioni stradali e classificazione dei veicoli in leggeri e pesanti, per un periodo temporale di durata pari a 24 ore; tale campagna di monitoraggio ha consentito di ottenere informazioni complete sui transiti in un giorno feriale di riferimento e di raccogliere le informazioni necessarie alla correlazione con le misure fonometriche per l'analisi del clima acustico;
- ricostruzione dell'andamento del traffico sui rami del grafo della viabilità per le 24 ore di un giorno medio settimanale- *scenario attuale*-, sia come distribuzione oraria che come tipologia di veicoli (leggeri, pesanti), sulla base dei rilievi diretti già effettuati;
- *quantificazione dei volumi di traffico* sulla rete stradale, generato dalle modifiche al P.P. vigente proposte nella Variante, attraverso l'assunzione di parametri di generazione

correlati al carico urbanistico variato.

- simulazione di due *scenari futuri*: uno scenario *Tendenziale* con riferimento a un giorno feriale dello scenario di medio termine definito dal POC del Comune, con i necessari aggiornamenti per quanto già attuato nell'intorno dell'ambito di studio, con la completa attuazione del P.P. vigente; uno *scenario futuro di variante* in cui nello scenario tendenziale vengono apportate le modifiche insediative e infrastrutturali introdotte nella Variante; l'analisi dello scenario di traffico, che necessita di complessi strumenti di simulazione della rete, per un'area più estesa di quella direttamente interessata dalla Variante, è sviluppato attraverso l'impiego di uno specifico modello di simulazione (VISUM) realizzato sulla base del modello in uso presso il Settore Mobilità Urbana del Comune di Bologna per la valutazione del POC; in analogia con quanto previsto nel P.P. vigente sono stati considerati, per ciascuno scenario futuro, due assetti della rete stradale di medio termine e di lungo termine;
- dal confronto tra i flussi di traffico nella situazione tendenziale e nello scenario futuro di variante, è stata valutata l'incidenza del traffico generato-attratto dall'intervento sulla configurazione complessiva del traffico veicolare;
- infine è stata valutata, con un modello di micro simulazione (VISSIM), l'efficienza dell'intersezione tra via Sabena e via Terracini, determinandone il livello di servizio (LOS) nell'ora di punta del mattino.

I risultati delle analisi effettuate sono descritti nei paragrafi che seguono, in allegato si riportano i dati dei rilievi effettuati.

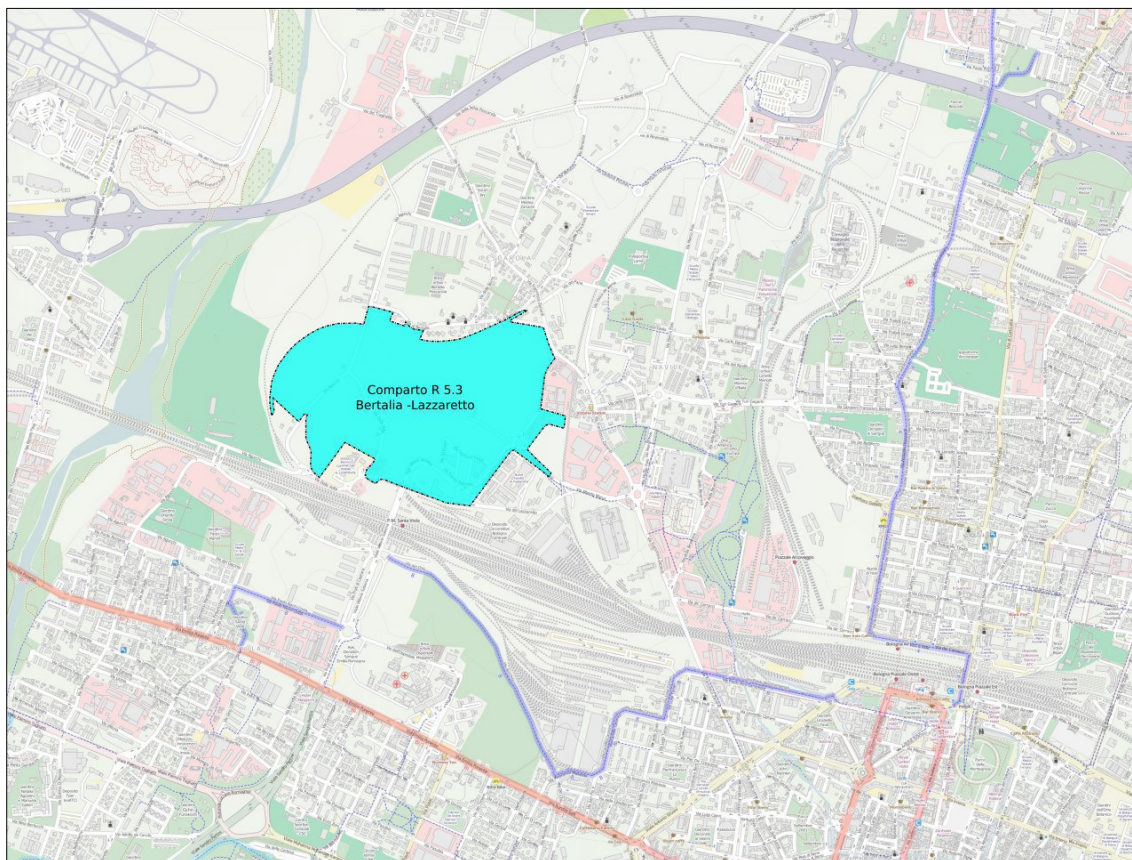
1.1 La rete stradale di riferimento e i flussi di traffico attuali

1.1.1 Caratterizzazione dell'assetto viario di riferimento

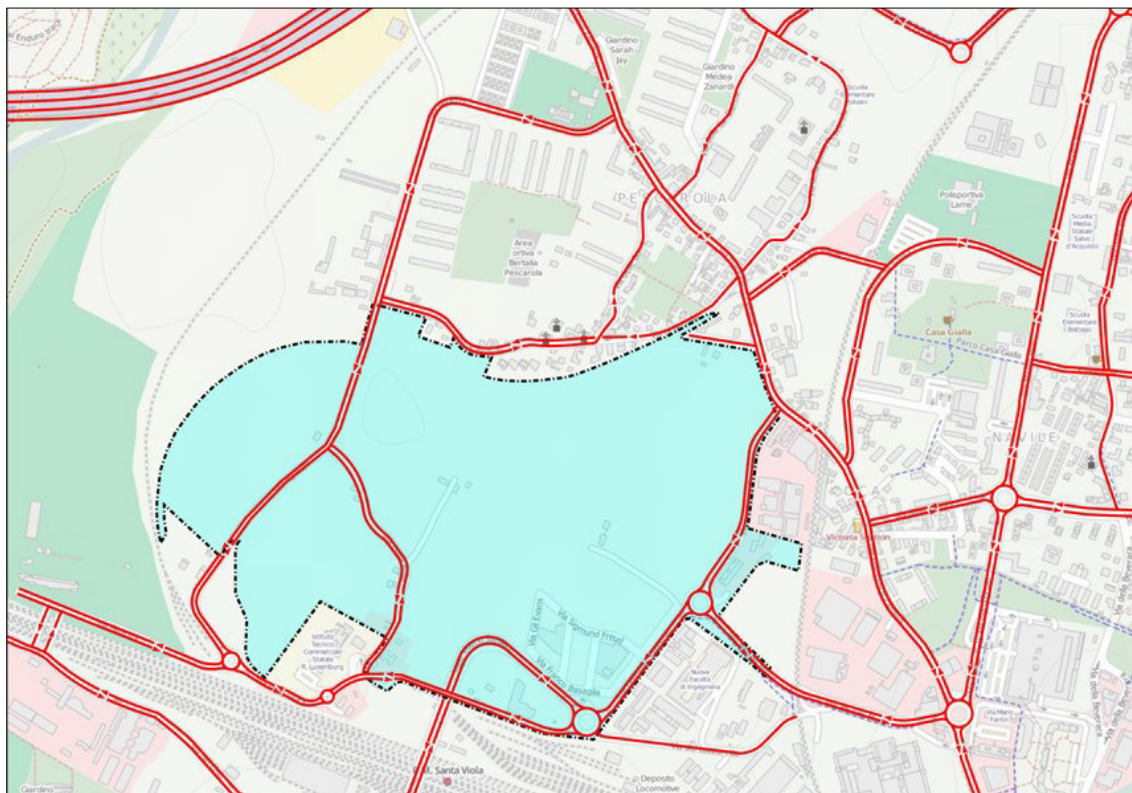
L'ambito territoriale oggetto di analisi, riguardante il comparto R5.3 Bertalia -Lazzaretto è situato nel quadrante nord -ovest dell'area urbana di Bologna, in un area di circa 74 ha delimitata a sud dalla linea ferroviaria Bologna-Milano, a ovest dalla linea ferroviaria di Cintura, a nord dal quartiere Bertalia e a est da via Terracini.

Nell'ambito oggetto di studio, la maglia della viabilità principale è costituita da un poligono formato a nord da via di Bertalia a est da via Umberto Terracini e in parte da via Francesco Zanardi, a ovest da via Agucchi e a sud da via Vittorio Sabena, via della Volta e via del Lazzaretto.

Img. 1.1 - Corografia dell'area oggetto di intervento



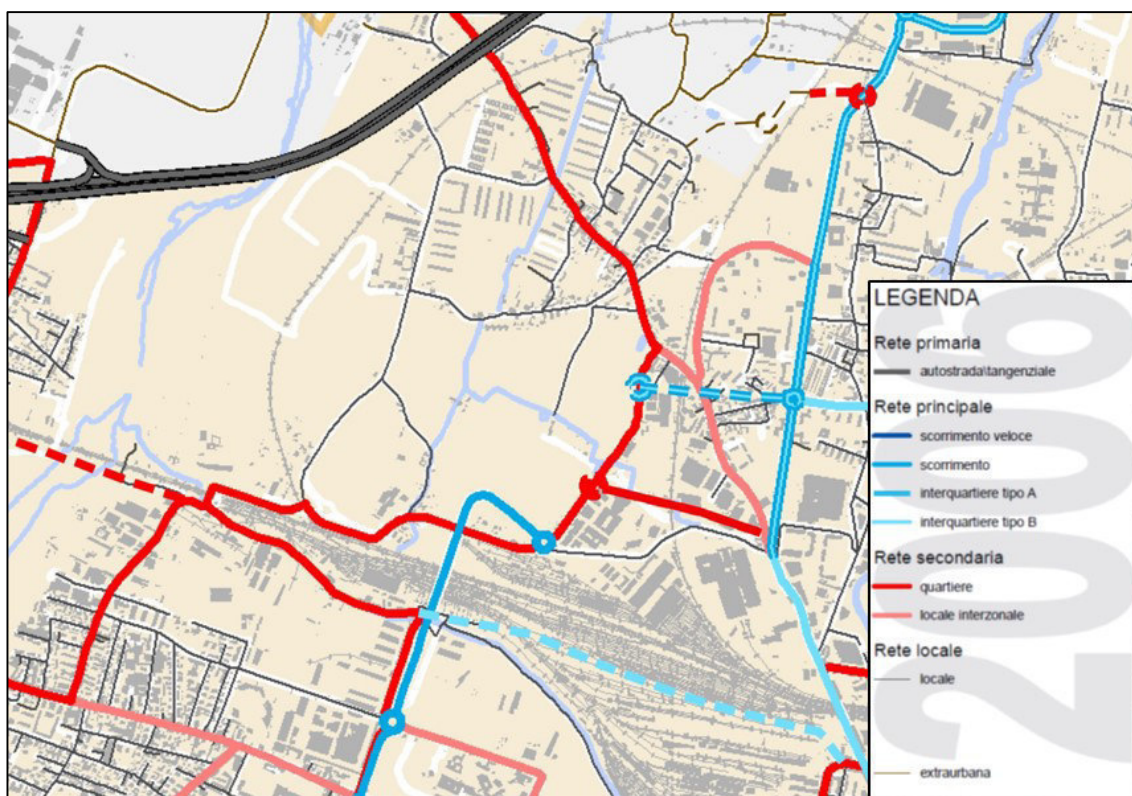
Img. 1.2 - Rete infrastrutturale nello scenario attuale per l'ambito oggetto di studio



La classificazione funzionale della rete stradale comunale a cui si fa riferimento viene definita all'interno del PGTU del Comune di Bologna del 2006; nell'immagine 1.3 è presentato un estratto dell'elaborato cartografico inerente la rete stradale e la sua classificazione.

In relazione ai criteri di classificazione adottati, via Vittorio Sabena viene definita come strada di scorrimento all'interno della rete principale; via Terracini, via del Lazzaretto e via Manzi sono classificate come strade di quartiere, in relazione alla rete secondaria, mentre le altre strade dell'ambito di studio, come via Agucchi, via di Bertalia e via della Volta sono strade di tipo locale.

Img. 1.3 - Classificazione funzionale della rete dal PGTU



Per quanto riguarda la ricognizione dei punti di pericolosità sulla rete stradale il riferimento assunto è al Piano Direttore della Sicurezza stradale urbana del Comune di Bologna (PGTU 2006 aggiornato con i dati di incidentalità relativi all'anno 2012).

In particolare, dalle analisi svolte sulle serie statistiche degli incidenti negli anni di cui si dispongono le informazioni, vengono indicati i seguenti risultati:

- complessivamente si legge una netta tendenza alla diminuzione di incidenti e feriti, mentre l'andamento degli mortali risulta altalenante; prendendo in esame i soli incidenti che vedono coinvolta l'utenza debole (pedoni e ciclisti), si riscontra invece un progressivo aumento del loro numero;

- negli anni presi in esame, gli incidenti più frequenti (e che producono il maggior numero di feriti) avvengono sulle intersezioni e sono del tipo scontro frontale-laterale fra veicoli in marcia; gli incidenti che producono il maggior numero di morti avvengono lungo gli archi e sono del tipo investimento di pedone;
- una densità maggiore di incidenti si ha sulle strade con classifiche intermedie dove, a determinate caratteristiche geometriche, è associata una funzione tipica della classe superiore; e sulle strade che assolvono, oltre alla funzione di pura accessibilità, anche quella di attraversamento;
- dall'esame dei punti neri, sui quali si registra il maggior numero di incidenti complessivi, si riscontra una concentrazione nella zona centrale della città (e in particolare sui viali di circonvallazione) e nella zona semicentrale (fra i viali di circonvallazione e la linea ferroviaria di cintura).

Il Piano ha poi provveduto ad individuare i principali ambiti da valutare in sede di Piano Attuativo come prioritari per interventi di natura infrastrutturale e/o di gestione del traffico, secondo i seguenti criteri prioritari:

- recidività dell'esito mortale degli incidenti rilevati nel periodo;
- maggiore numero totale di incidenti nel periodo;
- maggiore lesività nel periodo.

Nell'elenco degli ambiti così individuati non compaio localizzazioni riconducibili alla rete stradale dell'ambito oggetto di studio.

1.1.2 I rilievi di traffico

Al fine di caratterizzare lo stato attuale del traffico sulla rete stradale è stata condotta una campagna di rilevamenti del traffico sulle strade principali dell'area oggetto di studio.

I rilievi di traffico sono stati condotti attraverso l'ausilio di piastre magnetometriche (NU-Metrics NC97) che sono state installate su ogni singola corsia di marcia delle sezioni di indagine per un periodo di registrazione di 24 ore.

Il conteggio dei flussi veicolari, classificati per tipologie (leggeri, commerciali leggeri e pesanti) è stato effettuato su dieci sezioni degli assi principali e sono stati condotti nel periodo di Ottobre 2014.

Nell'immagine 1.4 viene mostrato il posizionamento delle sezioni di conteggio dei flussi veicolari.

Le sezioni rilevate sono state le seguenti:

- T1 – Via Umberto Terracini, tra la rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia e la rotatoria Tommasina Guidi, sezione a doppio senso di marcia;
- T2 – Via Umberto Terracini, tra la rotatoria Tommasina Guidi e l'intersezione con via Francesco Zanardi, sezione a doppio senso di marcia;
- T3 – Via Alberto Manzi, tra la rotatoria Tommasina Guidi e il sottopasso alla linea ferroviaria Bologna -Ferrara, sezione doppio senso di marcia;

- T4 – Via Vittorio Sabena, tra la rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia e il sottopasso alla linea ferroviaria Bologna- Piacenza, sezione a doppio senso di marcia;
- T5 – Via Agucchi, tra l'intersezione a rotatoria con via della Volta e l'intersezione con via del Chiù , sezione a doppio senso di marcia;
- T6 – Via della Volta, tra l'intersezione a rotatoria con via Agucchi e l'istituto tecnico commerciale Rosa Luxemburg, sezione a doppio senso di marcia;
- T7 – Via Agucchi, tra l'intersezione a rotatoria con via della Volta e l'intersezione con via della Volta a nord, sezione a doppio senso di marcia;
- T8 – Via Agucchi, subito a sud dell'intersezione a con via di Bertalia, sezione a doppio senso di marcia.
- T9 – Via di Bertalia, subito a est dell'intersezione con via Agucchi, sezione a doppio senso di marcia;
- T10 – Via Francesco Zanardi, tra l'intersezione con via Umberto Terracini e via del Pane, sezione a doppio senso di marcia.

Si riporta di seguito una descrizione sintetica degli archi della rete più direttamente interessati dall'intervento.

I dati completi relativi ai rilievi di traffico per tutte le sezioni e nel periodo delle 24 ore sono disponibili in allegato alla relazione tecnica.

Img. 1.4 - Localizzazione delle sezioni di rilievo dei flussi veicolari



Via Umberto Terracini

Via Terracini è una strada classificata come di quartiere che serve principalmente la nuova area universitaria occupata dalla scuola di ingegneria e architettura dell'università di Bologna; collega via Sabena, strada ad alto scorrimento, con via Zanardi, direttrice radiale che esce dal centro urbano della città.

Nel tratto interessato dal rilievo T1 è presente a est l'area universitaria, mentre ad ovest il comparto d'indagine, con i primi lotti in fase di esecuzione; la sezione stradale è a singola carreggiata con doppio senso di marcia. Le corsie stradali hanno una larghezza di 9m ed è possibile la sosta dei veicoli sul lato est della carreggiata in appositi stalli disposti longitudinalmente. E presente il marciapiede su entrambi i lati della strada.

La sezione di rilievo T2 è situata fra la rotatoria Tommasina Guidi e l'intersezione con via Zanardi, si mantiene a doppio senso di marcia come la sezione T1, la carreggiata presenta una larghezza di 10m, ma non sono presenti stalli a lato per la sosta dei veicoli.

Img. 1.5 - Via Umberto Terracini, sezione T1



Img. 1.6 - Via Umberto Terracini, sezione T2



Via Alberto Manzi

Via Manzi è un arco stradale, classificato come strada di quartiere, che collega via Francesco Zanardi con via Umberto Terracini in direzione est – ovest; il tracciato è realizzato principalmente in trincea, per permettere il sottopassaggio alla linea ferroviaria Bologna–Ferrara. Il tronco stradale è a singola carreggiata di larghezza pari a circa 9 m e doppio senso di marcia, con una corsia per direzione; su entrambi i lati della carreggiata è presente il marciapiede di larghezza 1m; non è prevista la sosta veicolare sui lati della carreggiata.

Sul lato sud dell'arco stradale è presente un percorso ciclabile bidirezionale su sede protetta affiancato da un percorso pedonale, entrambi con sviluppo parallelo all'arco stradale ma realizzati a una diversa quota, in modo da garantire ai ciclisti una pendenza longitudinale del percorso inferiore a quella stradale.

L'intersezione tra via Manzi e via Terracini è regolata con una rotatoria a quattro rami, di circa 60 m di diametro esterno, che dà accesso anche ad un lotto privato.

Img. 1.7 - Via Alberto Manzi, sezione T3



Via Vittorio Sabena

Via Sabena rappresenta un'asse viario appartenente alla rete principale ed è interessato da un forte carico veicolare proveniente dall'asse attrezzato sud–ovest che si dirige in direzione nord e nord-est. Il tracciato, realizzato in trincea, presenta una parte in galleria che sottopassa il fascio di binari dello scalo ferroviario.

La sezione corrente di via Sabena è a doppia corsia per ogni senso di marcia, separati da spartitraffico centrale, per una larghezza complessiva di circa 18 m. Nell'ultimo tratto a nord della ferrovia la strada fa una curva a gomito in direzione est, restringendosi progressivamente

ad una sola corsia per senso di marcia, prima dell'immissione nella Rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia

La sezione stradale interessata dal rilievo T4, in prossimità della rotatoria, presenta una sezione a singola carreggiata di larghezza 10 m, a doppio senso di marcia e a una singola corsia per direzione. Non sono presenti marciapiedi ai lati della strada e non è consentita la sosta veicolare in nessuna delle due direzioni.

Img. 1.8 - Via Vittorio Sabena, sezione T4



Via Agucchi

Via Agucchi è una strada che per la maggior parte del suo sviluppo è a carattere locale, e in alcuni tratti viene classificata come strada di quartiere.

Si sviluppa in direzione sud-nord e costeggia il comparto d'analisi a ovest collegando via Emilia Ponente a sud con via Zanardi a nord.

La sezione di rilievo T5 posizionata su un tratto stradale definito come di quartiere è localizzata in prossimità dell'intersezione a rotatoria con via della Volta. La carreggiata presenta una larghezza di 10m ed è a doppio senso di marcia e a singola corsia di marcia per direzione; è inoltre presente su entrambi i lati della carreggiata una banchina pavimentata di larghezza 1m. Sono presenti marciapiedi su entrambi i lati della strada e non sono previsti stalli per sosta dei veicoli.

La sezione T7 è situata sul tratto di via Agucchi compresa tra rotatoria con via della Volta e l'intersezione con via di Bertalia, la carreggiata presenta doppio senso di marcia e una larghezza di 7m, non sono presenti banchine pavimentate né marciapiedi su entrambi i lati e il tronco stradale considerato è classificato come locale.

La sezione di rilievo T8 è posizionata in prossimità dell'intersezione con via di Bertalia, sull'arco di via Agucchi a sud; la carreggiata a doppio senso di marcia presenta una larghezza di 7m, ai

lati non sono presenti marciapiedi, né stalli per la sosta veicolare.

Img. 1.9 - Via Agucchi, sezione T5



Img. 1.10 - Via Agucchi, sezione T7



Img. 1.11 - Via Agucchi, sezione T8



Via dalla Volta – Via del Lazzaretto

A sud del comparto la direttrice di via della Volta-via del Lazzaretto collega via Agucchi ad ovest con via Terracini ad est. Nella classificazione del PGU questa direttrice è indicata come strada di quartiere.

Il tratto di via dalla Volta considerato dalla sezione di rilievo T6 è localizzata subito est dell'intersezione a rotatoria con via Agucchi, questo tratto stradale che mette in collegamento via del Lazzaretto con via Agucchi è classificato come strada di quartiere.

La carreggiata a doppio senso di marcia presenta una larghezza di 9 m, con una corsia per direzione; sono presenti banchine pavimentate a destra e sinistra della larghezza di 1 m ognuna. Su entrambi i lati della strada è presente un marciapiede per la circolazione dei pedoni, e non vi è la presenza di sosta veicolare a lato della carreggiata.

Img. 1.12 - Via dalla Volta, sezione T6



Sul lato est via del Lazzaretto ha una carreggiata con una corsia per senso di marcia, di larghezza pari a circa 9 m. All'intersezione con via Sabena e via Terracini, via del Lazzaretto si innesta nella rotatoria con due rami, di sud-ovest proveniente da via della Volta, e di sud-est con il ramo di prosecuzione della stessa via che, a seguito della chiusura del passaggio a livello, è rimasto come accesso alle attività presenti.

Via di Bertalia

Via di Bertalia è una strada a carattere locale che costeggia il limite nord del comparto, collegando via Agucchi con via Zanardi in direzione est-ovest, essendo il tratto compreso fra via Zanardi e via delle Borre a senso unico.

La sezione stradale interessata da rilievo T9 presenta una carreggiata di 7,5 m a doppio senso di marcia e a singola corsia per direzione, vi è la presenza su entrambi i lati dei marciapiedi e non sono presenti stalli per la sosta veicolare in nessuna delle due direzioni.

Img. 1.13 - Via di Bertalia, sezione T9



Via Francesco Zanardi

Via Zanardi è una strada di tipo radiale che da porta Lama si sviluppa verso la periferia in direzione nord-ovest, nel tratto indagato dalla misura di rilievo T10, si presenta come arco interzonale, inserito nella rete secondaria.

La carreggiata presenta una larghezza di 11 m ed è a doppio senso di marcia con una corsia per direzione; il marciapiede è presente su entrambi i lati e non vi sono stalli per la sosta veicolare

sulla carreggiata.

Img. 1.14 - Via Francesco Zanardi, sezione T10



Nella tabella che segue si riporta una sintesi dei dati di traffico ottenuti dai rilievi effettuati, per un giorno feriale di riferimento, nell'ora di punta del mattino fra le ore 8 e le 9 e in quella della sera tra le ore 18 e le 19.

I dati completi dei rilievi sono riportati nell'allegato alla relazione.

Oltre ai rilievi di traffico sulle sezioni, in parallelo, sono stati rilevati i flussi di traffico con le direzioni di svolta e la classificazione dei veicoli in leggeri e pesanti, nell'ora di punta del mattino, per le seguenti intersezioni:

- rotatoria tra via Sabena-via Terracini e via del Lazzaretto
- rotatoria tra via terracini e via Manzi
- rotatoria tra via Agucchi e via della Volta
- intersezione tra via Agucchi e via di Bertalia

I risultati ottenuti, hanno consentito di costruire le matrici O/D delle intersezioni e sono stati utilizzati per la calibrazione del modello di simulazione.

Le matrici Origine/Destinazione per le quattro intersezioni sono riportate nell'allegato alla

relazione.

Tab. 1.1 - Flussi di traffico sugli assi della rete stradale di riferimento – situazione attuale giorno medio – Ora di punta della mattina e della sera e flussi giornalieri

Giorno feriale											
Sez	Strada	Dir	Ore 8-9(v/h)			Ore 18-19 (v/h)			24 ore (v/g)		
			Leg	Pes	Tot	Leg	Pes	Tot	Leg	Pes	Tot
T1	Via Umberto Terracini S	N	1.393	38	1.431	1.314	30	1.344	17.361	494	17.855
		S	1.029	50	1.079	1.099	42	1.141	14.337	592	14.929
T2	Via Umberto Terracini N	N	434	29	463	493	5	498	6.010	244	6.254
		S	483	4	487	559	191	750	6.701	779	7480
T3	Via Alberto Manzi	E	917	33	950	885	25	910	10.901	358	11.259
		W	539	23	562	631	8	639	7.511	238	7.749
T4	Via Vittorio Sabena	NW	1.043	51	1.094	1.225	38	1.263	14.252	537	14.789
		SE	1.393	38	1.431	1.003	56	1.059	16.523	638	17.161
T5	Via Agucchi S	E	631	149	780	321	0	321	3.515	313	3.828
		W	317	3	320	226	1	227	2.419	27	2.446
T6	Via dalla Volta	E	313	7	320	84	4	88	1.408	90	1.498
		W	86	7	93	85	5	90	996	90	1.086
T7	Via Agucchi Centro S	N	565	9	574	300	9	309	3.146	119	3.265
		S	325	14	339	198	8	206	2.230	117	2.347
T8	Via Agucchi Centro N	N	418	17	435	331	9	340	3.007	129	3.136
		S	274	10	284	198	6	204	2.192	98	2.290
T9	Via di Bertalia	E	152	2	154	56	2	58	667	13	680
		W	62	2	64	68	2	70	728	12	740
T10	Via Francesco Zanardi	N	350	39	389	609	26	635	7.055	519	7.574
		S	763	53	816	547	27	574	7.671	570	8.241

Fonte: rilievi Airis 2014

Osservando i dati ottenuti dai rilievi condotti, possiamo vedere come i flussi di traffico maggiori si abbiano sugli archi della rete di rango maggiore, come Via Vittorio Sabena, strada

di scorrimento, e sulle strade di quartiere come via Umberto Terracini e via Alberto Manzi.

I maggiori flussi di veicoli leggeri in termini assoluti si rilevano su via Terracini nella sezione T1 in direzione nord con la presenza di 17.855 veicoli/giorno, mentre in direzione sud se ne rilevano 14.929 v/g. Analogamente si riscontrano alti flussi veicolari su via Sabena (sezione T4) con 14.789 v/g in direzione nord-ovest e 16.523 v/g in direzione sud-est.

Tali alti valori di traffico sono giustificati dal fatto che i due archi stradali costituiscono la direttrice principale di servizio dei volumi di traffico provenienti dall'area a sud della città attraverso l'asse attrezzato sud-ovest e diretti nella periferia nord e nord-est dell'area urbana.

Valori di traffico inferiori si rilevano sulla sezione T3 di via Alberto Manzi, strada di collegamento fra via Terracini e via Zanardi con 11.259 v/g in direzione est e 7.749 v/g in direzione ovest e in via Francesco Zanardi sulla sezione T10 con flussi veicolari leggeri sostanzialmente ripartiti in egual maniera, con 7.574 vi/g in direzione nord e 8.241 v/g in direzione sud.

I dati relativi al traffico pesante vedono i maggiori volumi sugli archi gerarchicamente più importanti, analogamente al comportamento del traffico leggero; sulla sezione T4 di via Sabena si riscontrano 638 v/g (3,7%) in direzione sud-est e 537 v/g (3,6%) sulla direzione opposta.

Via Umberto Terracini nella sezione T1 presenta una presenza di 494 v/g (2,8%) in direzione nord e 592 v/g (4%) in direzione sud, valori simili si riscontrano su via Zanardi con un carico giornaliero di 519 veicoli pesanti in direzione nord e 570 v/g in direzione sud, pari entrambe a circa il 7% dei veicoli totali.

1.1.3 I flussi di traffico sulla rete stradale nello scenario attuale

Le valutazioni degli effetti conseguenti alla realizzazione degli interventi contenuti nella proposta di variante, richiede una analisi della situazione del traffico su di un'area più estesa rispetto allo stretto intorno del sito di intervento.

Per poter avere un quadro esaustivo dei flussi sulla rete in questo ambito esteso, oltre ai rilievi effettuati su alcune sezioni dei principali archi della rete, è necessario l'utilizzo di un modello di simulazione del traffico, opportunamente aggiornato e calibrato per l'ambito territoriale di interesse, che permetta di passare da rilievi puntuali su sezioni stradali ai flussi presenti sugli archi della rete, consentendo anche di ottenere i necessari input per l'utilizzo dei modelli di diffusione del rumore per l'area di studio.

La metodologia impiegata per giungere alla determinazione dei volumi di traffico sulla rete stradale nella situazione attuale è stata dunque la seguente:

1. si è assunto come punto di partenza il modello di simulazione di traffico dell'intera rete urbana elaborato, nell'ambito delle analisi del POC, dal comune di Bologna; ciò ha consentito di ottenere una informazione omogenea, anche se limitata alla sola ora di punta, per tutti gli archi stradali che compongono la rete di riferimento. Per eseguire le simulazioni si è utilizzato il Modello VISUM, della PTV System, in grado di simulare in modo sufficientemente approssimato i parametri che governano l'assegnazione del traffico alla rete stradale, tenendo conto delle caratteristiche dei diversi rami e delle intersezioni tra questi;

2. dal modello di simulazione è stata estratta una sottorete del grafo della viabilità dell'area oggetto di studio, inserendovi tutti gli archi stradali che compongono la rete di riferimento allo stato attuale. Allo stesso modo sono state estratte anche le sottomatrici origine/destinazione dei veicoli leggeri e dei pesanti, riferite all'ora di punta del mattino tra le ore 8 e le 9;
3. in ultimo è stata eseguita l'assegnazione delle matrici di domanda attuale alla rete, procedendo alla calibrazione dei flussi ottenuti dal modello rispetto a quelli rilevati sulle sezioni; e ottenendo i valori di riferimento del traffico sulla rete stradale che descrive lo stato attuale.

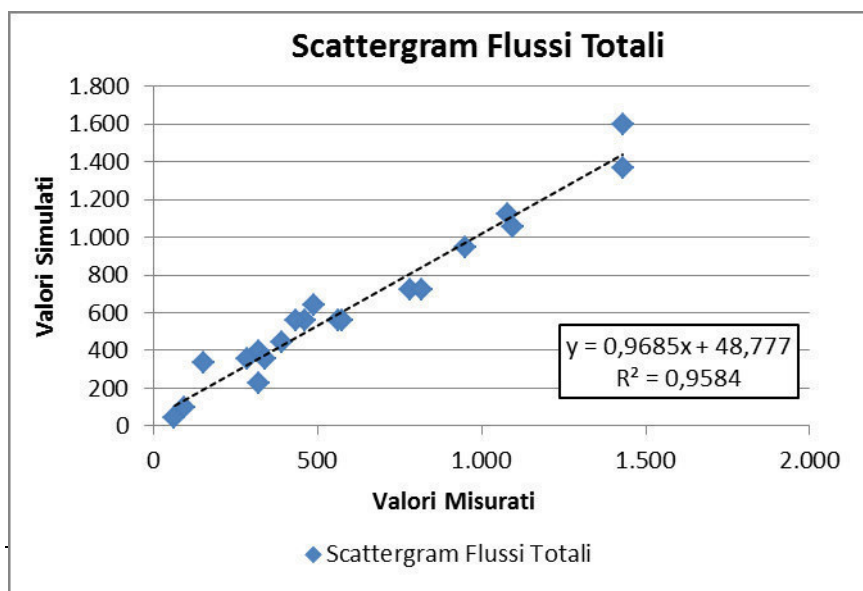
Gli elementi che compongono il modello sono i seguenti:

- la rete - nella situazione attuale della viabilità, sia come struttura fisica che come regolazione del traffico (sensi unici, divieti di svolta, parametri di deflusso, ecc.); la rete utilizzata è costituita da un grafo di 632 archi attivi per il trasporto privato che descrive la sottorete estratta dalla rete comunale. A questa rete è stata associata una zonizzazione di 307 zone, che si compone della zonizzazione di base modificata per renderla congruente con la sottorete.
- la matrice - è stata assunta la matrice O/D della domanda di spostamenti dello scenario attuale modificata per meglio corrispondere alle esigenze di calibrazione della rete; il risultato finale è rappresentato da una matrice con 310 zone ed un totale di 120.910 (114.440 leggeri e 6.470 pesanti) spostamenti nell'ora di punta del mattino.

Ai risultati della assegnazione dell'ora di punta dello stato attuale, al fine di ottenere il traffico giornaliero e la percentuale di veicoli pesanti per tutti gli archi stradali considerati nelle valutazioni, sono state applicate le curve giornaliere di distribuzione sulle 24 ore del traffico ricavate, per arco di strada, dai dati dei rilievi effettuati ad hoc descritti in precedenza o da curve tipo per tipologia di strada.

Prima di effettuare le simulazioni il modello è stato tarato utilizzando i dati rilevati. La qualità con cui il modello riproduce lo scenario attuale nell'ambito di studio è rappresentata nell'immagine seguente che riporta, in un grafico a dispersione (scattergram), il rapporto tra rilievi svolti e flussi assegnati dal modello.

Grf. 1.1 - Scattergram dei flussi veicolari totali

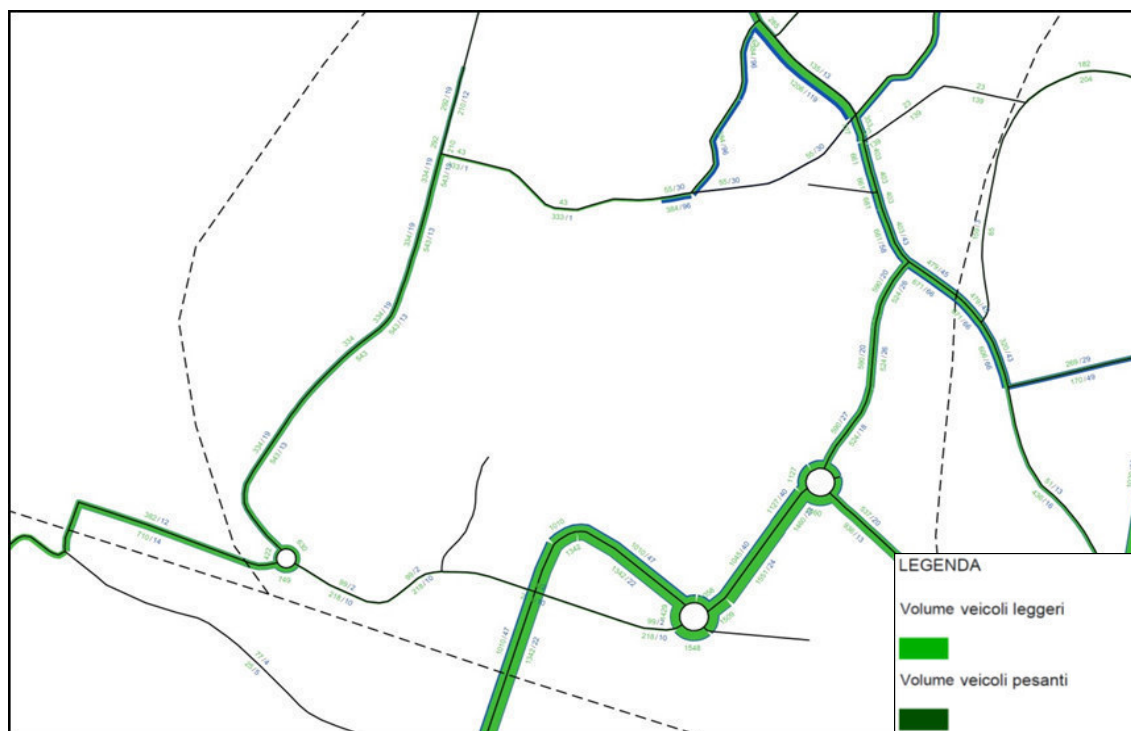


Come si può osservare l'R2 ottenuto, pari a 0,96 è molto soddisfacente e consente di assumere il modello di simulazione per le successive analisi anche degli scenari futuri.

I risultati ottenuti dal modello di assegnazione della domanda dello scenario attuale alla rete sono mostrati nel diagramma di flusso dell'Immagine 1.15 che segue e nella Figura 1 in fondo al capitolo.

La rete è rappresentata con gli archi attivi e con il volume di traffico transitante su ciascun arco nell'ora di punta del mattino, suddividendo i veicoli per tipologia. Le barre e i numeri di colore verde chiaro rappresentano i veicoli leggeri con spessore del tratto proporzionale al numero di veicoli; le barre e i numeri di colore blu rappresentano i veicoli pesanti.

Img. 1.15 - Flussogramma dello scenario Attuale nell'ora di punta del mattino



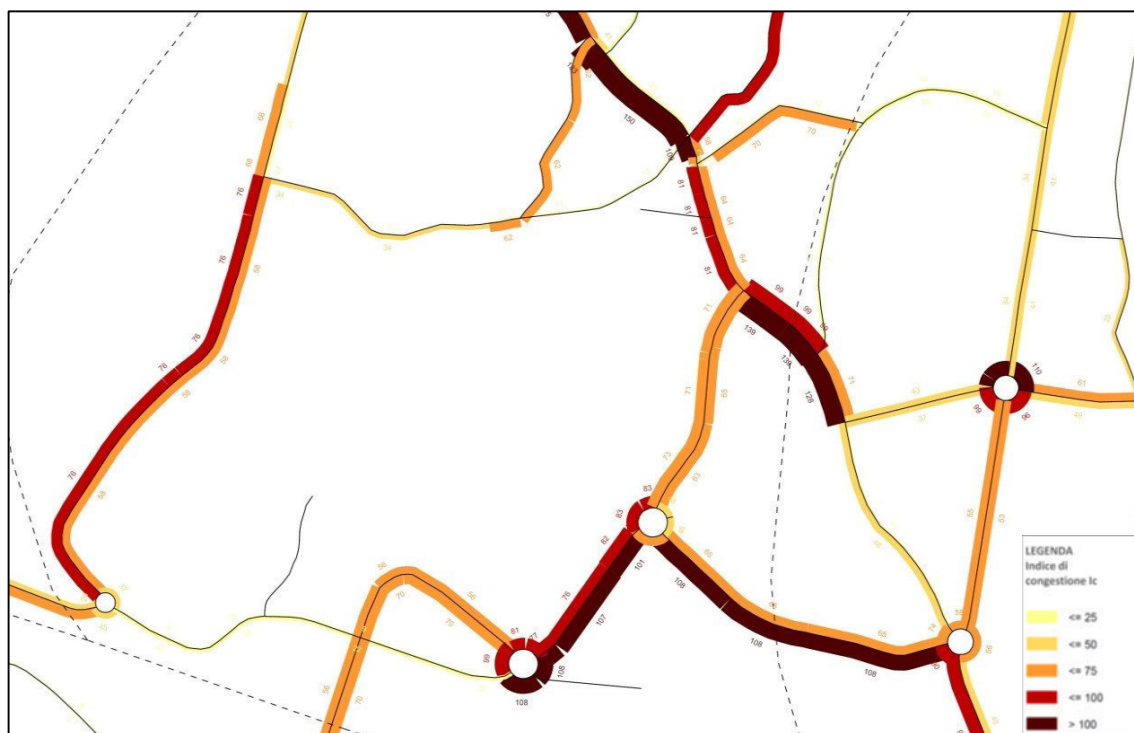
Nell'immagine 1.16 è invece mostrato l'indice di congestione ricavato nell'ora di punta del mattino ottenuto dal modello di assegnazione, rapportato a 100.

Si osserva che nell'ora di punta del mattino del giorno feriale, le condizioni di deflusso della rete presentano una situazione che vede parte degli archi stradali della rete principale in uno stato di sovrasaturazione su via Terracini, via Manzi e via Zanardi mentre via Agucchi e via

Sabena si trovano al limite della sotto saturazione.

Vi è tuttavia da ricordare che su una rete urbana, come quella in esame, l'indice di congestione di arco è una indicazione non esaustiva del livello di servizio ottenuto dai veicoli che vi transitano, essendo le condizioni di circolazione su di esso maggiormente influenzate dal livello di servizio delle intersezioni nella quali l'arco confluisce.

Img. 1.16 - Indice di congestione nello scenario Attuale nell'ora di punta del mattino



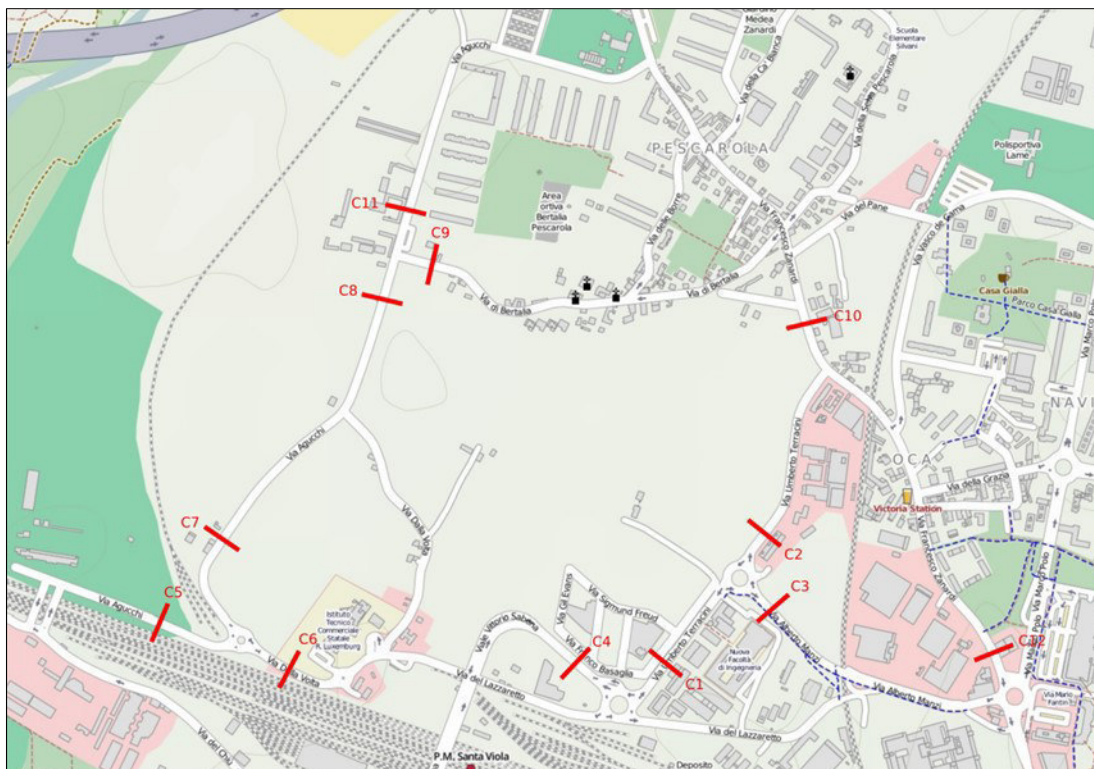
In generale, quindi, vista la situazione di sovrasaturazione presente su parte degli archi della rete e considerata la presenza di intersezioni a rotatoria su via Sabena, via Manzi e via Zanardi, sarà necessario prestare attenzione all'evoluzione dei carichi di traffico negli scenari futuri.

Sulla base delle caratteristiche dei flussi di traffico assegnati per lo scenario attuale, nell'ora di punta del mattino, sono stati calcolati alcuni parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete stessa, utilizzabili come indicatori per il confronto con i risultati che saranno ottenuti per le simulazioni degli scenari futuri.

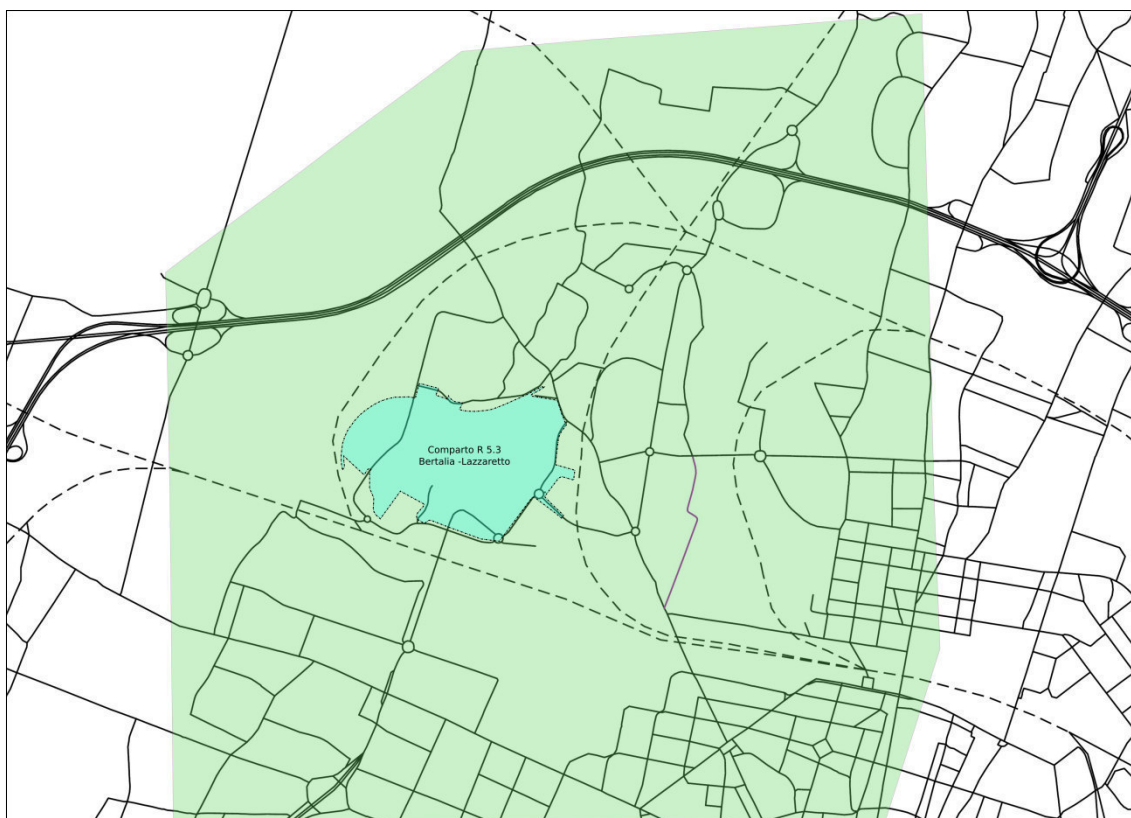
In particolare sono state utilizzate due tipologie di parametri: la prima che descrive il traffico simulato su alcune sezioni di controllo poste nell'intorno dell'intervento (vedi immagine 1.17 che segue); la seconda che descrive le "performance" trasportistiche della rete nell'area di riferimento assunta per l'analisi, mostrata nella successiva immagine 1.18.

Le sezioni di controllo costituite dalle sezioni di rilievo integrate da due nuove sezioni, la sezione C11 su via Agucchi a nord della rotatoria con via Bertalia e la sezione C12 su via Francesco Zanardi a nord dell'intersezione a rotatoria con via Alberto Manzi.

Img. 1.17 - Sezioni di controllo



Img. 1.18 - Area di studio a cui fanno riferimento i parametri trasportistici esaminati



I flussi di traffico ottenuti dalla simulazione dello scenario attuale per le sezioni di controllo sono riportati nella tabella che segue.

I valori della tabella si riferiscono ai flussi nell'ora di punta del mattino tra le ore 8 e le 9 e sono suddivisi per tipologia di veicoli.

Tab. 1.2 - Valori di riferimento per lo scenario Attuale nell'ora di punta del mattino

Sez	Strada	Dir	Ore 8-9(v/h)		
			Leg	Pes	Tot
C1	Via Umberto Terracini S	N	1.551	24	1.575
		S	1.045	40	1.085
C2	Via Umberto Terracini N	N	524	18	542
		S	590	27	617
C3	Via Alberto Manzi	E	936	13	949
		W	537	20	557
C4	Via Vittorio Sabena	NW	1.010	47	1.057
		SE	1.342	22	1.364
C5	Via Agucchi S	E	710	14	724
		W	382	12	394
C6	Via dalla Volta	E	218	10	228
		W	99	2	101
C7	Via Agucchi Centro S	N	543	13	556
		S	334	19	353
C8	Via Agucchi Centro N	N	543	13	556
		S	334	19	353
C9	Via di Bertalia	E	43	0	43
		W	333	1	334
C10	Via Francesco Zanardi N	N	403	43	446
		S	661	58	719
C11	Via Agucchi N	N	210	12	222
		S	292	19	311
C12	Via Francesco Zanardi S	N	51	13	64
		S	436	16	452

1.1.3.1 I parametri trasportistici per la rete stradale di riferimento nello scenario attuale.

L'impiego del modello di simulazione del traffico consente, a partire dai risultati dell'assegnazione della domanda di spostamento alla rete stradale, una valutazione di alcuni parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete stessa, utilizzabili come indicatori per il confronto tra scenario attuale e scenari futuri a seguito dell'attuazione della proposta di variante al P.P. vigente.

Gli indicatori che sono stati assunti in questo caso per la valutazione sono:

- la lunghezza della rete stradale di riferimento, espressa in chilometri, che, oltre a rappresentare l'estensione della rete stessa, nel confronto tra alternative che comportano la realizzazione di diversi elementi stradali, descrive implicitamente, anche se in modo molto elementare, i costi di costruzione ma anche il consumo di suolo.
- la quantità di "veicoli per chilometro", cioè la somma dei prodotti dell'estensione di ciascun elemento stradale per il numero di veicoli che lo percorrono nel tempo di riferimento (ora di punta), che rappresenta il numero di chilometri percorsi dai veicoli che circolano sulla rete e quindi è in stretta correlazione con la domanda servita ma anche con la tortuosità dei percorsi, con la quantità di energia impiegata e parallelamente con la quantità di inquinanti emessi;
- la quantità di "veicoli per tempo", cioè il "tempo di percorrenza totale" dato dalla somma dei prodotti del tempo necessario a percorrere ciascun elemento stradale per il numero di veicoli che lo percorrono nel tempo di riferimento (ora di punta), che rappresenta la quantità di tempo complessiva spesa dagli utenti per muoversi sulla rete soddisfacendo la domanda espressa; questo valore è relazionabile all'efficienza della rete dal punto di vista dell'utenza secondo il parametro tempo;
- il rapporto in percentuale tra l'estensione dei tratti stradali, e il numero di veicoli che li percorrono, il cui Indice di congestione I_c risulta inferiore a 75, che possiamo considerare come la soglia di attenzione per la precongestione, oppure si avvicina o supera il valore 100, cioè, per lo scenario simulato e la fascia oraria considerata, si è vicini o si è entrati in situazione di congestione;
- la velocità media tenuta dai veicoli sugli archi della rete di valutazione.

La Tabella che segue mostra i valori assunti dagli indicatori sintetici di valutazione nello scenario attuale, nell'ora di punta del mattino, ottenuti dalla relativa simulazione.

Tab. 1.3 - Principali indicatori di performance del traffico sulla rete di riferimento nello scenario Attuale – valori riferiti all'ora di punta del mattino

Parametri	Unità di misura	Scenario Attuale
Lunghezza totale di rete attiva	km	116,9
Percorrenza totale	veicoli*km	85.236
Tempo totale di viaggio	ore	4.230
Percentuale di rete con $I_c > 100$	%	2,3%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c > 100$	%	4,0%
Percentuale di rete con $75 < I_c < 100$	%	14,4%
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < I_c < 100$	%	41,0%
Percentuale di rete con $I_c < 75$	%	83,3%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c < 75$	%	55,1%
Velocità media	km/h	25,9

Occorre mettere in evidenza che il primo valore sta ad indicare la lunghezza complessiva della rete che è stata percorsa nell'assegnazione da almeno un veicolo. Da questo valore sono perciò esclusi tutti gli archi compresi nell'area di valutazione su cui non è stato assegnato alcun traffico.

Ricordiamo che l'Indice di congestione I_c esprime il rapporto tra il numero di veicoli che transita nel periodo di riferimento, nel nostro caso l'ora di punta del mattino, e la capacità lineare della carreggiata stradale nel senso di marcia considerato, non tiene dunque conto delle situazioni di congestione in prossimità delle intersezioni per i perditempo da queste prodotti.

Dagli indicatori ottenuti dal modello per la situazione attuale si ha una conferma di come la rete stradale in oggetto, che ricordiamo è relativa ad un ambito urbano intorno al comparto oggetto di analisi, serva volumi di traffico stradale intensi che generano condizioni di circolazione in cui sono presenti fenomeni di congestione.

Nell'ora di punta del mattino si hanno infatti circa 85.236 veicoli*km su una rete utilizzata, al netto degli archi con assegnazione nulla, di circa 117 km di estensione.

Dai dati ottenuti dal modello sulla rete in esame si hanno situazioni di congestione ($I_c > 1$) per quasi il 2,3% dell'estensione della rete e per circa il 4% dei veicoli*km percorsi su di essa; l'83,3% circa della rete e il 55,1% circa dei veicoli*km si trovano in buone condizioni di circolazione con un I_c inferiore a 75; mentre la restante parte è invece in una condizione di presaturazione con I_c compreso tra 75 e 1.

La presenza di archi stradali in stato di congestione, soprattutto sulle rete principale può coinvolgere temporaneamente anche le intersezioni a rotatoria presenti nelle vicinanze.

La velocità media dei veicoli sulla rete si attesta sui 26 km/h e il tempo totale di percorrenza speso è di 4.230 ore.

1.1.4 L'accessibilità all'ambito della Variante allo stato attuale

1.1.4.1 Il servizio TPL nell'ambito di studio

L'accessibilità all'ambito della Variante tramite il sistema di trasporto collettivo su gomma è data dalla presenza di alcune linee urbane, le cui fermate servono i poli scolastici/universitari presenti al margine sud e sud-est del comparto, e dalle fermate delle linee poste sulla radiale di via Zanardi.

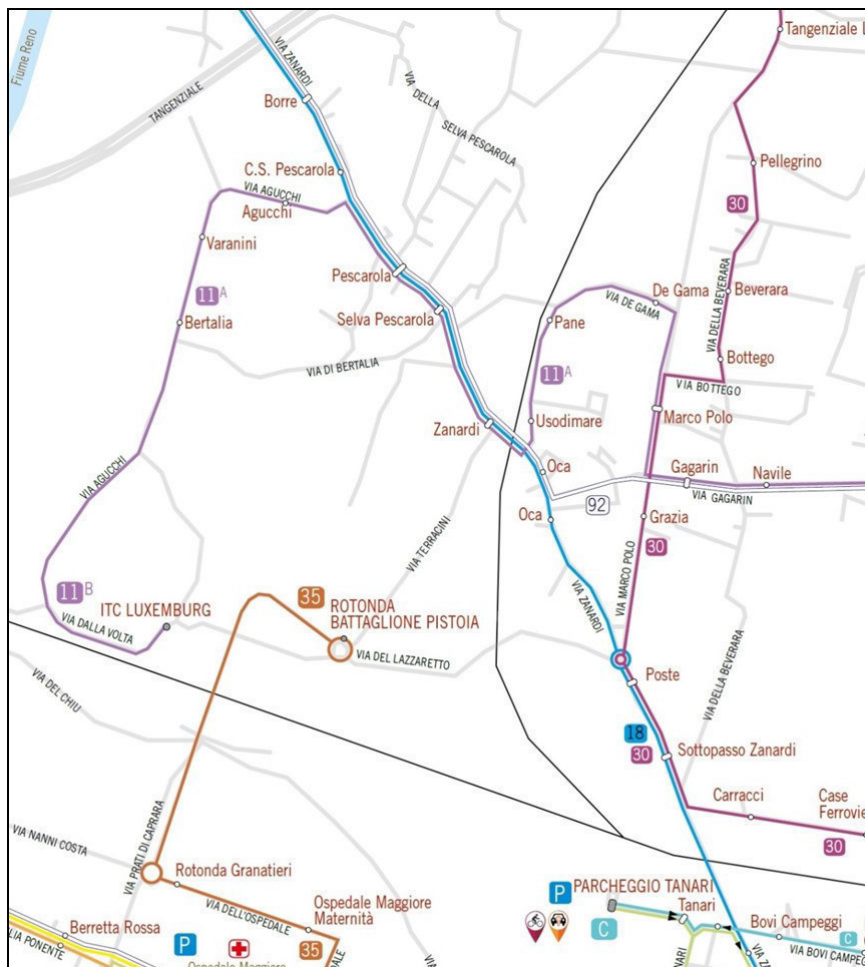
Sui lato ovest e sud, lungo via Agucchi e via della Volta è presente una linea portante del TPL, la linea n°11, che mette in connessione i quartieri posizionati a sud est della città con il quartiere Navile posizionato a nord ovest, passando per il centro storico della città; la frequenza dei passaggi è di 5 minuti. Le fermate della linea che interessano il comparto sono la fermata "Zanardi" e "Selva Pescarola" su via Zanardi, "Bertalia" su via Agucchi e il capolinea "ITC Luxemburg" in via Dalla Volta.

Le linee non portanti a media frequenza che servono l'area del comparto sono la linea n°18, la linea n°30 e la linea n° 35 che serve l'area universitaria; inoltre è presente la linea n°92, linea suburbana del bacino di Bologna che collega Vergato con Trebbio di Reno.

L'immagine che segue, estratto della mappa di TPer, mostra la distribuzione delle linee del Tpl

per l'area di studio.

Img. 1.19 - La rete TPL nell'area intorno al sito d'intervento



La collocazione delle fermate rispetto al comparto è mostrata anche nell'immagine 1.20 che segue.

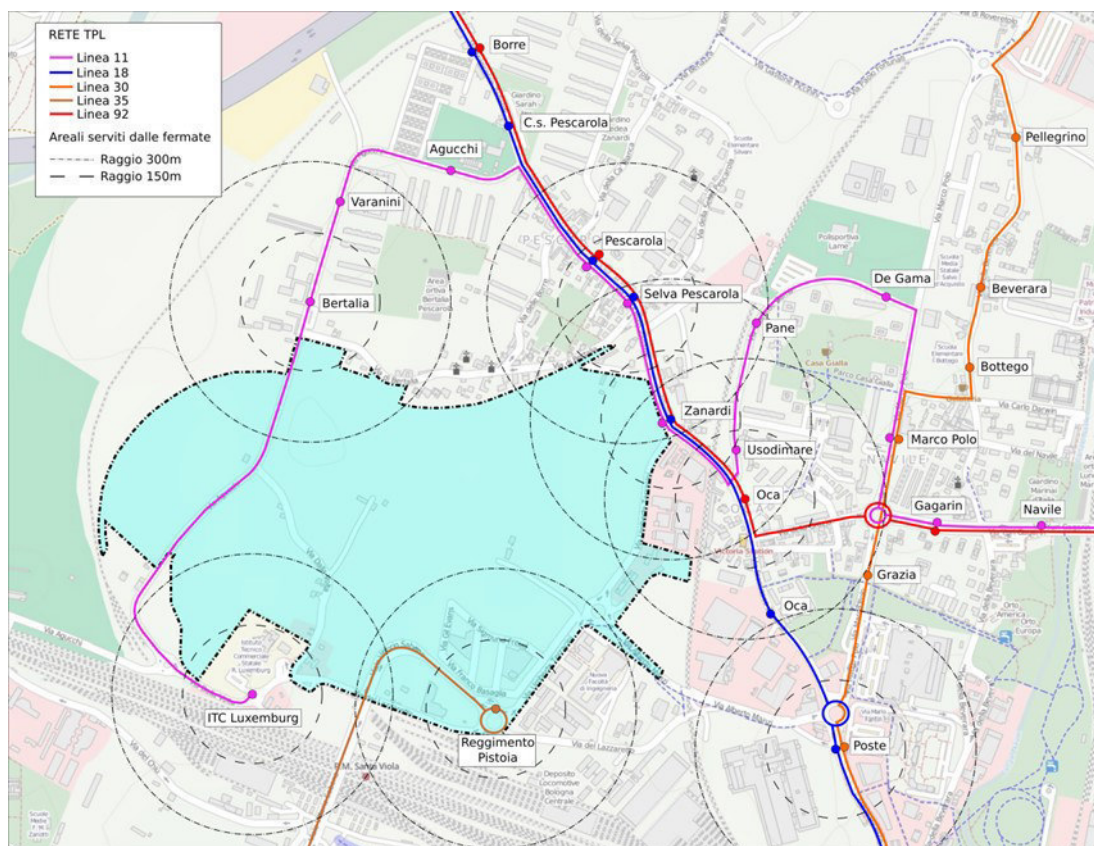
La grafica sottostante illustra la rete del sistema TPL su gomma.

Per evidenziare la sua capacità di servire il comparto Bertalia-Lazzaretto allo stato attuale, sono state disegnate due tipologie di areali riferiti all'area interessata da ogni fermata con raggi di 150 e 300 m.

Le fermate considerate sono le più vicine al comparto sui diversi fronti (N –S –O –E) e per tutte le linee del trasporto collettivo attive in un intorno di ampiezza congruente allo studio condotto.

Si vede come l'accessibilità al servizio Tpl sia buona solo per gli ambiti periferici del comparto, in particolare sui lati nord, est e sud, mentre rima scoperta la parte centrale del comparto.

Img. 1.20 - La rete TPL e l'analisi delle fermate



1.1.4.2 La rete ciclabile nell'ambito di studio

L'immagine che segue mostra la configurazione della rete ciclabile del comune di Bologna, aggiornata a marzo 2015; col colore rosso sono identificati i percorsi ciclabili già realizzati, in azzurro le piste programmate e con un tratteggio nero i percorsi pianificati.

La rete ciclabile che si sviluppa esternamente al perimetro centrale dei viali, si compone di una rete di dorsali portanti che si estendono in direzione radiale dal centro storico, in modo da connettere in modo diretto le aree periferiche della città con quelle centrali.

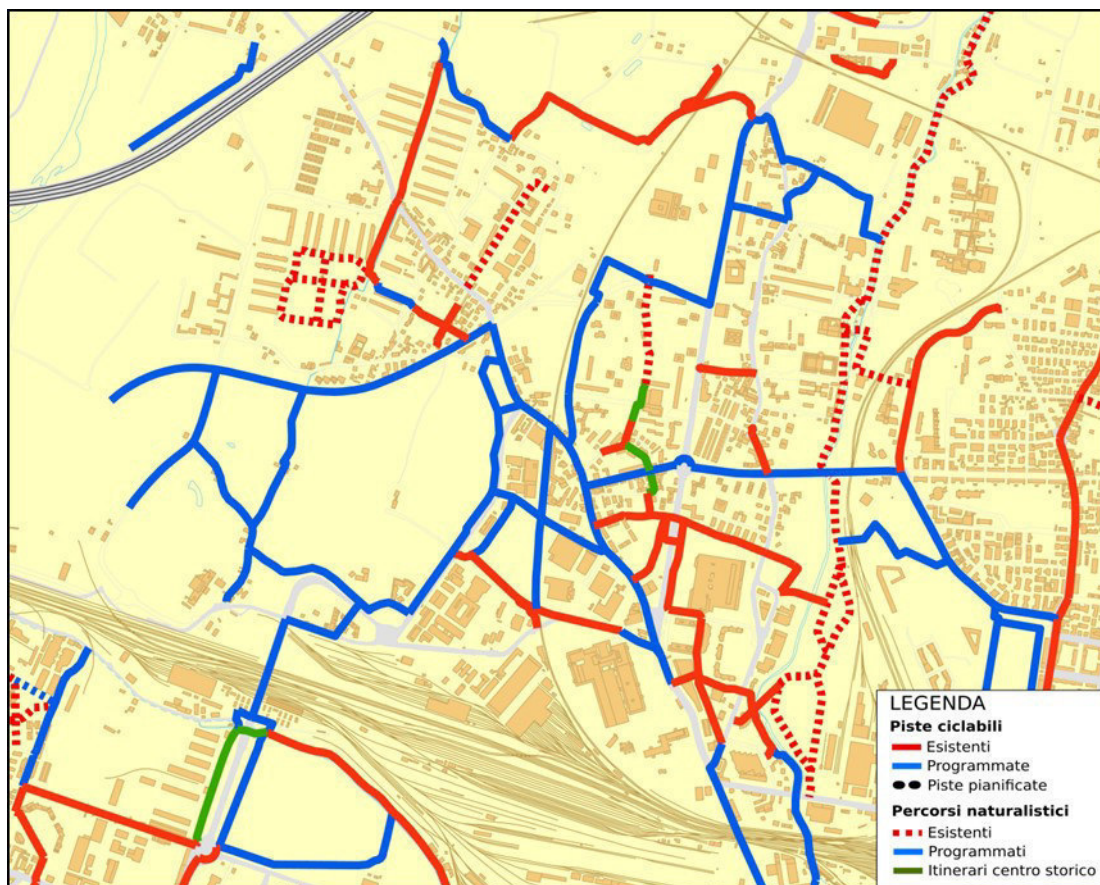
Le dorsali ciclabili, che si sviluppano a fianco di archi stradali dai notevoli carichi veicolari, sono caratterizzate da un doppio senso di percorrenza e realizzate su sede protetta, al fine di garantire la sicurezza dei ciclisti.

Attualmente nell'area da noi analizzata l'unica radiale esistente è quella lungo via Fioravanti, che collega la stazione centrale con il quartiere di Corticella a nord. Questa radiale tuttavia non è in grado di servire direttamente il comparto oggetto di studio.

I percorsi ciclabili esistenti che interessano il comparto Bertalia-Lazzaretto, sono rappresentati da brevi tratti, che vanno a servire le aree residenziali, e l'area universitaria connettendoli con gli archi stradali principali. Il tratto più rilevante tra questi è quello parallelo a via Manzi che

commette via Terracini con via Zanardi.

Img. 1.21 - Percorsi ciclabili nel quadrante nord-ovest dell'area urbana



1.2 Lo Scenario Tendenziale

Lo scenario Tendenziale rappresenta lo scenario evolutivo del sistema insediativo e infrastrutturale urbano per l'area circostante il comparto oggetto di valutazione.

Per questo scenario, rispetto al quale valutare gli effetti prodotti dal progetto di Variante al P.P., è stato assunto come riferimento primario il Piano Particolareggiato del comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto attualmente vigente.

La definizione dello scenario Tendenziale è stata effettuata, in coordinamento con il Settore Mobilità del Comune di Bologna. Con gli uffici si è inteso assumere quale scenario di riferimento a scala urbana, quello denominato "rete futura POC con TPL al 25% senza mitigazioni" del POC 2009-2014, rispetto al quale sono stati effettuati gli aggiornamenti riguardanti gli interventi insediativi e infrastrutturali descritti nei paragrafi che seguono.

1.2.1 Lo scenario insediativo Tendenziale dell'ambito oggetto di studio

Per l'ambito oggetto di studio il riferimento principale per la costruzione dello scenario Tendenziale è il Piano Particolareggiato del comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto attualmente vigente, di cui una piccola parte è già stata realizzata e sono in corso i lavori per la realizzazione di altre piccole parti tutte collocate nell'area sud-est del comparto.

Facendo riferimento al P.P. vigente lo scenario insediativo si compone di 50 lotti, di cui 4 destinati ad accogliere strutture universitarie, 4 usi pubblici e gli altri 42 a destinazione prevalentemente residenziale, con presenza anche di attività commerciali e terziarie.

Ai fini del calcolo del Carico Urbanistico del comparto i lotti del comparto R 5.3 sono stati raggruppati in 22 zone mostrate nella planimetria dell'immagine che segue.

Img. 1.22 - Planimetria del P.P. del comparto R 5.3 vigente con l'indicazione delle zone utilizzate per il calcolo del CU e della generazione dei veicoli



La tabella seguente mostra le destinazioni d'uso e le superfici utili previste nelle zone del Piano Particolareggiato vigente.

Tab. 1.4 - Destinazioni d'uso e superfici utili del P.P. del Comparto R 5.3 vigente nello scenario Tendenziale

Zone	DESTINAZIONE D'USO (m ² SU)						TOTALE
	R	SCa	TD	TS	UN	UP	
501	28.929	-	884	641	-	-	30.454
502	25.746	-	-	487	-	-	26.233
503	6.990	-	-	-	5.720	-	12.710
504	-	-	-	-	10.610	529	11.139
505	978	-	-	-	8.120	-	9.098
506	1.921	1.600	223	7.076	-	-	10.820
507	6.820	-	-	940	-	-	7.760
508	10.651	-	303	3.660	-	-	14.614
509	9.728	-	384	-	-	-	10.112
510	4.510	-	494	1.361	-	-	6.365
511	7.081	-	-	-	-	-	7.081
512	2.200	-	-	-	-	-	2.200
513	893	-	-	97	-	-	990
514	6.440	-	288	222	-	-	6.950
515	6.249	-	-	1.286	-	-	7.535
516	10.199	-	732	760	-	-	11.691
517	6.071	-	553	486	-	2.000	9.110
518	2.589	-	-	-	-	-	2.589
519	-	-	-	-	19.800	-	19.800
520	-	-	-	-	-	4.500	4.500
521	-	-	-	-	-	1.950	1.950
522	-	-	-	-	-	1.350	1.350
Totale	137.995	1.600	3.861	17.015	44.250	10.329	215.050

LEGENDA

R	residenza
SCa	struttura commerciale alimentare
TD	terziario diffuso (commerciale vicinato, pubblici esercizi, ecc)
TS	terz. Specializzato (direzionale, uffici, ecc)
UN	attività universitarie
UP	usi pubblici

Complessivamente la superficie utile del Comparto R 5.3, nel P.P. vigente ammonta a circa 215.000 m² di Su, per la maggior parte (circa 64%) a destinazione residenziale; circa il 21% della Su è destinata alle attività universitarie, il 5% circa ad usi pubblici, mentre il restante 10% circa ha destinazioni terziarie, prevalentemente direzionali-uffici (circa 8%) e commerciali (circa 2,5%) tra le quali figura una medio-piccola struttura commerciale alimentare.

Oltre al Piano Particolareggiato del comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto attualmente vigente, nella costruzione dello scenario Tenzionale sono stati considerati anche i seguenti interventi previsti nell'area oggetto di studio:

- Il PUA dell'Ambito di trasformazione misto n. 129 - Area ad est di via Terracini
- Il Comparto I-3 via Zanardi 106

Il PUA dell'Ambito di trasformazione misto n. 129 - Area ad est di via Terracini prevede la realizzazione di un insediamento misto, formato da un'area commerciale di tipo integrato, di tipo 21 secondo il PTCP, comprendente gli usi 4c e 4d oltre alla possibilità di insediare gli usi 4a e 4b, fino ad un massimo di 5.000 mq di superficie di vendita; funzioni terziarie con usi 3b oltre alla possibilità di insediare usi 5c, 3a, 6a; servizi alla popolazione di livello locale del Comune di Bologna (Centro Pasti).

Img. 1.23 - Planimetria PUA Ambito di trasformazione misto n. 129 - Area ad est di via Terracini



Gli usi previsti dal PUA hanno le seguenti quantità:

4b – Commercio in medio-grandi strutture – tipo 16	Su	1.900 m ²
4c – Commercio in medio-piccole strutture – tipo 17	Su	1.435 m ²
4c – Commercio in medio-piccole strutture – tipo 18	Su	960 m ²
4d – Attività di servizio alla persona	Su	1.800 m ²
3a – Attività direzionali in strutture complesse	Su	700 m ²
5c – Attività di pubblico esercizio	Su	565 m ²
7a – Servizi alla popolazione di livello locale	Su	2.300 m ²

L'accessibilità principale all'area è prevista dalla rotatoria all'intersezione tra Via Manzi e via Terracini. La nuova viabilità prevista perimetra l'area a ovest e nord garantendo l'accesso, prima, all'insediamento commerciale per poi proseguire garantendo così l'accesso alle aree destinate al nuovo parcheggio della fermata Zanardi del SFM e poi al nuovo Centro Pasti in progetto.

I parcheggi pubblici sono previsti in due distinte aree; una in prossimità della rotatoria di accesso all'ambito e l'altra in adiacenza alla linea SFM anche per integrare le dotazioni di parcheggi al servizio della prevista Fermata di prossima realizzazione. I parcheggi pertinenziali sono prevalentemente accessibili dalla nuova viabilità di progetto e collocati nel settore ovest dell'area.

I collegamenti pedonali e ciclabili in progetto si connettono a quelli già esistenti garantendone il collegamento con quelli previsti nel progetto di riqualificazione della fermata del Zanardi.

L'intervento del Comparto I-3 via Zanardi 106, è previsto nell'ambito del POC-Programma di qualificazione urbana diffusa.

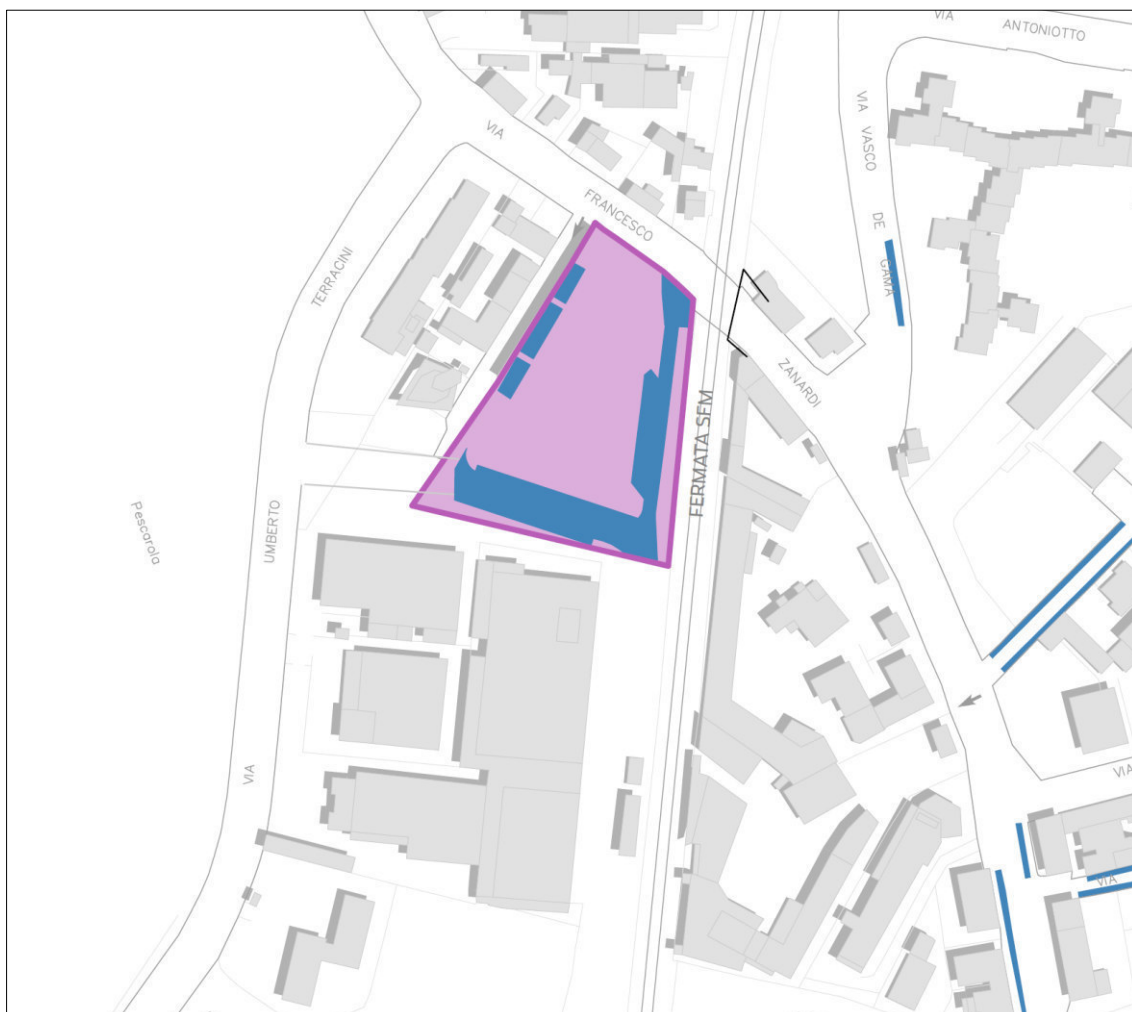
L'intervento è localizzato su un'area delimitata a nord dalla via Zanardi nel tratto compreso tra la via Terracini e la linea ferroviaria proveniente da Padova e Ferrara con la quale confina per l'intero lato est.

Secondo la scheda del POC, l'intervento prevede la riqualificazione di un'area dismessa mediante la demolizione degli immobili esistenti per la realizzazione di un edificio di minore volume. L'edificazione sarà concentrata in posizione più lontana dalla ferrovia per creare spazi funzionali alla fermata metropolitana e per realizzare uno spazio di sosta e a verde attrezzato antistante alle attività che potranno essere insediate al piano terra del fabbricato. L'insediamento sarà adeguato al nuovo assetto della viabilità dettato dalla realizzazione della fermata Zanardi del SFM e ne recepirà le specifiche esigenze di accessibilità.

Gli usi previsti per questo intervento e le relative quantità sono i seguenti:

1a e 1b – Usi abitativi di tipo urbano	Su	1.824 m ²
3b – attività di piccole dimensioni, in edifici che comprendono altri usi e attività	Su	2.016 m ²
4d – Commercio in strutture di vicinato, ecc	Su	480 m ²
5c – Attività di pubblico esercizio	Su	480 m ²

Img. 1.24 - Planimetria Comparto I-3 via Zanardi 106



L'intervento dovrà prevedere la realizzazione di una strada a senso unico per gli automezzi e gli autobus in fermata alla stazione stessa e di tratto di pista ciclabile di 120 m, nonché la realizzazione di 28 parcheggi pubblici di cui 11 in dotazione alla fermata SFM.

Per l'accessibilità al comparto è prevista la realizzazione di una strada per la viabilità interna con accesso da via Terracini; la strada esistente d'accesso dalla via Zanardi rimarrà a uso esclusivo dei residenti. L'accessibilità pedonale e carrabile al parcheggio pubblico dovrà avvenire attraverso percorsi pedonali e ciclabili adeguatamente ricuciti con i marciapiedi e i percorsi ciclabili attualmente esistenti e/o compatibili con quanto previsto dal progetto delle opere di accessibilità alla fermata Zanardi.

1.2.1.1 Il carico urbanistico e la stima dei flussi di traffico per lo scenario Tendenziale

Per la costruzione dello scenario Tendenziale è dunque necessario determinare, il carico urbanistico e i flussi di traffico per il comparto R 5.3, aggiornando il calcolo effettuato nello studio del 2006, e per il comparto I-3 via Zanardi 106, mentre per l'Ambito di trasformazione misto n. 129 - Area ad est di via Terracini, verranno assunti i dati contenuti nello Studio di compatibilità Ambientale e Territoriale che accompagna il PUA.

Per i primi due comparti, il carico urbanistico e i flussi di traffico sono stati stimati a partire dalle previsioni insediative in termini di superfici destinate ai diversi usi, secondo quanto sinteticamente riportato nel precedente paragrafo.

Sulla base delle tipologie e delle quantità di attività da insediare, utilizzando opportuni coefficienti rapportati alle diverse destinazioni d'uso (residenza, direzionale, commerciale, ecc.), sono stati stimati i relativi carichi urbanistici giornalieri e i conseguenti spostamenti complessivi (utenti, addetti, conferitori-prelevatori), generati e attratti nel giorno medio di riferimento.

Per quanto riguarda l'uso del mezzo collettivo da parte dell'utenza, l'ambito oggetto di studio si colloca in un'area urbana servita dal TPL su gomma, anche se la parte centrale del comparto R 5.3 si trova al di fuori della copertura minima dalle fermate attualmente presenti (raggio 300 m).

Nello scenario futuro, anche Tendenziale, come si dirà tra breve, il servizio del TPL dell'ambito sarà soggetto a un ridisegno, sia per la necessità di sostituire la direttrice portante di via Zanardi, destinata ad essere interrotta come conseguenza della soppressione del passaggio a livello; sia per la prevista realizzazione del People Mover, nuovo sistema di collegamento tra l'aeroporto e la stazione centrale, che avrà una fermata intermedia nella parte nord-est del comparto.

Nelle stima del traffico generato, in assenza di un ridisegno di una rete di trasporto pubblico su gomma, si è assunto che l'insieme della futura offerta di trasporto pubblico, costituita da quello su gomma e dal People Mover, nonché dal SFM, che avrà in prossimità all'interno dell'ambito di studio due stazioni, mantenga, per i nuovi insediamenti, lo standard medio di uso dei sistemi pubblici per l'area urbana non considerando cautelativamente i maggiori effetti positivi prodotti dal previsto potenziamento del trasporto collettivo.

Un uso maggiore dei sistemi di trasporto collettivo e della rete ciclabile adeguatamente potenziata comporterà evidentemente un beneficio che tenderà a ridurre i carichi veicolari stimati in questa sezione dello studio.

La tabella che segue mostra il carico urbanistico e i flussi di traffico indotti per lo scenario Tendenziale.

Nella tabella è indicato il carico urbanistico stimato per i diversi usi previsti dalle ipotesi insediative, il numero di viaggi indotti nel giorno medio e il traffico indotto nell'ora di punta del mattino tra le 8 e le 9 in termini di veicoli/ora.

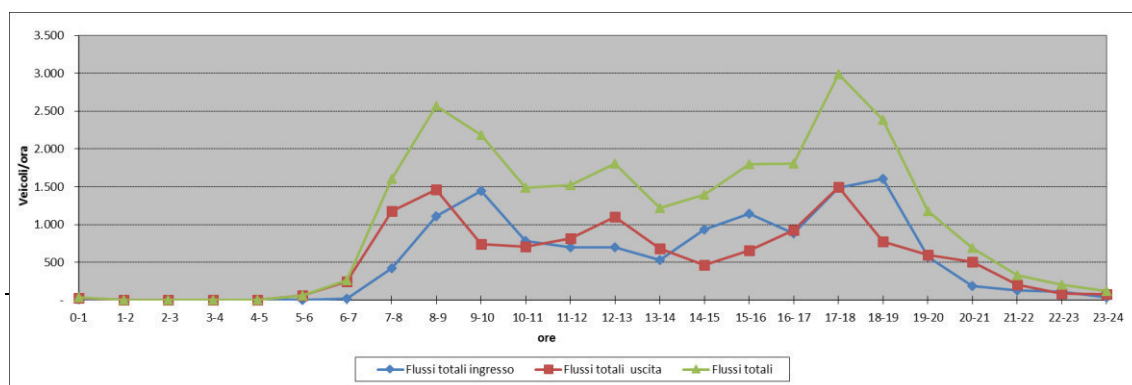
I valori sono riferiti alle 22 zone del Comparto R 5.3, e alle due zone aggiunte: la 23 che è riferita all'intervento I-3 via Zanardi 106, e la 24 riferita all'Ambito di trasformazione misto n. 129 - Area ad est di via Terracini.

Tab. 1.5 - Carico urbanistico e flussi di traffico generati per i tre comparti di riferimento per lo scenario Tendenziale

Zona	Carico urbanistico giornaliero (unità)					Veic./g	Veic./hp
	Residenti	Addetti	Utenti	Conf.-Prel.	TOT CU		
501	1.157	36	631	7	1.831	1.084	320
502	1.030	15	28	2	1.075	691	236
503	280	56	650	12	998	532	107
504	0	109	1.242	23	1.373	671	86
505	39	79	923	17	1.059	525	73
506	77	249	1.723	50	2.098	1.040	172
507	273	29	54	4	360	226	76
508	426	118	414	19	977	574	173
509	389	7	258	2	656	383	109
510	180	51	410	9	650	359	92
511	283	0	0	0	283	183	63
512	88	0	0	0	88	57	19
513	36	3	6	0	45	28	10
514	258	12	206	2	478	277	78
515	250	39	74	6	370	230	77
516	408	37	535	7	987	555	147
517	243	46	532	6	827	442	101
518	104	0	0	0	104	67	23
519	0	192	2.252	42	2.486	1.218	157
520	0	47	298	2	347	155	13
521	0	20	129	1	150	67	6
522	0	14	89	1	104	47	4
523	73	79	761	14	928	484	107
524	0	259	3.765	113	4.136	2.926	327
TOTALE	5.593	1.496	14.980	340	22.409	12.820	2.574

Il grafico che segue mostra la distribuzione oraria stimata per i veicoli in ingresso e in uscita per il totale dei tre comparti.

Graf. 1.2 - Distribuzione oraria dei flussi veicolari in ingresso-uscita nei tre comparti per lo scenario Tendenziale



Sulla base dei dati insediativi del P.P. vigente del Comparto R 5.3 per lo scenario Tendentiale, il carico urbanistico complessivo giornaliero è stimato in circa 17.350 unità/g; considerando anche gli altri due comparti il CU arriva a circa 22.400 unità/g.

Il flusso giornaliero di veicoli generati-attratti nello scenario Tendentiale risulta stimato in circa 12.800 veicoli/g; mentre nell'ora di punta del mattino tra le 8 e le 9 il flusso orario risulta stimato in circa 2.570 v/h in arrivo e in partenza. L'incidenza del traffico pesante nei flussi prodotti in questo scenario risulta molto basso, essendo stimabile inferiore all'1% del totale dei veicoli giornaliero.

Considerando il solo comparto R 5.3, il flusso giornaliero di veicoli generati-attratti risulta stimato in circa 9.400 veicoli/g; mentre nell'ora di punta del mattino tra le 8 e le 9 il flusso orario risulta stimato in circa 2.140 v/h in arrivo e in partenza. Anche in questo caso l'incidenza del traffico pesante si mantiene molto bassa, al di sotto dell'1%.

1.2.2 Gli assetti della rete stradale di riferimento per lo scenario Tendentiale

Per quanto riguarda l'assetto della rete stradale, lo scenario Tendentiale è stato costruito a partire dall'assetto già presente nel modello di simulazione costruito dal Settore Mobilità del Comune di Bologna per lo scenario POC 2009-2014, introducendo gli aggiornamenti riguardanti gli interventi infrastrutturali intervenuti successivamente e quelli relativi al P.P. vigente del Comparto R 5.3, se non già adeguatamente inseriti, così come degli altri due interventi: I-3 Zanardi 106 e Ambito di trasformazione misto n. 129.

In particolare, nel P.P. vigente del Comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto, approvato nel 2007, le soluzioni infrastrutturali proposte impegnano diversi scenari temporali che costruiscono gradualmente l'assetto della mobilità urbana, prefigurato nel medio – lungo periodo e attuato per fasi successive, come avvenuto in passato con la realizzazione del tunnel sotto lo scalo Ravone, o più di recente con la realizzazione del sottopasso di via Manzi.

Il P.P. vigente, rifacendosi al precedente Master plan elaborato dal Comune di Bologna per il completamento della grande viabilità nel quadrante nord-ovest, assegna all'assetto della viabilità tre obiettivi principali:

1. assicurare il collegamento e lo snodo tra direttrici urbane primarie come l'asse attrezzato nord-ovest, l'asse dell'89 e la tangenziale
2. assicurare rapidi collegamenti interquartiere nel quadrante urbano gravitante sugli assi storici Zanardi, Lama - Marco Polo e Arcoveggio
3. fornire un adeguato livello di servizio al nuovo insediamento urbano, in cui sono presenti funzioni ad alto carico urbanistico, minimizzandone i fattori di impatto con l'insediamento urbano preesistente

Nell'ottica del piano, questi tre obiettivi corrispondono a diverse fasi attuative riferite a scenari temporali differenti:

- di *breve termine* - idoneo a supportare la prima fase di attuazione del comparto, prevede sostanzialmente alcuni interventi contenuti nell'ambito degli accordi con RFI, ed in particolare:
 - un nuovo collegamento tra via Terracini e via Zanardi con la realizzazione di e una nuova rotatoria su via Terracini e un sottopasso alla linea ferroviaria, in sostituzione del passaggio a livello su via del Lazzaretto;
 - la sistemazione di via Agucchi e la realizzazione di una nuova rotatoria all'intersezione con via della Volta
 - la realizzazione della nuova via Roveretolo
 - l'allargamento a due corsie per senso di marcia della rampa in uscita dal sottopasso Ravone;
 - il risezionamento del tratto sud di via Terracini a due corsie per senso di marcia, compreso allargamento della rotonda sud via Terracini;
 - la realizzazione di una nuova rotatoria in prossimità del gomito di via Sabena, subito a nord del sottopasso, che attraverso un ramo a nord serva direttamente il comparto, con accesso alle attività poste sul lato sud, in particolare quelle universitarie, consentendo anche la penetrazione del quartiere della linea della metrotranvia.

Di questi interventi i primi due sono già stati realizzati, il terzo è in fase di approvazione del progetto, mentre gli ultimi tre non sono ancora stati realizzati.

- di *medio termine* - prevede la realizzazione del completamento del così detto asse dell'89, con la realizzazione di un sottopasso ferroviario di collegamento tra una nuova rotatoria su via Terracini e la rotatoria all'intersezione tra via Marco Polo e via Gagarin. In tale fase è previsto anche il risezionamento del tratto centrale di via Terracini.
- di *lungo termine* (finale) – in cui viene previsto un collegamento diretto tra via Sabena e la Tangenziale, attraverso un nuovo asse che si stacca dalla rotatoria prevista subito a nord del sottopasso Ravone e, perimetrando a sud e a ovest il comparto, si innesta a nord-ovest dello stesso sulla Tangenziale.

Per quanto riguarda invece la viabilità interna e quella a diretto servizio del comparto il P.P. lo schema ordinatore del nuovo insediamento si impernia su di un asse centrale destinato ad uso prevalentemente pedonale e dei mezzi pubblici, e su un secondo asse viario con funzione locale-interzonale, parallelo al primo ma al margine sud dell'insediamento, a cui è affidato il ruolo di attraversamento e distribuzione principale del traffico veicolare all'interno del quartiere; su di esso sono infatti ubicati i principali parcheggi pubblici di attestamento ed le principali funzioni generatrici di traffico, quali il Centro commerciale ed alcuni dei nuovi insediamenti universitari.

Tra questi due assi è ordita la trama delle strade secondarie di penetrazione locale e residenziale, che, con il loro andamento subortogonale scandiscono le insule di cui è composto

il tessuto urbano; questa viabilità minore è quasi sempre ad un solo senso di marcia con andamento rotatorio attorno all'isolato consentendo di ubicare gli accessi alle insule su due strade opposte (entrata-uscita).

Nel presente studio, per rendere maggiormente congruenti le valutazioni sugli effetti delle Variante al P.P. rispetto allo scenario tendenziale, sono stati assunti, per quanto riguarda l'assetto della viabilità e gli interventi da realizzare, due scenari futuri: di medio termine e di lungo termine.

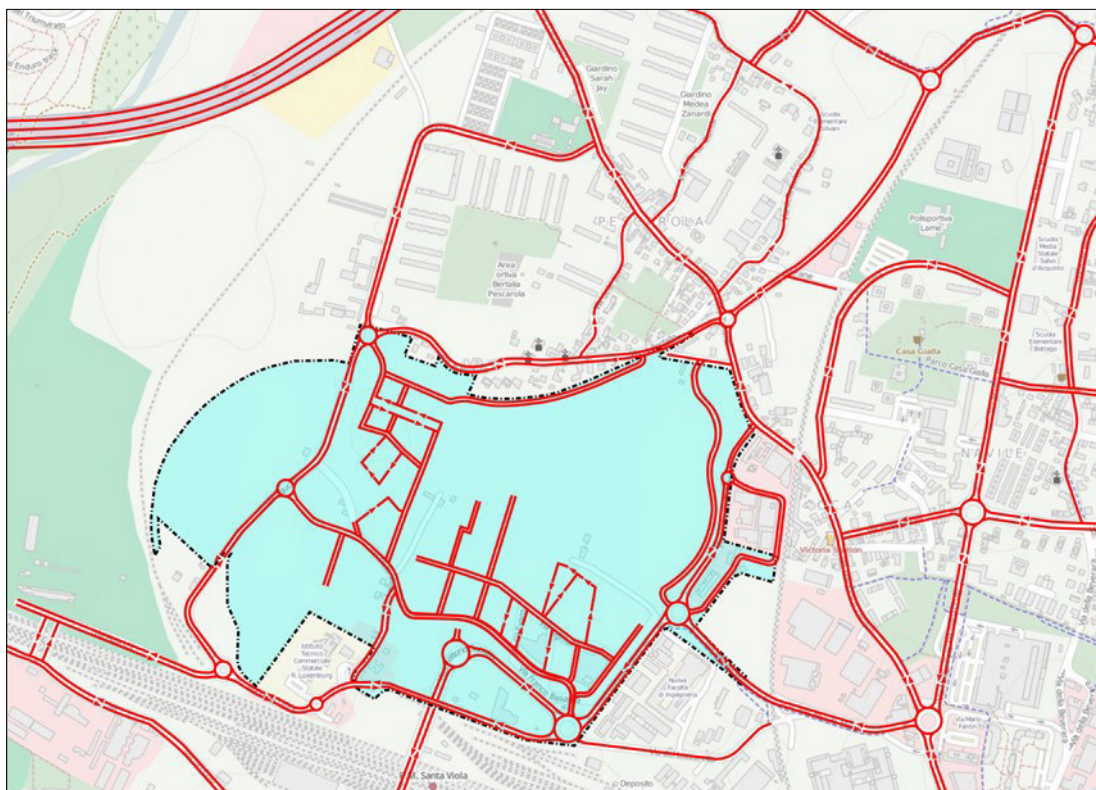
1.2.2.1 Lo scenario Tendenziale di medio termine

Nello scenario collocato a medio termine viene assunta la realizzazione di tutti gli interventi per cui il P.P. vigente prevedeva una realizzazione a breve termine al fine della sostenibilità complessiva del nuovo insediamento.

La rete infrastrutturale considerata dunque in questo scenario tendenziale comprende interamente sia la viabilità interna al comparto che per quella di accesso secondo il disegno del P.P. vigente.

L'immagine che segue mostra la rete infrastrutturale di riferimento per lo scenario Tendenziale di medio termine.

Img. 1.25 - Rete infrastrutturale nello scenario Tendenziale di medio termine



Gli interventi infrastrutturali d'accesso possono essere riassunti nei seguenti:

- innesto dell'estremità est dell'asse interzonale, a servizio del comparto, sull'intersezione a rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia, posizionato fra il ramo d'accesso di via Terracini e via Sabena; il nuovo ramo è previsto con singola corsia sia in ingresso che in uscita dalla rotatoria;
- nuova intersezione a rotatoria su via Sabena in prossimità del gomito, realizzata interamente in trincea e dotata di un nuovo arco stradale in galleria per permettere l'accesso al comparto da sud;
- trasformazione dell'intersezione fra via di Bertalia e via Agucchi in intersezione a rotatoria, e innesto di un nuovo arco stradale per accedere al comparto da nord-ovest;
- traslazione a sud e trasformazione dell'intersezione fra via Agucchi e via della Volta in intersezione a rotatoria, con l'innesto dell'estremità ovest dell'asse interzonale a servizio del comparto.

Per quanto riguarda l'assetto stradale esterno al comparto, o comunque non riferibile al suo P.P., si è provveduto ad aggiornare quello contenuto nel modello di simulazione utilizzato nell'ambito delle valutazioni del POC 2009-2014, sulla base dei progetti aggiornati degli interventi che possono avere influenza per l'ambito di studio, messi a disposizione dal Settore Mobilità del Comune.

In particolare si tratta dei seguenti interventi:

- realizzazione della "Nuova Roveretolo" con la soppressione del passaggio a livello di via del Pane;
- la realizzazione della nuova viabilità a servizio della Stazione Zanardi del SFM;
- la realizzazione del primo tratto dell'asse Nord-Sud di collegamento tra via Bovi campeggi e via de' Carracci.

In particolare i primi due hanno un'influenza diretta sull'assetto infrastrutturale nelle immediate vicinanze del comparto.

Il progetto della Nuova Roveretolo prevede infatti la profonda modifica alla configurazione geometrica dell'intersezione fra via di Bertalia e via Zanardi, con la trasformazione da intersezione non semaforizzata a quattro bracci a intersezione a raso a rotatoria, e l'inserimento del nuovo arco stradale proveniente dalla rotatoria Bruno Gualandi sul vecchio tracciato ferroviario parallelo a via del Pane.

L'immissione di via di Bertalia nella nuova rotatoria prevede una modifica nell'asse viario, che non seguirà più il tracciato presente nello scenario attuale, ma verrà spostato leggermente a sud in asse con la Nuova Roveretolo.

La viabilità su via di Bertalia per il tratto compreso fra via delle Borre e la nuova Rotatoria verrà portata da strada a senso unico a strada a doppio senso di marcia, permettendo quindi un completo attraversamento sia in direzione est-ovest che in direzione opposta.

In connessione alla realizzazione del nuovo asse, sono previste le due interruzioni stradali in corrispondenza dei passaggi a livello della linea ferroviaria Bologna-Padova, localizzate in via

del Pane e in via Zanardi, in quest'ultimo caso verrà però mantenuto un sottopasso per i collegamenti pedonali e ciclabili.

Il progetto di riqualificazione della stazione Zanardi del SFM prevede il disegno di una nuova viabilità necessaria a servirla in modo più diretto da ovest. Il nuovo tratto stradale, che interessa anche gli ambiti I-3 Zanardi 106 e Ambito di trasformazione misto n. 129, sarà connesso alla viabilità esistente a sud sulla rotatoria Tommasina Guidi, mentre a nord su via Terracini è prevista la realizzazione di una nuova rotatoria.

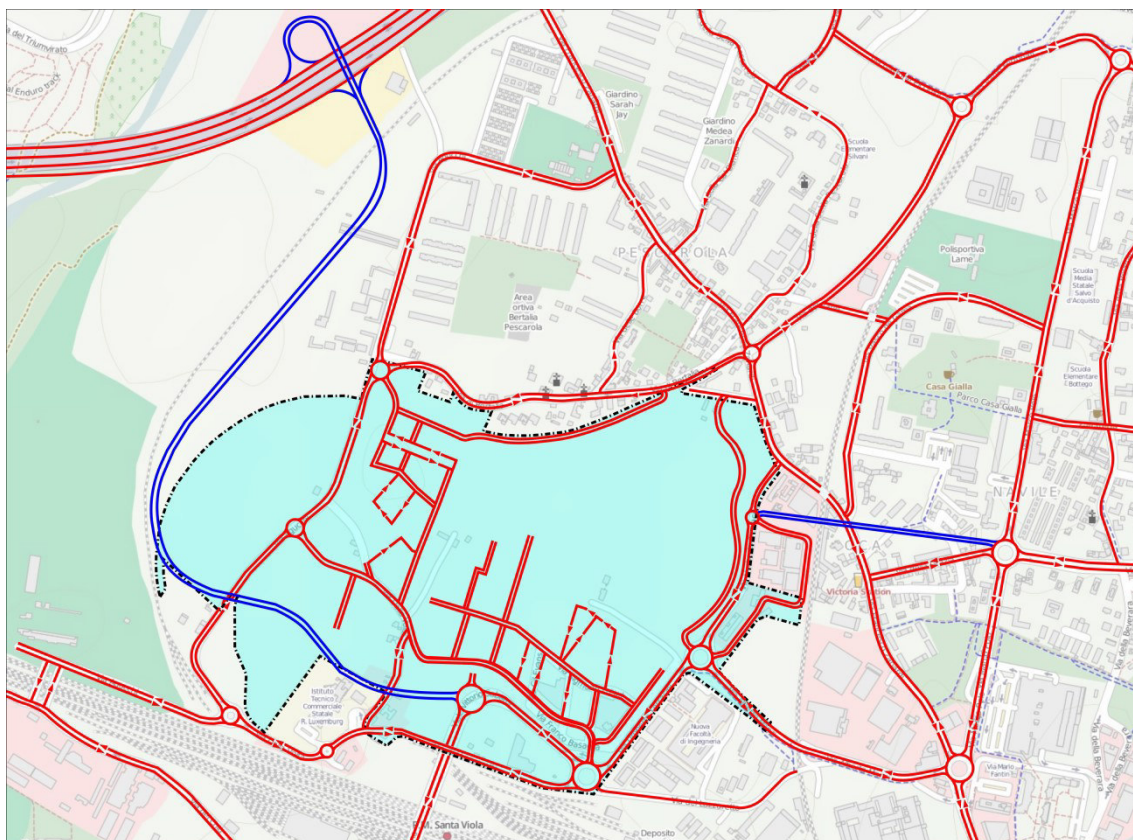
1.2.2.2 Lo scenario Tendentiale di lungo termine

La rete infrastrutturale dello scenario tendenziale di lungo termine prevede l'integrazione della configurazione presentata per lo scenario tendenziale di medio termine con i due interventi già previsti dal P.P. nel medio e lungo termine.

Gli interventi riguardano la rete principale e prevedono la realizzazione dell'asse stradale, definito come "Asse dell'89", fra via Terracini e la rotatoria all'intersezione tra via Marco Polo e via Gagarin, e del nuovo collegamento da via Sabena alla Tangenziale a nord-ovest del comparto.

Nell'immagine seguente questi interventi infrastrutturali raffigurati in colore blu.

Img. 1.26 - Rete infrastrutturale nello scenario Tendentiale di lungo termine



Vi è da precisare che, in assenza di un progetto che preveda l'integrazione tra la previsione del completamento dell'Asse dell'89 e quella della nuova viabilità a servizio della stazione Zanardi, per i quali si ha una sovrapposizione spaziale tra le due rotatorie su Terracini, nel modello dello scenario Tendenziale di lungo termine, al solo fine di consentirne la simulazione, è stata assunta una rotatoria a 5 rami che rende possibile la coesistenza dei due interventi.

1.2.3 I flussi di traffico negli scenari Tendenziali di medio e lungo termine

In questo paragrafo vengono esposti i risultati ottenuti dalle simulazioni fatte sui due scenari futuri Tendenziali di medio e lungo termine, cioè con la completa attuazione, dal punto di vista insediativo, del P.P. vigente e degli altri interventi descritti al paragrafo 1.2.2.1, mentre per l'assetto della viabilità si è fatto riferimento allo specifico scenario descritto nel paragrafo 1.2.2.2.

Per la costruzione del modello di simulazione dello scenario futuro tendenziale, sono stati utilizzati i seguenti elementi:

- la rete – viene utilizzata la rete dello scenario di POC 2009-2014, con gli aggiornamenti indicati nel paragrafo 1.2.2.1 e 1.2.2.2; la sottorete utilizzata per lo scenario a medio termine è costituita da un grafo di 791 archi attivi per il trasporto privato; mentre per lo scenario a lungo termine gli archi attivi risultano essere 806; a entrambe le reti è stata associata una zonizzazione di 310 zone;
- le matrici di domanda – in questo caso le matrici O/D della domanda di spostamenti assunte (leggeri e pesanti) sono uguali per i due scenari, e prevedono un incremento rispetto a quella attuale dovuto alle nuove previsioni insediative da considerare; il risultato finale è rappresentato da una matrice con 310 zone ed un totale di 125.298 (118.930 leggeri e 6.368 pesanti) spostamenti nell'ora di punta del mattino.

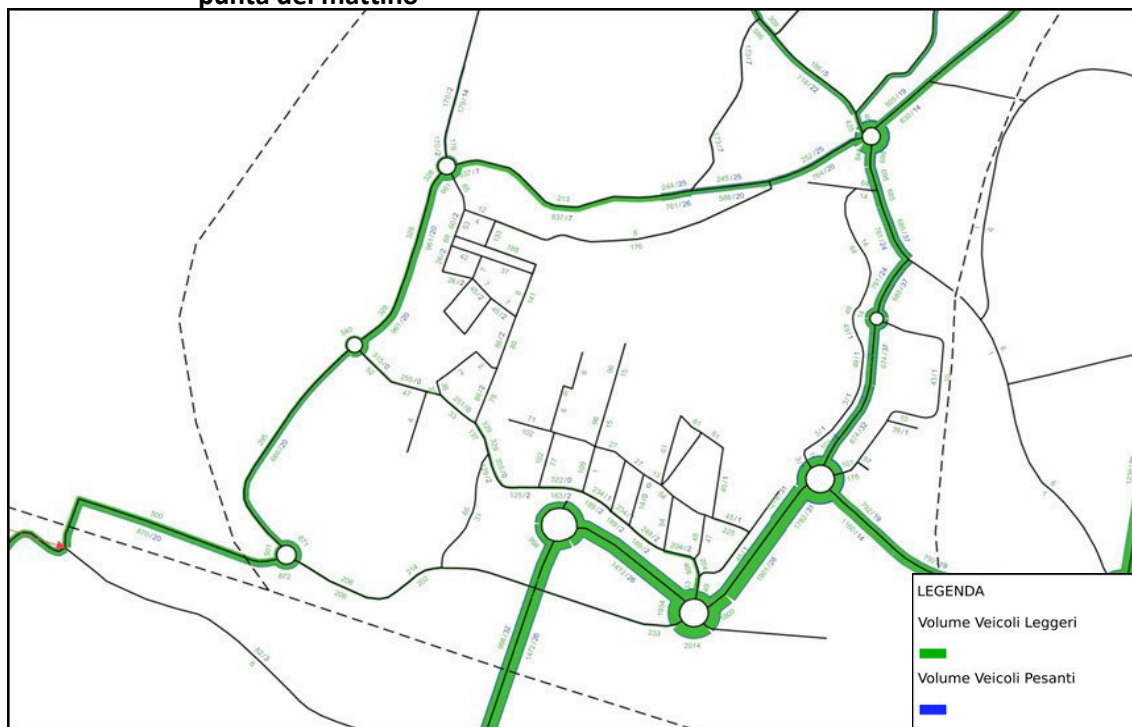
La domanda dello scenario Tendenziale è stata assegnata ai due modelli di rete, a medio e a lungo termine, permettendo di ricavare gli indicatori di riportati seguito.

Le immagini seguenti mostrano, per lo scenario a medio termine e per lo scenario a lungo termine, i flussogrammi espressi in veicoli/ora (leggeri e pesanti) e l'indice di congestione ricavato, nell'ora di punta del mattino, ottenuti dal modello di assegnazione per lo scenario tendenziale.

Per ciascuno scenario vengono mostrate anche le reti di differenza, cioè i flussogrammi con il valore di differenza dei veicoli totali su ciascun arco tra lo scenario futuro considerato, e gli altri scenari di confronto.

I flussogrammi, gli indici di congestione e le reti di differenza sono mostrati anche nelle figure in fondo al capitolo.

Img. 1.27 - Flussogramma dello scenario futuro Tendentiale di medio termine nell'ora di punta del mattino



Img. 1.28 - Indice di congestione nello scenario futuro Tendentiale di medio termine nell'ora di punta del mattino



Le tabelle riportate in successione mostrano infine, per ciascuno dei due scenari:

- i flussi di traffico ottenuti dalle simulazioni per le sezioni di controllo. I valori della tabella si riferiscono ai flussi nell'ora di punta tra le ore 8 e le 9 e sono suddivisi per tipologia di veicoli.
- i valori ottenuti dalle simulazioni effettuate per gli indicatori trasportistici che caratterizzano il funzionamento della rete stradale nei due scenari. L'area di valutazione assunta è quella già utilizzata per l'analisi dello scenario attuale.

Occorre ricordare che le valutazioni sono state eseguite sulla rete effettivamente utilizzata dai flussi assegnati all'interno dell'area di valutazione (porzione di rete complessiva comunale), non considerando quindi nella formazione dei parametri i valori di rete (lunghezza e velocità media) corrispondenti agli archi con volume nullo.

Rispetto allo scenario Attuale, quello Tendentiale di medio termine si caratterizza per un notevole incremento dei flussi sulla rete nell'intorno dell'area in esame, come conseguenza delle previsioni insediative associate a questo scenario e agli interventi infrastrutturali introdotti.

La rete stradale che si sviluppa nell'intorno del comparto, vede alcuni archi come via Manzi e parte di via Agucchi in una situazione di sovrasaturazione ($I_c > 100$); i restanti archi d'accesso al comparto si presentano in uno stato di presaturazione o al limite della sottosaturazione. Per quanto riguarda gli archi stradali interni al comparto si riscontra una situazione generale di sottosaturazione.

L'immagine 1.29 seguente mostra la differenza dei valori di flusso sulla rete di riferimento tra lo scenario futuro Tendentiale a medio termine e lo scenario Attuale.

Img. 1.29 - Differenza fra i flussi dello scenario Tendentiale di medio termine e quelli dello scenario Attuale, nell'ora di punta del mattino



Come si può osservare si ha un generalizzato incremento dei veicoli su tutti gli archi che cingono il comparto come via Terracini, Via Zanardi, Via di Bertalia via Agucchi, Via Sabena e Via Manzi e che forniscono l'accesso al comparto.

I decrementi di traffico veicolare in particolar modo su via Zanardi, a nord e a sud, sono conseguenza degli interventi di soppressione dei passaggi a livello sulla linea Bologna-Padova, con la realizzazione della Nuova Roveretolo e l'interruzione di via Zanardi.

La tabella 1.6, che segue, mostra i flussi di traffico ottenuti dalla simulazione dello scenario Tendenziale a medio termine per le sezioni di controllo, mentre la tabella 1.7 riassume i risultati dei parametri trasportistici ottenuti dalla simulazione di questo scenario.

I valori della tabella si riferiscono ai flussi nell'ora di punta del mattino tra le ore 8 e le 9 e sono suddivisi per tipologia di veicoli.

Tab. 1.6 - Valori di riferimento per lo scenario Tendenziale di medio termine nell'ora di punta del mattino

Sez	Strada	Dir	Ore 8-9(v/h)		
			Leg	Pes	Tot
C1	Via Umberto Terracini S	N	1.901	28	1.929
		S	1.087	31	1.118
C2	Via Umberto Terracini N	N	674	32	706
		S	714	28	742
C3	Via Alberto Manzi	E	1.160	14	1.174
		W	792	19	811
C4	Via Vittorio Sabena	NW	1.260	31	1.291
		SE	1.472	26	1.498
C5	Via Agucchi S	E	870	20	890
		W	500	0	500
C6	Via dalla Volta	E	206	0	206
		W	206	0	206
C7	Via Agucchi Centro S	N	666	20	686
		S	295	0	295
C8	Via Agucchi Centro N	N	961	20	981
		S	328	0	328
C9	Via di Bertalia	E	837	7	844
		W	213	0	213
C10	Via Francesco Zanardi N	N	685	37	722
		S	781	24	805
C11	Via Agucchi N	N	179	14	193
		S	170	2	172
C12	Via Francesco Zanardi S	N	6	0	6
		S	1	0	1

Tab. 1.7 - Principali indicatori di performance del traffico sulla rete di riferimento nello scenario Tendenziale di medio termine – valori riferiti all'ora di punta del mattino

Parametri	Unità di misura	Scenario Tendenziale MT
Lunghezza totale di rete attiva	km	130,1
Percorrenza totale	veicoli*km	95.080
Tempo totale di viaggio	ore	5.145
Percentuale di rete con $l_c > 100$	%	5,3%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 100$	%	17,3%
Percentuale di rete con $75 < l_c < 100$	%	14,7%
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < l_c < 100$	%	32,4%
Percentuale di rete con $l_c < 75$	%	80,0%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c < 75$	%	50,2%
Velocità media	km/h	25,0

Img. 1.30 - Flussogramma dello scenario futuro Tendenziale di lungo termine nell'ora di punta del mattino



Img. 1.31 - Indice di congestione nello scenario futuro Tendentiale di lungo termine nell'ora di punta del mattino



Confrontando lo scenario Tendentiale di lungo termine, che ricordiamo vede l'introduzione del collegamento Tra via Sabena e alla tangenziale ad ovest del comparto e la realizzazione dell'asse dell'89 a est tra via Gagarin e via Terracini, con il Tendentiale a medio termine, si hanno complessivamente leggeri incrementi dei volumi di traffico nell'intorno del comparto R 5.3.

Gli effetti principali degli interventi infrastrutturali introdotti riguardano:

- la diminuzione del traffico proveniente da nord, in particolare su via Marco Polo e la Nuova Roveretolo che migra sul nuovo collegamento alla Tangenziale realizzato ad ovest del comparto;
- la diminuzione dei flussi su via Marco Polo e via Manzi come conseguenza della connessione dell'Asse dell'89.

Nella tabella 1.8 che segue sono presentati i valori dei flussi veicolari simulati sulle sezioni di controllo per lo scenario Tendentiale di lungo termine; nella tabella 1.9 sono invece riassunti i valori dei parametri trasportistici ottenuti per questo scenario.

Tab. 1.8 - Valori di riferimento per lo scenario Tendenziale di lungo termine nell'ora di punta del mattino

Sez	Strada	Dir	Ore 8-9(v/h)		
			Leg	Pes	Tot
C1	Via Umberto Terracini S	N	2.012	17	2.029
		S	1.143	51	1.194
C2	Via Umberto Terracini N	N	988	14	1.002
		S	789	46	835
C3	Via Alberto Manzi	E	769	1	770
		W	447	4	451
C4	Via Vittorio Sabena	NW	1.464	53	1.517
		SE	1.638	19	1.657
C5	Via Agucchi S	E	1.030	34	1.064
		W	473	8	481
C6	Via dalla Volta	E	304	3	307
		W	158	0	158
C7	Via Agucchi Centro S	N	727	31	758
		S	316	8	324
C8	Via Agucchi Centro N	N	931	32	963
		S	362	8	370
C9	Via di Bertalia	E	758	16	774
		W	252	0	252
C10	Via Francesco Zanardi N	N	373	37	410
		S	676	22	698
C11	Via Agucchi N	N	215	16	231
		S	184	8	192
C12	Via Francesco Zanardi S	N	55	0	55
		S	28	0	28

Tab. 1.9 - Principali indicatori di performance del traffico sulla rete di riferimento dello scenario Tendenziale di lungo termine – valori riferiti all'ora di punta del mattino

Parametri	Unità di misura	Scenario Tendenziale LT
Lunghezza totale di rete attiva	km	137,2
Percorrenza totale	veicoli*km	97.055
Tempo totale di viaggio	ore	5.089
Percentuale di rete con $l_c > 100$	%	5,1%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 100$	%	19,1%
Percentuale di rete con $75 < l_c < 100$	%	14,0%
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < l_c < 100$	%	30,2%
Percentuale di rete con $l_c < 75$	%	80,9%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c < 75$	%	50,7%
Velocità media	km/h	25,4

1.2.4 L'accessibilità al comparto nello scenario Tendenziale

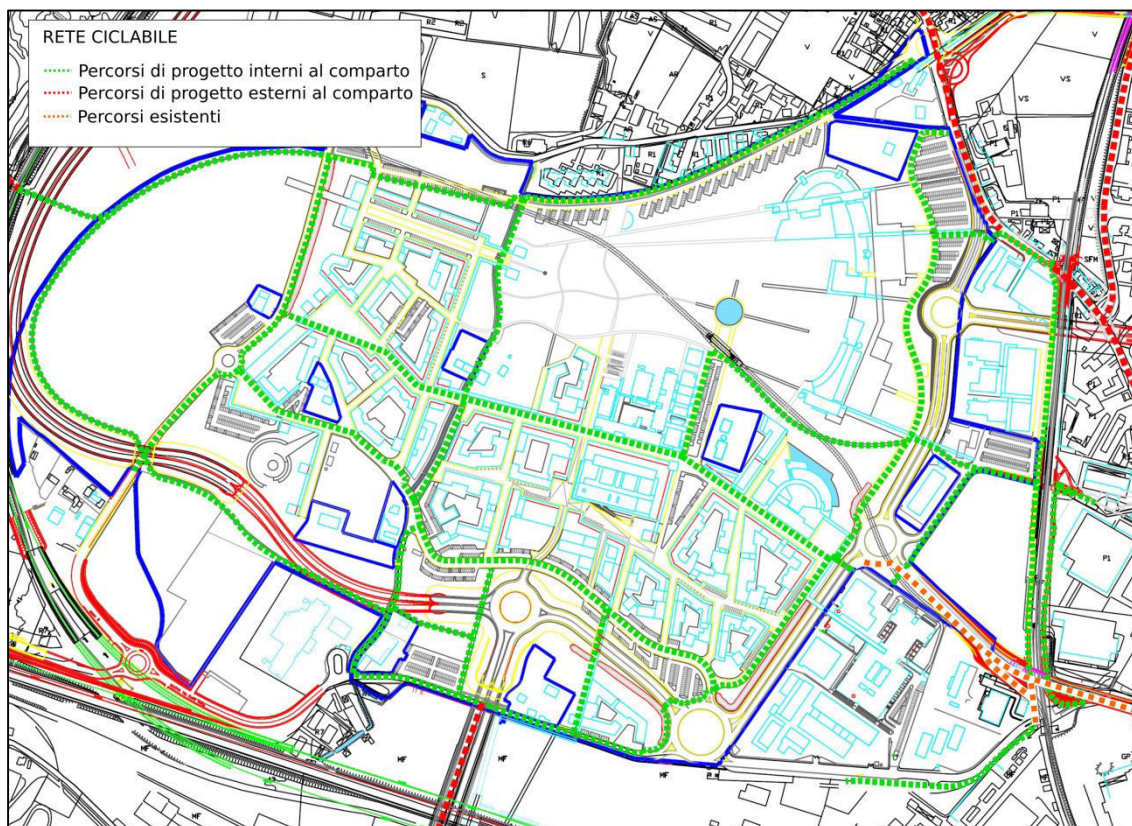
1.2.4.1 La rete ciclabile nello scenario Tendenziale

L'immagine mostra la rete ciclabile prevista dal P.P. vigente per il comparto R 5.3 nello scenario tendenziale approvato nel PUA, integrata con le piste ciclabili ad oggi esistenti.

Il colore verde sono raffigurati i percorsi ciclabili previsti all'interno dell'area del comparto, in rosso quelli esterni e in arancione i tratti ciclabili già esistenti.

Come si può vedere il P.P. prevede all'interno del comparto una diffusa e funzionale rete di percorsi ciclabili che connettono tutte le destinazioni principali del nuovo insediamento e raggiungono i principali nodi di interscambio come le stazioni del SFM e quella del People Mover.

Img. 1.32 - Percorsi ciclabili del P.P. vigente del Comparto R 5.3



1.2.4.2 Il trasporto collettivo per l'area di studio nello scenario Tendenziale

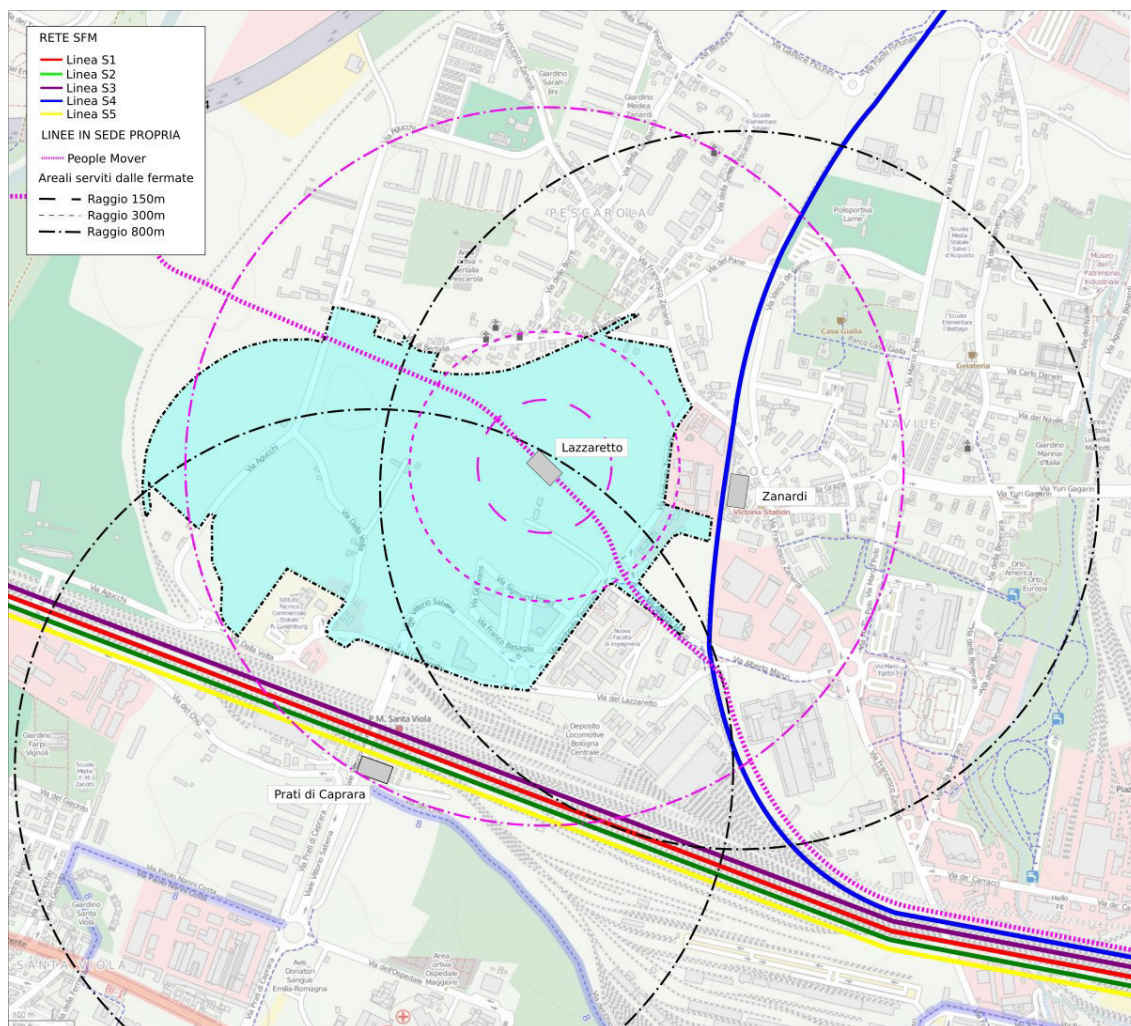
Si è visto come l'accessibilità al sito oggetto di studio, tramite il sistema di trasporto collettivo su gomma, nello scenario attuale, sia data dalla presenza di alcune linee urbane, le cui fermate servono i poli scolastici/universitari presenti al margine sud e sud-est del comparto, e dalle fermate delle linee poste sulla radiale di via Zanardi.

Nello scenario futuro, anche Tendenziale, il servizio del TPL su gomma dell'ambito sarà soggetto a un ridisegno, per la necessità di sostituire la direttrice portante di via Zanardi, destinata ad essere interrotta come conseguenza della soppressione del passaggio a livello.

Al momento in cui viene scritta questa relazione non è ancora noto il nuovo assetto delle linee del servizio su gomma, si deve tuttavia presumere che questo garantirà livelli di servizio adeguati sull'intero ambito territoriale oggetto di studio, compreso il quartiere di nuovo sviluppo.

Inoltre, per quanto riguarda il trasporto pubblico collettivo su sede propria, già a partire dallo scenario tendenziale di medio termine, si prevede l'attivazione di nuove tipologie di servizio per gli utenti dell'ambito di studio, rappresentate dal Servizio Ferroviario Metropolitano e dal People Mover.

Img. 1.33 - Le stazioni del SFM e del People Mover a servizio dell'ambito di studio



Il Servizio Ferroviario Metropolitano vede l'ampliamento della sua offerta di trasporto attraverso la creazione di due nuove fermate: la fermata Zanardi che servirà la linea S4 in direzione Ferrara, e la fermata Prati di Caprara servirà le linee S1, S2, S3 e S5.

Il People Mover, è il nuovo sistema di trasporto a guida vincolata che collegherà la stazione ferroviaria centrale di Bologna con l'aeroporto G. Marconi.

La fermata che interessa l'ambito di studio è quella intermedia delle 3 offerte dal servizio, e risulta posizionata centralmente rispetto all'area del comparto R 5.3.

L'immagine 1.33 mostra gli areali di servizio di raggio 800m, per le stazioni del SFM, (colore nero), e gli areali costruiti per raggi crescenti di 150m, 300m e 800m rispetto alla stazione del People Mover (colore viola).

Come si può vedere l'ambito insediativo del comparto R 5.3 risulta ampiamente coperto dal servizio offerto da questi sistemi.

Al momento della progettazione del P.P. del Comparto R 5.3, attualmente vigente, si è inteso anche prefigurare la realizzazione della linea di metrotranvia prevista dal PSC, individuando un tracciato funzionale che, dalla nuova rotatoria su via Sabena, a nord del sottopasso allo scalo Ravone, si dirige a nord penetrando nel nuovo quartiere a fianco di due degli edifici universitari, e passando sotto la stazione del People Mover, termina la sua corsa "di testa" in corrispondenza della stazione Zanardi.

1.3 Lo Scenario della Variante al Piano Particolareggiato

Lo scenario futuro di progetto, di cui si valutano gli effetti in questa relazione, è costituito dalla proposta di Variante al Piano Particolareggiato del Comparto R 5.3.

La Variante mantiene sostanzialmente l'assetto complessivo del P.P. vigente apportando modifiche alle destinazioni d'uso di alcune "insule" nella parte nord-ovest del comparto, nelle quali gli usi ad attività universitarie vengono sostituiti prevalentemente dalla residenza a cui si aggiungono anche usi terziari. A seguito di queste modifiche viene adeguata anche la viabilità di servizio a questi ambiti.

L'occasione della Variante viene colta anche per adeguare la viabilità interna al comparto per quanto riguarda la circolazione veicolare, in particolare per le parti già realizzate, secondo le indicazioni ottenute dal Settore Mobilità del Comune.

Infine la Variante introduce una modifica nell'orizzonte temporale previsto per la realizzazione della nuova rotatoria su via Sabena, a nord del sottopasso allo scalo Ravone, che dallo scenario a breve termine viene collocata in quello a lungo termine in abbinamento con la realizzazione del previsto collegamento con la Tangenziale, mentre viene definitivamente eliminata l'ipotesi di accesso al nuovo quartiere dalla nuova rotatoria.

Nei successivi paragrafi si riportano in sintesi i nuovi scenari insediativi e infrastrutturali previsti dalla Variante.

1.3.1 Lo scenario insediativo futuro della Variante al Piano Particolareggiato

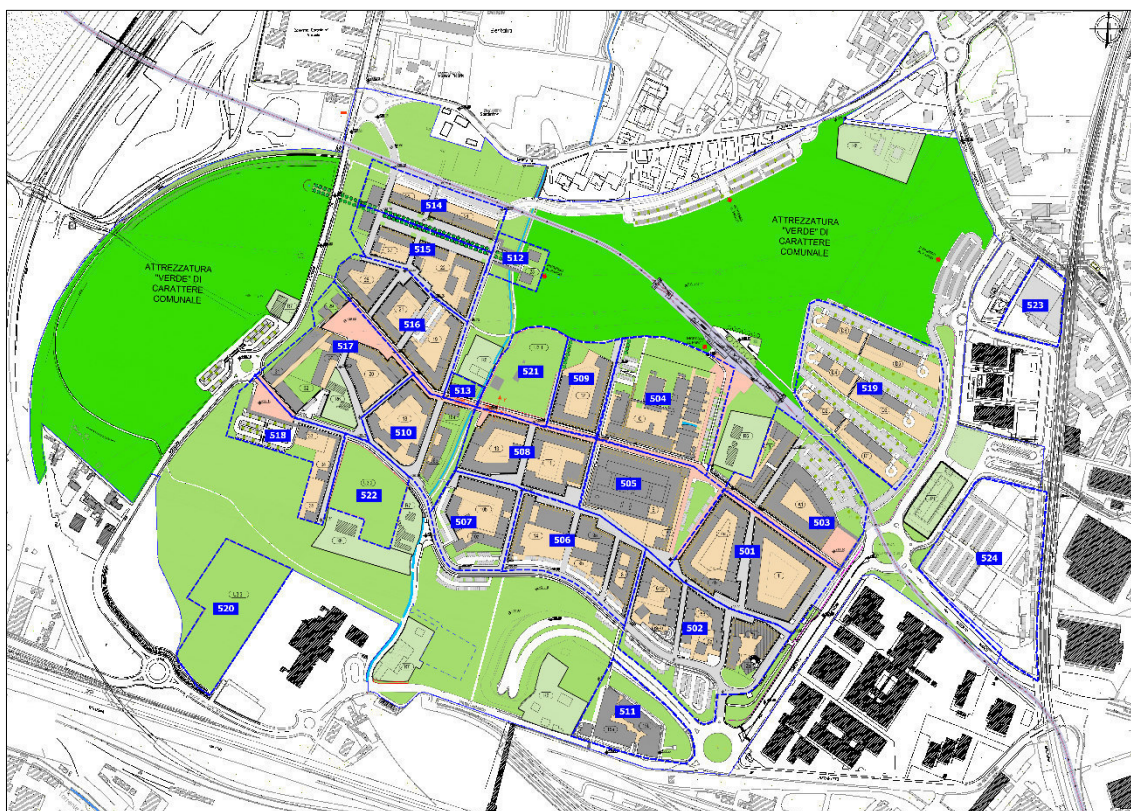
Lo scenario insediativo futuro di valutazione è stato costruito a partire dallo scenario Tendenziale, che prevede già l'attuazione del P.P. vigente, implementandolo con le modifiche insediative previste nella proposta di Variante.

Facendo riferimento alla Variante al P.P. vigente lo scenario insediativo si compone di 54 lotti, di cui 2 destinati ad accogliere strutture universitarie, 5 usi pubblici e gli altri 47 a destinazione prevalentemente residenziale, con presenza anche di attività commerciali e terziarie.

Ai fini del calcolo del Carico Urbanistico i lotti della proposta di Variante per il comparto R 5.3 sono stati raggruppati ancora nelle 22 zone già utilizzate per lo scenario Tendenziale.

La planimetria dell'immagine che segue mostra la suddivisione in zone della proposta di Variante.

Img. 1.34 - Planimetria della Variante al P.P. del comparto R 5.3 vigente con l'indicazione delle zone utilizzate per il calcolo del CU e della generazione dei veicoli



La tabella seguente mostra le destinazioni d'uso e le superfici utili previste nelle zone della proposta di Variante al Piano Particolareggiato vigente del Comparto R 5.3.

Tab. 1.10 - Destinazioni d'uso e superfici utili della proposta di Variante al P.P. del Comparto R 5.3 vigente

Zone	DESTINAZIONE D'USO (m ² SU)						TOTALE
	R	SCa	TD	TS	UN	UP	
501	28.929	-	929	596	-	-	30.454
502	25.746	-	-	487	-	-	26.233
503	6.990	3570	-	2.150	-	-	12.710
504	-	-	-	-	10.610	-	10.610
505	978	-	-	-	8.120	-	9.098
506	1.921	-	1.620	7.279	-	-	10.820
507	6.820	-	-	940	-	-	7.760
508	10.651	-	303	3.660	-	-	14.614
509	9.728	-	384	-	-	-	10.112
510	4.510	-	691	1.164	-	-	6.365
511	7.081	-	-	-	-	-	7.081
512	2.200	-	-	-	-	-	2.200
513	893	-	97	-	-	-	990
514	6.440	-	465	45	-	-	6.950
515	6.249	-	-	1.286	-	-	7.535
516	10.199	-	730	762	-	-	11.691
517	6.071	-	553	486	-	2.000	9.110
518	2.589	-	-	-	-	-	2.589
519	19.800	-	-	-	-	-	19.800
520	-	-	-	-	-	4.500	4.500
521	-	-	-	-	-	1.950	1.950
522	-	-	-	-	-	1.350	1.350
Totale	157.795	3.570	5.771	18.854	18.730	9.800	214.521

LEGENDA

R	residenza
SCa	struttura commerciale alimentare
TD	terziario diffuso (commerciale vicinato, pubblici esercizi, ecc)
TS	terz. specializzato (direzionale, uffici, ecc)
UN	attività universitarie
UP	usi pubblici

Complessivamente la superficie utile del Comparto R 5.3, nella Variante al P.P. vigente ammonta a circa 214.500 m², poco meno dei 215.000 m² di Su del P.P. vigente (-0,2%).

Cresce la quota residenziale che nella Variante raggiunge poco meno del 74%, contro il 64% del piano vigente. Crescono anche le superfici destinate alla struttura commerciale alimentare che passa dallo 0,7 all'1,7% (da 1.200 a 2.500 m² di SV), al terziario diffuso dall'1,8 al 2,7% e del terziario specializzato dal 7,9 all'8,8%.

In calo naturalmente sono le superfici destinate ad attività universitarie che passano dal 20,6 del P.P. vigente all'8,7% della Variante.

Rimangono infine sostanzialmente stabili le superfici destinate ad usi pubblici.

Oltre alla Variante al Piano Particolareggiato del comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto attualmente vigente, nella costruzione dello scenario futuro di valutazione sono stati considerati anche i due interventi previsti nell'area oggetto di studio:

- Il PUA dell'Ambito di trasformazione misto n. 129 - Area ad est di via Terracini
- Il Comparto I-3 via Zanardi 106

Con i dati quantitativi e con le modalità insediative già esposti nel precedente paragrafo 1.2.1

1.3.1.1 Il carico urbanistico e la stima dei flussi di traffico per lo scenario della Variante

Per lo scenario futuro di valutazione della proposta di Variante le modalità per la stima del carico urbanistico e dei flussi di traffico per il comparto R 5.3, sono state le stesse di utilizzate per lo scenario Tendenziale, utilizzando dati insediativi aggiornati.

Per il comparto I-3 via Zanardi 106 e per l'Ambito di trasformazione misto n. 129 - Area ad est di via Terracini, vengono mantenuti i dati già assunti per lo scenario Tendenziale.

Anche per lo scenario di valutazione della Variante si è assunto che l'insieme della futura offerta di trasporto pubblico, costituita da servizio su gomma (nel nuovo assetto che verrà dato) e dal People Mover, nonché dal SFM, mantenga, per i nuovi insediamenti, lo standard medio di uso dei sistemi pubblici per l'area urbana, non considerando cautelativamente i maggiori effetti positivi prodotti dal previsto potenziamento del trasporto collettivo.

Un uso maggiore dei sistemi di trasporto collettivo e della rete ciclabile adeguatamente potenziata comporterà evidentemente un beneficio che tenderà a ridurre i carichi veicolari stimati in questa sezione dello studio.

La tabella che segue mostra il carico urbanistico e i flussi di traffico indotti per lo scenario futuro di valutazione della Variante al P.P. vigente.

Nella tabella è indicato il carico urbanistico stimato per i diversi usi previsti dalle ipotesi insediative, il numero di viaggi indotti nel giorno medio e il traffico indotto nell'ora di punta del mattino tra le 8 e le 9 in termini di veicoli/ora.

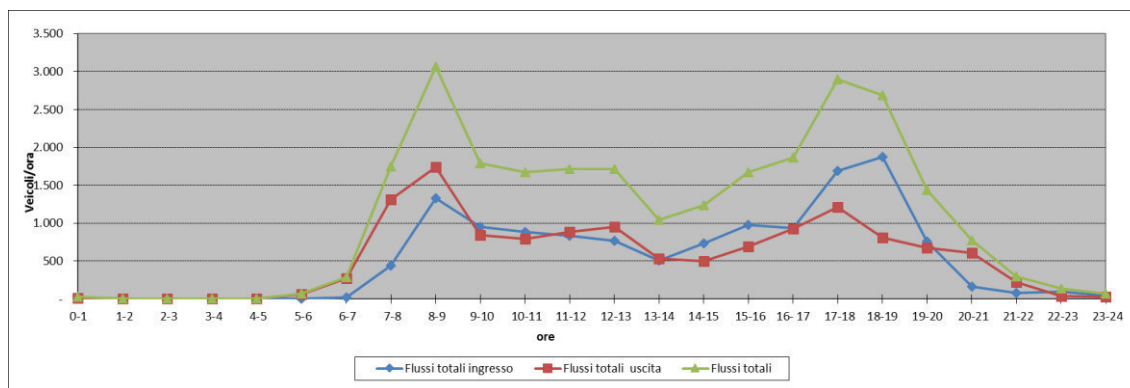
I valori sono riferiti alle 22 zone del Comparto R 5.3, e alle due zone aggiunte: la 23 che è riferita all'intervento I-3 via Zanardi 106, e la 24 riferita all'Ambito di trasformazione misto n. 129 - Area ad est di via Terracini.

Tab. 1.11 - Carico urbanistico e flussi di traffico generati per i tre comparti di riferimento per lo scenario futuro di valutazione della Variante al P.P. vigente

Zona	Carico urbanistico giornaliero (unità)					Veic./g	Veic./hp
	Residenti	Addetti	Utenti	Conf.-Prel.	TOT CU		
501	1.157	35	677	7	1.877	1.106	345
502	1.030	15	29	2	1.076	691	236
503	350	121	2.626	41	3.138	1.377	112
504	0	101	1.207	22	1.330	651	203
505	39	77	923	17	1.057	524	164
506	77	248	1.551	43	1.919	1.011	278
507	273	28	56	4	361	227	77
508	426	116	426	19	987	578	183
509	389	7	265	2	663	386	118
510	180	48	546	9	783	422	118
511	283	0	0	0	283	183	63
512	88	0	0	0	88	57	19
513	36	2	67	0	105	57	16
514	258	10	324	3	594	332	97
515	250	39	76	6	371	230	77
516	408	36	550	7	1.001	561	165
517	243	45	547	6	841	448	114
518	104	0	0	0	104	67	23
519	792	0	0	0	792	511	175
520	0	46	307	2	355	159	13
521	0	20	133	1	154	69	6
522	0	14	92	1	106	48	4
523	73	79	761	14	928	484	107
524	0	259	3.765	113	4.136	2.926	327
TOTALE	6.455	1.346	14.927	320	23.048	13.103	3.040

Il grafico che segue mostra la distribuzione oraria stimata per i veicoli in ingresso e in uscita per il totale dei tre comparti.

Graf. 1.3 - Distribuzione oraria dei flussi veicolari in ingresso-uscita nei tre comparti per lo scenario futuro di valutazione della Variante al P.P. vigente



Sulla base dei dati insediativi della Variante al P.P. vigente del Comparto R 5.3, per lo scenario futuro di valutazione, il carico urbanistico complessivo giornaliero è stimato in circa 18.000 unità/g, con un incremento di circa il 3,7% rispetto al CU del P.P. vigente.

Se si considerano anche gli altri due comparti il CU arriva a circa 23.050 unità/g, con un incremento di circa il 3% rispetto allo scenario Tendenziale.

Il flusso giornaliero di veicoli generati-attratti nello scenario di Variante risulta stimato in circa 13.100 veicoli/g (+ 2,2% circa rispetto al Tendenziale); mentre nell'ora di punta del mattino tra le 8 e le 9 il flusso orario risulta stimato in circa 3.040 v/h in arrivo e in partenza (+ 18% circa rispetto al Tendenziale). L'incidenza del traffico pesante nei flussi prodotti anche in questo scenario risulta molto basso, essendo stimabile inferiore all'1% del totale dei veicoli giornaliero.

Considerando il solo comparto R 5.3, il flusso giornaliero di veicoli generati-attratti nello scenario di Variante risulta stimato in circa 9.700 veicoli/g (+ 3% circa rispetto al Tendenziale); mentre nell'ora di punta del mattino tra le 8 e le 9 il flusso orario risulta stimato in circa 2.600 v/h in arrivo e in partenza (+ 22% circa rispetto al Tendenziale). Anche in questo caso l'incidenza del traffico pesante si mantiene molto bassa, al di sotto dell'1%.

E' da notare dunque che rispetto al Tendenziale il traffico generato-attratto come conseguenza della proposta di Variante non subisce complessivamente una variazione significativa nel totale giornaliero (+ 3%), tuttavia il diverso mix di usi, che privilegia l'attività residenziale (+ 15,6% circa del totale di residenti stimati per il comparto R 5.3), porta ad un significativo incremento dei flussi veicolari in ingresso-uscita nell'ora di punta del mattino, pari a circa il 22%, rispetto allo scenario Tendenziale, e una riduzione dei flussi nelle ore centrali del giorno medio di riferimento.

1.3.2 Gli assetti della rete stradale di riferimento per lo scenario futuro della Variante

Come avvenuto per lo scenario Tendenziale, anche per lo scenario futuro di valutazione vengono considerati due assetti diversi per la rete infrastrutturale a servizio dell'ambito di studio: un primo scenario è riferito ai contenuti della Variante al P.P. vigente con orizzonte temporale a medio termine; mentre il secondo è riferito a un orizzonte temporale a lungo termine.

1.3.2.1 Lo scenario di medio termine della Variante

La rete infrastrutturale nello scenario di variante a medio termine presenta, rispetto al corrispondente scenario Tendenziale, alcune modifiche sia alla viabilità d'accesso al comparto sia alla rete interna a servizio dei lotti.

La principale modifica infrastrutturale sull'accessibilità al comparto R 5.3, riguarda come già detto lo spostamento della nuova rotatoria di via Sabena, a nord del sottopasso ferroviario, prevista nello scenario tendenziale di medio termine, allo scenario di lungo termine.

Mentre viene eliminata dal progetto la previsione di un accesso da sud al nuovo quartiere attraverso un quarto ramo che della stessa rotatoria si connettesse in galleria all'asse

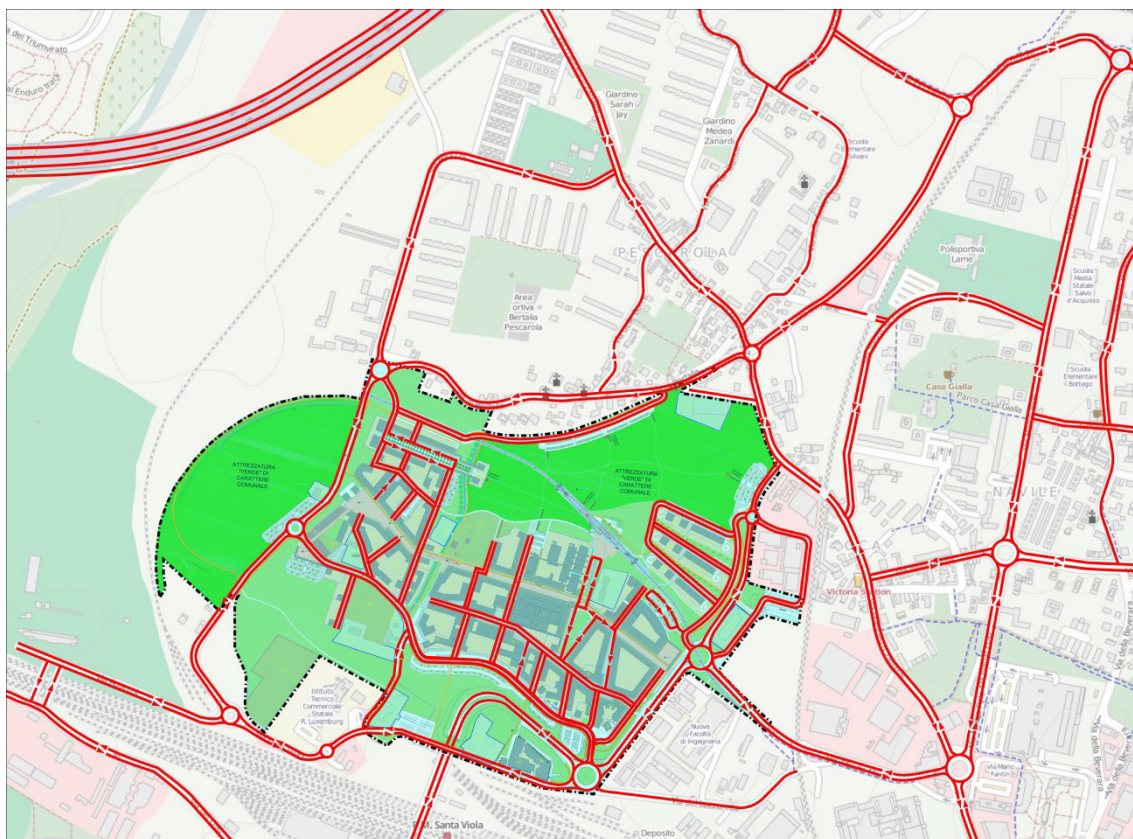
interzonale all'interno del comparto R 5.3.

L'accessibilità a sud del comparto passa da due a un solo punto d'accesso, che rimane presso la rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia, mentre l'andamento piano –altimetrico di via Sabena rimane tale a quello presente nello scenario attuale, ma con il potenziamento a due corsie per senso di marcia sino in accesso alla rotatoria, come previsto nel Tendentiale.

Gli archi stradali interni al comparto che subiscono modifiche riguardo la sezione e l'andamento planimetrico sono principalmente quelli disposti a est del comparto, a seguito di una modifica dei lotti di edificazione che vede la trasformazione dell'area dell'università in area esclusivamente residenziale.

L'immagine che segue mostra la rete della viabilità prevista per lo scenario di Variante a medio termine.

Img. 1.35 - Rete infrastrutturale nello scenario della Variante a medio termine

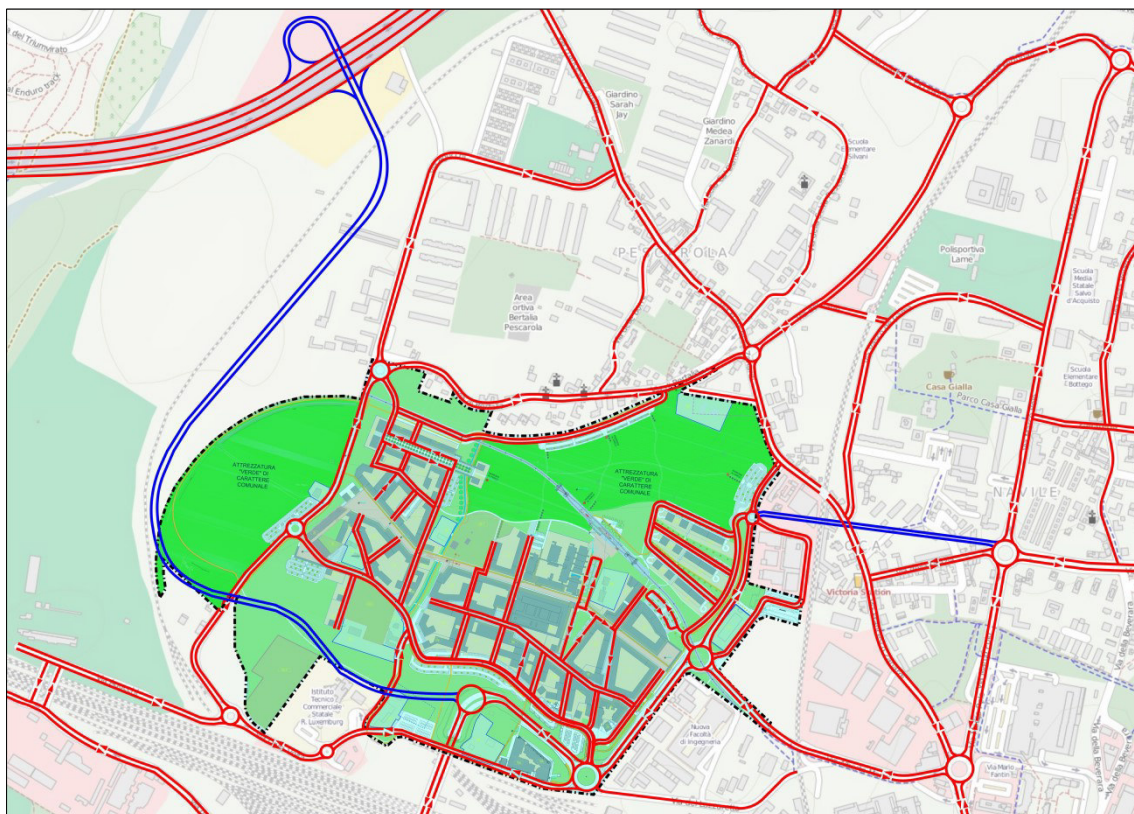


1.3.2.2 Lo scenario di lungo termine della Variante

Lo scenario a lungo termine della Variante al P.P. vigente del Comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto vede la riproposizione dei due interventi presentati per lo scenario Tendentiale di lungo termine inerenti la rete principale: la realizzazione del completamento dell'Asse dell'89

Nell'immagine sottostante sono rappresentati in blu i nuovi interventi previsti nello scenario di lungo termine, inseriti all'interno della rete complessiva dell'ambito oggetto di studio.

Img. 1.36 - Rete infrastrutturale nello scenario di Variante a lungo termine



1.3.3 L'accessibilità al comparto nello scenario futuro di Variante al P.P. vigente

1.3.3.1 Il trasporto collettivo per l'area di studio nello scenario futuro di valutazione

Il sistema di trasporto collettivo per l'ambito oggetto di studio non subisce variazioni a seguito della proposta di Variante al P.P. vigente, quindi per questo scenario valgono le considerazioni già fatte in occasione della descrizione dello scenario Tendenziale.

La prevista eliminazione dell'accesso da sud, dalla nuova rotatoria su via Sabena, contenuta nella proposta di Variante, non pregiudica l'eventuale realizzazione del tracciato della Metrotranvia prevista dal PSC, richiedendo tuttavia in questo caso una modifica alle opere necessarie.

1.3.3.2 La rete ciclabile nello scenario futuro di Variante al P.P. vigente

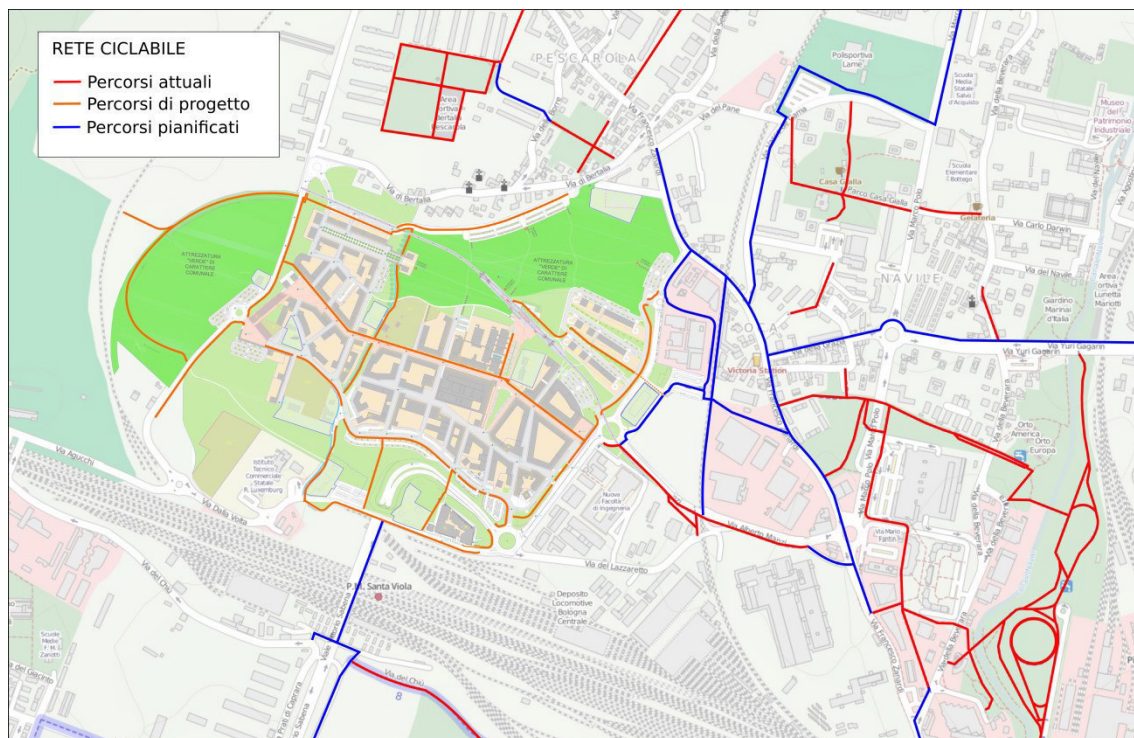
La Variante al P.P. vigente conferma sostanzialmente la rete ciclabile i percorsi pedonali già previsti dal piano.

La rete ciclabile interna al comparto R 5.3, rappresentata nell'immagine sottostante in colore arancione, ricalca i percorsi già previsti nello scenario Tendenziale, salvo alcune variazioni ai percorsi a seguito di modifiche inerenti la disposizione di alcuni lotti e della relativa rete stradale ad essa collegata.

La rete ciclabile esterna, di sviluppo indipendente da quella del comparto R 5.3 presenta già una pianificazione volta all'integrazione delle piste ciclabili esistenti, con quelle interne al comparto in modo tale da creare una cucitura fra le due e garantire inoltre il collegamento con i percorsi ciclabili radiali diretti verso il centro urbano.

I percorsi pedonali del comparto si sviluppano seguendo il "Corso principale" che taglia trasversalmente il comparto da est a ovest, tali percorsi si integrano con la rete ciclabile creando degli archi del comparto destinati alla mobilità dolce, con la totale esclusione dei veicoli a motore.

Img. 1.37 - Rete ciclabile dell'ambito di studio nello scenario futuro di valutazione



1.3.4 I flussi di traffico negli scenari futuri di Variante a medio e lungo termine

In questo paragrafo vengono esposti i risultati ottenuti dalle simulazioni fatte sullo scenario futuro di Variante di medio e lungo termine, introducendo le modifiche relative al carico urbanistico e all'assetto infrastrutturale presentate nei paragrafi precedenti.

Per la costruzione del modello di simulazione dello scenario futuro di Variante, sono stati utilizzati i seguenti elementi:

- la rete – vengono utilizzate le reti dello scenario tendenziale di medio e lungo termine, con gli aggiornamenti indicati nel paragrafo 1.3.2.1 e nel paragrafo 1.3.2.2; la sottorete utilizzata per lo scenario a medio termine è costituita da un grafo di 798 archi attivi per il trasporto privato, mentre per lo scenario a lungo termine gli archi attivi risultano essere 821; a entrambe le reti è stata associata una zonizzazione di 310 zone;
- le matrici di domanda – in questo caso le matrici O/D della domanda di spostamenti assunte (leggeri e pesanti) sono quelle all'orizzonte temporale di medio termine che prevedono un incremento rispetto a quella tendenziale dovuto alle nuove previsioni insediative da considerare; il risultato finale è rappresentato da una matrice con 310 zone ed un totale di 125.786 (119.422 leggeri e 6.364 pesanti) spostamenti nell'ora di punta del mattino.

La domanda dello scenario di Variante al P.P. vigente è stata assegnata ai due modelli di rete a medio e a lungo termine, permettendo di ricavare gli indicatori riportati di seguito.

Le immagini seguenti mostrano, per lo scenario di valutazione a medio termine e per lo scenario a lungo termine, il flussogramma espresso in veicoli/ora (leggeri e pesanti) e l'indice di congestione ricavato nell'ora di punta del mattino, ottenuti dal modello di assegnazione.

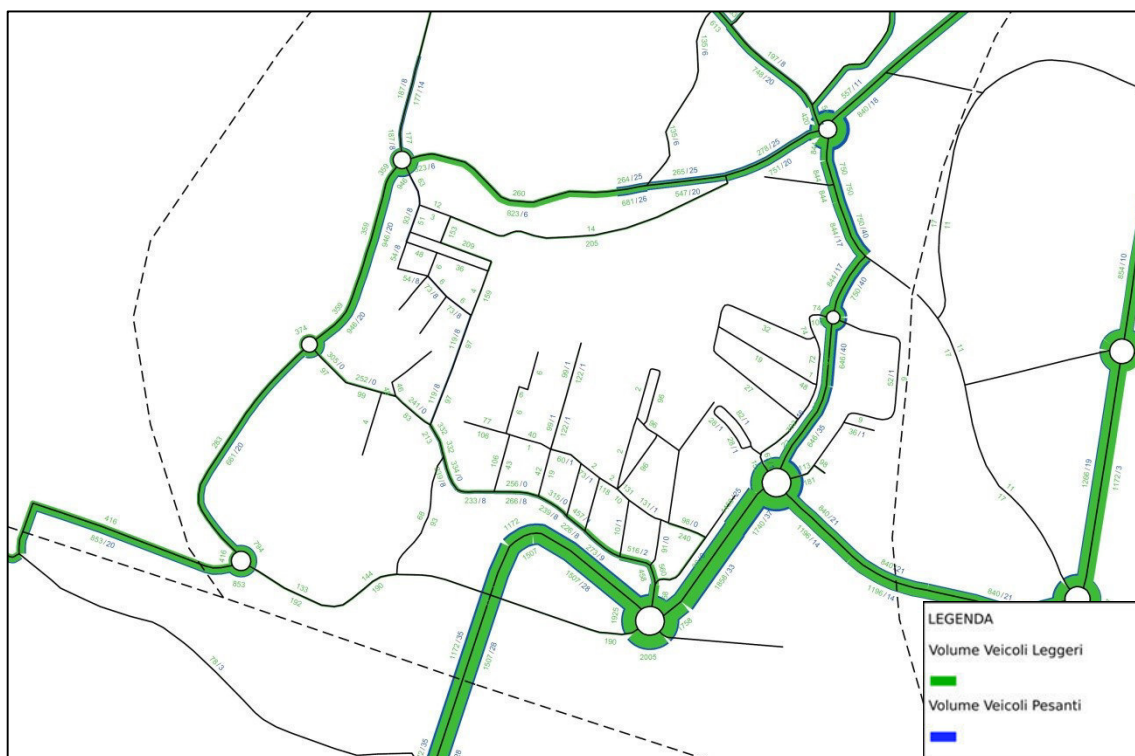
Per ciascun scenario vengono mostrate anche le reti di differenza, cioè i flussogrammi con il valore di differenza dei veicoli totali su ciascun arco tra lo scenario futuro considerato, e gli altri scenari di confronto.

Le tabelle riportate in successione mostrano infine, per ciascuno dei due scenari:

- i flussi di traffico ottenuti dalle simulazioni per le sezioni di controllo. I valori della tabella si riferiscono ai flussi nell'ora di punta del mattino tra le ore 8 e le 9 e sono suddivisi per tipologia di veicoli;
- i valori ottenuti dalle simulazioni effettuate per gli indicatori trasportistici che caratterizzano il funzionamento della rete stradale. L'area di valutazione assunta è quella già utilizzata per l'analisi dello scenario attuale.

Occorre ricordare che le valutazioni sono state eseguite sulla rete effettivamente utilizzata dai flussi assegnati all'interno dell'area di valutazione (porzione di rete complessiva comunale), non considerando quindi nella formazione dei parametri i valori di rete (lunghezza e velocità media) corrispondenti agli archi con volume nullo.

Img. 1.38 - Flussogramma dello scenario futuro di Variante a medio termine nell'ora di punta del mattino



Img. 1.39 - Indice di congestione nello scenario futuro di Variante a medio termine nell'ora di punta del mattino



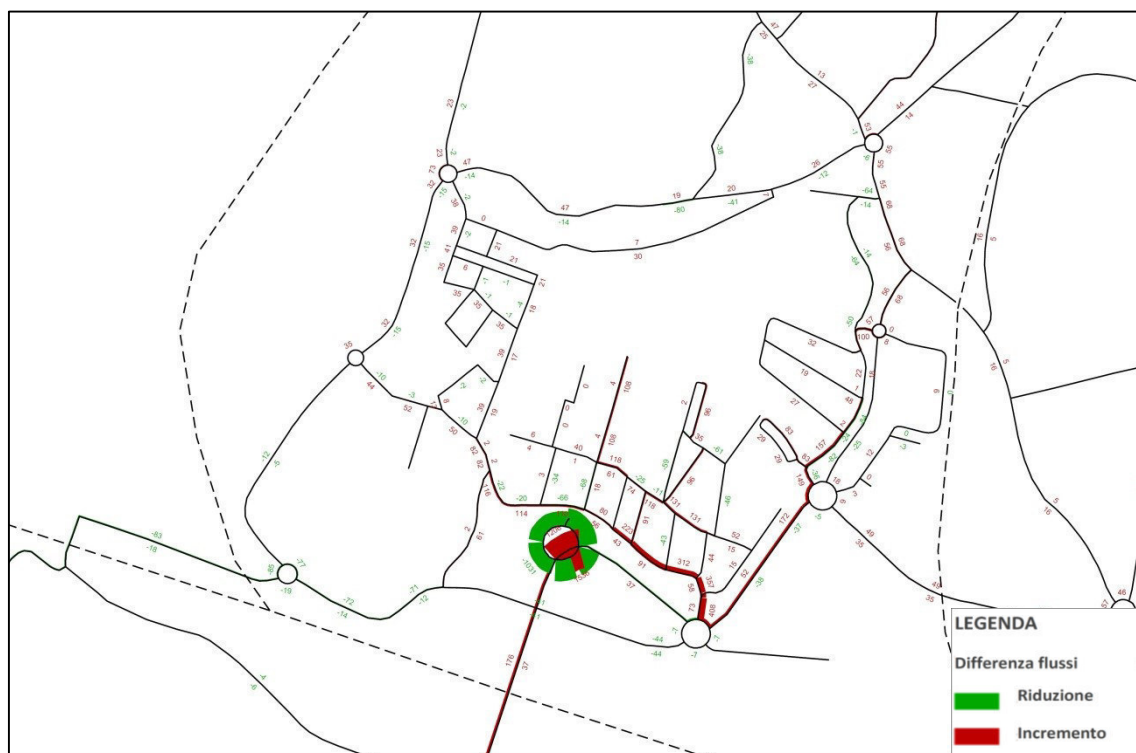
Nello scenario di Variante a medio termine, sulla rete stradale che si sviluppa nell'intorno del comparto, si riscontra una situazione analoga a quella presentatasi nello scenario Tendentiale di medio termine; continuano a manifestarsi situazioni di sovrassaturazione su alcuni archi, come via Manzi e la Nuova Roveretolo, che coinvolgono in parte anche le rotatorie limitrofe come la 35° Reggimento Fanteria Pistoia, la rotatoria Tommasina Guidi e la rotatoria tra la Nuova Roveretolo e Via Zanardi.

I restanti archi nell'intorno del comparto mostrano situazioni di presaturazione o al limite della sottosaturazione, mentre internamente al comparto rimane stabile una situazione di sottosaturazione per tutti gli archi.

La tabella 1.12, che segue, mostra i flussi di traffico ottenuti dalla simulazione dello scenario di Variante a medio termine per le sezioni di controllo, mentre la tabella 1.13 riassume i risultati dei principali parametri trasportistici per lo scenario.

Nell'immagine 1.40 si può osservare la rete di differenza fra lo scenario di Variante a medio termine e lo scenario Tendentiale a medio termine.

Img. 1.40 - Differenza fra i flussi nello scenario futuro di Variante a medio termine e quelli dello scenario Tendentiale di medio termine, nell'ora di punta del mattino



Come si può osservare complessivamente le variazioni sugli archi non sono rilevanti.

La differenza di maggiore evidenza è dovuta all'eliminazione nello scenario di Variante a medio termine della realizzazione della rotatoria in corrispondenza del gomito di via Sabena che, nello scenario Tendenziale dava anche accesso diretto al nuovo insediamento da sud.

L'eliminazione di questo accesso in particolare è all'origine degli incrementi dei flussi che si possono leggere sul ramo di accesso al comparto dalla rotatoria esistente e sulla viabilità interna che da esso si dirama.

Tab. 1.12 - Valori di riferimento per lo scenario futuro di Variante a medio termine nell'ora di punta del mattino

Sez	Strada	Dir	Ore 8-9(v/h)		
			Leg	Pes	Tot
C1	Via Umberto Terracini S	N	1.858	33	1.891
		S	1.265	25	1.290
C2	Via Umberto Terracini N	N	646	35	681
		S	702	16	718
C3	Via Alberto Manzi	E	1.196	14	1.210
		W	840	21	861
C4	Via Vittorio Sabena	NW	1.172	35	1.207
		SE	1.507	28	1.535
C5	Via Agucchi S	E	853	20	876
		W	416	0	416
C6	Via dalla Volta	E	192	0	192
		W	133	0	133
C7	Via Agucchi Centro S	N	661	20	681
		S	283	0	283
C8	Via Agucchi Centro N	N	946	20	966
		S	359	0	359
C9	Via di Bertalia	E	823	6	829
		W	260	0	260
C10	Via Francesco Zanardi N	N	750	40	790
		S	844	17	861
C11	Via Agucchi N	N	177	14	191
		S	187	8	195
C12	Via Francesco Zanardi S	N	11	0	11
		S	17	0	17

Tab. 1.13 - Principali indicatori di performance del traffico sulla rete di riferimento nello scenario futuro di Variante a medio termine – valori riferiti all'ora di punta del mattino

Parametri	Unità di misura	Scenario Variante MT
Lunghezza totale di rete attiva	km	129,6
Percorrenza totale	veicoli*km	96.552
Tempo totale di viaggio	ore	5.304
Percentuale di rete con $l_c > 100$	%	5,1%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 100$	%	17,1%
Percentuale di rete con $75 < l_c < 100$	%	14,6%
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < l_c < 100$	%	32,2%
Percentuale di rete con $l_c < 75$	%	80,3%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c < 75$	%	50,7%
Velocità media	km/h	24,4

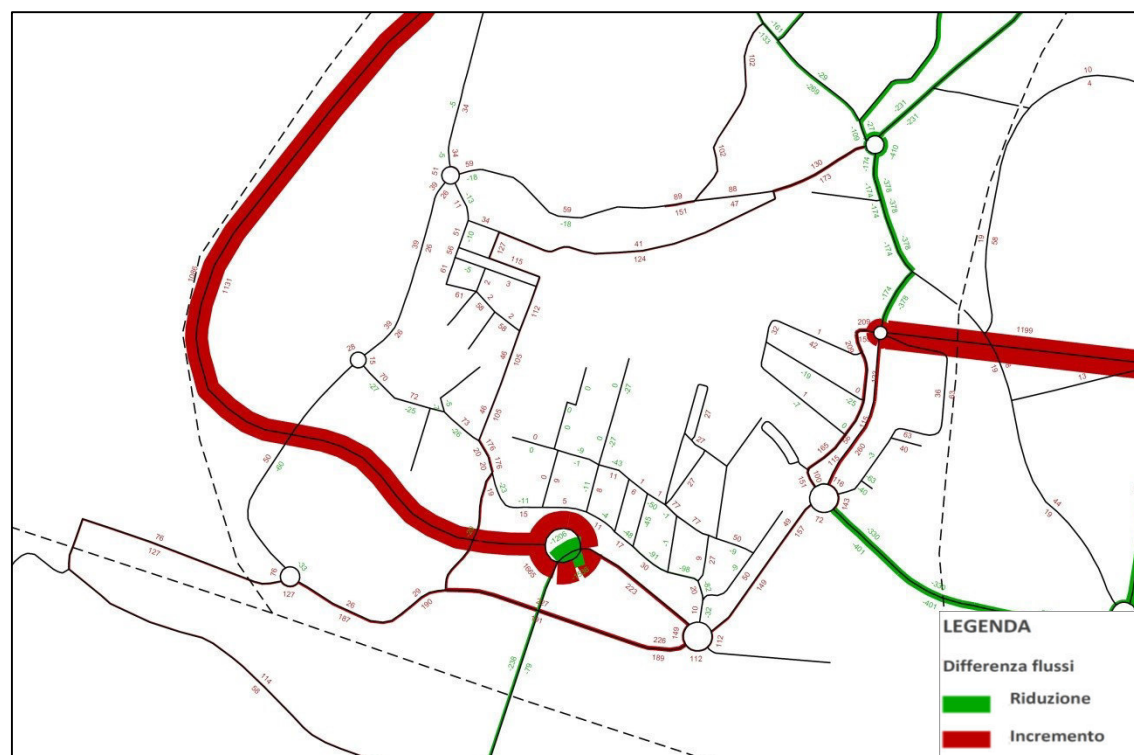
Img. 1.41 - Flussogramma dello scenario futuro di Variante a lungo termine nell'ora di punta del mattino



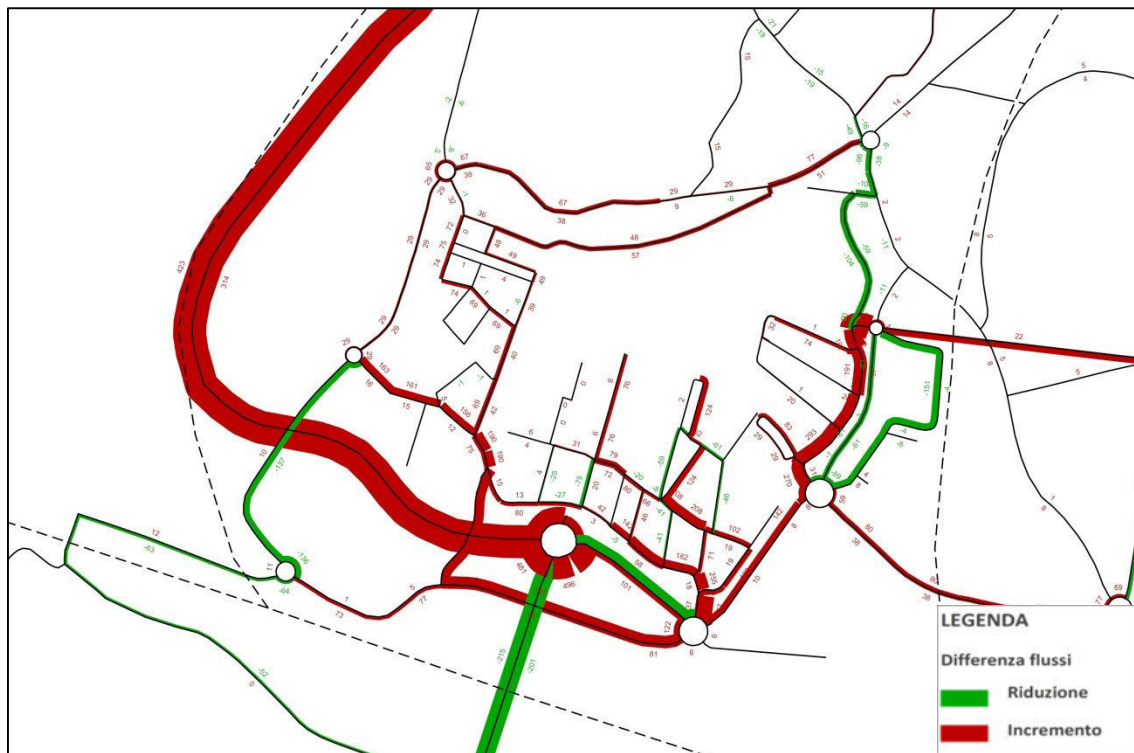
Img. 1.42 - Indice di congestione nello scenario futuro di Variante a lungo termine nell'ora di punta del mattino



Img. 1.43 - Differenza fra i flussi nello scenario futuro di Variante a lungo termine e quelli nello scenario di Variante a medio termine, nell'ora di punta del mattino



Img. 1.44 - Differenza fra i flussi nello scenario futuro di Variante a lungo termine e quello nello scenario Tendenziale a lungo termine, nell'ora di punta del mattino



Le immagini 1.43 e 1.44 mostrano rispettivamente le reti di differenza dello scenario di Variante a lungo termine con la rete dello scenario di Variante a medio termine, e con la rete dello scenario Tendenziale a lungo termine; in rosso sono rappresentati gli incrementi di traffico veicolare e in verde i decrementi.

Nella tabella 1.14 sono presenti i valori dei flussi veicolari simulati sulle sezioni di controllo, e nella tabella 1.15 sono riassunti i valori dei parametri trasportistici ottenuti per questo scenario.

Tab. 1.14 - Valori di riferimento per lo scenario futuro di Variante a lungo termine nell'ora di punta del mattino

Sez	Strada	Dir	Ore 8-9(v/h)		
			Leg	Pes	Tot
C1	Via Umberto Terracini S	N	2.028	12	2.040
		S	1.289	47	1.336
C2	Via Umberto Terracini N	N	932	9	941
		S	732	42	774
C3	Via Alberto Manzi	E	808	1	809
		W	528	2	530
C4	Via Vittorio Sabena	NW	1.266	49	1.315
		SE	1.745	13	1.758
C5	Via Agucchi S	E	971	30	1.001
		W	485	8	493
C6	Via dalla Volta	E	379	0	379
		W	160	0	160
C7	Via Agucchi Centro S	N	591	29	620
		S	325	8	333
C8	Via Agucchi Centro N	N	963	29	992
		S	391	8	399
C9	Via di Bertalia	E	800	12	812
		W	319	0	319
C10	Via Francesco Zanardi N	N	383	28	411
		S	668	19	687
C11	Via Agucchi N	N	208	18	226
		S	182	8	190
C12	Via Francesco Zanardi S	N	56	0	56
		S	36	0	36

Tab. 1.15 - Principali indicatori di performance del traffico sulla rete di riferimento nello scenario futuro di Variante a lungo termine – valori riferiti all'ora di punta del mattino

Parametri	Unità di misura	Scenario Variante LT
Lunghezza totale di rete attiva	km	137,9
Percorrenza totale	veicoli*km	99.112
Tempo totale di viaggio	ore	5.210
Percentuale di rete con $l_c > 100$	%	4,8%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 100$	%	18,7%
Percentuale di rete con $75 < l_c < 100$	%	13,9%
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < l_c < 100$	%	29,5%
Percentuale di rete con $l_c < 75$	%	81,3%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c < 75$	%	51,9%
Velocità media	km/h	24,9

1.4 Verifica degli effetti del progetto sulla mobilità - Valutazione di sostenibilità

1.4.1 Confronto e valutazione dei parametri trasportistici per la rete stradale di riferimento negli scenari futuri

Come si è visto nei paragrafi precedenti, attraverso l'uso del modello di simulazione del traffico, sulla base delle caratteristiche geometriche della rete e dei flussi di traffico assegnati nell'ora di punta del mattino, si è condotta la quantificazione dei parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete di riferimento, utilizzabili come indicatori per il confronto tra gli scenari, e per la valutazione degli effetti relativi.

Gli indicatori assunti per la valutazione, si ricorda sono i seguenti:

- la lunghezza della rete stradale di riferimento, espressa in chilometri;
- la quantità di veicoli per chilometro sulla rete di riferimento;
- la quantità di veicoli per tempo, cioè il tempo di percorrenza totale dei veicoli sulla rete;
- il rapporto in percentuale tra l'estensione dei tratti stradali, e il numero di veicoli che li percorrono, il cui Indice di congestione I_c risulta inferiore o superiore a 75 (precongestione), oppure supera il valore 100 (congestione);
- la velocità media tenuta dai veicoli sugli archi della rete di valutazione.

I valori ottenuti per gli indicatori dalle simulazioni effettuate per lo scenario attuale e gli scenari futuri sono riportati nella Tabella 1.16, mentre nella successiva Tabella 1.17 vengono riportate le variazioni percentuali degli indicatori e in Tabella 1.18 i relativi numeri indice, dove il valore dell'indicatore nello scenario attuale è stato posto uguale a 100.

Tab. 1.16 - Valori assoluti degli indicatori per la valutazione degli scenari futuri rispetto allo scenario Attuale – valori riferiti all'ora di punta del mattino

Parametri	Unità	Scenario Attuale	Scenario Tendentiale	Scenario Variante	Scenario Tendentiale LT	Scenario Variante LT
Lunghezza totale di rete attiva	km	116,9	130,1	129,6	137,2	137,9
Percorrenza totale	veicoli* km	85.236	95.080	96.552	97.055	99.112
Tempo totale di viaggio	ore	4.230	5145,3	5.304,4	5.089	5.210
Percentuale di rete con $I_c > 1$	%	2,3%	5,3%	5,1%	5,1%	4,8%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c > 1$	%	4,0%	17,3%	17,1%	19,1%	18,7%
Percentuale di rete con $0,75 < I_c < 1$	%	14,4%	14,7%	14,6%	14,0%	13,9%
Percentuale di veicoli*km su rete con $0,75 < I_c < 1$	%	41,0%	32,4%	32,2%	30,2%	29,5%
Percentuale di rete con $I_c < 0,75$	%	83,3%	80,0%	80,3%	80,9%	81,3%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c < 0,75$	%	55,1%	50,2%	50,7%	50,7%	51,9%
Velocità media	km/h	25,9	25,0	24,4	25,4	24,9

Occorre ricordare che le valutazioni sono state eseguite sulla rete effettivamente utilizzata dai flussi assegnati all'interno dell'area di valutazione, non considerando nella formazione dei parametri i valori di rete (lunghezza e velocità media) corrispondenti agli archi con volume nullo.

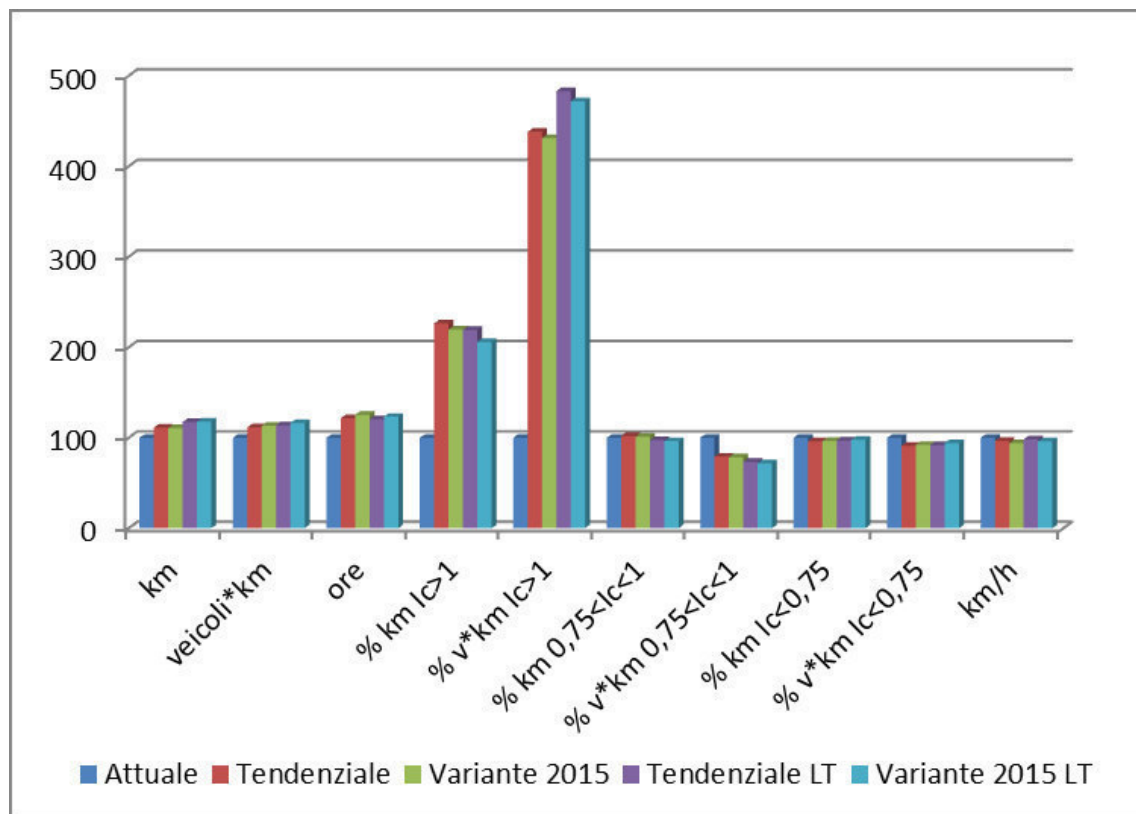
Tab. 1.17 - Variazioni percentuali degli indicatori dal confronto tra i diversi scenari

Parametri	Tendenziale/ Attuale	Variante/ Tendenziale	Variante LT/ Variante	Variante LT/ Tendenziale LT
Lunghezza totale di rete attiva	11,3%	-0,4%	6,4%	0,5%
Percorrenza totale	11,5%	1,5%	2,7%	2,2%
Tempo totale di viaggio	21,6%	3,1%	-1,8%	2,4%
Percentuale di rete con $l_c > 1$	126,4%	-3,0%	-6,3%	-5,9%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 1$	338,1%	-1,6%	9,5%	-2,6%
Percentuale di rete con $0,75 < l_c < 1$	2,1%	-0,9%	-4,8%	-0,9%
Percentuale di veicoli*km su rete con $0,75 < l_c < 1$	-20,9%	-0,7%	-8,5%	-2,2%
Percentuale di rete con $l_c < 0,75$	-3,9%	0,4%	1,3%	0,6%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c < 0,75$	-8,8%	1,0%	2,2%	2,3%
Velocità media	-3,4%	-2,5%	2,1%	-2,1%

Tab. 1.18 - Numeri indice dei valori presenti in tabella 1.16 (scenario attuale=100)

Parametri	Scenario Attuale	Scenario Tendenziale	Scenario Variante	Scenario Tendenziale LT	Scenario Variante LT
Lunghezza totale di rete attiva	100	111	111	117	118
Percorrenza totale	100	112	113	114	116
Tempo totale di viaggio	100	122	125	120	123
Percentuale di rete con $l_c > 1$	100	226	220	219	206
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 1$	100	438	431	483	472
Percentuale di rete con $0,75 < l_c < 1$	100	102	101	97	96
Percentuale di veicoli*km su rete con $0,75 < l_c < 1$	100	79	79	74	72
Percentuale di rete con $l_c < 0,75$	100	96	96	97	98
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c < 0,75$	100	91	92	92	94
Velocità media	100	97	94	98	96

Graf. 1.4 - Grafico dei numeri indice dei valori degli indicatori presentati in tabella 1.16 per gli scenari di valutazione



Come si osserva dalla lettura dei risultati delle simulazioni, un primo confronto tra lo scenario Tendenziale e quello Attuale, ci mostra come l'attuazione del P.P. vigente, porti a prevedere un generale incremento di traffico sulla rete stradale dell'area oggetto di studio, come indicano alcuni parametri significativi, rappresentanti lo stato della rete nei due scenari.

I chilometri percorsi sulla rete di riferimento passano da circa 85.230 ai circa 95.080 dello scenario Tendenziale nell'ora di punta del mattino (+11,5%), con un incremento della rete attiva dell'11,3%

Si ha parallelamente una riduzione della velocità media, che passa da 25,9 a 25 km/h, e un incremento del tempo totale di viaggio (+21,6% circa), anche in relazione del maggior numero di spostamenti complessivi sulla rete conseguenti al maggior carico urbanistico insediato.

Gli incrementi di traffico veicolare indotti portano ad un aumento della rete in stato di congestione dal 2,3 al 5,3% (+ 126%) e analogamente ai km percorsi su tale rete che crescono dal 4 al 17,3% (+ 338%).

La rete in stato di precongestione, con Indice di congestione compreso fra 75 e 100 cresce in modo più contenuto (+2,1%) mentre i chilometri percorsi su tali archi si riducono del 20,9%.

La rete in stato di sottosaturazione ($I_c < 75$) diminuisce del 3,9%, così anche i chilometri percorsi su di essa (-8,8%).

Per la valutazione degli effetti della proposta di Variante al P.P. vigente del Comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto, il confronto va effettuato con lo scenario Tendenziale, nei relativi scenari temporali di medio e lungo termine.

Da questo confronto gli effetti di macrosistema sulla rete possono sintetizzarsi in:

Scenario di Variante a medio termine

- lieve decremento della rete attiva di circa lo 0,4%, rispetto al Tendenziale;
- leggero incremento, rispetto allo scenario Tendenziale, dei chilometri percorsi sulla rete nell'ora di punta, da circa 95.080 a circa 96.550 veic*km (+1,5% circa);
- incremento del 3,1%, rispetto allo scenario Tendenziale, del tempo di viaggio complessivo dei veicoli sulla rete nell'ora di punta;
- diminuzione, sempre rispetto al tendenziale, pari al 3,0% dei chilometri di rete in congestione ($I_c > 1$) e che si traduce in un decremento di circa l'1,6% dei chilometri percorsi da veicoli su tratti in congestione;
- riduzione dei tratti di rete in stato di precongestione (-0,9%) e dei chilometri percorsi su di essi (-0,7%); collegato a questo si vede un leggero aumento della rete in stato di sottosaturazione (+0,4%) e dei chilometri percorsi su questa (+1,0%).
- stabilità della velocità media dei veicoli sulla rete, che passa da 25 a 24,4 km/h.

Scenario di Variante a lungo termine

- sostanziale stabilità della rete attiva (+0,5%) rispetto allo scenario Tendenziale a lungo termine;
- piccolo incremento, rispetto allo scenario Tendenziale a lungo termine, dei chilometri percorsi sulla rete nell'ora di punta, da circa 97.050 a circa 99.100 veic*km (+2,1% circa);
- piccolo incremento, rispetto allo scenario di Tendenziale a lungo termine, del tempo di viaggio complessivo dei veicoli sulla rete nell'ora di punta (+2,4%);
- riduzione di circa il 6,1% della lunghezza di rete in congestione ($I_c > 1$), e di circa il 2,4 dei chilometri percorsi sui tratti in congestione;
- riduzione anche della parte di rete in precongestione (-1%), e anche dei chilometri percorsi dagli utenti su di essa (-2,4%); la rete in una situazione di sottosaturazione, con indice di congestione $I_c < 75$ rimane sostanzialmente stabile (+ 0,6%) rispetto allo scenario Tendenziale a lungo termine mentre i chilometri percorsi su di essa hanno un piccolo incremento (+2,3%);
- lieve riduzione della velocità media dei veicoli sulla rete, che passa da circa 25,4 a circa 24,9 km/h.

Confrontando poi di due scenari della Variante al P.P. vigente, ed in particolare lo scenario di lungo termine con quello di medio termine si ha:

- incremento della rete attiva del 6,4% nello scenario di Variante a lungo termine rispetto a quello di Variante a medio termine, a seguito dell'introduzione del collegamento di via Sabena con la Tangenziale e la realizzazione dell'Asse dell'89;
- incremento dei chilometri percorsi sulla rete nell'ora di punta, da circa 96.552 a circa 99.112 veic*km (+2,7% circa);
- leggera riduzione pari all'1,8%, del tempo di viaggio complessivo dei veicoli sulla rete nell'ora di punta;
- riduzione di circa il 6,3% della lunghezza di rete in congestione ($I_c > 1$), a fronte però di un incremento del 9,5% dei chilometri percorsi sui tratti in congestione;
- riduzione della parte di rete in precongestione (-4,8%), e anche dei chilometri percorsi dagli utenti su di essa (-8,5%); la rete in una situazione di sottosaturazione, con indice di congestione $I_c < 75$ aumenta dell'1,3% come anche i chilometri percorsi (+2,2%);
- piccolo incremento della velocità media dei veicoli sulla rete, che passa da circa 24,4 a circa 24,9 km/h.

Passando ad una valutazione degli effetti della proposta di Variante ad una scala più locale, si può fare riferimento all'analisi comparativa dei flussi simulati per i diversi scenari, su alcune sezioni stradali (sezioni di controllo) degli assi maggiormente interessati dai flussi di traffico indotti dai nuovi insediamenti previsti negli scenari futuri (Cfr. Tab. 1.19, Tab. 1.20 e Graf. 1.5.)

Tab. 1.19 - Flussi veicolari sulle sezioni di controllo negli scenari futuri Tendenziale e Variante a medio termine e nello scenario attuale

(veicoli totali nell'ora di punta del mattino)

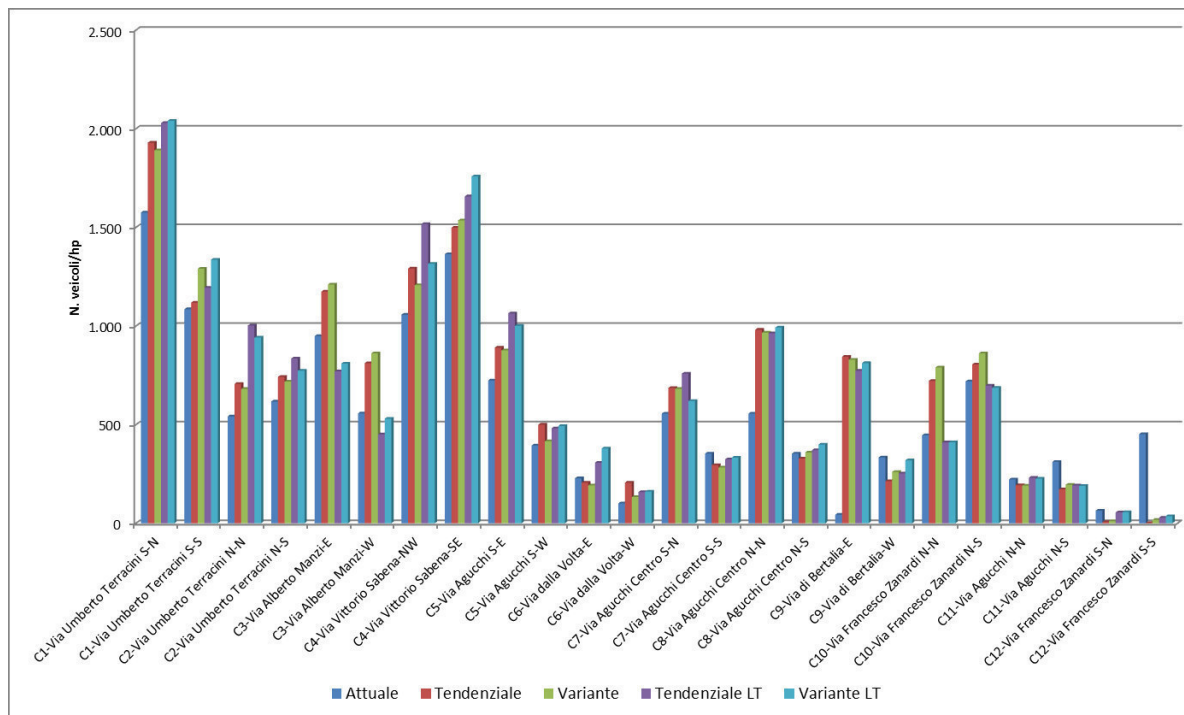
Sez	Strada	Dir	Attuale			Tendenziale MT			Variante MT		
			Leg	Pes	Tot	Leg	Pes	Tot	Leg	Pes	Tot
C1	Via Umberto Terracini S	N	1.551	24	1.575	1.901	28	1.929	1.858	33	1.891
		S	1.045	40	1.085	1.087	31	1.118	1.265	25	1.290
C2	Via Umberto Terracini N	N	524	18	542	674	32	706	646	35	681
		S	590	27	617	714	28	742	702	16	718
C3	Via Alberto Manzi	E	936	13	949	1.160	14	1.174	1.196	14	1.210
		W	537	20	557	792	19	811	840	21	861
C4	Via Vittorio Sabena	NW	1.010	47	1.057	1.260	31	1.291	1.172	35	1.207
		SE	1.342	22	1.364	1.472	26	1.498	1.507	28	1.535
C5	Via Agucchi S	E	710	14	724	870	20	890	853	20	876
		W	382	12	394	500	0	500	416	0	416
C6	Via dalla Volta	E	218	10	228	206	0	206	192	0	192
		W	99	2	101	206	0	206	133	0	133
C7	Via Agucchi Centro S	N	543	13	556	666	20	686	661	20	681
		S	334	19	353	295	0	295	283	0	283
C8	Via Agucchi Centro N	N	543	13	556	961	20	981	946	20	966
		S	334	19	353	328	0	328	359	0	359
C9	Via di Bertalia	E	43	0	43	837	7	844	823	6	829
		W	333	1	334	213	0	213	260	0	260
C10	Via Francesco Zanardi N	N	403	43	446	685	37	722	750	40	790
		S	661	58	719	781	24	805	844	17	861
C11	Via Agucchi N	N	210	12	222	179	14	193	177	14	191
		S	292	19	311	170	2	172	187	8	195
C12	Via Francesco Zanardi S	N	51	13	64	6	0	6	11	0	11
		S	436	16	452	1	0	1	17	0	17

Tab. 1.20 - Flussi veicolari sulle sezioni di controllo negli scenari futuri Tendenziale e Variante a lungo termine

(veicoli totali nell'ora di punta del mattino)

Sez	Strada	Dir	Tendenziale LT			Variante LT		
			Leg	Pes	Tot	Leg	Pes	Tot
C1	Via Umberto Terracini S	N	2.012	17	2.029	2.028	12	2.040
		S	1.143	51	1.194	1.289	47	1.336
C2	Via Umberto Terracini N	N	988	14	1.002	932	9	941
		S	789	46	835	732	42	774
C3	Via Alberto Manzi	E	769	1	770	808	1	809
		W	447	4	451	528	2	530
C4	Via Vittorio Sabena	NW	1.464	53	1.517	1.266	49	1.315
		SE	1.638	19	1.657	1.745	13	1.758
C5	Via Agucchi S	E	1.030	34	1.064	971	30	1.001
		W	473	8	481	485	8	493
C6	Via dalla Volta	E	304	3	307	379	0	379
		W	158	0	158	160	0	160
C7	Via Agucchi Centro S	N	727	31	758	591	29	620
		S	316	8	324	325	8	333
C8	Via Agucchi Centro N	N	931	32	963	963	29	992
		S	362	8	370	391	8	399
C9	Via di Bertalia	E	758	16	774	800	12	812
		W	252	0	252	319	0	319
C10	Via Francesco Zanardi N	N	373	37	410	383	28	411
		S	676	22	698	668	19	687
C11	Via Agucchi N	N	215	16	231	208	18	226
		S	184	8	192	182	8	190
C12	Via Francesco Zanardi S	N	55	0	55	56	0	56
		S	28	0	28	36	0	36

Graf. 1.5 - Flussi di traffico simulati sulle sezioni di controllo negli scenari futuri di valutazione e nello scenario Attuale (veicoli totali/hp mattino)



L'attuazione dello scenario di Variante a medio termine con le relative modifiche riguardanti il carico urbanistico e la rete infrastrutturale, rispetto al corrispettivo scenario Tendenziale, ci porta a prevedere un modesto aumento del carico veicolare sull'area indagata, in ragione delle modifiche introdotte dalla Variante.

Indagando le sezioni di controllo presenti sugli archi stradali a contorno del comparto R 5.3, si riscontrano nello scenario di Variante a medio termine, rispetto al tendenziale, situazioni differenziate.

Si hanno incrementi di traffico veicolare sulle strade di rango maggiore in accesso al comparto, come su via Manzi, nella sezione C3 in entrambe le direzioni (+3,1%) in direzione est e (+6,2%) in direzione ovest; in via Terracini sezione C1, (+15,4%) in direzione sud e (-2,0%) in direzione nord e in via Vittorio Sabena, sezione C4, (+ 2,5%) in direzione sud –est e (-6,5%) in direzione nord –ovest.

Anche su alcuni archi di rango inferiore, di tipo locale si registra una crescita dei carichi veicolari, come per via di Bertalia, sezione C9 (+22,1%) in direzione ovest e (-1,8%) in direzione est e per via Agucchi, sezione C8 (+ 9,5%) in direzione sud e (-1,5%) in direzione nord.

La rete di archi stradali disposti a sud–ovest del comparto presentano una flessione nei valori dei flussi veicolari, in particolare su via Agucchi nelle sezioni C5, (-1,6%) in direzione est e (-

16,8%) in direzione ovest e nella sezione C7, (-0,7%) in direzione nord e (-4,1%) in direzione sud; anche via dalla Volta presenta una diminuzione dei volumi nella sezione C6, pari a (-35,4%) in direzione ovest e (-6,8%) in direzione est.

Passando al confronto dei flussi tra lo scenario di Variante a lungo termine, rispetto al corrispondente Tendentiale, si registrano anche in questo caso variazioni contenute.

Gli incrementi massimi si hanno ancora per via di Bertalia, sezione C9 (+26,6%) in direzione ovest e su via dalla Volta, sezione C6 (+23,5%) in direzione est. Incrementi compresi tra l'11 e il 18% si hanno anche su via Manzi, sezione C3, e su via Terracini, sezione C1). Tutti gli altri incrementi sono inferiori all'8%.

Significative riduzioni dei flussi di traffico veicolare si hanno invece per via Agucchi, sezione C7 (-18,2%) in direzione nord, e su via Sabena, sezione C4 (-13,3%) direzione nord-ovest. In tutti gli altri casi di riduzione la percentuale risulta inferiore all'8%.

Un ultimo confronto può essere fatto tra lo scenario di Variante a lungo termine e quello di medio termine, per i quali non si hanno modifiche ai flussi generati-attratti dai nuovi insediamenti, ma solo l'implementazione dell'assetto infrastrutturale prevista già nel piano vigente, con il completamento dell'Asse del '89 e il nuovo collegamento da via Sabena alla Tangenziale.

L'attuazione di tali interventi ha come effetto la modifica dei flussi veicolari sugli archi della rete di accesso al comparto; in particolare l'introduzione dell'Asse dell'89 porta a un incremento dei flussi sulle due sezioni di controllo di via Terracini, C1 (+7,9%) in direzione nord e (+3,6%) in direzione sud e C2 (+38,2%) in direzione nord e (+7,8) in direzione sud, e uno scaricamento di via Manzi, sulla sezione C3 (-33,1%) in direzione est e (-38,4%) in direzione ovest, e di via Zanardi, nella sezione C10, (-48,0%) in direzione nord e (-20,22%) in direzione sud.

Il nuovo collegamento alla Tangenziale che si innesta su via Sabena, tramite intersezione a rotatoria, porta a degli incrementi di traffico sugli archi limitrofi, andando a convogliare qui flussi di traffico che in sua assenza utilizzano lo svincolo n°5 della Tangenziale. Se ne ha riscontro sulla sezione C4 di via Sabena (+8,9%) in direzione nord-ovest e (+14,5%) in direzione sud-est, per la sezione C6 di via della Volta (+97,4) in direzione est e (+20,3%) in direzione ovest e per la sezione C5 di via Agucchi (+14,3%) in direzione est e (+18,5%) in direzione ovest.

1.4.2 Verifica dei parametri trasportistici per la rotatoria di via Sabena-via Terracini – Rotatoria 35° Reggimento fanteria Pistoia - negli scenari futuri

Rimanendo in tema di verifiche a scala più ridotta, che riguardano il funzionamento dell'assetto viabilistico previsto nella Variante al P.P. vigente, in questo studio è stata eseguita una valutazione del funzionamento della rotatoria già esistente all'intersezione tra via Sabena, via Terracini e via del Lazzaretto, su cui è previsto l'innesto della viabilità interna al comparto (asse interzonale) per il quale, come si è visto dalle simulazioni alla macroscale, si avrà un incremento rispetto allo scenario tendenziale dei flussi di traffico nell'ora di punta del mattino;

sia per l'incremento della domanda in questa fascia oraria come conseguenza del diverso mix di usi, sia per la prevista soppressione dell'accesso da sud al nuovo insediamento, direttamente dalla rotatoria prevista su via Sabena.

Per questa rotatoria le macrosimulazioni condotte sull'intera rete mostrano un indice di congestione che sull'intero anello supera il valore di 100.

Poiché tuttavia il modello di macro simulazione è statico e non consente una valutazione fine del livello di servizio dell'intersezione, si è ritenuto opportuno procedere ad una verifica della rotatoria con un modello di microsimulazione.

La verifica è stata effettuata attraverso il programma di microsimulazione dinamica Vissim della PTV System; questo software è in grado di tener conto oltre che dell'effettiva geometria dell'intersezione e delle diverse tipologie di veicoli, anche del comportamento dei conducenti, che si influenzano reciprocamente, adeguandone le traiettorie e le velocità di marcia, da buone garanzie per una soddisfacente rappresentazione del fenomeno reale della circolazione nell'intersezione.

Attraverso il modello di microsimulazione, sulla base della geometria dell'intersezione, dei flussi di traffico afferenti e della descrizione delle manovre di svolte, si ottengono i principali parametri trasportistici che caratterizzano l'intersezione al fine di verificare la performance del progetto dell'intersezione e metterle a confronto con la situazione ante operam.

I parametri utilizzati per la valutazione tecnico-trasportistica degli scenari in esame nel presente studio, ottenuti direttamente come output dal modello di simulazione sono i seguenti.

- *Numero di veicoli defluiti (n. Veic)*

Questo numero indica il numero di veicoli defluiti da una sezione di controllo assunta come riferimento per le valutazioni. Il parametro, che in se ha valore in quanto permette di definire un rapporto tra domanda e offerta in uno scenario, fornisce un parametro di confronto tra due scenari alternativi in quanto permette di stabilire la migliore o peggiore attitudine dello scenario al deflusso reale, e non teorico.

- *Tempo di percorrenza (TdP)*

E' il tempo reale impiegato da ogni veicolo per percorrere il tragitto assegnatogli e misurato in sezioni di rilievo collocate sugli itinerari.

- *Tempo di ritardo in secondi (Ritardo)*

Questo parametro fornisce, il ritardo totale per ogni veicolo che completa la sezione del tempo di percorrenza sottraendo il tempo di percorrenza teorico dal tempo di percorrenza reale. Il tempo di percorrenza teorico è il tempo che verrebbe raggiunto se nella rete non ci fossero altri veicoli.

- *Lunghezza media e massima della coda in metri (LCode)*

L'importanza di questo parametro è duplice, prima di tutto perché aiuta nella calibrazione

del modello in fase di simulazione dello stato attuale (la massima coda ottenuta per ogni intersezione deve essere per lo meno simile a quella che realmente si forma), e poi perché in fase di simulazione degli scenari di progetto permette di individuare i punti critici sulla rete per quel che riguarda la regolarità del deflusso veicolare e quindi di studiare gli interventi di ottimizzazione.

- *Tempo di ritardo in coda in secondi ($t_{TotRitCoda}$)*

Questo parametro fornisce, per intervalli di tempo stabiliti, il tempo medio di attesa in coda dei veicoli che attraversano le sezioni di controllo. Minore è questo valore, maggiore è la capacità dell'intersezione di lasciar defluire i veicoli sulla rete senza attese in coda. Il confronto dei parametri relativi a due scenari alternativi fornisce la possibilità di individuare quello con maggiore permeabilità al passaggio dei veicoli.

Inoltre, dal tempo di ritardo si è ottenuto il Livello di servizio (LOS) dell'intersezione quantificato secondo la definizione dell'HCM per intersezioni non semaforizzate.

Bisogna ricordare che il Livello di Servizio LOS descrive sinteticamente la qualità della percorrenza dello specifico ramo dell'intersezione con sei livelli espressi dalle lettere da A - situazione migliore - alla E - situazione peggiore -, mentre con la lettera F è identificato un ultimo livello di servizio, più scadente, caratterizzato da flussi di traffico che si muovono a singhiozzo (congestione).

La tabella seguente sintetizza i valori di riferimento e l'immagine seguente mostra la curva di deflusso con la separazione dei livelli di servizio.

Tab. 1.21 - Livello di servizio per intersezioni non semaforizzate (HCM 2010)

Livello di servizio	Ritardo medio tot (sec/veic)	
A	< 10	
B	>10 e <15	
C	>15 e < 25	
D	> 25 e < 35	
E	> 35 e < 50	
F	> 50	

Per la rotatoria in oggetto le verifiche sono state condotte nell'ora di punta del mattino; i dati utilizzati per la microsimulazione sono quelli ottenuti dalla simulazione sulla rete per i diversi scenari.

L'immagine che segue mostra la rotatoria allo stato attuale.

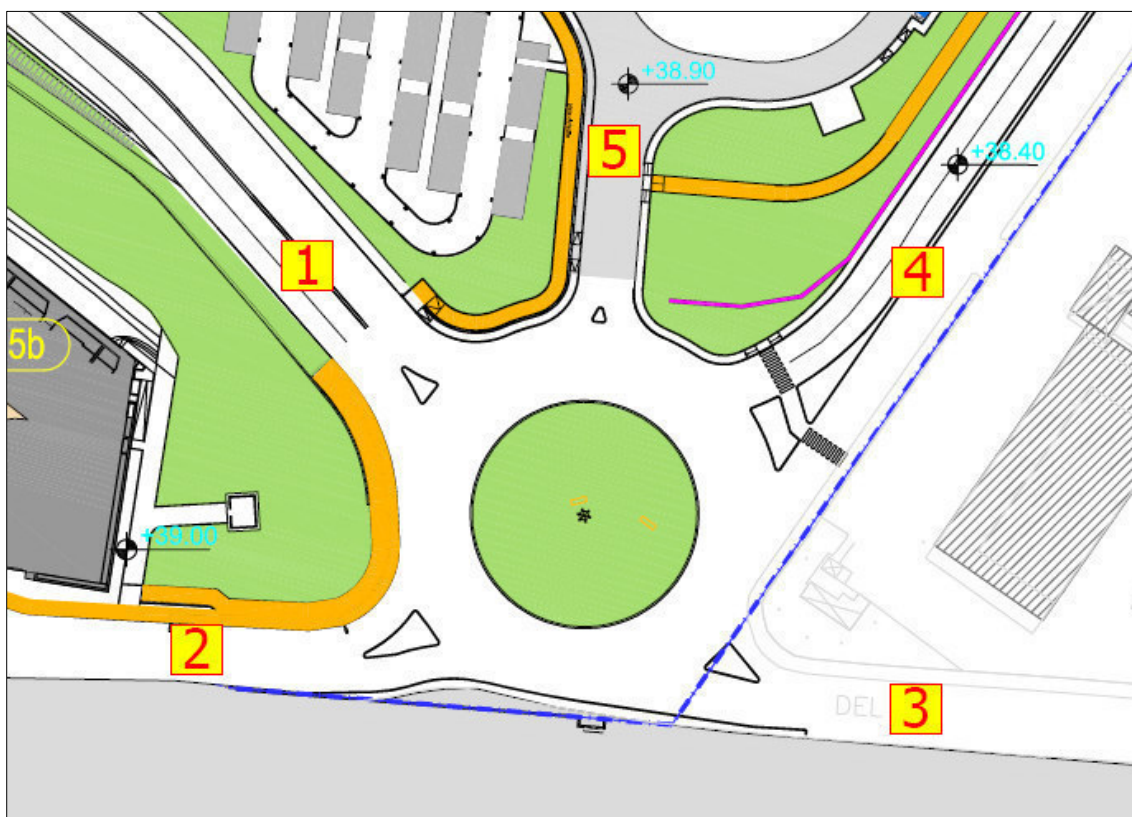
Img. 1.45 - Situazione attuale della rotatoria 35° Reggimento fanteria Pistoia



La rotatoria esistente all'intersezione tra via Sabena, via del Lazzaretto e via Terracini nello scenario futuro Tendentiale, secondo il P.P. vigente del Comparto R 5.3, verrà modificata, mantenendo comunque le dimensioni attuali, inserendo a nord il ramo del nuovo asse di accesso al comparto, e portando a due corsie gli accessi di rami di via Sabena a nord-ovest e di via Terracini a nord-est.

Nell'immagine che segue si riporta lo schema urbanistico del nuovo assetto della rotatoria, secondo il piano vigente, che rimarrà immutato anche nella proposta di Variante.

Img. 1.46 - Configurazione della rotatoria 35° Reggimento fanteria Pistoia negli scenari futuri



La rotatoria manterrà il diametro esterno di circa 31 m ed una corona di 12 m di larghezza.

I rami di ingresso saranno a doppia corsia di ingresso per via Sabena e via Terracini, e a singola corsia per tutti gli altri rami di ingresso e di uscita.

L'immagine che segue mostra il modello di microsimulazione costruito per la rotatoria nello scenario attuale.

Il funzionamento della rotatoria, nello scenario attuale e nell'ora di punta del mattino risulta caratterizzato da una domanda di quasi 2.700 veic/h (valore assoluto) distribuita prevalentemente sui due rami di via Sabena e via Terracini; flussi molto più ridotti sono quelli che interessano via del Lazzaretto ovest, mentre per via del Lazzaretto est, strada chiusa utilizzata solo per l'accesso alle attività preesistenti, i flussi sono stati considerati nulli in accordo con i rilievi effettuati, che danno per questo ramo lo 0,5% dei veicoli totali in ingresso nella rotatoria.

La microsimulazione della rotatoria nello scenario attuale mostra un tempo di ritardo medio complessivo dei veicoli che l'attraversano pari a circa 4,5 s, quindi ampiamente entro il livello di servizio LOS A.

Questo valore medio deriva da una situazione del LOS quasi omogenea per i diversi rami di

accesso e per manovra di svolta, con ritardi che vanno da circa 1 a di 10 secondi.

Il ramo che mostra i ritardi maggiori è quello di via del Lazzaretto a sud-ovest della rotatoria, in cui il modello indica un valore di circa 9,7 s per l'intero ramo, molto vicino al range di LOS B, con valori abbastanza vicini per le direzioni Sabena (8,5 s) e Terracini (10 s).

Img. 1.47 - Microsimulazione della rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia nello scenario Attuale



Tuttavia, nonostante il buon livello di servizio dell'intersezione, l'entità della domanda in particolare per via Sabena, la conformazione delle due corsie per senso di marcia che, a circa 180 m dall'accesso in rotatoria, confluiscono in una sola corsia, nonché il rallentamento dei veicoli prima dell'ingresso in rotatoria, porta alla formazione di una colonna rallentata di veicoli che molto spesso si trasforma in coda per una lunghezza di diverse centinaia di metri.

La microsimulazione è in grado di evidenziare tale fenomeno, monitorando la formazione di coda sui rami dell'intersezione nell'arco del periodo temporale utilizzato per la simulazione.

Nella simulazione dell'ora di punta del mattino, l'evento di formazione di coda ha raggiunto per questo ingresso il valore massimo di 510 m pari all'estensione dell'arco disegnato nella simulazione, a fronte di un valore medio in tutto il periodo di 499 m.

Lunghezze di coda molto inferiori sono indicate dal modello anche per via del Lazzaretto ovest, con 5 m di media e 52 m di massima; e su via Terracini con valore medio nullo e valore massimo pari a 15m.

Le tabelle 1.22 e 1.23 mostrano i parametri ottenuti nella simulazione per i rami della rotatoria

nello scenario attuale e nell'ora di punta della mattina.

Tab. 1.22 - Rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia – Scenario attuale - Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta del mattino)

Origine	Destinazione	n.Veic.	TdP (s)	Ritardo (s)	TdP*veic	Rit*veic	LOS
Via Sabena	Via del Lazzaretto W	7	28	4,7	195,9	33,2	LOS A
Via Sabena	Via del Lazzaretto E	0	0	0,0	0	0	-
Via Sabena	Via Terracini	903	21,6	6,8	19.496	6.104	LOS A
Via Sabena		910			19.692	6.137	
Media ramo					21,6	6,7	LOS A
Via del Lazzaretto W	Via Sabena	71	25,1	8,5	1.781	606	LOS A
Via del Lazzaretto W	Via del Lazzaretto E	0	0	0,0	0	0	-
Via del Lazzaretto W	Via Terracini	278	21,1	10	5.855	2.774	LOS A
Via del Lazzaretto W		349			7.635	3.381	
Media ramo					21,9	9,7	LOS A
Via del Lazzaretto E	Via Sabena	0	0	0,0	0	0	-
Via del Lazzaretto E	Via del Lazzaretto W	0	0	0,0	0	0	-
Via del Lazzaretto E	Via Terracini	0	0	0,0	0	0	-
Via del Lazzaretto E		0			0	0	
Media ramo					0,0	0,0	-
Via Terracini	Via Sabena	1.077	8	1,2	8.605	1.282	LOS A
Via Terracini	Via del Lazzaretto W	93	9,9	0,9	924	82,7	LOS A
Via Terracini	Via del Lazzaretto E	0	0	0,0	0	0	-
Via Terracini		1.170			9.530	1.364	
Media ramo					8,2	1,2	LOS A
Totale intersezione		2.413			36.857	10.883	
Media intersezione					15,2	4,5	LOS A

Tab. 1.23 - Rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia – Scenario attuale - Ritardi e lunghezze code (ora di punta del mattino)

		n.Veic	tTotRitCoda (s)		Lcode (m)		
			Medio	Medio * veic	Med	Max	N. Stop
1	Via Sabena	907	593	537.851	499	510	2.004
2	Via del Lazzaretto W	347	17,2	5.965	4,4	52	219
3	Via del Lazzaretto E	0	0	0	0	0	0
4	Via Terracini	1.149	0	80,4	0,06	15	16
	Totale	2.403		543.896			
	Media		153	226	126	144	1.034

Nello scenario futuro Tendentiale, con la completa attuazione del P.P. vigente per il Comparto R 5.3 e degli altri interventi insediativi considerati, la domanda di traffico sulla rotatoria ha un incremento complessivo, nell'ora di punta del mattino, di circa il 4% rispetto a quella dello scenario attuale, con circa 2.800 veic/h (valore assoluto). Inoltre la previsione del ramo di accesso al nuovo comparto introduce, nel funzionamento della rotatoria, nuovi flussi di "disturbo" per gli altri accessi, in particolare per via Sabena e per via Terracini.

L'immagine che segue mostra il modello di microsimulazione della rotatoria costruito per gli scenari futuri.

Img. 1.48 - Microsimulazione della rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia – Scenari futuri



Il tempo di ritardo medio complessivo per i veicoli nello scenario Tendentiale sale dunque a quasi 24 s portando il livello di servizio complessivo dell'intersezione a LOS C.

Questo valore medio deriva comunque da una situazione del LOS molto diversificata per ramo di accesso e per manovra di svolta.

Il ramo che in questo scenario mostra i ritardi maggiori è quello di via del Lazzaretto ovest con oltre 67 s e LOS F, fortemente penalizzato, oltre da quanto detto, anche dal raddoppio delle corsie di accesso da via Sabena, cosa che riduce la disponibilità di gap utili all'immissione in rotatoria da questo ramo. Tuttavia, nella media dell'intersezione, il peso di questo ramo è ridotto in funzione del minor numero di veicoli che vi si affacciano rispetto agli altri rami.

Un peggioramento del ritardo medio sul ramo si ha anche per via Sabena che passa da circa 7 a oltre 34 s (LOS D); mentre rimane sostanzialmente invariato rispetto all'attuale il ritardo medio per il ramo di via Terracini, per il quale si passa da circa 1,2 a circa 4,4 s mantenendo il LOS A.

Per il nuovo ramo di accesso al comparto a nord, penalizzato dagli elevati flussi in arrivo da via Terracini, il ritardo medio di ramo risulta elevato e pari a circa 48 s, (ma la direzione verso Terracini supera i 60 s) con LOS E.

Le tabelle che seguono mostrano i parametri ottenuti per i rami della rotatoria dalla simulazione nello scenario Tendentiale di medio termine.

Tab. 1.24 - Rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia –Scenario Tendentiale MT - Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta del mattino)

	Origine	Destinazione	n.Veic.	TdP (s)	Ritardo (s)	TdP*veic	Rit*veic	LOS
1	Via Sabena	Via del Lazzaretto W	9	24	16,7	212	150	LOS C
	Via Sabena	Via del Lazzaretto E	0	0	0,0	0	0	-
	Via Sabena	Via Terracini	1065	49	34,9	52441	37158	LOS D
	Via Sabena	Strada comparto	87	46	29,1	4021	2528	LOS D
	Via Sabena		1161			56.674	39.836	
	Media ramo					48,8	34,3	LOS D
2	Via del Lazzaretto W	Via Sabena	13	85	69,5	1107	904	LOS F
	Via del Lazzaretto W	Via del Lazzaretto E	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto W	Via Terracini	191	77	67,2	14760	12831	LOS F
	Via del Lazzaretto W	Strada comparto	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto W		204			15.868	13.735	
	Media ramo					77,8	67,3	LOS F
3	Via del Lazzaretto E	Via Sabena	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto E	Via del Lazzaretto W	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto E	Via Terracini	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto E	Strada comparto	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto E		0			0	0	
	Media ramo					0,0	0,0	-
4	Via Terracini	Via Sabena	1102	11	4,3	11791	4728	LOS A
	Via Terracini	Via del Lazzaretto W	110	18	9,3	1995	1022	LOS A
	Via Terracini	Via del Lazzaretto E	0	0	0,0	0	0	-
	Via Terracini	Strada comparto	147	5	1,3	798	194	LOS A
	Via Terracini		1359			14.585	5.944	
	Media ramo					10,7	4,4	LOS A
5	Strada comparto	Via Sabena	131	48	40,0	6236	5233	LOS E
	Strada comparto	Via del Lazzaretto W	3	83	58,5	250	175	LOS F
	Strada comparto	Via del Lazzaretto E	0	0	0,0	0	0	-
	Strada comparto	Via Terracini	77	92	61,6	7076	4745	LOS F
	Strada comparto		211			13.561	10.154	
	Media ramo					64,3	48,1	LOS E
	Totale intersezione		2.935			100.688	69.668	
	Media intersezione					34,3	23,7	LOS C

Tab. 1.25 - Rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia – Scenario Tendenziale MT - Ritardi e lunghezze code (ora di punta del mattino)

		n.Veic	tTotRitCoda (s)		Lcode (m)		
			Medio	Medio * veic	Med	Max	N. Stop
1	Via Sabena	1.158	359	415722	446	500	3950
2	Via del Lazzaretto W	206	374	77114	145	161	328
3	Via del Lazzaretto E	0	0	0	0	0	0
4	Via Terracini	1.355	1	732	2	237	56
x5	Strada comparto	207	606	125363	190	231	421
	Totale	2.926		618931			
	Media		268	212	157	226	951

Per quanto riguarda la situazione di rallentamenti e delle code in questo scenario Tendenziale, si può affermare complessivamente che la situazione, rispetto allo scenario attuale, mostra un peggioramento, come conseguenza dell'incremento nei flussi che attraversano la rotatoria in quest'ora di punta e dell'inserimento di un nuovo ramo, nonostante gli interventi di potenziamento (raddoppio delle corsie per alcuni accessi) previsti per la rotatoria dal P.P. vigente.

La microsimulazione, monitorando la formazione di coda per l'ingresso di via Sabena nell'arco temporale utilizzato per la simulazione, mostra ancora un valore massimo di coda di 500 m, (pari all'estensione dell'arco disegnato nella simulazione), con un valore medio in tutto il periodo che passa dai circa 428 m dello scenario attuale ai circa 446 m di quello tendenziale.

Crescono anche le lunghezze di coda indicate dal modello per via del Lazzaretto ovest, con 161 m di media e 145 m di massima; e su via Terracini con valore medio quasi nullo e valore massimo pari a 237 m.

Per il nuovo ramo di accesso al comparto le code stimate dal modello sono in media, nel periodo, pari a 190 m, con valore massimo di 231 m.

Venendo allo scenario futuro di Variante, con le modifiche insediative e infrastrutturali al P.P. vigente per il Comparto R 5.3, la domanda di traffico sulla rotatoria ha un ulteriore incremento complessivo, nell'ora di punta del mattino, di quasi il 9% rispetto a quella dello scenario Tendenziale, con circa 3.050 veic/h (valore assoluto). In questo scenario lo ricordiamo si ha sostanzialmente un incremento dei flussi in ingresso al comparto, anche come conseguenza dell'eliminazione dell'accesso da sud, presente invece nel Tendenziale.

Le tabelle che seguono mostrano i parametri ottenuti per i rami della rotatoria dalla simulazione nello scenario della Variante al P.P. vigente di medio termine.

Nello scenario di Variante, il tempo di ritardo medio complessivo per i veicoli che accedono alla rotatoria sale ancora a quasi 27 s portando il livello di servizio complessivo dell'intersezione a LOS D. La situazione del LOS rimane moto diversificata per ramo di accesso e per manovra di svolta, richiamando sostanzialmente quella dello scenario Tendenziale.

Tab. 1.26 - Rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia –Scenario Variante MT - Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta del mattino)

	Origine	Destinazione	n.Veic.	TdP (s)	Ritardo (s)	TdP*veic	Rit*veic	LOS
1	Via Sabena	Via del Lazzaretto W	24	31	24,4	752	586	LOS C
	Via Sabena	Via del Lazzaretto E	0	0	0,0	0	0	-
	Via Sabena	Via Terracini	1011	57	42,1	57303	42583	LOS E
	Via Sabena	Strada comparto	211	49	31,9	10337	6727	LOS D
	Via Sabena		1246			68.392	49.896	
	Media ramo					54,9	40,0	LOS E
2	Via del Lazzaretto W	Via Sabena	8	117	100,0	934	800	LOS F
	Via del Lazzaretto W	Via del Lazzaretto E	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto W	Via Terracini	117	125	114,1	14643	13351	LOS F
	Via del Lazzaretto W	Strada comparto	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto W		125			15.576	14.151	
	Media ramo					124,6	113,2	LOS F
3	Via del Lazzaretto E	Via Sabena	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto E	Via del Lazzaretto W	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto E	Via Terracini	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto E	Strada comparto	0	0	0,0	0	0	-
	Via del Lazzaretto E		0			0	0	
	Media ramo					0,0	0,0	-
4	Via Terracini	Via Sabena	966	12	5,4	11293	5168	LOS A
	Via Terracini	Via del Lazzaretto W	52	23	13,8	1178	718	LOS B
	Via Terracini	Via del Lazzaretto E	0	0	0,0	0	0	-
	Via Terracini	Strada comparto	479	7	3,1	3430	1480	LOS A
	Via Terracini		1497			15.900	7.366	
	Media ramo					10,6	4,9	LOS A
5	Strada comparto	Via Sabena	131	35	27,3	4580	3574	LOS D
	Strada comparto	Via del Lazzaretto W	6	51	30,4	305	183	LOS D
	Strada comparto	Via del Lazzaretto E	0	0	0,0	0	0	-
	Strada comparto	Via Terracini	141	93	66,4	13134	9364	LOS F
	Strada comparto		278			18.019	13.120	
	Media ramo					64,8	47,2	LOS E
	Totale intersezione		3.146			117.888	84.534	
	Media intersezione					37,5	26,9	LOS D

Tab. 1.27 - Rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia – Scenario Variante MT - Ritardi e lunghezze code (ora di punta del mattino)

		n.Veic	tTotRitCoda (s)		Lcode (m)		
			Medio	Medio * veic	Med	Max	N. Stop
1	Via Sabena	1.234	337	415735	473,89	500	4736
2	Via del Lazzaretto W	125	662	82766	146,2	157,43	157
3	Via del Lazzaretto E	0	0	0	0	0	0
4	Via Terracini	1.498	2	2382	102,63	151,03	335
5	Strada comparto	272	778	211578	374,1	388,26	445
	Totale	3.129		712461			
	Media		356	228	219	239	1135

Il ramo con i ritardi maggiori si conferma quello di via del Lazzaretto ovest in cui i secondi medi di ritardo salgono a 113 (LOS F), ancor più penalizzato dall'incremento dei flussi su via Sabena.

Un peggioramento del ritardo medio sul ramo si ha anche per via Sabena passa da circa 34 a 40 s (LOS E); mentre rimane sostanzialmente invariato rispetto all'attuale il ritardo medio per il ramo di via Terracini per il quale si passa da circa 4,4 a circa 4,9 s mantenendo il LOS A.

Per il nuovo ramo di accesso al comparto a nord, la situazione stimata nello scenario di Variante rispetto al Tendenziale rimane sostanzialmente invariata, con un ritardo medio di ramo pari a circa 47 s, (ma la direzione verso Terracini continua supera i 60 s) e LOS E.

Per quanto riguarda la situazione di rallentamenti e delle code in questo scenario di Variante, complessivamente la situazione non si discosta molto da quella dello scenario Tendenziale.

Si conferma la formazione di coda per l'ingresso di via Sabena nell'arco temporale utilizzato per la simulazione, con ancora un valore massimo di coda di 500 m, (pari all'estensione dell'arco disegnato nella simulazione), e un valore medio in tutto il periodo che passa dai circa 446 m dello scenario Tendenziale ai circa 474 m di quello della Variante.

Rimangono stabili le lunghezze di coda indicate dal modello per via del Lazzaretto ovest, con 157 m di media e 146 m di massima; mentre per via Terracini si ha una riduzione della lunghezza massima da 237 a 151 m, mentre diventa significativo il valore della coda media pari a circa 100 m.

Infine, per il nuovo ramo di accesso al comparto, le code stimate dal modello sono in crescita sia nei valori medi da 190 a 374 m nel periodo dell'ora di punta, che nei valori massimi da 231 a 388 m.

Le tabelle seguenti mostrano in sintesi i principali risultati ottenuti dalle micro simulazioni per i tre scenari: Attuale, Tendenziale MT e Variante MT, riguardanti il Livello di servizio (LOS) e la lunghezza stimata delle code per i rami della rotatoria nell'ora di punta del mattino.

Dal confronto dei dati riportati nelle tabelle si ha il confronto visivo immediato delle variazioni dei diversi parametri sui rami della rotatoria e per le diverse manovre effettuate dai veicoli.

Si può osservare infatti che il livello complessivo di servizio per la rotatoria passi, tra lo scenario attuale e quello Tendenziale, da LOS A a LOS C, come conseguenza delle nuove

urbanizzazioni previste nell'ambito di studio e del relativo assetto infrastrutturale.

Con le proposte di Variante al P.P. vigente per la rotatoria si ha ancora una piccola riduzione del livello di servizio, che la fa entrare nel range di LOS D, in parte dovuta all'incremento dei flussi di traffico nell'ora di punta del mattino come conseguenza dei cambi di uso da attività universitarie a residenza, e in parte all'eliminazione dell'accesso da sud, dalla nuova rotatoria su via Sabena, contenuta nella proposta di Variante.

La tabella che segue mostra il confronto dei ritardi, del LOS e della lunghezza, massima e media, stimata delle code per ciascun ramo dell'intersezioni e per manovre di svolta.

Tab. 1.28 - Confronto tra i Ritardi-Livelli di servizio (LOS) e la lunghezza stimata delle code per i rami della Rotatoria nello scenario attuale e in quelli futuri – ora di punta del mattino

Ritardi					
HP mattino 8-9					
	Origine	Destinazione	Attuale Ritardo (s)	Tendenziale Ritardo (s)	Variente Ritardo (s)
1	Via Sabena				
	Via Sabena	Via del Lazzaretto W	4,7	16,7	24,4
	Via Sabena	Via del Lazzaretto E	0	0,0	0,0
	Via Sabena	Via Terracini	6,8	34,9	42,1
	Via Sabena	Strada comparto	0	29,1	31,9
Media ramo			6,7	34,3	40,0
2	Via del Lazzaretto W				
	Via del Lazzaretto W	Via Sabena	8,5	69,5	100,0
	Via del Lazzaretto W	Via del Lazzaretto E	-	0,0	0,0
	Via del Lazzaretto W	Via Terracini	10,0	67,2	114,1
	Via del Lazzaretto W	Strada comparto	0	0,0	0,0
Media ramo			9,7	67,3	113,2
3	Via del Lazzaretto E				
	Via del Lazzaretto E	Via Sabena	0	0	0
	Via del Lazzaretto E	Via del Lazzaretto W	0	0	0
	Via del Lazzaretto E	Via Terracini	0	0	0
	Via del Lazzaretto E	Strada comparto	0	0	0
Media ramo			0,0	0,0	0,0
4	Via Terracini				
	Via Terracini	Via Sabena	1,2	4,3	5,4
	Via Terracini	Via del Lazzaretto W	0,9	9,3	13,8
	Via Terracini	Via del Lazzaretto E	0	0,0	0,0
	Via Terracini	Strada comparto	0	1,3	3,1
Media ramo			1,2	4,4	4,9
5	Strada comparto				
	Strada comparto	Via Sabena		40,0	27,3
	Strada comparto	Via del Lazzaretto W		58,5	30,4
	Strada comparto	Via del Lazzaretto E		0,0	0,0
	Strada comparto	Via Terracini		61,6	66,4
Media ramo				48,1	47,2
Intersezione					
Media intersezione			4,5	23,7	26,9

LOS					
HP mattino 8-9					
	Origine	Destinazione	Attuale LOS	Tendenziale LOS	Variente LOS
1	Via Sabena				
	Via Sabena	Via del Lazzaretto W	LOS A	LOS C	LOS C
	Via Sabena	Via del Lazzaretto E	-	-	-
	Via Sabena	Via Terracini	LOS A	LOS D	LOS E
	Via Sabena	Strada comparto		LOS D	LOS D
Media ramo			LOS A	LOS D	LOS E
2	Via del Lazzaretto W				
	Via del Lazzaretto W	Via Sabena	LOS A	LOS F	LOS F
	Via del Lazzaretto W	Via del Lazzaretto E	-	-	-
	Via del Lazzaretto W	Via Terracini	LOS A	LOS F	LOS F
	Via del Lazzaretto W	Strada comparto	-	-	-
Media ramo			LOS A	LOS F	LOS F
3	Via del Lazzaretto E				
	Via del Lazzaretto E	Via Sabena	-	-	-
	Via del Lazzaretto E	Via del Lazzaretto W	-	-	-
	Via del Lazzaretto E	Via Terracini	-	-	-
	Via del Lazzaretto E	Strada comparto	-	-	-
Media ramo			-	-	-
4	Via Terracini				
	Via Terracini	Via Sabena	LOS A	LOS A	LOS A
	Via Terracini	Via del Lazzaretto W	LOS A	LOS A	LOS B
	Via Terracini	Via del Lazzaretto E	-	-	-
	Via Terracini	Strada comparto		LOS A	LOS A
Media ramo			LOS A	LOS A	LOS A
5	Strada comparto				
	Strada comparto	Via Sabena		LOS E	LOS D
	Strada comparto	Via del Lazzaretto W		LOS F	LOS D
	Strada comparto	Via del Lazzaretto E		-	-
	Strada comparto	Via Terracini		LOS F	LOS F
Media ramo				LOS E	LOS E
Intersezione					
Media intersezione			LOS A	LOS C	LOS D

Lunghezza massima delle code					
HP mattino 8-9					
	Attuale	Tendenziale	Variente	Lmaxcode (m)	
Via Sabena	510	500	500		
Via del Lazzaretto W	52	161	157		
Via del Lazzaretto E	0	0	0		
Via Terracini	15	237	151		
Strada comparto	0	331	388		
Media intersezione	144	326	239		

Lunghezza media delle code					
HP mattino 8-9					
	Attuale	Tendenziale	Variente	Lmaxcode (m)	
Via Sabena	499	446	474		
Via del Lazzaretto W	4	145	146		
Via del Lazzaretto E	0	0	0		
Via Terracini	0	2	103		
Strada comparto	0	190	374		
Media intersezione	126	157	219		

1.5 Considerazioni conclusive

L'obiettivo primario dello studio condotto in questo capitolo è la verifica delle condizioni di accessibilità e di circolazione dei veicoli sulla stradale dell'ambito territoriale influenzato dalla proposta di Variante al Piano Particolareggiato vigente per il Comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto.

Per fare questo sono stati costruiti, simulati e confrontati tre scenari insediativi e infrastrutturali.

Lo scenario attuale, che descrive le condizioni attuali dell'ambito sia nei termini dell'accessibilità stradale che con gli altri sistemi di trasporto; tuttavia la realizzazione delle previsioni del P.P. vigente è appena avviata, quindi la verifica degli effetti della Variante deve essere fatta con un secondo scenario che nello studio è stato definito Tendentiale.

Lo scenario Tendentiale, deriva dalla simulazione delle previsioni insediative e infrastrutturali contenute nel P.P. vigente per il Comparto R 5.3 e delle altre previsioni in grado di influenzare l'ambito territoriale di riferimento per l'analisi. Si tratta in particolare di due comparti attuativi di nuova previsione collocati ad est tra la ferrovia e il comparto stesso: l'Ambito I-3 via Zanardi 106 e l'Ambito di trasformazione misto n. 129; nonché di due interventi sulla rete stradale: la realizzazione della Nuova Roveretolo con le opere sostitutive dei passaggi a livello di via Zanardi (che verrà interrotta al traffico veicolare) e via del Pane, e la nuova viabilità di servizio alla Stazione Zanardi dell'SFM.

Questo scenario contempla anche un nuovo assetto del sistema TPL su gomma dell'intero ambito e due importanti strutture di trasporto collettivo: le nuove stazioni Zanardi e Prati di Caprara del SFM e il People Mover, navetta di collegamento tra Aeroporto e Stazione Centrale, con fermata intermedia all'interno del Comparto R 5.3.

Tuttavia nelle stime previsionali del traffico generato-attratto dai nuovi interventi è stato assunto cautelativamente un uso medio dei sistemi di trasporto collettivo o comunque alternativi all'auto privata pari a quello medio dell'area urbana, senza ipotizzare gli effetti positivi che i nuovi sistemi di trasporto possono potenzialmente avere sull'uso dell'auto da parte dei residenti e degli utenti dell'area.

Il terzo scenario, quello di valutazione, è quello della Variante al P.P. vigente, costruito apportando allo scenario Tendentiale le modifiche proposte dalla variante: la sostituzione di attività universitarie con attività prevalentemente residenziali e terziarie, in alcune "insule" collocate nella parte nord-est del Comparto con il conseguente ridisegno della rete stradale di servizio; l'eliminazione della nuova rotatoria su via Sabena (rinviata allo scenario di lungo termine) e dell'accesso al comparto da quest'ultima.

In analogia con quanto contenuto nel P.P. vigente in cui a diverse fasi attuative venivano riferiti scenari temporali differenti, anche nel presente studio, per rendere maggiormente congruenti le valutazioni sugli effetti delle Variante al P.P. rispetto allo scenario Tendentiale, sono stati assunti, per quanto riguarda l'assetto della viabilità e gli interventi da realizzare, due scenari

futuri: di medio termine e di lungo termine.

Il confronto tra gli scenari, in particolare tra quelli della Variante e del Tendentiale, è partito dalla stima delle variazioni del carico urbanistico e dei veicoli generati-attratti.

Considerando il solo comparto R 5.3, il flusso giornaliero di veicoli generati-attratti nello scenario di Variante risulta stimato in circa 9.700 veicoli/g (+ 3% circa rispetto al Tendentiale); mentre nell'ora di punta del mattino tra le 8 e le 9 il flusso orario risulta stimato in circa 2.600 v/h in arrivo e in partenza (+ 22% circa rispetto al Tendentiale). Rispetto allo scenario Tendentiale il traffico generato-attratto come conseguenza della proposta di Variante non subisce complessivamente una variazione significativa nel totale giornaliero (+ 3%), tuttavia il diverso mix di usi, che privilegia l'attività residenziale (+ 15,6% circa del totale di residenti stimati), porta ad un significativo incremento dei flussi veicolari in ingresso-uscita nell'ora di punta del mattino, pari a circa il 22%, rispetto allo scenario Tendentiale, e una riduzione dei flussi nelle ore centrali del giorno medio di riferimento.

Gli effetti sulla circolazione dei veicoli sulla rete stradale dell'ambito di studio sono stati valutati attraverso un modello di macrosimulazione che ha permesso di stimare, per ciascuno scenario, i valori di una serie di parametri trasportistici e i flussi di traffico in corrispondenza di una serie di sezioni di controllo nell'ora di punta della mattina.

I risultati ottenuti per l'attuazione dello scenario di Variante a medio termine, con le relative modifiche riguardanti il carico urbanistico e la rete infrastrutturale, rispetto al corrispettivo scenario Tendentiale, ci portano a prevedere un modesto aumento del carico veicolare sull'area indagata.

Si ha infatti un incremento dei chilometri percorsi sulla rete, nell'ora di punta, di circa l'1,5% e del tempo di viaggio complessivo dei veicoli sulla rete per circa il 3,1%. Una riduzione del 3,0% dei chilometri di rete in congestione ($lc > 1$) e di circa l'1,6% dei chilometri percorsi da veicoli su tratti in congestione.

Anche dall'esame dei flussi veicolari sugli archi della rete si può rilevare che le variazioni tra lo scenario di Variante e quello Tendentiale non sono rilevanti.

La differenza di maggiore evidenza è dovuta all'eliminazione nello scenario di Variante a medio termine della realizzazione della rotatoria in corrispondenza del gomito di via Sabena che, nello scenario Tendentiale dava anche accesso diretto al nuovo insediamento da sud. L'eliminazione di questo accesso in particolare è all'origine degli incrementi dei flussi che si hanno sul ramo di accesso al comparto dalla rotatoria esistente tra via Sabena, via Terracini e via del Lazzaretto e sulla viabilità interna che da esso si dirama.

Per questa rotatoria è stata eseguita una verifica del funzionamento attraverso un modello di microsimulazione in grado di fornire parametri trasportistici di confronto tra gli scenari.

Dai risultati ottenuti emerge che la rotatoria negli scenari futuri vedrà una riduzione del livello di servizio rispetto alla situazione attuale, in particolare si prevede un LOS C per lo scenario tendenziale; nello scenario di Variante al P.P. vigente per la rotatoria si ha ancora una piccola riduzione del livello di servizio, che la fa entrare nel range di LOS D, in parte dovuta

all'incremento dei flussi di traffico nell'ora di punta del mattino, come conseguenza dei cambi di uso da attività universitarie a residenza, e in parte all'eliminazione dell'accesso da sud, dalla nuova rotatoria su via Sabena.

Per quanto riguarda la situazione dei rallentamenti e delle code sul tratto di via Sabena in ingresso alla rotatoria, nel passaggio dallo scenario attuale agli scenari futuri, si vede un mantenimento degli alti valori di accodamento in ragione dell'incremento nei flussi che attraversano la rotatoria in quest'ora di punta e dell'inserimento del nuovo ramo di accesso al comparto, nonostante gli interventi di potenziamento (raddoppio delle corsie per gli accessi di Sabena e Terracini) previsti per la rotatoria dal P.P. vigente e confermati nella Variante.

Nello studio infine sono stati esaminati anche gli scenari di lungo termine sia secondo l'assetto stradale già contenuto nel P.P. vigente, sia in quello aggiornato con le proposte della Variante.

In entrambe i casi ai rispettivi scenari di medio termine sono stati aggiunti gli interventi riguardanti il completamento dell'Asse dell'89, con il collegamento tra via Terracini e la rotatoria all'intersezione tra via Marco Polo e via Gagarin, e il collegamento ad ovest del comparto tra via Sabena e la Tangenziale.

Dalle simulazioni effettuate entrambe gli interventi non hanno influenze significative sui carichi veicolari della viabilità interna al Comparto R 5.6.

Riguardo agli effetti sulla viabilità principale all'esterno del comparto, il completamento dell'Asse dell'89, ha come effetto sostanziale una riduzione dei flussi su via Manzi e del tratto sud di via Marco Polo nonché della direttrice verso nord est Zanardi-Nuova Roveretolo.

Il collegamento tra via Sabena e la Tangenziale, invece di alleggerire i carichi veicolari sulle direttrici ad ovest dell'area di studio, sembra attrarre flussi di attraversamento verso il centro e le periferie nord e ovest dell'area urbana

In conclusione dopo aver analizzato i risultati delle verifiche effettuate nello studio è possibile sostenere che la proposta di Variante al P.P. vigente produce nel complesso, sulla componente mobilità e traffico, effetti modesti tali da consentire un giudizio di sostenibilità.

Tuttavia, come si è visto, permane una situazione di criticità, in relazione ai carichi veicolari che interesseranno la rotatoria Rotatoria 35° Reggimento Fanteria Pistoia, all'intersezione tra via Sabena, via del Lazzaretto e via Terracini, tali da suggerire di anticipare gli interventi di potenziamento degli accessi di via Sabena e via Terracini, rispetto all'attivazione dei nuovi carichi insediativi, tenendo monitorata l'evoluzione della situazione, al fine di poter prevedere, se necessario, azioni correttive all'assetto della viabilità di accesso al comparto. .

È da sottolineare comunque che tutte le valutazioni effettuate hanno una impostazione dovutamente cautelativa, in particolare dove si è assunto di trascurare gli effetti benefici, per l'ambito oggetto di studio, che dovrebbero avere sulla domanda di traffico veicolare privato gli interventi di potenziamento del trasporto collettivo previsti nella pianificazione vigente e in fase di progettazione, quali in particolare le due stazioni del SFM e il People Mover, ma anche dalla riorganizzazione del TPL su gomma. E' evidente che la tempestiva attivazione di questi servizi potrebbe efficacemente accompagnare lo sviluppo insediativo dei nuovi comparti,

producendo una minore pressione veicolare sulla rete stradale.

2 INQUINAMENTO ACUSTICO

Il presente paragrafo è finalizzato ad una caratterizzazione del clima acustico relativamente alla variante al P.P. oggetto di analisi.

La Variante mantiene sostanzialmente l'assetto complessivo del P.P. vigente apportando modifiche alle destinazioni d'uso di alcune "insule" nella parte nord-ovest del comparto, nelle quali gli usi ad attività universitarie vengono sostituiti prevalentemente dalla residenza a cui si aggiungono anche usi terziari. A seguito di queste modifiche viene adeguata anche la viabilità di servizio a questi ambiti.

L'analisi è stata condotta ai sensi delle disposizioni della Legge Quadro sull'inquinamento acustico, n. 447 del 26 ottobre 1995 e decreti attuativi discendenti, nonché alla normativa regionale in materia di acustica.

Per la verifica acustica, si è inizialmente proceduto ad una caratterizzazione dell'ambito di analisi mediante indagine acustica strumentale. In seguito, anche sulla base delle modifiche apportate dal progetto ai flussi di traffico nell'area, è stata effettuata la verifica del rispetto dei limiti acustici di immissione sul progetto e sui ricettori sensibili nell'intorno.

Suddette verifiche sono state effettuate con la finalità di effettuare il confronto coi relativi limiti di legge dei valori di immissione sonora assoluti.

Gli scenari di riferimento analizzati sono i seguenti:

- scenario attuale rappresenta lo scenario ante operam rispetto progetto relativo al comparto oggetto di valutazione
- scenario futuro tendenziale a medio termine, rappresenta lo scenario evolutivo del sistema insediativo e infrastrutturale urbano per l'area circostante il comparto oggetto di valutazione allo stesso orizzonte temporale del suo completamento; per questo scenario, rispetto al quale valutare gli effetti prodotti dal progetto di Variante al P.P., è stato assunto come riferimento primario il Piano Particolareggiato del comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto attualmente vigente
- scenario futuro di progetto, è costituito dalla proposta di Variante al Piano Particolareggiato del Comparto R 5.3

Lo studio è stato sviluppato secondo le seguenti fasi operative:

Caratterizzazione territoriale ai fini dell'analisi acustica; ha riguardato essenzialmente la lettura, in chiave acustica, degli aspetti territoriali, normativi e progettuali legati all'intervento. In particolare la documentazione esaminata fa riferimento agli strumenti comunali di pianificazione urbanistica e territoriale. Gli strumenti di pianificazione del territorio comunale ad oggi disponibili sono sostanzialmente il PSC, il RUE e la Classificazione Acustica comunale.

Fase di indagine; sulla base di una specifica campagna di rilievi, effettuati in prossimità dell'ambito, è stata svolta una caratterizzazione del clima acustico nello scenario attuale mediante rilievi strumentali. Tali rilievi sono stati condotti dai tecnici competenti dott. Juri

Albertazzi¹ e Fabio Montigiani² (AIRIS S.r.l.-Bologna). Simultaneamente ai rilievi fonometrici è stato effettuato il conteggio classificato dei transiti veicolari sulla viabilità nell'intorno.

Verifica previsionale di clima acustico; è consistita nella verifica del rispetto dei limiti acustici di immissione in termini assoluti sul progetto e sui ricettori sensibili nell'intorno.

Va specificato infine che nel corso del presente studio le procedure e la strumentazione utilizzate sono conformi alle norme vigenti, o in assenza di queste, risultano validate nell'ambito di esperienze nazionali o internazionali.

2.1 Riferimenti normativi

A livello nazionale la materia riguardante la difesa dal rumore è regolata dalla Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico n. 447 del 26/10/95 che "... stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico" e che sostituisce pressoché interamente il precedente D.P.C.M. 01/03/91.

La norma, avendo valore di legge quadro, fissa il contesto generale e demanda a decreti successivi la definizione dei parametri tecnico - operativi relativi a tutta la parte strettamente applicativa.

Dei decreti attuativi discesi dalla norma di riferimento quelli fondamentali ai fini dello studio in esame sono quelli elencati di seguito:

- D.P.C.M. del 14/11/1997 contenente la "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" che completa quanto già stabilito nel D.P.C.M. 01/03/91;
- D.P.C.M. del 16/03/1998 contenente le "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- DPR n. 142 del 30/03/2004 contenente le "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare".

Per quanto riguarda i limiti acustici, mentre il D.P.C.M. 1/3/91 si limitava a fissare dei limiti massimi di immissione livello sonoro per specifiche zone, il D.P.C.M. del 14/11/1997 stabilisce i valori dei quattro diversi limiti, determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso introdotti dalla Legge Quadro 447/95. In particolare si tratta dei valori limite di emissione (valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora), dei valori di attenzione (valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente) e dei valori di qualità, (valore di rumore da conseguire nel breve, medio e lungo periodo)³; i valori di immissione

1 tecnico competente abilitato ai sensi della legge 447/95 con attestato n. 65946 rilasciato da Provincia di Bologna in data del 14/03/2005

2 tecnico competente abilitato ai sensi della legge 447/95 con P.G. n. 179433 rilasciato da Provincia di Bologna in data 18/12/2014

3 I valori di *attenzione* e *qualità* rappresentano un fondamentale strumento a disposizione dell'amministrazione locale in quanto i primi segnalano le soglie oltre le quali è indispensabile predisporre e attuare i *Piani di Risanamento* mentre i secondi sono i valori da conseguire tramite il risanamento.

(valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno) sono stati distinti in assoluti e differenziali⁴.

I limiti assoluti di immissione per le diverse classi acustiche sono riportati nella tabella seguente.

Tab. 2.1 - Classi acustiche e limiti assoluti del livello equivalente

classi di destinazione d'uso del territorio		tempi di riferimento	
		<i>Leq, TRD (dBA) diurno(06,00-22,00)</i>	<i>Leq, TRN (dBA) notturno(22,00-06,00)</i>
I	aree particolarmente protette	50	40
II	aree prevalentemente residenziali	55	45
III	aree di tipo misto	60	50
IV	aree di intensa attività umana	65	55
V	aree prevalentemente industriali	70	60
VI	aree esclusivamente industriali	70	70

Il D.P.C.M. 1 marzo 1991 ha introdotto l'obbligo per i comuni di classificazione del proprio territorio in zone omogenee, allo scopo di fissare dei limiti massimi di rumorosità ambientale. La classificazione acustica del territorio diventa lo strumento di pianificazione principale sotto il profilo acustico.

Per l'ambito locale occorre ricordare che la Regione Emilia Romagna si è provvista di una legge propria a riguardo dello specifico settore. A tale riguardo è infatti stata promulgata la Legge Regionale n. 15 del 9/5/2001 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico", in attuazione dell'art. 4 della suddetta Legge Quadro 447/1995; la legge regionale detta norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente esterno ed abitativo dalle sorgenti sonore.

Il comune di Bologna con delibera n.42/2010 del 29/01/2010 ha approvato la nuova classificazione acustica comunale.

La finalità della Classificazione acustica è quella di perseguire un miglioramento della qualità acustica delle aree urbane e di tutti gli spazi in genere, determinando un coordinamento tra gli strumenti urbanistici di cui le amministrazioni si sono dotate, sia relativamente all'uso reale del territorio, sia rispetto alle previsioni di piano. Essa è pertanto uno strumento di sintesi tra lo stato esistente e le previsioni urbanistiche future, che intende coordinare gli interventi sul territorio per consentire il raggiungimento di una sempre maggiore tutela dall'inquinamento acustico.

L'immagine seguente mostra un estratto della classificazione acustica comunale relativo all'area di intervento.

⁴ Per criterio differenziale si intende, ai sensi dell'art.2 comma 3 lett.b della Legge quadro 447/95: "...la differenza tra il livello equivalente del rumore ambientale e del rumore residuo..." questa differenza è stata stabilita nell'art.4 del DPCM 14.11.97, in:"... 5 dBA per il periodo diurno e 3 dBA per il periodo notturno all'interno degli ambienti abitativi..."

Img. 2.1 - Stralcio Classificazione acustica comune di Bologna e fasce di rispetto infrastrutturale

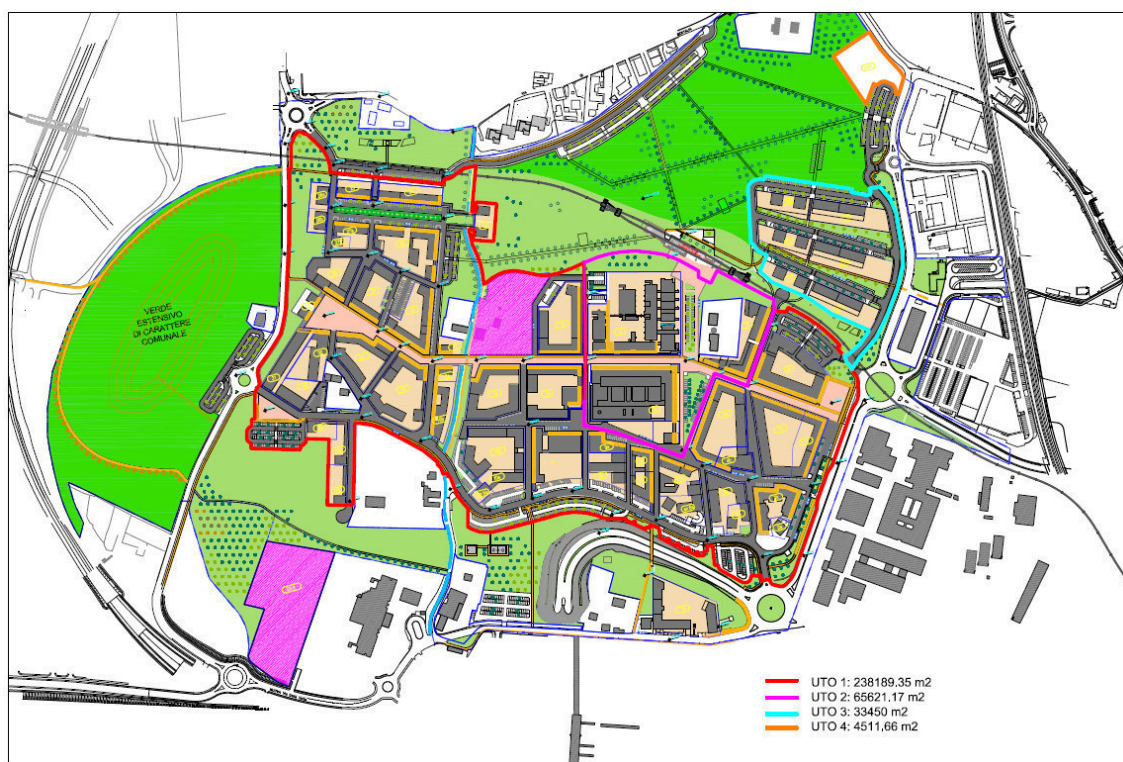


La cartografia approvata inserisce l'ambito in III classe ad eccezione delle fasce cuscinetto delle vie Sabena e Terracini e della porzione sud-est del comparto, che sono classificate in IV classe.

L'area ricade inoltre parzialmente nelle fasce infrastrutturali dell'asse ferroviario Bologna-Milano a sud, ed è attraversata dalla fascia infrastrutturale del People Mover. La Classificazione Acustica assegna al People Mover una fascia di pertinenza acustica di ampiezza pari a 30 metri a partire dal limite esterno del manufatto, all'interno della quale valgono i limiti rispettivi delle UTO attraversate, definiti quindi dalla Classificazione acustica, seppur riferiti alla sola infrastruttura stessa.

Per quanto riguarda la zonizzazione acustica degli ambiti interni al comparto in esame, è stata fatta un'ipotesi di riclassificazione in base agli usi previsti. Sulla base della delibera di Giunta Regionale 2053/2001 "Criteri e condizioni per la classificazione del territorio ai sensi dell'art. 2 della legge regionale 15/2001", sono state individuate 3 UTO evidenziate nell'immagine seguente.

Img. 2.2 - Suddivisione del comparto in UTO



I parametri utilizzati per l'attribuzione della classe acustica alle UTO individuate sono riportati nella tabella seguente.

Tab. 2.2 - Parametri utilizzati per l'attribuzione della classe acustica alle UTO

Zone	Residenti	Sup. Comm./terziario	Sup. Prod.	Sup. UTO	DENSITA'			PUNTEGGI			Totale	Classe
					Residenti	Att. Comm.	Att. Prod.	Residenti	Att. Comm.	Att. Prod.		
1	5.240	26.996	0	238.189	220	11,33	0	3	3	1	7	IV
2	0	25.720	0	65.621	0	39,19	0	1	3	1	5	III
3	792	0	0	33.451	237	0,00	0	3	1	1	5	III
4	0	1.801	0	4.500	0	40,02	0	1	3	1	5	III
Totale	6.032	54.517	0	341.761	176			3	1	1	5	III

Gli edifici che ospiteranno l'università risultano dunque classificati in III classe, come pure la porzione interessata dai nuovi edifici residenziali, mentre le rimanenti aree in IV classe.

Per le aree verdi non attrezzate non si ritiene necessaria una particolare tutela acustica. Per quanto riguarda l'area verde, localizzata nella porzione a nord-est del comparto, la Variante in esame che vede la sostituzione dell'università con residenze, ha comportato un ampliamento della dimensione dell'area verde ma non ne ha modificato le caratteristiche sotto il profilo acustico; si conferma pertanto la vecchia classificazione acustica che prevedeva per l'area una III classe. In ogni caso le aree di fruizione, nell'ottica di un'ottimizzazione dal punto di vista acustico, sono localizzate nelle zone meno disturbate dal rumore stradale.

2.2 Caratterizzazione dell'ambito di intervento

L'area oggetto di verifica si colloca nella periferia nord ovest di Bologna. Il perimetro dell'areale è caratterizzato dalla presenza di infrastrutture viarie anche di rilevante importanza. L'areale risulta principalmente caratterizzato dalla presenza di verde incolto con la presenza di isolati edifici rurali. L'intorno territoriale dell'areale è caratterizzato da edifici ad uso produttivo e commerciale, edifici residenziali nonché edifici universitari. L'intorno territoriale vede anche la presenza di ampie aree incolte.

Le caratteristiche altimetriche del territorio sono omogenee con quote prossime ai 35 metri s.l.m.

2.2.1 Sorgenti di rumore

Il clima acustico generale dell'ambito in oggetto è interessato essenzialmente dalla presenza di sorgenti di rumore di tipo lineare. La descrizione delle sorgenti riportata di seguito fa riferimento allo stato delle sorgenti al momento in cui sono stati effettuati i rilievi acustici.

In riferimento allo stato attuale, la conformazione strutturale della rete di trasporto stradale è prevalentemente relegata sul filo perimetrale del comparto e, di questo, ne delimita quasi completamente le superfici di intervento. Le emissioni acustiche generate in corrispondenza di

tali sorgenti rappresentano uno dei contributi prevalenti in grado di apportare modificazioni significative al clima acustico complessivo dell'areale.

Le reti di trasporto ferroviarie, anch'esse presenti al contorno del comparto, allo stato attuale non costituiscono sorgenti di rumore primarie in quanto i tratti che coinvolgono il comparto sono collocati in prima adiacenza rispetto all'area della stazione centrale di Bologna; i transiti dei convogli in questi tratti avvengono a velocità estremamente ridotte generando livelli di rumorosità non elevati.

Nello stato attuale la rete stradale di riferimento, le cui ricadute possono essere significativamente valutate in corrispondenza del comparto ZIS 5.3, è essenzialmente riconducibile agli assi delle vie Agucchi, di Bertalia, Zanardi, Terracini, del Lazzaretto, dalla Volta e viale Sabena connesso con una rotatoria con gli assi di via Terracini e del Lazzaretto.

La quantificazione e la qualificazione del traffico stradale nei due periodi di riferimento normativo diurno e notturno risulta pertanto un aspetto determinante per la caratterizzazione del livello acustico dell'area.

La rete ferroviaria rilevabile in adiacenza al comparto è rappresentata:

- dalla linea minore di cintura che, allo stato attuale, risulta inutilizzata;
- dalla linea storica Bologna-Venezia;
- dalla linea storica Bologna-Milano.

La rete stradale di riferimento presenta, nello stato attuale, le seguenti caratteristiche:

- Via Agucchi costituisce un asse di penetrazione al comparto ZIS 5.3, l'asse è collocato nella zona occidentale e attraversa il comparto con direzione sud-nord;
- Via di Bertalia costituisce un tratto del confine nord del comparto. L'asse interseca via Agucchi a ovest e via Zanardi a est. In adiacenza all'asse è presente un'area edificata che, in direzione nord, costituisce l'ambito urbanizzato più a ridosso del sito in esame. Tale superficie rimane appunto interclusa tra via di Bertalia (a nord) e la linea ferroviaria di cintura (a sud);
- Via Zanardi costituisce un piccolo tratto perimetrale localizzato a nord-est, in adiacenza a questo asse è presente una vasta area densamente edificata che in direzione est, costituisce l'ambito urbanizzato più a ridosso del sito in esame. Via Zanardi è presente anche in un tratto di strada privata che costituisce un asse di penetrazione al comparto ZIS 5.3. Tale tratto è però utilizzato solo dai residenti (strada chiusa) e per un lungo tratto non è asfaltata. Quest'ultimo asse non rappresenta perciò una sorgente di rumore particolarmente significativa.
- Via Terracini costituisce un asse perimetrale del comparto ZIS 5.3, l'asse è collocato nella zona orientale e attraversa il comparto con direzione sud-nord. L'asse, mai interrotto da incroci semaforizzati, è caratterizzato da un tracciato pianeggiante di sezione media di circa 13 metri. Interseca via Zanardi a nord e si connette a sud con la Rotonda Fanteria Pistoia collocata tra gli assi di via del Lazzaretto e viale Sabena. In adiacenza all'asse sono presenti diversi siti produttivi (capannoni) oltre ai laboratori di Ingegneria dell'Università di Bologna; sono sovente presenti incolonnamenti in corrispondenza della rotatoria che

condizionano inoltre le dinamiche veicolari della rete stradale adiacente;

- Via del Lazzaretto costituisce un tratto del confine sud del comparto. L'asse interseca via dalla Volta a ovest e la Rotonda Fanteria Pistoia su viale Sabena a est (il tratto a est della rotatoria risulta essere chiuso all'altezza del passaggio a livello ferroviario). In adiacenza all'asse sono presenti alcuni nuclei edificati storici caratterizzati da destinazioni d'uso miste residenziale-produttivo. Tali edifici rimangono interclusi tra l'asse specifico (a sud) e il tracciato di viale Sabena (a nord);
- Via dalla Volta oltre a costituire un piccolo tratto perimetrale del comparto, localizzato a sud, rappresenta il più importante asse di penetrazione attuale al comparto R5.3. Tale strada, che si raccorda a ovest con via Agucchi, presenta una sezione media alquanto ridotta, di circa 4 metri di larghezza. In adiacenza all'asse sono presenti alcuni nuclei edificati storici caratterizzati da destinazioni d'uso miste residenziale-agricolo. È presente inoltre la scuola superiore Rosa Luxemburg; tale edificio, caratterizzato da un'elevata sensibilità acustica (I classe) è posto a ridosso del comparto ZIS 5.3;
- Viale Sabena costituisce il raccordo terminale tra la viabilità di contorno del comparto ZIS 5.3 e l'Asse Attrezzato sud-ovest. L'asse è infatti direttamente connesso, tramite la rotatoria Granatieri di Sardegna e il sottopasso della linea ferroviaria Bologna-Milano, a via Prati di Caprara.

La rete ferroviaria di riferimento presenta, nello stato attuale, le seguenti caratteristiche:

- il primo tratto ricurvo della ex linea ferroviaria di cintura costituisce il perimetro occidentale del comparto in esame. Attualmente la linea si stacca dal tracciato della Bologna-Milano e ripiega verso nord per un tratto parallelamente a via Agucchi. Come detto, pur permanendo tutte le strutture funzionali alla linea, quali binari e passaggi a livello, risulta attualmente inutilizzata;
- tratto della linea ferroviaria storica Bologna-Milano a ridosso della stazione Centrale di Bologna. Posto a sud del comparto, a ridosso di via del Lazzaretto e dalla Volta. Questo tratto di linea storica è collocato in prima adiacenza rispetto all'area della stazione centrale di Bologna, come detto in questi tratti i transiti dei convogli avvengono a velocità estremamente ridotte generando livelli di rumorosità contenuti;
- tratto della linea ferroviaria storica Bologna-Venezia a ridosso della stazione Centrale di Bologna, Posto a est del comparto, a ridosso di via Zanardi e Vasco De Gama. Vale per questa linea il medesimo ragionamento esposto precedentemente; si rimarca inoltre che in questo primo tratto adiacente alla stazione di Bologna sono presenti sulla linea ferroviaria diversi passaggi a livello con importanti assi viari urbani quali via del Lazzaretto e via Zanardi.

L'aeroporto "G. Marconi" di Bologna localizzato a nord del sistema Tangenziale-Autostrada, rappresenta una sorgente di rumore di notevole rilevanza. In particolare i decolli e gli atterraggi che avvengono in/da direzione est sono, dal punto di vista acustico, i più impattanti per il comparto in esame.

L'ambito di analisi è inoltre caratterizzato dalla rumorosità immessa da sorgenti puntuali che però in taluni casi hanno carattere di temporaneità.

Si segnala la sporadica presenza di cantieri edili per la ristrutturazione degli edifici presenti all'interno delle aree di comparto. In particolare si evidenzia la presenza di uno di alcuni cantieri in prossimità della rotatoria Rotonda Fanteria Pistoia.

Ulteriori sorgenti energeticamente meno rilevanti sono imputabili alle attività commerciali e artigianali presenti nell'intorno. Dalle analisi svolte non sono emerse ulteriori sorgenti in grado di incidere in maniera significativa sul clima acustico dell'area, pertanto, il carattere sporadico e energeticamente ridotto di ulteriori potenziali immissioni acustiche rende scarsamente significativa la loro caratterizzazione acustica di dettaglio.

La definizione del clima acustico attuale e futuro è perciò prevalentemente correlata al contributo delle sorgenti di tipo lineare citate nonché ai significativi apporti dovuti ai sorvoli aerei.

2.2.2 Indagini strumentali per il clima acustico attuale

Di seguito vengono descritte le indagini strumentali svolte con la finalità di caratterizzare il clima acustico attuale insistente sull'areale oggetto di verifica.

La caratterizzazione del clima acustico dell'area di intervento si propone di fornire gli elementi di conoscenza del livello di rumorosità dell'ambito di intervento, al fine di un primo confronto con i limiti imposti dalla normativa di riferimento nonché per un'accurata taratura del modello di simulazione previsionale.

Le condizioni meteo-climatiche presenti durante la campagna di monitoraggio risultano essere conformi all'effettuazione dei rilievi fonometrici⁵.

La caratterizzazione acustica dell'areale è stata svolta mediante rilievi fonometrici di lunga durata in postazioni fonometriche ritenute particolarmente significative.

2.2.2.1 I rilievi fonometrici

La caratterizzazione del clima acustico nello scenario attuale è stata dunque effettuata in una prima fase tramite una serie di rilievi strumentali in corrispondenza di siti significativi individuati nell'ambito di studio. Tali rilievi sono stati effettuati tra settembre e ottobre 2014.

Considerata l'estensione dell'ambito di analisi, un'adeguata caratterizzazione del clima acustico potrà essere conseguita solamente nelle successive fasi di analisi, mediante modello matematico di simulazione. L'utilizzo del modello consente infatti la normalizzazione dei dati ottenuti durante la campagna di rilievo strumentale. Sono infatti troppo numerose le variabili

⁵ Secondo quanto previsto nell'Allegato B del DM 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"

che possono intervenire durante i singoli rilievi; tali eventi estemporanei se non adeguatamente ricollocati in un giusto contesto renderebbero forvianti i risultati stessi⁶.

Il monitoraggio del clima acustico sull'ambito di analisi è stato comunque principalmente finalizzato alla definizione delle potenzialità emissive delle sorgenti di rumore lineari localizzate a ridosso del comparto.

Ricordiamo inoltre che in corrispondenza degli assi viari più importanti adiacenti al comparto, sono stati effettuati dei conteggi strumentali dei flussi veicolari per conseguire una correlazione tra i livelli sonori e il traffico circolante sulla rete stradale di riferimento. Queste correlazioni saranno sviluppate nelle successive fasi di analisi allorché i dati di traffico saranno utilizzati per la taratura del modello previsionale di calcolo LIMA.

La tecniche di rilievo fonometriche adottate fanno riferimento a indagini temporali continue di durata uguale o superiore a 24 ore, dalle quali sono stati estrapolati gli indicatori relativi ai due periodi di riferimento normativo (diurno 6-22 e notturno 22-6). In particolare i monitoraggi sono stati condotti in 7 postazioni in corrispondenza di altrettanti siti/ricettori posti all'interno dell'ambito di analisi. Le misure sono state condotte tramite registrazioni programmate in automatico, utilizzando differenti set up di campionamento dei dati di rumore, per ottenere adeguati livelli di dettaglio nei periodi più significativi della giornata.

Tutte le misure sono state effettuate durante giornate feriali in modo tale da poter sempre considerare i valori registrati come medi nell'ambito della settimana. In particolare i rilievi sono stati svolti:

- nelle postazioni P1, P2 e P3 tra martedì 30 settembre e mercoledì 1 ottobre contemporaneamente alle sezioni di traffico su T5, T6 e T7;
- nelle postazioni P4 e P5 tra mercoledì 8 e giovedì 9 ottobre contemporaneamente alle sezioni di traffico su T1, T4, T8 e T9;
- nelle postazioni P6 e P7 tra lunedì 6 e martedì 7 ottobre contemporaneamente alle sezioni di traffico su T2, T3 e T10.

La strumentazione fonometrica utilizzata è composta da quattro fonometri della Bruel & Kjaer mod. 2260 e mod.2250 e dal calibratore un Larson Davis mod CAL200. Le catene di misura sono di I classe così come richiesto dalla normativa vigente. La strumentazione per il rilievo dei flussi veicolari è composta da piastre conta traffico HI-STAR NC-97 S/N. Tali dispositivi sono analizzatori di dati di traffico, basati su tecnologia magnetica VMI, che rilevano il volume di traffico e anche velocità, lunghezza, tempo di presenza, temperatura e condizioni (bagnato/asciutto) del manto stradale.

In allegato è stata riportata copia dei certificati periodici di taratura delle catene di misura fonometriche.

⁶ Anche l'estensione temporale necessaria per effettuare i rilievi acustici avrebbe reso non omogenei i periodi di osservazione del clima acustico.

Durante tutte le misure strumentali sono stati registrati i principali parametri acustici e i livelli statistici con costanti di tempo simultanee Impulse, Fast e Slow, in modalità lineare e con filtro A.

È stata inoltre utilizzata una modalità di auto registrazione degli eventi ad alto contenuto energetico con infittimento del campionamento e registrazione sonora (solo per i rilievi svolti con fonometro mod.2250) per poter conseguire un'analisi di maggior dettaglio degli stessi e riconoscere eventi quali transiti di treni o sorvoli aerei. Le calibrazioni sono avvenute prima e dopo ogni ciclo di misura.

L'analisi in frequenza è stata condotta in banda di 1/3 di ottava, modalità che permette il riconoscimento e la valutazione delle eventuali componenti tonali e impulsive del rumore.

Per presentare i dati rilevati si è proceduto ad una schedatura puntuale relativa ad ogni singola postazione di misura secondo le richieste espresse nella normativa vigente⁷. I dati sono quindi stati riportati in schede tecniche che evidenziano inoltre il profilo temporale del LAeq, l'analisi in frequenza e la distribuzione cumulativa dei livelli.

Nella seguente immagine si riporta la collocazione delle postazioni di rilievo fonometrico.

Img. 2.3 - Postazioni di rilievo fonometrico



⁷ Allegato D del DM 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Nella seguente immagine si riporta invece la collocazione delle sezioni di rilievo di traffico svolto contemporaneamente ai rilievi fonometrici. Per un maggiore dettaglio relativamente ai conteggi veicolari si rimanda al capito specifico inerente lo studio del traffico.

Img. 2.4 - Sezioni di traffico



Di seguito si presenta una sintetica descrizione delle postazioni di rilievo strumentale riportate graficamente nella precedente immagine 2.4.

Postazione P1 - È stata collocata in prossimità dell'area di parcheggio della Trattoria da Franco sita al civico n.112 di via Agucchi. L'unità microfonica è stata collocata a un'altezza di 2 metri sul piano campagna e una distanza di circa 16 metri dal ciglio stradale di via Agucchi.



Postazione P2 - - È stata collocata in prossimità della scuola Rosa Luxemburg. Il fonometro è stato ancorato a un palo dell'illuminazione pubblica posto sul ciglio stradale di via Lazzaretto. L'unità microfonica è stata collocata a un'altezza di 4 metri sul piano campagna e una distanza di 2,5 metri dal ciglio stradale di via Lazzaretto.



Postazione P3 - È stata collocata in prossimità dell'area di parcheggio della casa di cura "Casa degli svizzeri" sita in via Terracini. L'unità microfonica è stata collocata a un'altezza di 4 metri sul piano campagna e risulta essere in posizione centrale rispetto all'area di intervento. La misura in tale postazione, essendo a significativa distanza da infrastrutture lineari, ha permesso di caratterizzare i sorvoli aerei.



Postazione P4 - È stata collocata nel giardino dell'abitazione privata ubicata al civico n. 36 di via di Bertalia. L'unità microfonica è stata collocata a un'altezza di 2 metri sul piano campagna e una distanza di circa 30 metri dal ciglio stradale di via Bertalia.



Postazione P5 - È stata collocata dell'area di parcheggio ad uso dei nuovi edifici realizzati su via Terracini. L'unità microfonica è stata collocata a un'altezza di 4 metri sul piano campagna e una distanza di circa 15 metri dal ciglio stradale di via Terracini.



Postazione P6 - È stata collocata in prossimità dell'area di parcheggio della ditta New Cold Sistem. Il fonometro è stato ancorato a un palo dell'illuminazione pubblica. L'unità microfonica è stata collocata a un'altezza di 4 metri sul piano campagna e una distanza di circa 10 metri dal ciglio stradale di via Terracini.



Postazione P7 - È stata collocata dell'area di parcheggio ad uso delle attività produttive che affacciano sulla linea ferroviaria storica Bologna-Venezia. L'unità microfonica è stata collocata a un'altezza di 4 metri sul piano campagna e una distanza di circa 8 metri dal ferro.



2.2.2.2 I principali parametri acustici e i risultati dei rilievi

I principali parametri registrati sono stati il Leq, livelli statistici, Lmin, Lmax con costanti di tempo simultanee Impulse, Fast e Slow, usando filtri A e linear. Le calibrazioni sono avvenute prima e dopo ogni ciclo di misura.

Al fine di procedere ad una interpretazione dei valori misurati in modo quanto più possibile oggettivo sono stati rilevati i seguenti parametri:

Livello statistico LA₁₀. È il valore del livello di pressione sonora che viene superato dal 10% dei rimanenti valori rilevati nel periodo di misura, rappresenta perciò un indicatore della rumorosità di picco. In presenza di sorgenti quasi-gaussiane quali alti flussi di traffico, LA₁₀ assume valori di qualche decibel più alti dei relativi valori di LAeq, questa differenza diminuisce in presenza di eventi ad alto contenuto energetico verificabili dalla time history dei LAmax.

Livello statistico LA₅₀. È il valore del livello di pressione sonora che viene superato dal 50% dei rimanenti valori rilevati nel periodo di misura, rappresenta perciò un indicatore del valore medio di pressione sonora.

Livello statistico LA₉₅. È il valore del livello di pressione sonora che viene superato dal 95% dei rimanenti valori rilevati nel periodo di misura, rappresenta perciò un indicatore della rumorosità ambientale di fondo. Consente di valutare il livello delle sorgenti fisse che emettono con modalità stazionarie. La differenza LA₉₅-LA_{min} aumenta all'aumentare della fluttuazione della sorgente stazionaria.

Livello statistico LA_{max}. È il livello massimo registrato e connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico quali il passaggio di ambulanze, moto, ecc. È un ottimo descrittore del disturbo da inquinamento acustico e, in generale, di tutte le condizioni di esposizione dove conta di più il numero degli eventi ad alto contenuto energetico rispetto alla "dose" media.

Infine l'analisi della distribuzione in bande di frequenza effettuata in bande di terzi d'ottava, fornisce un'ulteriore possibilità di valutare correttamente i dati forniti dal decorso della misura e le peculiari caratteristiche del clima acustico ambientale, quali la possibilità di individuare eventuali componenti tonali nelle sorgenti di riferimento.

In allegato è stata riportata la certificazione dello strumento oltre alla descrizione della catena di misura utilizzata, di I classe, conforme alle vigenti prescrizioni normative⁸.

Per presentare i dati rilevati si è proceduto ad una schedatura puntuale relativa alla postazione di misura secondo le richieste espresse nella normativa vigente⁹. I dati sono quindi stati riportati in schede tecniche che evidenziano inoltre il profilo temporale del LAeq, l'analisi in frequenza e la distribuzione cumulativa dei livelli.

⁸ Art. 2 DM 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

⁹ Allegato D del DM 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Nella seguente tabella sono state riassunte le informazioni generali relative alla campagna di rilievo fonometrico¹⁰. In allegato sono stati riportati i report di misura certificanti i dati tecnici completi dei rilievi.

Tab. 2.2 - Risultati dei rilievi fonometrici

Post. Mis.	Tipologia dato	h fono sul p.c.	Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P1 TRD	Frazione diurna	2 m	30/09/2014 14:00	12:30:20	81,9	37,2	66,1	56,3	42,8	61,7
P1 TRD	Valore epurato da sorvoli	2 m	30/09/2014 14:00	11:23:00	79,8	37,2	65,7	55,8	42,6	61,1
P1 TRN	Valore totale	2 m	30/09/2014 22:00	08:00:00	80,1	36,5	50,9	43,8	39,8	51,0
P1 TRN	Valore epurato da sorvoli	2 m	30/09/2014 22:00	07:56:00	77,6	36,5	50,5	43,8	39,8	49,9
P2 TRD	Frazione diurna	2 m	30/09/2014 14:00	16:00:00	97,8	39,7	71,5	56,6	48,2	67,0
P2 TRD	Valore epurato da sorvoli	4 m	30/09/2014 14:00	14:27:40	97,8	39,7	71,4	56,2	48,0	66,8
P2 TRN	Valore totale	4 m	30/09/2014 21:59	08:00:20	87,4	36,1	53,3	44,4	38,9	56,6
P2 TRN	Valore epurato da sorvoli	4 m	30/09/2014 21:59	07:56:20	87,4	36,1	53,1	44,3	38,9	56,4
P3 TRD	Frazione diurna	4 m	30/09/2014 14:00	16:00:00	80,0	37,9	51,5	47,1	42,4	53,2
P3 TRD	Valore epurato da sorvoli	4 m	30/09/2014 14:00	15:34:30	69,9	37,9	51,0	46,9	42,4	48,6
P3 TRN	Valore totale	4 m	30/09/2014 22:00	08:00:00	74,3	35,7	46,4	43,2	39,5	45,1
P3 TRN	Valore epurato da sorvoli	4 m	30/09/2014 22:00	07:55:19	60,7	35,7	46,3	43,1	39,4	43,8
P4 TRD 1°g	Frazione diurna	2 m	08/10/2014 15:00	07:00:00	81,8	41,0	57,3	52,5	47,3	56,6
P4 TRD 1°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	08/10/2014 15:00	06:44:30	79,6	41,0	56,5	52,4	47,2	55,5
P4 TRN 1°g	Valore totale	2 m	08/10/2014 22:00	08:00:00	80,8	37,8	51,8	47,9	43,1	51,7
P4 TRN 1°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	08/10/2014 22:00	07:56:12	68,0	37,8	51,7	47,9	43,1	49,2
P4 LVA J1	Rumore aeroportuale	2 m	08/10/2014 22:00	LVAj = 58,0 (73 sorvoli giorno 7 sorvoli notte)						
P4 TRD 2°g	Valore totale	2 m	09/10/2014 06:00	16:00:00	83,7	34,6	56,4	50,1	41,4	57,2
P4 TRD 2°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	09/10/2014 06:00	15:27:56	81,2	34,6	55,7	49,9	41,3	52,3
P4 TRN 2°g	Valore totale	2 m	09/10/2014 22:00	08:00:00	82,4	32,8	49,0	44,6	38,4	49,3

¹⁰ I valori acustici anche se riportati con il decimale possono essere arrotondati, secondo le convenzionali procedure, allo 0.5 dB superiore.

Post. Mis.	Tipologia dato	h fono sul p.c.	Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P4 TRN 2°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	09/10/2014 22:00	07:58:49	68,1	32,8	49,0	44,6	38,4	46,3
P4 TRD 3°g	Frazione diurna	2 m	10/10/2014 06:00	03:00:00	81,1	38,6	55,4	49,8	44,3	53,8
P4 TRD 3°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	10/10/2014 06:00	02:57:51	70,1	38,6	55,1	49,7	44,3	51,7
P4 LVA J1	Rumore aeroportuale	2 m	10/10/2014 06:00	LVAj = 49,6 (periodo diurno di sole 10 ore composto da frazione primo e ultimo gg) (48 sorvoli giorno 2 sorvoli notte)						
P5 TRD 1°g	Frazione diurna	4 m	08/10/2014 15:00	07:00:00	98,0	45,3	69,5	66,7	60,7	67,7
P5 TRD 1°g	Valore epurato da sorvoli	4 m	08/10/2014 15:00	06:35:20	98,0	45,3	69,5	66,6	60,6	67,7
P5 TRN 1°g	Valore totale	4 m	08/10/2014 22:00	08:00:00	82,1	39,4	66,8	55,5	42,3	61,9
P5 TRN 1°g	Valore epurato da sorvoli	4 m	08/10/2014 22:00	07:55:20	82,1	39,4	66,7	55,4	42,3	61,9
P5 TRD 2°g	Valore totale	4 m	09/10/2014 06:00	15:57:20	98,9	45,1	69,8	67,1	60,8	67,9
P5 TRD 2°g	Valore epurato da sorvoli	4 m	09/10/2014 06:00	15:18:20	98,9	45,1	69,8	67,1	60,8	67,8
P5 TRN 2°g	Valore totale	4 m	09/10/2014 22:00	08:00:00	79,6	35,6	66,8	55,5	38,9	61,9
P5 TRN 2°g	Valore epurato da sorvoli	4 m	09/10/2014 22:00	07:58:40	79,6	35,6	66,8	55,5	38,9	61,9
P5 TRD 3°g	Frazione diurna	4 m	10/10/2014 06:00	03:00:00	87,5	38,7	69,6	66,5	54,4	67,1
P5 TRD 3°g	Valore epurato da sorvoli	4 m	10/10/2014 06:00	02:57:20	87,5	38,7	69,6	66,5	54,4	67,1
P6 TRD	Valore totale	4 m	06/10/2014 14:00	16:00:20	91,3	40,3	68,1	62,5	50,3	64,9
P6 TRD	Valore epurato da sorvoli e treni	4 m	06/10/2014 14:00	14:31:40	87,5	40,5	67,9	62,5	50,3	64,4
P6 TRN	Valore epurato da estemporanei	2 m	06/10/2014 22:00	07:55:40	83,6	34,4	61,0	45,7	38,2	56,9
P6 TRN	Valore epurato da sorvoli e treni	2 m	06/10/2014 22:00	07:49:00	83,6	34,4	60,8	45,6	38,2	56,8
P7 TRD	Valore totale	4 m	06/10/2014 14:00	16:00:01	113,2	38,4	57,5	47,4	43,1	70,4
P7 TRD	Valore epurato da sorvoli e treni	4 m	06/10/2014 14:00	14:51:24	101,7	38,4	53,2	47,1	43,1	56,4
P7 TRD	Rumore ferroviario	4 m	06/10/2014 14:00	Transiti ferroviari: n.118 - LAeq,TRD = 70,2						
P7 TRN	Valore totale	4 m	06/10/2014 22:00	08:00:00	90,9	33,9	45,9	42,0	37,6	55,0
P7 TRN	Valore epurato da sorvoli e treni	4 m	06/10/2014 22:00	07:53:44	84,4	33,9	45,7	41,9	37,6	45,3
P7 TRN	Rumore ferroviario	4 m	06/10/2014 22:00	Transiti ferroviari: n.9 - LAeq,TRN = 54,0						

2.2.3 I flussi veicolari e ferroviari

La rete stradale ed i relativi flussi di traffico nel periodo diurno (ore 6.00 – 22.00) e in quello notturno (ore 22.00 – 6.00), utilizzati nelle simulazioni dello scenario attuale e di quelli futuri, sono stati definiti sulla base dei rilievi di traffico effettuati in occasione del presente studio e attraverso l'impiego di uno specifico software di simulazione (VISUM) realizzato sulla base del modello in uso presso il Comune di Bologna, descritto nello specifico Capitolo 1 del presente studio, relativo a Mobilità e Traffico.

Le velocità di marcia assegnate ad ogni tratto stradale sono quelle ricavate dai rilievi di traffico effettuati o, in assenza di questi, dalle simulazioni effettuate tramite il modello Visum, tutte comunque confermate dalla taratura del modello di simulazione. Le velocità di marcia assegnate alla viabilità interna al comparto sono pari a 30 km sia per il periodo diurno che per quello notturno.

Per quanto riguarda il traffico ferroviario, così come concordato con l'Ufficio Ambiente del Comune di Bologna, lo scenario attuale simulato fa riferimento ai dati di traffico rilevati durante la campagna di misure acustiche e di traffico riportate nel precedente paragrafo 2.2.4.3, mentre derivano dallo studio effettuato da RFI per l'Alta Velocità per gli scenari futuri. Questi ultimi dati sono riportati in allegato.

2.2.4 Il rumore aeroportuale

Nelle verifiche acustiche si è tenuto conto del rumore aeroportuale sommando ai risultati delle simulazioni modellistiche effettuate sui ricettori tramite software LIMA, i valori riportati nelle mappe del rumore aeroportuale calcolate dal Gestore Aeroportuale SAB nell'ambito del Sia del Masterplan Aeroportuale. Per lo scenario attuale sono state utilizzate le simulazioni aeroportuali relative allo scenario di Masterplan al 2013, mentre per gli scenari futuri quelle al 2023.

2.2.5 La sorgente costituita dal People Mover

L'area di intervento è interessata dalla previsione di un sistema di trasporto urbano fra l'Aeroporto e la Stazione Centrale FS di Bologna, denominato People Mover, il cui tracciato attraverserà il comparto R 5.3 correndo ad una quota media di 7m sul p.c. con una stazione intermedia in corrispondenza dell'area universitaria.

Il sistema proposto è Monorail P30 di INTAMIN: non si tratta né di un sistema ferroviario né di una rete metropolitana o una tranvia o un filobus; è piuttosto uno specifico sistema di trasporto dotato di caratteristiche proprie e di differenze rispetto agli altri sistemi esistenti, che viaggia su monorotaia.

L'analisi della sorgente costituita dal sistema di trasporto People Mover, è stata effettuata a partire dalle Relazioni sul Rumore, redatte da Galileo Ingegneria in data 15 luglio 2011 e ottobre 2011, che accompagnano il progetto esecutivo di tale infrastruttura.

Il tracciato del People Mover è lungo circa 5 km; saranno in funzione due Veicoli Monorail P30 il cui tempo di percorrenza fra la stazione FS e la stazione aeroporto è pari a 15 minuti (andata e ritorno). L'orario di funzionamento del sistema va dalle 5 alle 24.

La Classificazione Acustica di Bologna prevede per il sistema People Mover una fascia infrastrutturale di ampiezza pari a 30 m per lato, all'interno della quale il solo rumore dell'infrastruttura deve rispettare i limiti della UTO attraversata. All'interno di tale fascia il sistema sarà realizzato nel rispetto di tali limiti.

Gli edifici dei lotti D, oggetto di variante, sono localizzati tra le progressive 2+500 e 2+600. In tale tratto la velocità varia da 48,2 km/h (leq evento 34,9 dBA) a 61.3 km/h (leq evento 37.1 dBA). Gli edifici sono localizzati a nord della linea, pertanto non si deve considerare l'effetto mitigativo del pannello fotovoltaico, ma solo quello del basamento.

Gli edifici distano da 22 m, in corrispondenza della progressiva 2+500, a circa 45 m, in corrispondenza della progressiva 2+600.

Per le valutazioni del contributo sonoro sono state utilizzate le simulazioni sui ricettori localizzati in corrispondenza di tratti con velocità simile del mezzo, considerando i livelli con basamento (tab. simulazione b) pagg. 24-26 dello studio di ottobre 2011).

Si sottolinea, come evidente dalle sezioni riportate nello studio, che i livelli massimi sui ricettori si hanno in corrispondenza dell'altezza della monorotaia, circa 7,5 m, paragonabile ad un II piano.

Alla progressiva 4+650, caratterizzata da velocità pari a 50,12 km/h (Leq evento 35,2 dBA), si trova il ricettore dello studio del People Mover A11 (via Carracci 69) caratterizzato da 4 piani fuori terra e distante 27 m dalla linea. Le simulazioni per tale ricettore riportano Leq orari massimi pari a 51,1 dBA diurni e 46,8 dBA notturni. Tali valori riportati alla distanza di 22 m corrispondono a 52 dBA diurni e 47,7 dBA notturni. Considerando cautelativamente i livelli simulati al ricettore 308 (più vicino alla strada e più distante dal People Mover), la somma energetica di tutti i contributi simulati genera al II piano 58,3 dBA diurni e 50,9 dBA notturni e all'ultimo piano 59 dBA diurni e 51,5 dBA notturni. Si sottolinea come i risultati ottenuti siano da considerarsi cautelativi in particolare per l'ultimo piano, per i motivi prima esposti.

Alla progressiva 4+150, caratterizzata da velocità pari a 66,38 km (Leq evento 38,1 dBA), si trova il ricettore dello studio del People Mover A13 (via Carracci 2/4) caratterizzato da 4 piani fuori terra e distante 13 m dalla linea. Le simulazioni per tale ricettore riportano Leq orari massimi pari a 57,3 dBA diurni e 53 dBA notturni. Tali valori riportati alla distanza di 45 m corrispondono a 51,9 dBA diurni e 47,6 dBA notturni. Considerando i livelli simulati al ricettore 304, la somma energetica di tutti i contributi simulati genera al II piano 60.4 dBA diurni e 51,9 dBA notturni e all'ultimo piano 61,2 dBA diurni e 52,3 dBA notturni. Si sottolinea come i risultati ottenuti siano da considerarsi cautelativi perché la velocità del People Mover in corrispondenza del ricettore A13 è 5 km/h superiore a quella in corrispondenza del ricettore 304, che comporta una sovrastima di 1 dBA.

Si evidenzia che il ricettore 308 è interno alla fascia dei 30 m localizzato nello stesso punto nel quale era presente un edificio universitario nel PP del 2007 approvato e che in tale punto sono rispettati i limiti di fascia del People Mover. In ogni caso considerando il rumore complessivo in entrambe le situazioni simulate si avrebbe un superamento dei limiti inferiore a 1,5 dBA,

situazione risolvibile con una corretta progettazione dell'edificio, attraverso ad esempio terrazzi pieni e attenzione alla posizione delle aperture degli ambienti sensibili.

Nelle simulazioni acustiche che seguono, il contributo acustico del sistema People Mover è pertanto stato trascurato.

2.3 I livelli acustici calcolati per lo scenario attuale

Oltre che tramite i rilievi precedentemente descritti, il clima acustico nella situazione attuale è stato caratterizzato tramite l'uso del modello previsionale di calcolo LIMA¹¹, mediante il calcolo dei livelli acustici su di una serie di ricettori sensibili, collocati in corrispondenza di altrettanti edifici esistenti a carattere residenziale disposti lungo la viabilità dell'intorno che subisce le maggiori variazioni dovute all'intervento in oggetto. Tutti i ricettori sono stati posizionati a diverse altezze corrispondenti ai diversi piani dei relativi edifici.

Le simulazioni hanno tenuto conto delle sorgenti di tipo stradale, ferroviario ed aeroportuale in un'ampia porzione del quadrante nord-ovest del territorio comunale, che comprende l'area di influenza dell'intervento, il sistema autostrada-tangenziale a nord, fino oltre la linea ferroviaria Bologna-Milano a sud, la linea ferroviaria di Cintura ad ovest e l'asse via Zanardi-via Marco Polo ad est.

Una volta ricostruita tridimensionalmente la morfologia dell'area in esame, è stata effettuata una cosiddetta "taratura" del modello così costruito all'interno del software LIMA utilizzando i dati della campagna di monitoraggio acustico contemporanea ai rilevamenti di traffico: i livelli acustici, ottenuti fornendo in ingresso al modello i flussi di traffico stradale, il numero di passaggi di convogli ferroviari sulla linea Bologna-Padova ed il numero di sorvoli rilevati contemporaneamente alle misure acustiche, sono stati confrontati con quelli ottenuti durante la campagna di monitoraggio acustico.

Si riporta di seguito la tabella con i valori di taratura del modello dell'area.

¹¹ Il programma, sviluppato da Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft di Dortmund; il software consente di costruire gli scenari acustici di riferimento rendendo così confrontabili i livelli sonori calcolati con i limiti di zona relativi ai periodi di riferimento diurno e notturno. Il modello attualmente è utilizzato a livello europeo presso numerosi dipartimenti regionali per la difesa dell'Ambiente (Baviera, del Baden-Württemberg, del Brandeburgo, dell'Assia, ecc..) e municipalità per la previsione ed il controllo dell'inquinamento acustico (Berlino, Bonn, Francoforte, Amburgo, Colonia, Birmingham, Linz, ecc...).

Tab. 2.3 - Taratura del modello di simulazione

Postazio ne	rilievi		modello								differenza	
			Contributo stradale		Contributo ferroviario		Contributo sorvoli aerei		Rumore complessivo			
	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N
P1	61,7	51,0	60,9	48,1	46,6	46,4	54,1	41,5	61,8	50,9	0,1	-0,1
P2	67,0	56,6	66,5	52,1	52,5	53,0	57,7	41,0	67,1	55,7	0,1	-0,9
P3	53,2	45,1	48,9	41,0	43,3	40,7	51,7	34,8	53,9	44,4	0,7	-0,7
P4	55,9	50,5	53,1	45,8	42,8	41,8	54,0	45,6	56,8	49,5	0,9	-1,0
P5	67,6	61,9	67,1	61,0	49,7	49,0	54,0	36,4	67,4	61,2	-0,2	-0,7
P6	64,4	56,8	65,3	55,8							0,9	-1,0
	64,9	56,9	65,3	55,8	52,8	42,8	55,7	44,9	66,0	56,3	1,1	-0,6
P7	70,2	54,0			70,0	54,5					-0,2	0,5
	70,4	55,0	56,4	45,3	70,0	54,5	50,3	42,0	70,1	55,1	-0,3	0,1

La tabella precedente mostra in generale una buona approssimazione dei rilievi da parte del modello di simulazione, con differenze che si mantengono sempre inferiori a ± 1 dBA, ritenuto comunemente come range di accettabilità per questo genere di simulazioni.

Fa eccezione la postazione P6 nel periodo notturno, durante il quale si è registrata una rumorosità dovuta a pertinenze locali occasionali e non schematizzabili.

2.3.1 I livelli sonori simulati

In una prima fase dello studio acustico è stata effettuata una analisi puntuale tesa ad evidenziare i livelli acustici allo stato attuale in corrispondenza di una serie di ricettori posizionati su edifici esistenti nell'intorno del progetto in esame, in base ai criteri precedentemente definiti, ad altezze diverse corrispondenti ai diversi piani degli edifici stessi.

Tali ricettori hanno lo scopo di valutare le variazioni di clima acustico indotte dall'inserimento del progetto nel territorio e sono riportati planimetricamente nella figura 2.1.

L'analisi puntuale consente di valutare con sufficiente precisione le condizioni acustiche presenti nei ricettori maggiormente significativi, ai fini delle verifiche di compatibilità con i limiti di norma, e successivamente consente un confronto diretto con i risultati ottenuti per i diversi scenari.

I livelli acustici calcolati sui ricettori sotto le condizioni appena esposte, sono riportati in allegato.

Dall'esame dei risultati acustici sui ricettori, emerge per lo scenario attuale una situazione di superamento dei limiti di zona su diversi ricettori analizzati.

Si hanno valori fino a 68,1 dBA nel periodo diurno e 58,8 dBA in quello notturno sul ricettore 107 localizzato su via Zanardi ricadente in una IV classe, e valori fino a 55,7 dBA nel periodo

diurno sull'edificio scolastico (ricettore 101) localizzato su via del Lazzaretto ricadente in una I classe.

Si hanno pertanto superamenti dei limiti di IV classe fino a 3,1 dBA diurni e 3,8 dBA notturni sui ricettori prospicienti via Zanardi e superamenti del limite diurno di I classe fino a 4,81 dBA diurni sul ricettore 101.

Appaiono inoltre alcuni lievi superamenti del limite di fascia infrastrutturale stradale sul ricettore 119 localizzato su via Terracini e via Sabena, in corrispondenza di uno dei lotti del comparto R 5.3 già realizzati, per il quali però è in progetto la realizzazione di adeguate mitigazioni acustiche.

Oltre ai livelli sui ricettori, al fine di fornire una descrizione più ampia dell'andamento del clima acustico nell'ambito di analisi, per lo scenario attuale sono state prodotte tramite modello LIMA due mappe acustiche orizzontali del solo contributo stradale per i due periodi diurno e notturno ad un'altezza pari a 4 m sul p.c..

Le mappe calcolate per lo scenario attuale sono visualizzate nelle figure 2.2 a/b.

2.4 I livelli acustici calcolati per gli scenari futuri

Il clima acustico negli scenari futuri è stato caratterizzato valutando, mediante l'uso del modello di simulazione LIMA, il livello sonoro a ridosso degli stessi ricettori precedentemente identificati per lo scenario attuale, collocati in corrispondenza di una serie di edifici esistenti localizzati all'esterno dell'area di intervento, a diverse altezze corrispondenti ai diversi piani degli edifici.

Sono inoltre stati valutati i livelli acustici su una serie di ricettori interni al progetto collocati in corrispondenza delle facciate degli edifici destinati ad usi residenziali e terziari.

Come premesso, gli scenari futuri oggetto di valutazione acustica sono due:

- Tendenziale (PP approvato)
- di progetto (variante al PP)

Lo scenario tendenziale rappresenta lo scenario evolutivo del sistema insediativo e infrastrutturale urbano per l'area circostante il comparto oggetto di valutazione allo stesso orizzonte temporale del suo completamento. Per questo scenario, rispetto al quale valutare gli effetti prodotti dal progetto di Variante al P.P., è stato assunto come riferimento primario il Piano Particolareggiato del comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto attualmente vigente.

Per ulteriori dettagli in merito agli scenari di traffico si fa riferimento al capitolo 1 Mobilità e Traffico del presente studio.

Ai fini della verifica dei limiti normativi presso i **ricettori esistenti** già analizzati nello scenario attuale, sono stati calcolati per i due scenari futuri i livelli acustici riportati in allegato.

Inoltre, ai fini della verifica dell'impatto acustico della variante sul PP approvato, sono stati calcolati i livelli acustici su una serie di ricettori posti in corrispondenza delle facciate degli **edifici di progetto del PP approvato**, con lo scenario di traffico tendenziale.

La figura 2.3 mostra le modifiche apportate al PP approvato dalla variante in esame mentre la figura 2.4 riporta la posizione planimetrica dei ricettori sensibili nello scenario tendenziale.

I livelli acustici calcolati sui ricettori del PP approvato per lo scenario futuro tendenziale sono riportati nella tabella in allegato.

Dall'esame dei risultati acustici rispetto al **PP approvato**, emerge nello scenario di progetto una conferma del clima acustico riscontrato nello scenario tendenziale in termini di rispetto dei limiti di norma su tutti i ricettori posti in corrispondenza dei piani aggiuntivi.

Parallelamente all'analisi del potenziale impatto acustico dell'intervento sui ricettori nell'intorno, al fine di valutare il clima acustico futuro relativo alla proposta di progetto, come premesso sono stati calcolati i livelli acustici su una serie di ricettori posti in corrispondenza delle facciate degli **edifici del PP in Variante** destinati ad usi residenziale e terziario nello scenario futuro di progetto.

La figura 2.5 riporta la posizione planimetrica dei ricettori sensibili nello scenario futuro di progetto.

I livelli acustici calcolati sui ricettori di progetto per lo scenario futuro di progetto sono riportati nella tabella in allegato.

Una prima verifica ha mostrato una serie di superamenti dei limiti in corrispondenza di alcuni edifici ad uso residenziale, generati dal rumore stradale. È dunque stato ipotizzato l'inserimento di alcune mitigazioni, in parte coincidenti con quelle già ipotizzate nel PP approvato. Il dettaglio di tali soluzioni è riportato nella figura 2.6.

Tali soluzioni, pensate anche in base ad una valutazione costi/benefici sia economici che paesaggistici/funzionali, permettono di risolvere la maggior parte delle criticità individuate.

Rimangono alcuni superamenti in corrispondenza di alcune porzioni degli edifici che sostituiscono l'Università (ricettori 301, 304, 305, 307, 314) per le quali sarà possibile prevedere usi interni non sensibili (servizi, vani scala ecc.) oppure per i superamenti di entità maggiormente ridotta la previsione di balconi con parapetti pieni in corrispondenza delle aperture.

Anche per i due scenari futuri, oltre ai livelli sui ricettori, al fine di fornire una descrizione più ampia dell'andamento del clima acustico nell'ambito di analisi, sono state prodotte tramite modello LIMA due mappe acustiche orizzontali del solo contributo stradale per i due periodi diurno e notturno ad un'altezza pari a 4 m sul p.c.. Tali mappe sono riportate nelle figure 2.7 a/b e 2.8 a/b.

2.5 Considerazioni conclusive

L'analisi acustica ha avuto lo scopo di verificare la compatibilità acustica della variante al P.P. vigente per il Comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto.

Gli scenari di riferimento significativi da considerare per la specifica componente ambientale sono i seguenti:

- scenario attuale rappresenta lo scenario ante operam rispetto progetto relativo al comparto oggetto di valutazione
- scenario futuro tendenziale a medio termine, rappresenta lo scenario evolutivo del sistema insediativo e infrastrutturale urbano per l'area circostante il comparto oggetto di valutazione allo stesso orizzonte temporale del suo completamento; per questo scenario, rispetto al quale valutare gli effetti prodotti dal progetto di Variante al P.P., è stato assunto come riferimento primario il Piano Particolareggiato del comparto R 5.3 Bertalia-Lazzaretto attualmente vigente
- scenario futuro di progetto, è costituito dalla proposta di Variante al Piano Particolareggiato del Comparto R 5.3

I rilievi fonometrici e di traffico veicolare eseguiti hanno permesso di caratterizzare acusticamente gli assi stradali incidenti sull'area oggetto di studio, nonché di ottenere una correlazione tra rumore e traffico stradale, al fine di un'ottimale taratura del modello di calcolo previsionale del rumore LIMA.

Dai rilievi effettuati al fine della caratterizzazione acustica è emerso che il clima acustico attuale e futuro dell'area è prevalentemente correlato al contributo delle sorgenti di tipo lineare costituite dalla rete stradale e ferroviaria, nonché dai significativi apporti dovuti ai sorvoli aerei provenienti dal vicino aeroporto, soprattutto nella porzione nord-ovest.

Il clima acustico nella situazione attuale e negli scenari futuri è stato ricostruito mediante il software LIMA, in corrispondenza di una serie di ricettori posizionati su edifici esistenti localizzati nell'intorno, sugli edifici di progetto del P.P. approvato, nonché sugli edifici di progetto della Variante al P.P..

Dall'esame dei risultati acustici sui ricettori, emerge per lo scenario attuale una situazione di superamento dei limiti di zona su diversi ricettori analizzati.

Si hanno valori fino a 68,1 dBA nel periodo diurno e 58,8 dBA in quello notturno sul ricettore 107 localizzato su via Zanardi ricadente in una IV classe, e valori fino a 55,7 dBA nel periodo diurno sull'edificio scolastico (ricettore 101) localizzato su via del Lazzaretto ricadente in una I classe.

Si hanno pertanto superamenti dei limiti di IV classe fino a 3,1 dBA diurni e 3,8 dBA notturni sui ricettori prospicienti via Zanardi e superamenti del limite diurno di I classe fino a 4,81 dBA diurni sul ricettore 101.

Appaiono inoltre alcuni lievi superamenti del limite di fascia infrastrutturale stradale sul ricettore 119 localizzato su via Terracini e via Sabena, in corrispondenza di uno dei lotti del

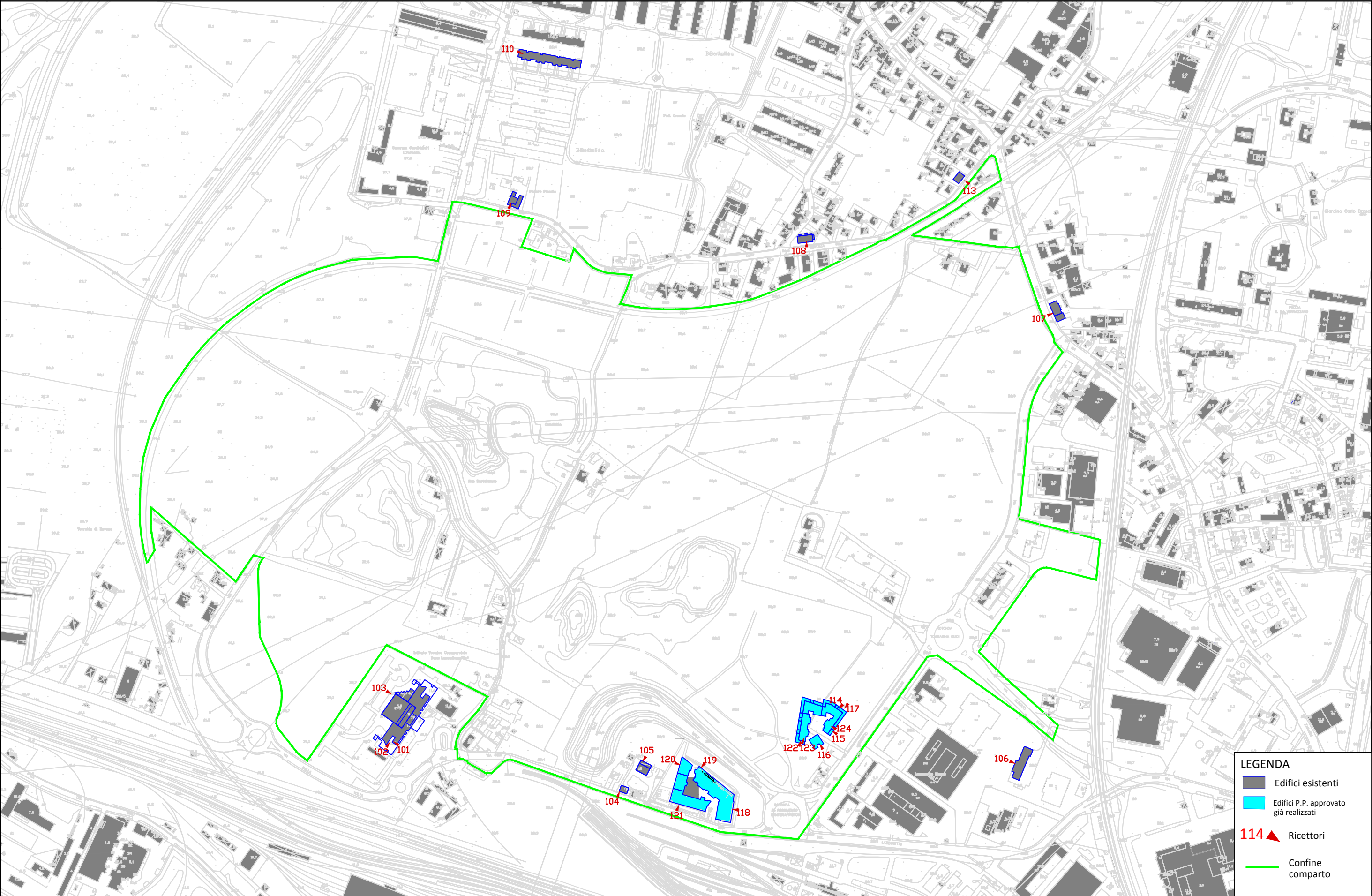
comparto R 5.3 già realizzati, per il quali però è in progetto la realizzazione di adeguate mitigazioni acustiche.

Dall'esame dei risultati acustici rispetto al **PP approvato**, emerge nello scenario di progetto una conferma del clima acustico riscontrato nello scenario tendenziale in termini di rispetto dei limiti di norma su tutti i ricettori posti in corrispondenza dei piani aggiuntivi.

Per quanto riguarda i ricettori posti in corrispondenza delle facciate degli **edifici del PP in Variante** nello scenario futuro di progetto, una prima verifica ha mostrato una serie di superamenti dei limiti in corrispondenza di alcuni edifici ad uso residenziale, generati dal rumore stradale. È dunque stato ipotizzato l'inserimento di alcune mitigazioni, in parte coincidenti con quelle già ipotizzate nel PP approvato.

Tali soluzioni, pensate anche in base ad una valutazione costi/benefici sia economici che paesaggistici/funzionali, permettono di risolvere la maggior parte delle criticità individuate.

Rimangono alcuni superamenti in corrispondenza di alcune porzioni degli edifici che sostituiscono l'Università (ricettori 301, 304, 305, 307, 314) per le quali sarà possibile prevedere usi interni non sensibili (servizi, vani scala ecc.) oppure per i superamenti di entità maggiormente ridotta la previsione di balconi con parapetti pieni in corrispondenza delle aperture.



LEGENDA

- Edifici esistenti
- Edifici P.P. approvato già realizzati
- 114 ▲ Ricettori
- Confine comparto

STUDIO AMBIENTALE - VARIANTE P.P. R5.3 BERTALIA - LAZZARETTO

Individuazione planimetrica dei ricettori scenario attuale

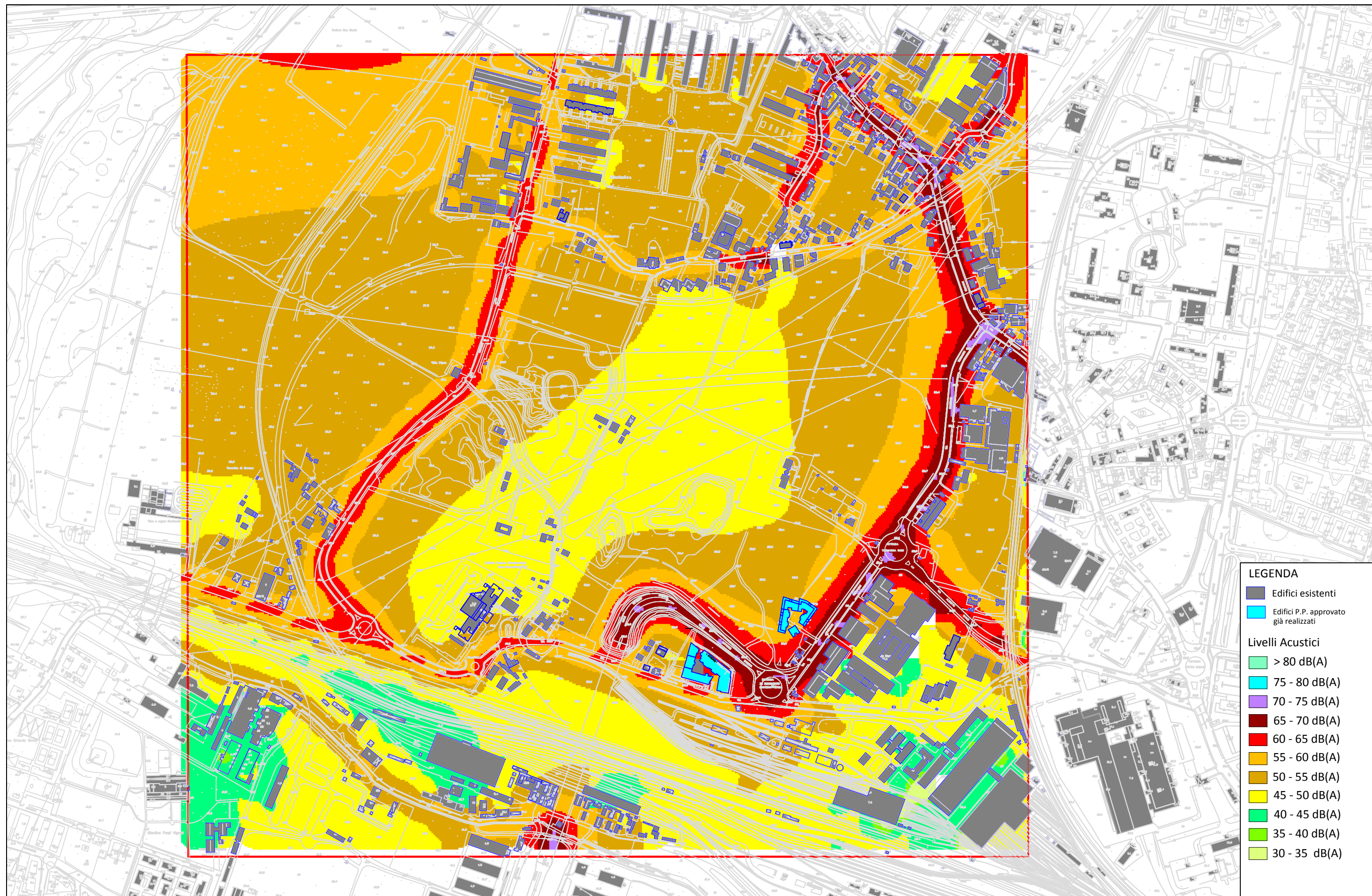
SCALA

FIGURA N.

2.1

N





STUDIO AMBIENTALE - VARIANTE P.P. R5.3 BERTALIA - LAZZARETTO

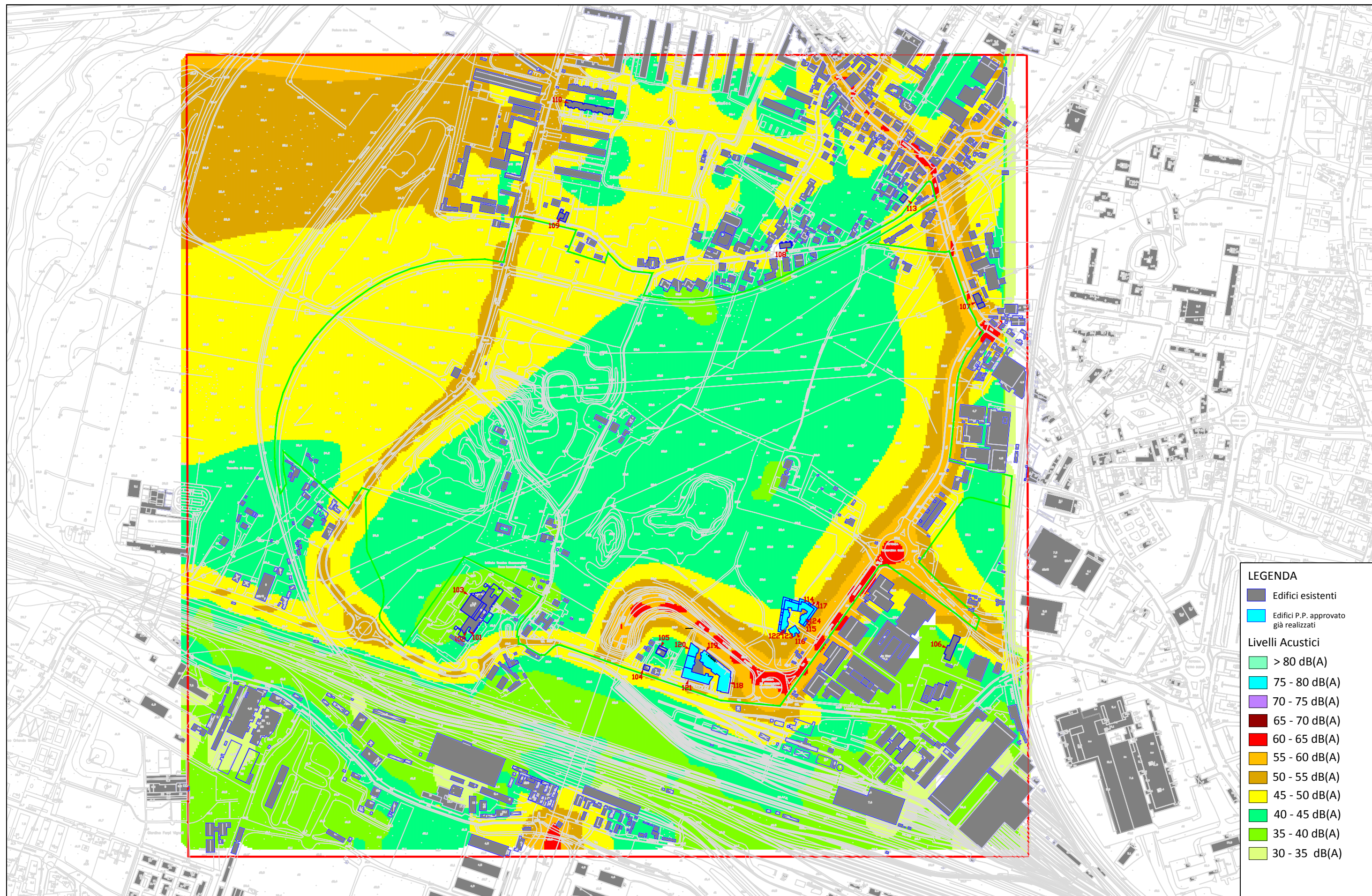
Mappa acustica a 4 m - contributo stradale - Scenario Attuale - Periodo diurno

SCALA

FIGURA N. 2.2 a

N





STUDIO AMBIENTALE - VARIANTE P.P. R5.3 BERTALIA - LAZZARETTO

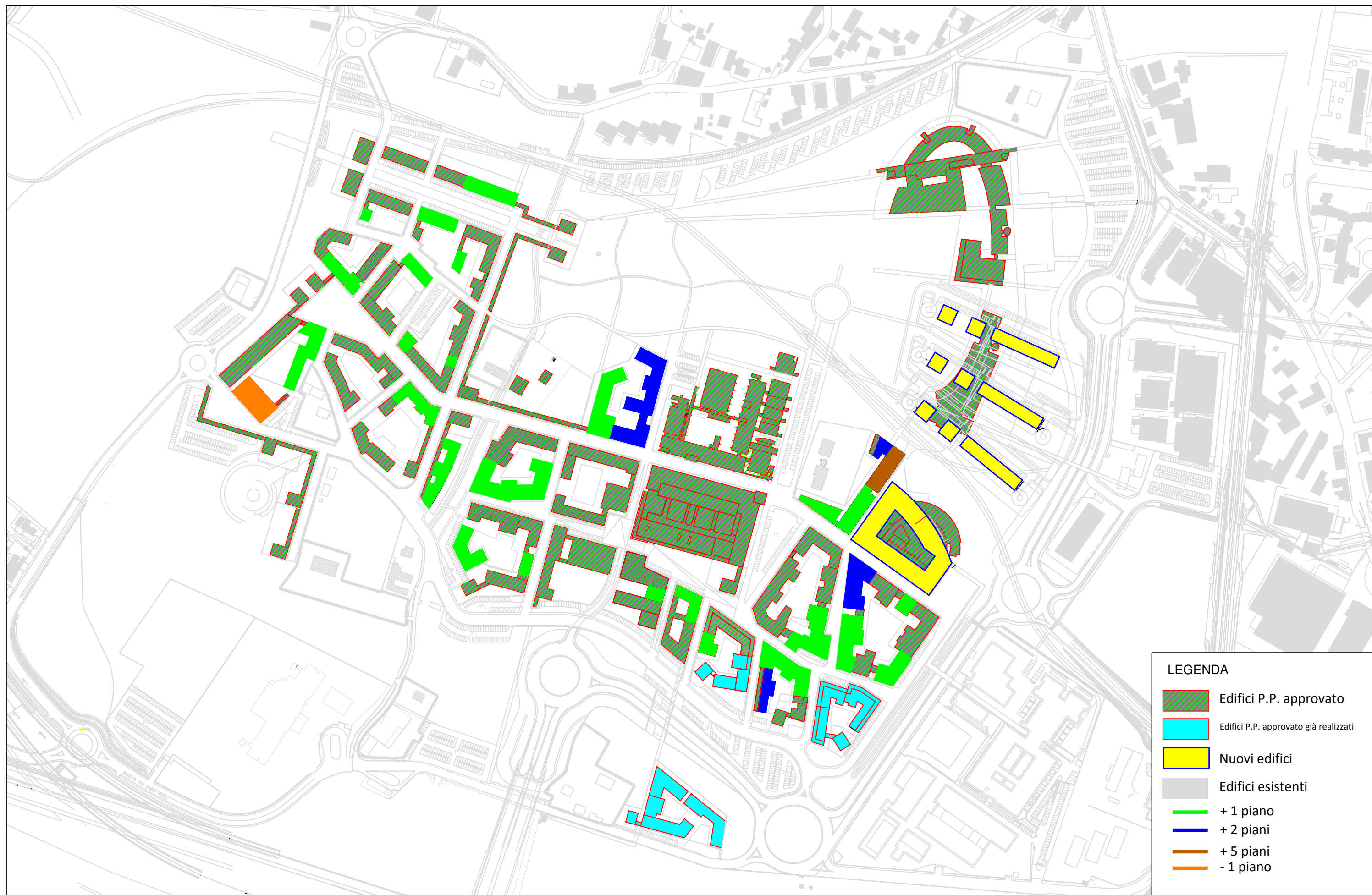
SCALA

Mappa acustica a 4 m - contributo stradale - scenario Attuale - Periodo notturno

FIGURA N. 2.2 b

N

AIRIS
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE



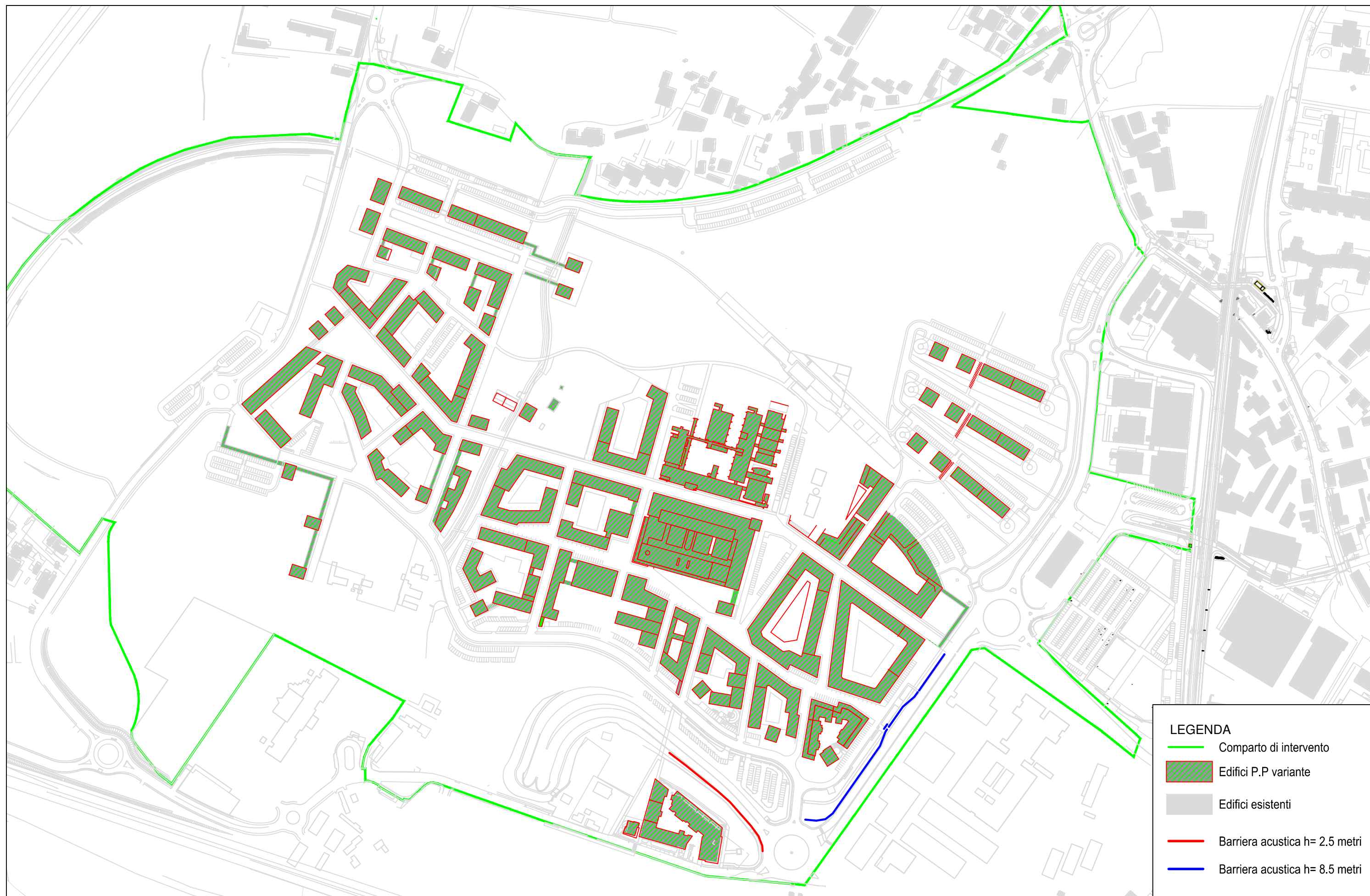
STUDIO AMBIENTALE - VARIANTE P.P. R 5.3 BERTALIA - LAZZARETTO

MODIFICHE AL P.P. APPROVATO INTRODOTTE DALLA VARIANTE

SCALA

FIGURA N. 2.3





STUDIO AMBIENTALE - VARIANTE P.P. R 5.3 - BERATALIA - LAZZARETTO

SCALA

Individuazione planimetrica delle barriere acustiche

FIGURA N. 2.4

N

GAIRIS
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE



LEGENDA

- Comparto di intervento
- Edifici P.P. approvato
- Edifici P.P. approvato già realizzati
- Edifici esistenti
- Ricettori

STUDIO AMBIENTALE - VARIANTE P.P. R 5.3 - BERTALIA - LAZZARETTO

Individuazione planimetrica dei ricettori scenario tendenziale

SCALA

FIGURA N. **2.5**





STUDIO AMBIENTALE - VARIANTE P.P. R 5.3 - BERTALIA - LAZZARRETTO

Individuazione planimetrica dei ricettori scenario futuro

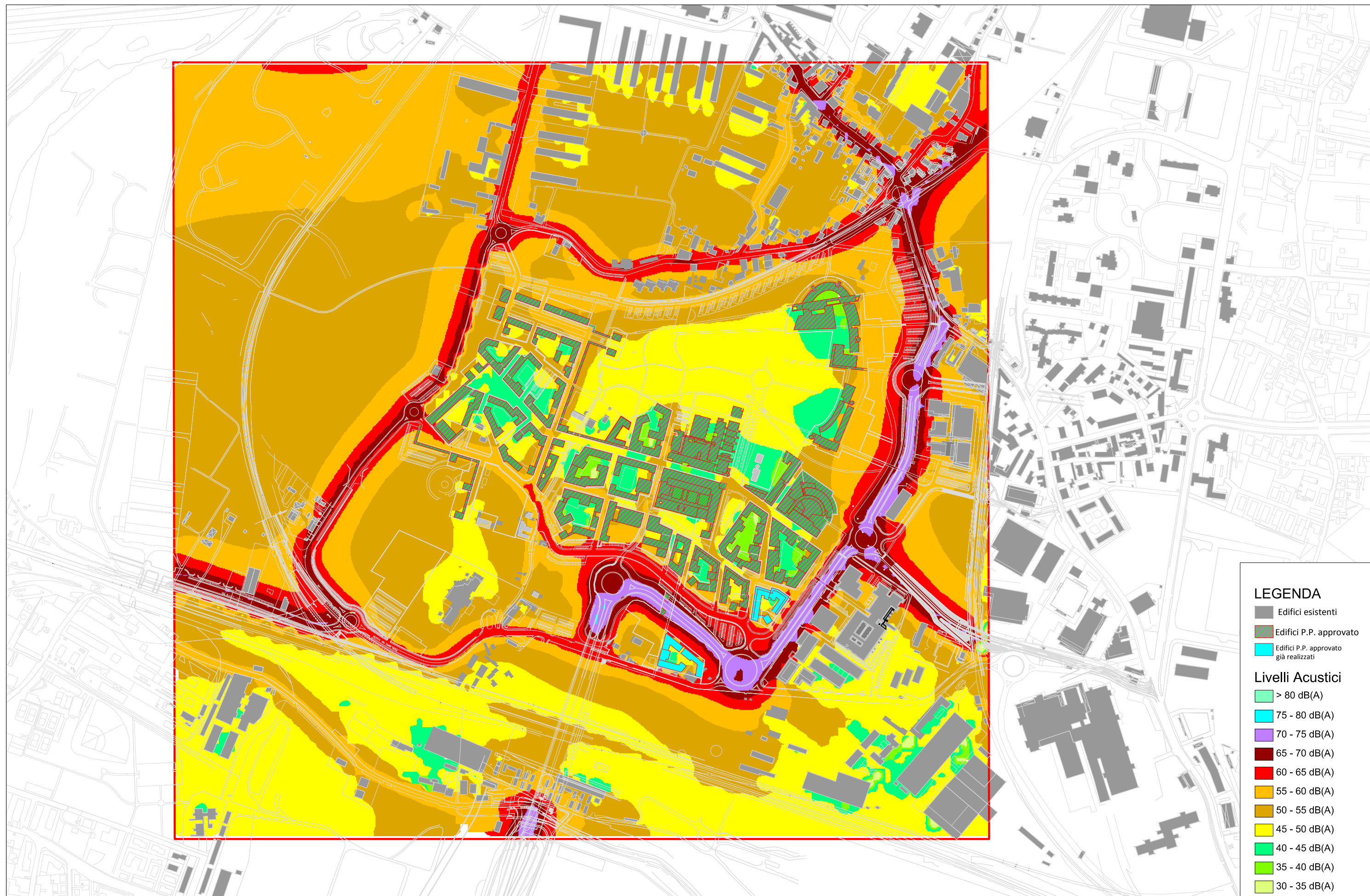
SCALA

FIGURA N.

2.6



GAIRIS
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE



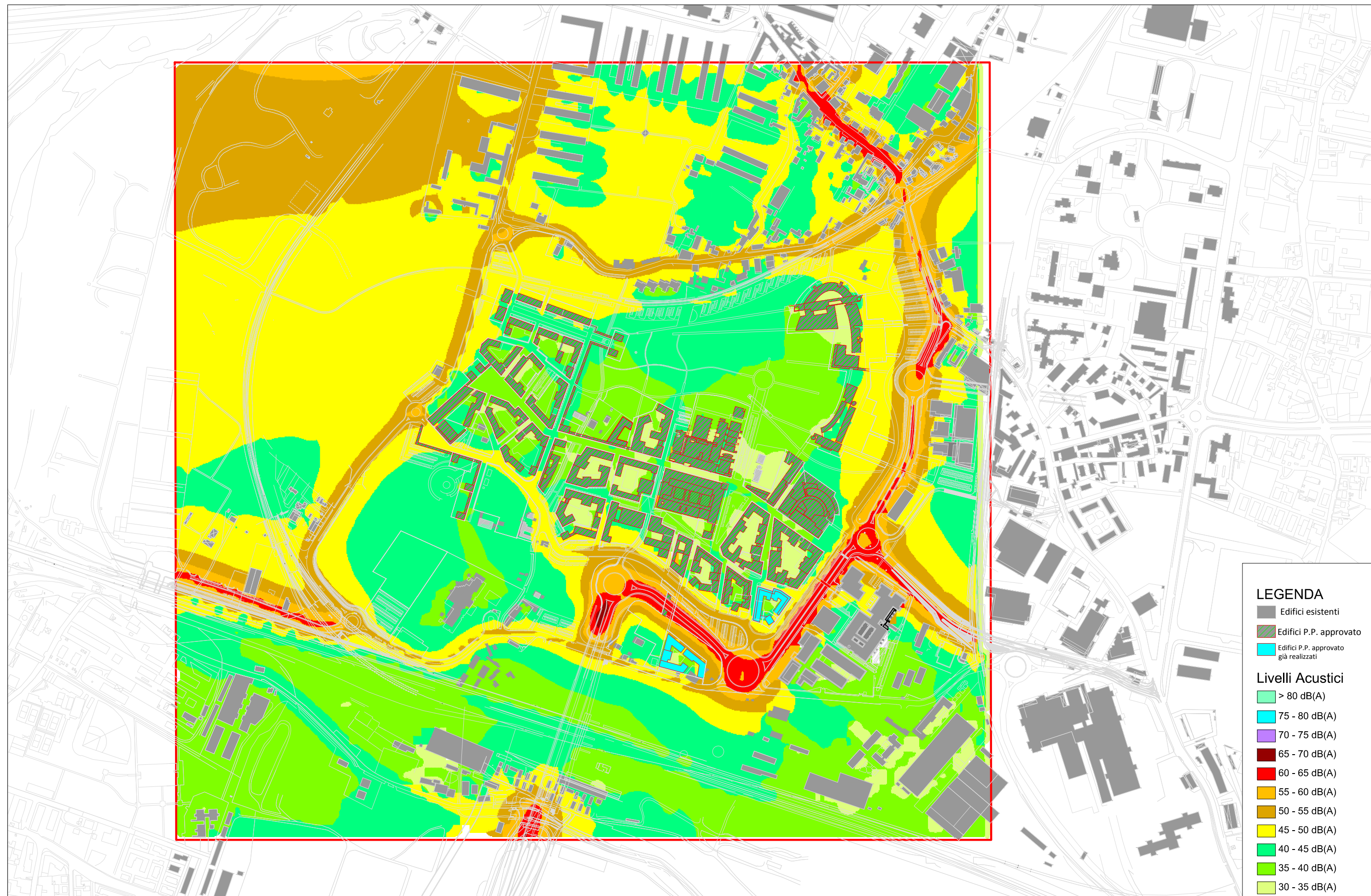
STUDIO AMBIENTALE - VARIANTE P.P. R 5.3 BERTALIA - LAZZARETTO

Mappa acustica a 4 m - contributo stradale - scenario Tendenziale - Periodo diurno

SCALA

FIGURA N. 2.7 a





LEGENDA

- Edifici esistenti
- Edifici P.P. approvato
- Edifici P.P. approvato già realizzati

Livelli Acustici

- > 80 dB(A)
- 75 - 80 dB(A)
- 70 - 75 dB(A)
- 65 - 70 dB(A)
- 60 - 65 dB(A)
- 55 - 60 dB(A)
- 50 - 55 dB(A)
- 45 - 50 dB(A)
- 40 - 45 dB(A)
- 35 - 40 dB(A)
- 30 - 35 dB(A)

STUDIO AMBIENTALE - VARIANTE P.P. R 5.3 BERTALIA - LAZZARETTO

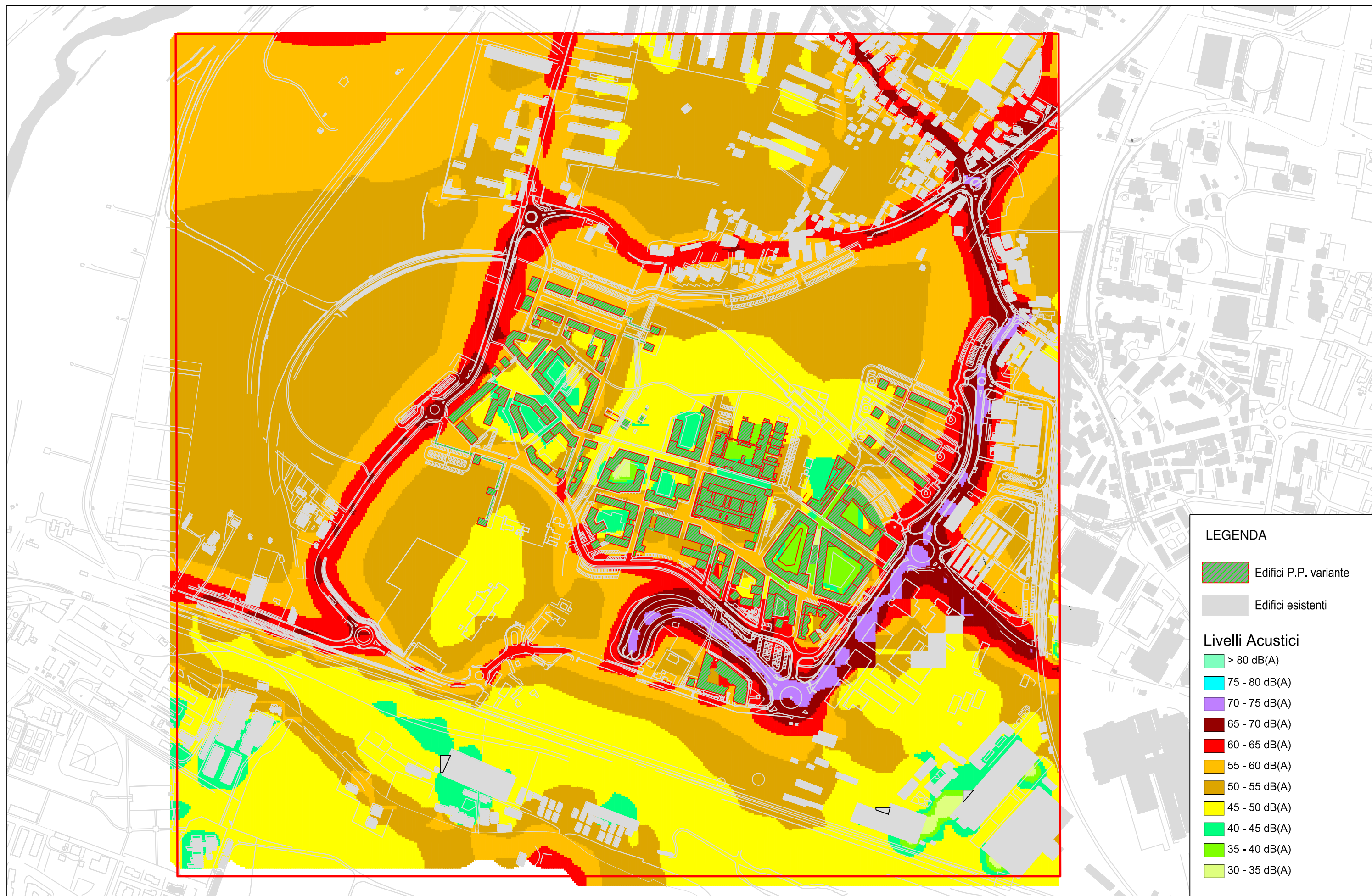
Mappa acustica a 4 m - contributo stradale - scenario Tendenziale - Periodo notturno

SCALA

FIGURA N. 2.7 b

N

AIRIS
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE



STUDIO AMBIENTALE - VARIANTE P.P. R 5.3 - BERTALIA - LAZZARRETTO

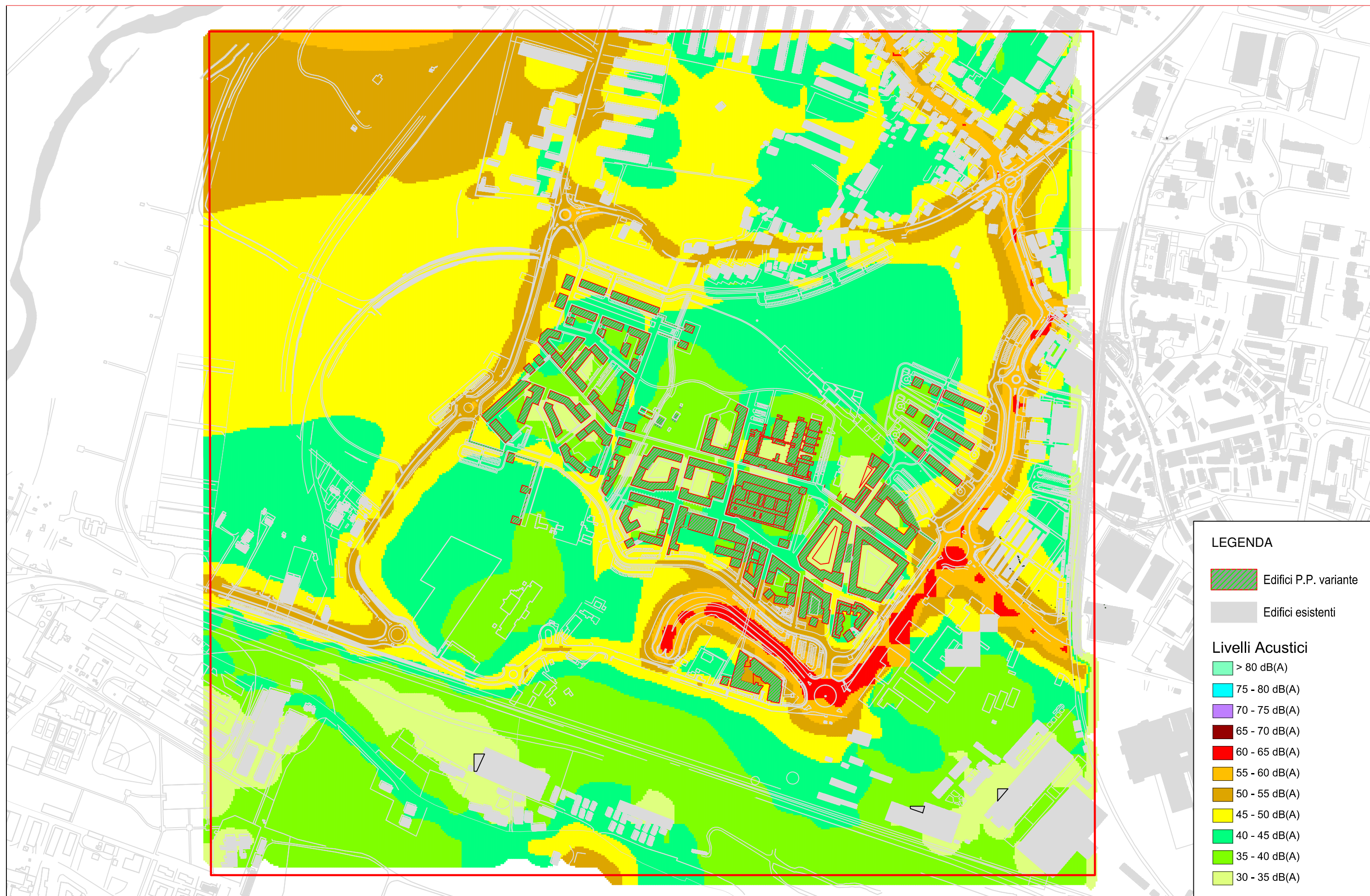
Mappa acustica a 4 m - contributo stradale - scenario futuro - periodo diurno

SCALA

FIGURA N. 2.8 a

N

AIRIS
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE



STUDIO AMBIENTALE - VARIANTE P.P. R 5.3 - BERTALIA - LAZZARRETTO

SCALA

Mappa acustica a 4 m - contributo stradale - scenario futuro - periodo notturno

FIGURA N. 2.8 b



3 INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Il presente capitolo è finalizzato a fornire elementi di compatibilità ambientale in riferimento all'inquinamento atmosferico per la variante al Piano Particolareggiato " R5.3 Bertalia-Lazzaretto".

Lo studio della componente atmosfera si presenta alquanto complesso, in relazione principalmente ai tempi di elaborazione dello studio stesso, non compatibili con i lunghi tempi di rilievo che sarebbero necessari per una caratterizzazione completa ed esauriente della situazione, ed all'elevato numero di variabili che occorrerebbe considerare, rendendo così difficile l'elaborazione e la comprensione dei risultati ottenuti.

Gli inquinanti analizzati sono quelli tipici delle aree urbane, particolarmente critici in quanto presenti in quantità significative o in quanto maggiormente nocivi, considerati dalla normativa più recente in materia. In particolare si tratta di: Ossidi di Azoto (NOx), Particolato Fine (PM10).

Gli scenari di riferimento significativi da considerare per la specifica componente ambientale sono i seguenti:

- stato della componente nello scenario attuale;
- stato della componente nello scenario futuro tendenziale considerando il Piano Particolareggiato approvato nel 2007;
- stato della componente nello scenario futuro con la realizzazione della variante al Piano Particolareggiato

La qualità dell'aria nello scenario attuale nell'ambito di analisi è stata caratterizzata sulla base della zonizzazione provinciale della qualità dell'aria e dei dati ottenuti tramite la rete di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico di Bologna.

Negli scenari di riferimento attuale e futuro sono inoltre state stimate le emissioni di inquinanti dovute alle principali sorgenti presenti nell'intorno dell'area di studio.

Il traffico rappresenta una delle sorgenti più significative, se non la più rilevante, di inquinanti atmosferici a livello urbano. Tale considerazione, in aggiunta alla carenza di dati specifici che quantifichino nel dettaglio il contributo di altre sorgenti presenti in ambito urbano, ha fatto sì che le sorgenti considerate nelle simulazioni di emissioni di inquinanti facciano riferimento diretto al solo traffico stradale.

Le emissioni da sorgenti mobili (traffico stradale) presenti in un opportuno intorno dell'ambito di analisi, sono state calcolate tramite il modello TREFIC, che segue la metodologia determinata dal *Progetto CORINAIR*, che è parte integrante del più ampio programma CORINE (COoRdination-INformation-Environment) della UE. Nell'ambito di tale progetto sono state definite e catalogate sia le sorgenti di emissione che i relativi fattori di emissione.

Le simulazioni sono state effettuate utilizzando i dati di traffico derivanti dalle stime relative agli scenari di traffico considerati, effettuate nell'ambito del presente studio e riportate in

dettaglio nel capitolo sulla mobilità.

L'ambito spaziale di studio, è stato circoscritto ad un'area comprendente il comparto oggetto di studio e le principali vie di traffico adiacenti, in particolare quelle che subiscono modifiche di esercizio in conseguenza alla realizzazione dell'intervento, come individuato nel capitolo del piano della mobilità.

La zona così identificata permette di analizzare le conseguenze in termini di inquinamento atmosferico, nello specifico in termini di emissioni di inquinanti, determinate dalle modifiche apportate alla rete stradale previste dal progetto e dal carico urbanistico indotto dal progetto stesso.

3.1 Quadro di riferimento normativo e della pianificazione di settore

L'uscita del D.lgs. n. 351 del 4 agosto 1999 ha mutato profondamente il quadro normativo in materia di inquinamento atmosferico. Il decreto di attuazione alla direttiva europea 96/62/CE stabilisce nuovi criteri di riferimento per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria. Il decreto, avendo valore di legge quadro, fissa il contesto generale e demanda a decreti successivi la definizione dei parametri tecnico - operativi relativi ai singoli inquinanti, e, più in generale, tutta la parte strettamente applicativa. L'uscita di questi decreti applicativi è, a sua volta, subordinata, all'emanazione delle cosiddette direttive "figlie" della 96/62/CE da parte dell'UE.

L'uscita del DM 60/2002 contribuisce ulteriormente alla determinazione del quadro di gestione della qualità dell'aria: tale decreto ha recepito le Direttive 2000/69/CE e 30/1999/CE ed è il primo dei decreti attuativi previsti dal D.Lgs 351/99.

Le nuove disposizioni introdotte rivedono ed aggiornano i valori limite di qualità dell'aria sia sotto l'aspetto quantitativo, modificando i valori numerici di soglia, sia sotto l'aspetto qualitativo stabilendo nuove tipologie di valori limite per definire in modo sempre più preciso lo stato di qualità dell'aria. Un aspetto nuovo introdotto negli standard europei recepiti con il DM 60/2002 è l'introduzione di un margine di tolleranza su ciascun valore limite (specifico per ciascun inquinante ed espresso in percentuale del limite stesso) che permette un adeguamento temporale ai requisiti del decreto stesso. Il margine di tolleranza viene progressivamente ridotto di anno in anno secondo una percentuale costante fino ad un valore pari a 0% per il termine prefissato di raggiungimento del limite.

Il valore limite è fisso ed invariato; il margine di tolleranza viene introdotto allo scopo di pianificare gli interventi di adeguamento e perciò non ha effetto sul valore limite. Nelle tabelle seguenti si riportano i valori limite di riferimento fissati dalla normativa vigente per i principali inquinanti a livello urbano.

Recentemente è stato emanato il D.Lgs 13 agosto 2010, n. 155, recante "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Tale decreto recepisce la direttiva 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Tab. 3.1 - Valori limite (D.Lgs. 155 del 13/08/2010 – Allegato XI)

Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Biossido di zolfo			
1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile		(1)
1 giorno	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	Nessuno	(1)
Biossido di azoto *			
1 ora	200 µg/m ³ di NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1 gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0 % entro il 1 gennaio 2010.	1 gennaio 2010
Anno civile	40 µg/m ³	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1 gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0 % entro il 1 gennaio 2010	1 gennaio 2010
Benzene *			
Anno civile	5,0 µg/m ³	5,0 µg/m ³ (100 %) il 13 dicembre 2000, con una riduzione il 1 gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi di 1 µg/m ³ , fino a raggiungere lo 0 % il 1 gennaio 2010	1 gennaio 2010
Monossido di carbonio			
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	10 mg/m ³		(1)
Piombo			
Anno civile	0,5 µg/m ³ (3)		(1) (3)
PM10			
1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1 gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0 % entro il 1 gennaio 2005	(1)
Anno civile	40 µg/m ³	20 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1 gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0 % entro il 1 gennaio 2010	(1)
PM2,5			
FASE 1			
Anno civile	25 µg/m ³	20 % l'11 giugno 2008, con una riduzione il 1 gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante, fino a raggiungere lo 0 % entro il 1 gennaio 2015	1 gennaio 2015
Fase 2 (4)			
Anno civile	(4)		1 gennaio 2020

(1) Già in vigore dal 1 gennaio 2005.

(2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16.00 e le ore 24.00.

(3) Tale valore limite deve essere raggiunto entro il 1 gennaio 2010 in caso di aree poste nelle immediate vicinanze delle fonti industriali localizzate presso siti contaminati da decenni di attività industriali. In tali casi il valore limite da rispettare fino al 1 gennaio 2010 è pari a 1,0 µg/m³. Le aree in cui si applica questo valore limite non devono comunque estendersi per una distanza superiore a 1.000 m. rispetto a tali fonti industriali.

(4) Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'art.22 comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m³ e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il conseguimento del valore obiettivo negli Stati membri. *Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'art. 9 comma 10 i valori limite devono essere rispettati entro la data prevista dalla decisione di deroga, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.

Tab. 3.2 - Livelli critici per la protezione della vegetazione (D.Lgs. 155 del 13/08/2010 – Allegato XI)

Periodo di mediazione	Livello critico annuale (anno civile)	Livello critico invernale (1°ottobre – 31 marzo)	Margine di tolleranza
Biossido di zolfo			
	20 µg/m ³	20 µg/m ³	Nessuno
Ossidi di azoto			
	30 µg/m ³ NOx		Nessuno

Tab. 3.3 - Soglie di allarme per inquinanti diversi dall'ozono (D.Lgs. 155 del 13/08/2010 – Allegato XII)

Inquinante	Soglia di allarme (1)
Biossido di zolfo	500 µg/m ³
Biossido di azoto	400 µg/m ³

(1) Le soglie devono essere misurate su tre ore consecutive presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km² oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi.

Tab. 3.4 Soglie di informazione e allarme per l'ozono (D.Lgs. 155 del 13/08/2010 – Allegato XII)

Finalità	Periodo di mediazione	Soglia
Soglia di informazione	1 ora	180 µg/m ³
Soglia di allarme	1 ora	240 µg/m ³

La provincia di Bologna ha approvato, in data 10/10/2007, il “Piano di gestione per il risanamento l'azione e il mantenimento della qualità dell'aria” (PGQA), che ha valore di variante al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP).

In base alla zonizzazione descritta nel Piano, il comparto risulta all'interno dell'agglomerato di Bologna, zona alla quale viene applicato il Piano di Risanamento per gli inquinanti PM10 e NO₂/NO_x (art. 2.2), e del Piano di Mantenimento per gli altri inquinanti (art. 9.2).

Le azioni relative ai sistemi insediativi descritte all'interno di tale Piano prevedono:

- incentivi per l'installazione di caldaie a basse emissioni;
- limitazione all'utilizzo di alcuni combustibili per impianti termici civili e incentivi per la conversione a metano o gpl;
- Valutazione di Impatto Ambientale;
- Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale.

In particolare, l'obiettivo generale del Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria riguardo agli insediamenti urbani è assicurare la sostenibilità degli impatti degli insediamenti sulle

risorse del territorio, in accordo con quanto previsto dal PTCP (Norme di Attuazione, art. 6.1):

- riducendo l'esigenza di utilizzo del mezzo privato e favorendo l'uso di mezzi a ridotto impatto ambientale, in particolare privilegiando la localizzazione delle nuove espansioni residenziali in un raggio di 600 metri dalle stazioni del SFM stesse;
- contribuendo alla sostenibilità degli insediamenti dal punto di vista dell'efficienza energetica, al fine di diminuire le emissioni in atmosfera.
- contribuendo a perseguire obiettivi di qualità dal punto di vista delle condizioni di salubrità ambientale, con specifico riferimento alla qualità dell'aria.

Con riguardo alla sostenibilità degli insediamenti rispetto al risanamento della qualità dell'aria, in sede di formazione e di variazione del PSC e degli altri piani urbanistici, che prevedano incrementi non irrilevanti delle potenzialità edificatorie o comunque che possano comportare conseguenze non irrilevanti sull'entità o le forme della domanda di mobilità, i Comuni devono esprimere valutazioni sulla sostenibilità delle previsioni rispetto alla qualità dell'aria (Norme di Attuazione, art. 6.2).

In particolare, nelle zone e negli agglomerati di cui all'art. 2.2 (zone di applicazione), devono essere valutati gli effetti sulla qualità dell'aria delle scelte urbanistiche in termini comparati, prima e dopo l'attuazione di tali scelte, al fine del perseguimento del miglioramento della situazione in essere o, quanto meno, del suo non peggioramento.

Infine, la Provincia e i Comuni si attengono in linea di massima al principio di non approvare nuove previsioni urbanistiche che prevedano la realizzazione di nuovi insediamenti residenziali, sanitari o scolastici a distanze (calcolate su proiezione orizzontale) inferiori alle seguenti (Norme di Attuazione, art. 6.4 – norma di indirizzo ¹):

- m 50 dal confine stradale delle strade extraurbane, esistenti o progettate, classificate come rete di base di interesse regionale, della viabilità extraurbana secondaria di rilievo provinciale o interprovinciale e delle strade urbane classificate dai PGU come strade di scorrimento;
- m 150 dal confine stradale delle strade extraurbane, esistenti o progettate, classificate come rete autostradale e "grande rete" di interesse nazionale/regionale.

In sintesi, per garantire la coerenza con il PGQA:

- devono essere valutati gli effetti sulla qualità dell'aria in termini comparati, prima e dopo l'attuazione, al fine del perseguimento del miglioramento della situazione in essere o, quanto meno, del suo non peggioramento.
- Sarebbe opportuno che gli edifici variati rispetto al Piano Particolareggiato approvato, devono essere localizzati ad oltre 50 m dal confine stradale di via Sabena, in quanto strada classificata di scorrimento;

¹ Da Art. 1.2 Efficacia del piano e rapporto con altri strumenti di pianificazione del PGQA si legge che: *per indirizzi si intendono le disposizioni volte a fissare obiettivi per la predisposizione dei piani sott'ordinati, dei piani settoriali del medesimo livello di pianificazione o di altri atti di pianificazione o programmazione degli enti pubblici, riconoscendo ambiti di discrezionalità nella specificazione e integrazione delle proprie previsioni e nell'applicazione dei propri contenuti alle specifiche realtà locali*

- si dovrà prevedere un adeguato servizio di trasporto pubblico e di reti ciclopedonali,
- dovranno essere garantiti livelli prestazionali degli edifici e sistemi di riscaldamento che minimizzino le emissioni di PM10 e NOx.

Infine, la regione Emilia-Romagna ha adottato con DGR 1180/2014 del 25/07/2014 la proposta di Piano Aria Integrato Regionale, che pertanto è in regime di salvaguardia.

In base alla zonizzazione descritta nel piano, l'area oggetto di studio, ricade nell'agglomerato di Bologna e nelle aree di superamento per il PM10 e NO₂

In merito all'applicazione degli articoli 8, comma 1 e 20, comma 2 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) della proposta di Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2020), le quali prevedono che "La valutazione ambientale strategica dei piani e programmi, generali e di settore operanti nella Regione Emilia-Romagna di cui al Titolo II, della Parte seconda del D.Lgs. n. 152/2006 non può concludersi con esito positivo se le misure contenute in tali piani o programmi determinino un peggioramento della qualità dell'aria".

Tali disposizioni costituiscono un richiamo forte alla necessità che, già a partire dal livello pianificatorio o programmatico, sia posta attenzione agli aspetti legati alla qualità dell'aria e che sia conseguentemente sviluppata in modo adeguato la valutazione dei carichi emissivi delle misure contenute nei nuovi piani o programmi all'interno delle procedure di valutazione ambientale strategica. Lo spirito della norma è quindi quello di orientare con decisione il processo di formazione dei nuovi strumenti di pianificazione e governo del territorio.

L'ambito di applicazione delle citate norme tecniche di attuazione sono i piani e programmi generali e di settore sottoposti a VAS, come indicato nell'articolo 6 del D.Lgs. 152/2006.

Per quanto concerne la valenza della previsione "dei piani e programmi, generali e di settore" si fa rinvio a quanto previsto all'art. 10 della L.R. 20/2000 per i Piani che può a questi fini essere concettualmente applicato anche ai Programmi.

Di conseguenza, in linea con la prassi sin qui seguita in materia di pianificazione territoriale, si intendono come "piani generali" il Piano Territoriale Regionale (PTR), il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) ed il Piano Strutturale Comunale (PSC). Viceversa i Piani Operativi Comunali (POC) ed i Piani Urbanistici Attuativi (PUA) non rientrano nei "Piani generali" o nei "Piani di settore"; pertanto tale norma non è applicabile all'ambito in oggetto.

In ogni caso, nelle successive fasi di progettazione, saranno seguite le NTA del PAIR, pertinenti.

3.2 Lo stato di qualità dell'aria nello scenario attuale

Nel caso oggetto di studio, la caratterizzazione della qualità dell'aria nell'area di intervento nella situazione ante-operam è stata compiuta indirettamente desumendo le caratteristiche di inquinamento presenti mediamente nell'ambito di analisi dalla zonizzazione del territorio provinciale e regionale dai rilievi delle centraline della rete provinciale di rilevamento, con particolare riferimento al territorio del Comune di Bologna, riportati nel documento "Rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria Provincia di

Bologna – Report dei dati 2013”.

Naturalmente, le concentrazioni rilevate dalle centraline costituiscono il risultato della dispersione in atmosfera del complesso delle emissioni di inquinanti proveniente da tutte le sorgenti presenti nell'area.

Come precedentemente indicato, gli inquinanti esaminati nel presente studio sono NO_x e PM10.

La Provincia ha provveduto alla zonizzazione dell'intero territorio provinciale, secondo quanto richiesto dal decreto legislativo 351/99, suddividendo il territorio in funzione delle caratteristiche di qualità dell'aria e delle peculiarità rispetto alle azioni contenute nei Piani.

La zonizzazione prevede l'identificazione di due agglomerati (Bologna ed Imola), effettuata in base alla popolazione residente, aree urbane con più di 250.000 abitanti, o con densità e/o caratteristiche tali da rendere necessaria la gestione della qualità dell'aria. L'agglomerato è un tipo particolare di zona e in quanto tale viene classificato in termini di criticità al pari delle altre zone; la specificità dell'essere agglomerato incide sulla necessità delle misure e sulla scelta degli interventi.

I dati rilevati nel territorio della Provincia di Bologna non evidenziano nessuna criticità per i tre inquinanti CO, Pb, SO₂. Tutti i valori si collocano infatti al di sotto della soglia di valutazione inferiore (SVI). Per tali inquinanti è presente un'unica zona, coincidente con l'intero territorio provinciale, alla quale viene applicato il Piano di Mantenimento.

Per il PM10 dalla lettura dei dati è attribuito un valore superiore al limite, quanto meno in termini di numero di superamenti/anno, a entrambi gli agglomerati, mentre tutto il resto del territorio presenta valori compresi tra la soglia di valutazione superiore (SVS) e il valore limite, con possibilità di superamento del limite. Bologna è attualmente su valori medi annuali che sono circa pari o leggermente superiori al valore limite.

Dal piano risulta inoltre che l'agglomerato si trova al di sopra dei limiti per NO₂, soprattutto se proiettati agli anni dal 2005 al 2010, quando la riduzione progressiva del valore aumenterà il numero di superamenti del limite orario. Per la restante parte del territorio viene individuata una zona costituita da una fascia attorno alle strade principali esterne all'agglomerato, caratterizzata da valori di concentrazione compresi tra la soglia di valutazione superiore (SVS) e il valore limite. Il resto del territorio non presenta criticità.

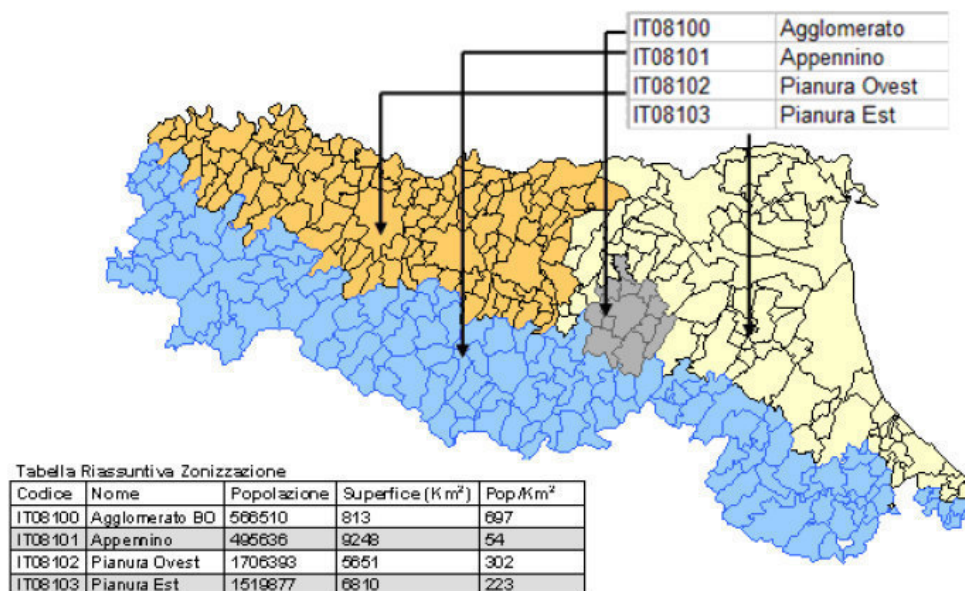
Per il benzene il piano ha differenziato due step temporali: fino al 2005 e dal 2005 al 2010. Infatti, fino al 2005 il valore limite della media annuale rimane a 10 µg/m³, mentre al 2010 il limite scende a 5 µg/m³. Al 2005, e probabilmente ancora per uno o due anni, i valori sono superiori al limite esclusivamente nei centri storici, intesi come le aree urbane più densamente edificate caratterizzate da struttura tipo canyon e gravate da flussi elevati di autoveicoli e ciclomotori/motocicli, come il centro storico. Le ipotesi al 2010, del resto difficili da stimare per il possibile effetto del rinnovo del parco circolante particolarmente per le due ruote, ad oggi hanno fatto prevedere valori superiori al limite negli agglomerati e sostanzialmente invariati altrove.

Nel dettaglio, l'area oggetto di studio risulta all'interno dell'agglomerato di Bologna, zona caratterizzata dal superamento del valore limite per PM10 e NO₂/NO_x (PGQA, Norme di attuazione, art. 2.2) alla quale viene applicato il Piano di Risanamento per entrambi gli

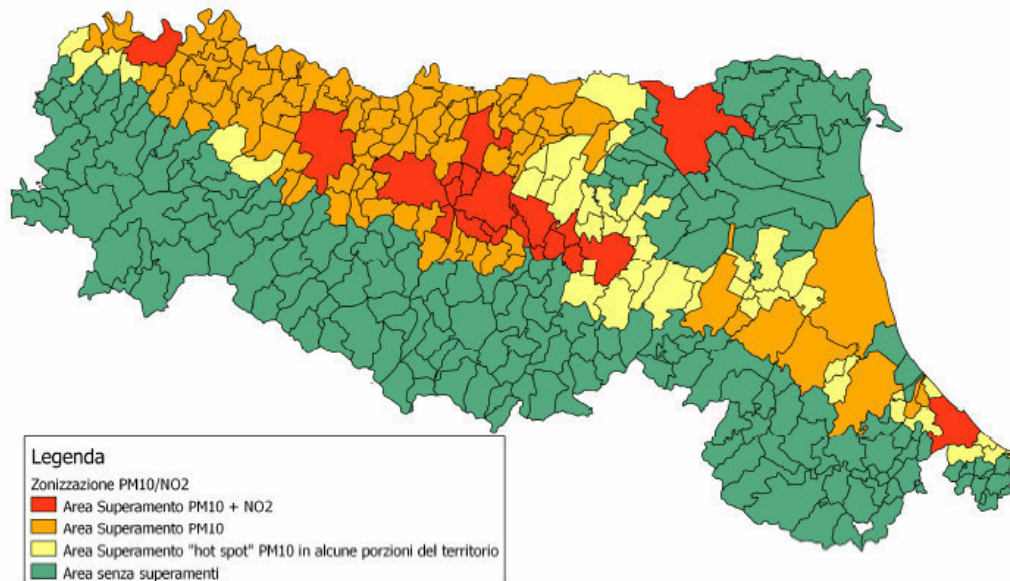
inquinanti e il Piano di Mantenimento per le restanti sostanze inquinanti.

La Regione Emilia-Romagna con DGR n. 344 del 14 marzo 2011 ha approvato la cartografia delle aree di superamento dei valori limite di PM10 e NO2, individuate ai fini della richiesta alla Commissione Europea di deroga al rispetto dei valori limite nei termini previsti dalle norme in vigore. La cartografia delle aree di superamento è stata successivamente integrata con valutazioni di carattere modellistico, ai fini di individuare le aree di superamento, su base comunale, dei valori limite del PM10 e NO2 con riferimento all'anno 2009 (ALLEGATO 2 - A), e approvata con DAL 51/201129 e DGR 362/201230). Queste aree rappresentano le zone più critiche del territorio regionale ed il Piano deve pertanto prevedere criteri di localizzazione e condizioni di esercizio delle attività e delle sorgenti emissive ivi localizzate al fine di rientrare negli standard di qualità dell'aria. In attuazione del D.Lgs. 155/2010, articoli 3 e 4, la Regione Emilia-Romagna ha inoltre approvato, con DGR n. 2001 del 27 dicembre 2011, la nuova zonizzazione del territorio, classificando le diverse aree secondo i livelli di qualità dell'aria, e la revisione della configurazione della rete di monitoraggio regionale, ottimizzando la distribuzione delle stazioni e dei sensori, in modo da evitare la ridondanza delle centraline e assicurare nel contempo una copertura significativa su tutto il territorio. La zonizzazione regionale individua un agglomerato relativo a Bologna ed ai comuni limitrofi e tre macroaree caratterizzate da uno stato di qualità dell'aria omogeneo (Appennino, Pianura Est, Pianura Ovest) identificate sulla base dei valori rilevati dalla rete di monitoraggio, dell'orografia del territorio e della meteorologia (ALLEGATO 2 - B)

Allegato 2 - B - Zonizzazione dell'Emilia-Romagna ai sensi del D.Lgs. 155/2010



Allegato 2 - A – Cartografia delle aree di superamento (DAL 51/2011, DGR 362/2012) - anno di riferimento 2009



Come si desume dalle immagini precedenti, l'area oggetto di studio, ricade nell'agglomerato di Bologna e nelle aree di superamento per il PM10 e NO₂

In conclusione, in riferimento alla zonizzazione, l'ambito di progetto si trova all'interno dell'agglomerato di Bologna, in particolare risulta all'interno delle zone di superamento dei valori limite della qualità dell'aria per PM10 e NO₂/NO_x e dal 2010 anche per il Benzene.

La rete di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico presente sul territorio provinciale di Bologna è attiva dal 1998 ed è stata oggetto di varie fasi di ristrutturazione. Nel 2011 erano posizionate 5 stazioni di monitoraggio all'interno dell'agglomerato di Bologna e 2 nell'agglomerato di Imola. Altre 2 stazioni risultavano poi collocate nella restante parte del territorio: una in area suburbana (San Marino - Bentivoglio) e una di fondo rurale (San Pietro Capofiume - Molinella). Oltre a queste ultime, infine, è stata avviata nel settembre 2011 un'ulteriore stazione di fondo remoto, situata in località Castelluccio nel comune di Porretta Terme. Nella tabella seguente sono riportate le stazioni e i parametri in esse rilevati.

Tab. 3.5 Stazioni e parametri della rete di monitoraggio anno 2013

	STAZIONE	TIPO	NO2	CO	PM10	PM2.5	O3	BTX
Agglomerato	Bologna - Porta San Felice	Traffico urbano	•	•	•	•		•
	San Lazzaro	Traffico urbano	•		•			
	Bologna - Giardini Margherita	Fondo urbano	•		•	•	•	
	Bologna - Chiarini	Fondo suburbano	•		•		•	
Pianura Est	Imola - De Amicis	Traffico urbano	•	•	•			•
	Molinella - San Pietro Capofiume	Fondo rurale	•		•	•	•	
Appennino	Porretta Terme - Castelluccio	Fondo remoto	•		•	•	•	

Tra le stazioni elencate in tabella precedente, quelle che più si avvicinano alle caratteristiche dell'area di intervento risultano essere quelle incluse nell'agglomerato di Bologna. Pertanto si farà particolare attenzione alle suddette stazioni, al fine di dedurre indicazioni di massima circa lo stato di qualità dell'aria nell'ambito di analisi per l'NO₂, il PM10 e il benzene.

Nel seguito vengono riportati i dati rilevati nelle centraline del sistema S.A.R.A. relativamente agli inquinanti analizzati nello studio: biossido di azoto (NO₂), PM10 e benzene. Le analisi sono effettuate in relazione ai valori limite e relativi margini di tolleranza previsti dalla normativa DM 02.04.02, n. 60. Inoltre, fino alla data entro la quale devono essere raggiunti tali valori limite, restano in vigore anche i valori limite fissati dal DPCM 28/03/83 e dal DPR 203/88 (Standard di Qualità dell'Aria).

Per quanto riguarda il biossido di azoto (NO₂), il valore limite annuale per la protezione della salute umana risulta pari a 40 µg/m³ per l'anno 2011 (D.Lgs. 155 del 13/08/2010). La tabella seguente riporta la media annuale delle concentrazioni orarie degli ultimi anni.

Tab. 3.6 NO₂ Medie annuali 2007- 2013

STAZIONE	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Valore limite + margine di tolleranza	46	44	42	40	40	40	40
G. Margherita	42*	45	43*	34*	36	31	25*
Porta S. Felice	64*	52	52	52	62	55	54
San Lazzaro	54	50	40	44	36	36	39
Villa Torchi					28	30	
Via Chiarini					26	25	24

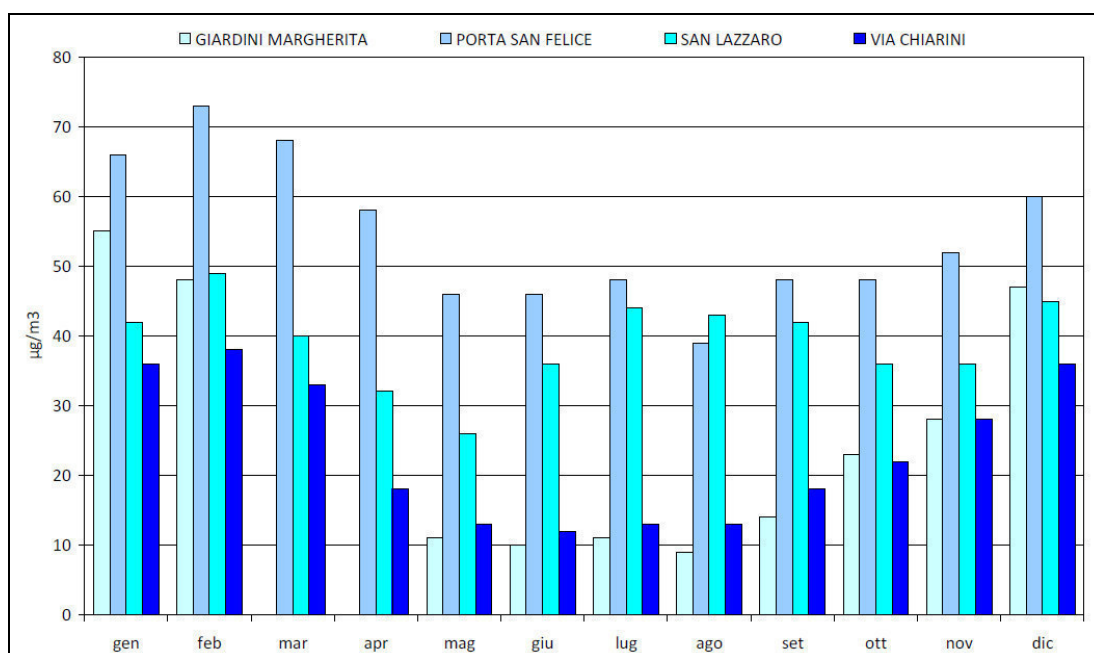
* Valori medi ottenuti da una percentuale di dati validi inferiore al 90%, obiettivo per la qualità dei dati come specificato per misurazioni in continuo nella Sezione I Allegato X, DM 60 del 02.04.2002.

Per l'anno 2013, la media annua risulta maggiore del valore limite, $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, solo nella postazione urbana da traffico di Porta San Felice nell'agglomerato di Bologna. Lo scostamento dal valore di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ risulta maggiore di $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dal confronto delle medie annue del periodo 2007-2013 si evidenzia nell'agglomerato di Bologna una generale diminuzione delle concentrazioni fino al 2008, a cui fa seguito una stabilità dei valori a Porta San Felice fino al 2010 e un rialzo delle concentrazioni nel 2011; nella stazione di San Lazzaro si registra invece un generale decremento della media annua. Per la stazione di Giardini Margherita si conferma il trend di diminuzione su tutto il periodo, anche se le medie di alcuni anni sono indicative in quanto calcolate su una percentuale di dati validi inferiore al 90%.

L'analisi delle medie mensili calcolate per l'anno 2011 conferma quanto precedentemente osservato. Dal grafico sotto riportato si può, infatti, rilevare che per quanto concerne le stazioni installate nel comune di Bologna i valori medi di biossido di azoto più elevati sono stati registrati nella stazione di Bologna Porta San Felice.

Img. 3.1 - Anno 2013 Parametro NO_2 Postazioni Agglomerato Bologna - Medie mensili



Il valore limite orario previsto per l'anno 2013 ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) non è mai stato superato.

Questa situazione evidenzia che gli episodi acuti legati a concentrazioni orarie elevate di NO_2 non rappresentano un elemento di criticità dal 2007 ad oggi.

In particolare la situazione del numero dei superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) negli ultimi 5 anni è riportata nella tabella seguente.

Tab. 3.7 NO₂ N. superamenti del valore limite orario

STAZIONE	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Giardini Margherita	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0
Porta San Felice	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0
San Lazzaro	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0	n. 0
Villa Torchi	-	-	-	-	n. 0	n. 0	
Via Chiarini	-	-	-	-	n. 0	n. 0	n. 0

Per quanto riguarda i valori di concentrazione del **PM₁₀**, le stazioni di monitoraggio dotate di analizzatori automatici di PM₁₀ dell'agglomerato di Bologna nel 2013 sono 4: Porta San Felice, Margherita (dal 01/02/2008), San Lazzaro (dal 01/12/2009) e via Chiarini (dal 01/12/2010).

Nella Tabella seguente è riportato, negli anni considerati nelle postazioni di misura presenti, il numero dei superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (50 µg/m³ dal 1 gennaio 2005, da non superare più di 35 volte per anno civile - DM 60/02).

Tab. 3.8 PM₁₀ N. superamenti del valore limite giornaliero

STAZIONE	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Valore limite + Margine di tolleranza	50	50	50	50	50	50	50
Margherita		19*	20	29	42	33	10
Porta S. Felice	104	68	50	63	69	73	57
San Lazzaro				35	50	43	25
Via Chiarini					40	40	18
Villa Torchi					43	49	

* Valori medi ottenuti da una percentuale di dati validi inferiore al 90%, obiettivo per la qualità dei dati come specificato per misurazioni in continuo nella Sezione I Allegato X, DM 60 del 02.04.2002.

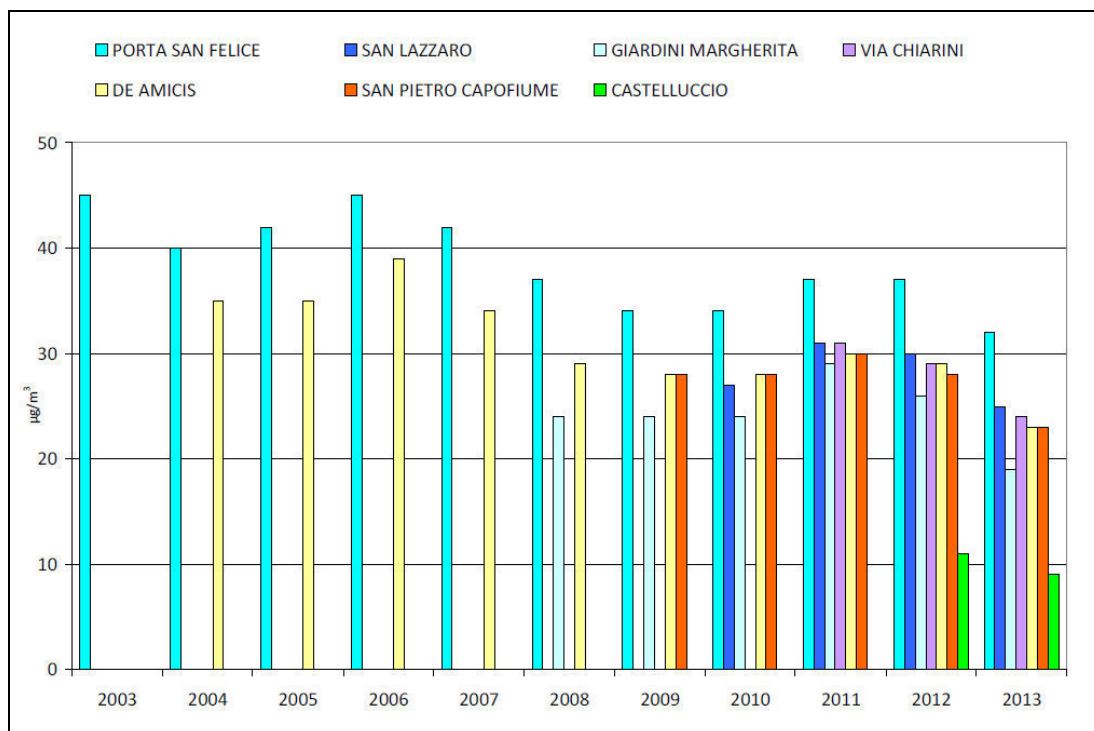
Il numero dei giorni di superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ per l'anno 2013, risulta maggiore di 35 stabiliti dalla normativa nella sola stazione di traffico di Bologna Porta S. Felice.

Dall'analisi della serie dei dati dal 2007 al 2013 si evidenzia una tendenza al decremento del numero di giornate critiche fino al 2008, dal 2010 al 2011 si osserva un generale aumento dei superamenti nel territorio provinciale, che tornano a calare dal 2012.

La valutazione delle concentrazioni estesa all'intero anno mostra che nel 2013 le medie annuali ottenute non superano il valore limite di 40 µg/m³ in nessuno dei siti di misura, inclusa la stazione da traffico Porta San Felice nell'agglomerato di Bologna, così come avviene dal 2008.

Di seguito viene riportato il grafico relativo all'andamento delle medie annuali dell'anno 2013 per le postazioni di misura.

Img. 3.2 - Anno 2011 Parametro PM10 - Medie annuali



Il confronto dei valori medi annui nel periodo 2007-2013 nelle stazioni da traffico, dove è disponibile una serie storica completa, mostra un trend in calo dal 2007 al 2009, dal 2011 si evidenzia un lieve aumento delle medie annue e di nuovo un calo dal 2012.

In riferimento al **benzene**, il valore limite annuo previsto per il 2013 ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) non è stato superato nella stazione da traffico in cui è monitorato il Benzene (Bologna – Porta San Felice) e si conferma che i valori medi registrati risultano significativamente inferiori a tale limite.

Dai dati rilevati nella stazione urbana da traffico di Porta San Felice emerge che, alla stabilità registrata nel biennio 2008-2009, segue una diminuzione del valore medio annuo, confermando nell'arco degli ultimi cinque anni la tendenza al decremento. I dati registrati in tale centralina sono riportati nella tabella seguente.

Tab. 3.9 Benzene. Valore medio annuo (periodo 2007-2011)

STAZIONE	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Valore limite + Margine di tolleranza	8	7	6	5	5	5	5
Porta S. Felice	2.7	2.5*	2.5*	2.2	2.2	1,8	1,7

* Valori medi ottenuti da una percentuale di dati validi inferiore al 90%, obiettivo per la qualità dei dati come indicato dalla normativa vigente.

I valori rilevati nelle centraline esaminate per i vari inquinanti, possono dunque essere presi come riferimento per fornire una prima caratterizzazione di massima della qualità dell'aria nella situazione attuale in prossimità del sito oggetto di studio.

Per quanto riguarda i valori di NO₂, la stazione San Felice supera il valore limite relativo alla media annuale, mentre il valore limite orario non è superato in alcuna centralina. Analogamente per il PM10 viene superato il limite giornaliero presso la sola stazione San Felice, mentre quello annuale non viene superato in nessuna stazione. I valori di benzene non superano mai il valore limite annuale.

In conclusione, dall'indagine svolta a scala urbana, la situazione atmosferica relativa all'area oggetto di studio, risulta nel complesso problematica e, in condizioni particolarmente sfavorevoli, interessata da superamenti dei limiti normativi, in particolare per il PM10.

L'ambito territoriale oggetto di studio è posto nell'area a nord di Bologna, compreso tra via Sabena, Via Terracini, Via Zanardi, Via Bertalia, Via Agucchi e Via del Lazzaretto a circa 600m a sud della tangenziale di Bologna.

La fonte principale di inquinamento atmosferico nell'area di intervento è costituita dal traffico veicolare. In particolare, il contributo più significativo è quello dato dai veicoli transitanti su via Sabena/Terracini al confine sudest dell'area di intervento. Si segnala che il sistema autostradale/tangenziale si trova ad oltre 600m dall'area.

Dal database della provincia risultano 28 punti di emissione nel raggio di 200 m. Come desumibile dall'immagine seguente la maggior parte dei punti sono comunque localizzati lontano dagli edifici del piano particolareggiato.

Img. 3.3 - Localizzazione punti di emissione autorizzati



In conclusione, la situazione atmosferica relativa all'area oggetto di studio, in particolare per il PM10 e NO₂/NO_x, risulta nel complesso prevedibilmente interessata da fenomeni significativi di concentrazione di inquinanti, che possono comportare, in particolari condizioni sfavorevoli un superamento dei limiti normativi.

3.2.1 Emissioni di inquinanti atmosferici nello scenario ante operam

La quantificazione delle emissioni di inquinanti nell'ambito dell'analisi è partita, per lo scenario attuale da una caratterizzazione delle principali sorgenti di inquinamento atmosferico presenti nell'area di intervento.

Come già specificato nell'introduzione metodologica, il traffico rappresenta una delle sorgenti più significative se non la più rilevante, di inquinanti atmosferici a livello urbano. Tale considerazione, in aggiunta alla carenza di dati specifici che quantifichino nel dettaglio il contributo delle altre sorgenti presenti in ambito urbano, ha fatto sì che le sorgenti considerate nelle simulazioni di emissioni di inquinanti facciano riferimento diretto al solo traffico stradale.

L'area destinata ad ospitare l'insediamento di progetto è collocata nella periferia nord del Comune di Bologna. L'immediato intorno dell'area oggetto di studio è caratterizzato dalla presenza di ambiti adibiti ad uso universitario, terziario ed, edifici residenziali. Ad sudest è presente una strada a scorrimento (via Sabena).

L'area di studio comprende il comparto e le principali vie di traffico adiacenti, in particolare quelle che subiscono, nello scenario futuro, modifiche di esercizio in conseguenza alla realizzazione dell'intervento. L'area di calcolo considerata è riportata nel capitolo del traffico e mobilità (img. 1.18).

La determinazione dei volumi di traffico sulla rete stradale nella situazione attuale è stata effettuata a partire dal dato dell'ora di punta stimato per il traffico; per ottenere il flusso giornaliero e la percentuale di veicoli pesanti per tutti gli archi stradali considerati, si sono considerate le curve giornaliere di distribuzione sulle 24 ore del traffico ricavate per tipologia di strada dai dati del database SIMOT e dai rilievi effettuati ad hoc nello studio (si veda il capitolo 1). Le velocità di marcia assegnate ad ogni tratto stradale sono quelle ricavate dalle simulazioni effettuate.

Lo sviluppo di metodologie di stima delle emissioni inquinanti è oggetto del programma europeo CORINAIR, risalente, nella sua prima versione, al 1985. Il comparto del progetto relativo al traffico sviluppa e mantiene aggiornata, sulla base delle nuove informazioni messe a disposizione dalla ricerca, una metodologia per la stima delle emissioni a partire dai fattori d'emissione ("Emission Factors" - EF), valori di emissione per unità di percorrenza, dei singoli veicoli appartenenti a categorie codificate. Tale metodologia è inclusa in un programma informatico, denominato COPERT, concepito per calcolare emissioni da traffico aggregate a livello nazionale. Il programma COPERT è stato diffuso nella sua prima versione nel 1989, aggiornato nel 1991 in concomitanza con l'inventario delle emissioni CORINAIR '90 e pubblicato in versione 2 (COPERT II) nel corso del 1997. La terza versione del programma (COPERT III) è stata ufficialmente diffusa nel corso del 2000. Infine nel settembre 2006 è stata rilasciata la quarta versione, denominata COPERT IV.

Ai fini delle quantificazioni delle emissioni da traffico si è fatto uso del modello TREFIC.

Il programma TREFIC, implementa metodologie ufficiali di calcolo dei fattori di emissione in un "frame" di calcolo a "step", in grado di determinare, per tratto stradale, emissioni aggregate su qualsiasi base temporale, e di produrre in automatico file di input per esecuzione di simulazioni modellistiche: quale ad esempio il modello ARIA Impact.

Il programma si basa sulla metodologia COPERT IV di calcolo degli EF dei veicoli stradali, considerando alcune caratteristiche specifiche, tra cui:

- tipologia di veicolo,
- consumo di carburante,
- velocità media di percorrenza,
- tipologia di strada.

Il programma TREFIC è sostanzialmente costituito da un ciclo di lettura e trattamento informazioni per ogni arco stradale considerato. L'input è costituito da quattro gruppi di file, relativi a:

- grafo stradale, con informazioni, per ciascun segmento di arco del grafo, circa la lunghezza, i volumi di traffico di riferimento, ecc.;
- modulazioni temporali, attraverso tabelle dei coefficienti moltiplicativi dei volumi di traffico, delle velocità medie di percorrenza e della temperatura ambiente, che danno la misura delle variazioni delle emissioni nel tempo;
- parco veicoli circolanti, nelle categorie COPERT IV, suddiviso per tipologia di strada;
- EF, attraverso opportune tabelle di implementazione della metodologia COPERT IV.

La tabella seguente mostra i principali fattori di caratterizzazione della rete stradale e delle emissioni di inquinanti nello scenario ante operam.

Tab. 3.10- Fattori di caratterizzazione della rete stradale ed emissioni di inquinanti nello scenario attuale relativi all'ora media su base giornaliera

SCENARIO	ATTUALE
Fattori di emissione	attuali
Lunghezza rete km	116.9
Veicoli tot * km	44550
Velocità media ora di punta	25.9
Emissioni totali NO _x (kg/ ora)	34.51
Emissioni totali PM10 (kg/ giorno)	54.39

Si specifica che, per quanto riguarda l'inquinante PM10, il valore riportato è relativo alle 24h, a differenza del valore di emissione orario di NO_x.

3.3 Lo stato di qualità dell'aria nello scenario futuro

Il comparto oggetto di studio, come già evidenziato è posto nell'area a nord di Bologna, compreso tra via Sabena, Via Terracini, Via Zanardi, Via Bertalia, Via Agucchi e Via del Lazzaretto a circa 600m a sud della tangenziale di Bologna.

In riferimento alla zonizzazione descritta nel quadro conoscitivo del "Piano di gestione per il risanamento l'azione e il mantenimento della qualità dell'aria" della Provincia di Bologna, la zona è, situata all'interno dell'agglomerato.

Nel dettaglio, la principale fonte di inquinamento atmosferico presente nell'area oggetto di studio risulta essere la via Sabena e Terracini, confinante sul lato sudest, e caratterizzata da elevati flussi di traffico e più lontano il sistema autostrada-tangenziale.

3.3.1 Emissioni di inquinanti atmosferici nello scenario futuro

Nel presente paragrafo si considera la stima delle emissioni di inquinanti per lo scenario futuro, che prevede l'attuazione nel comparto oggetto di studio e delle modifiche alla viabilità futura (rif capitolo mobilità e traffico).

Nello specifico, sono stati simulati due diversi scenari futuri: uno tendenziale che considera il Piano Particolareggiato approvato nel 2007 l'altro di progetto con la variante al Piano Particolareggiato.

Analogamente a quanto fatto per lo scenario attuale, sono state stimate le emissioni inquinanti dovute alle principali sorgenti presenti nell'area, considerando le sole sorgenti mobili, ossia il traffico veicolare in transito sulla rete adiacente all'area oggetto di studio.

Per gli scenari futuri esaminati sono stati assunti quali indicatori della qualità dell'aria gli stessi inquinanti considerati per lo scenario attuale, ossia NO_x e PM10, mantenendo a livello cautelativo i fattori di emissione considerati per il parco circolante attuale.

Per quanto riguarda le sorgenti costituite dal traffico veicolare, la stima delle emissioni di inquinanti atmosferici è avvenuta anche per questi due scenari seguendo la metodologia COPERT, utilizzando, come per lo scenario attuale, il modello TREFIC, sulla base dei volumi di traffico elaborati per gli specifici scenari.

Per quanto riguarda i fattori di emissione legati ai flussi veicolari circolanti, a livello cautelativo è stato considerato un parco veicolare identico a quello attuale, non tenendo quindi conto dell'evoluzione della normativa che tende a ridurre le emissioni in atmosfera consentite.

Le emissioni di NO_x e PM10 nello scenario futuro ed in quello tendenziale sono state valutate seguendo la stessa metodologia utilizzata per le analisi della situazione attuale illustrate in precedenza.

Le tabelle seguenti mostrano i principali fattori di caratterizzazione della rete stradale e le emissioni di inquinanti. Come precedentemente specificato, le valutazioni sono state effettuate ipotizzando fattori di emissione riferiti alla situazione attuale in termini di parco veicolare circolante.

Tab. 3.11- Fattori di caratterizzazione della rete stradale ed emissioni di inquinanti nello scenario futuro tendenziale.

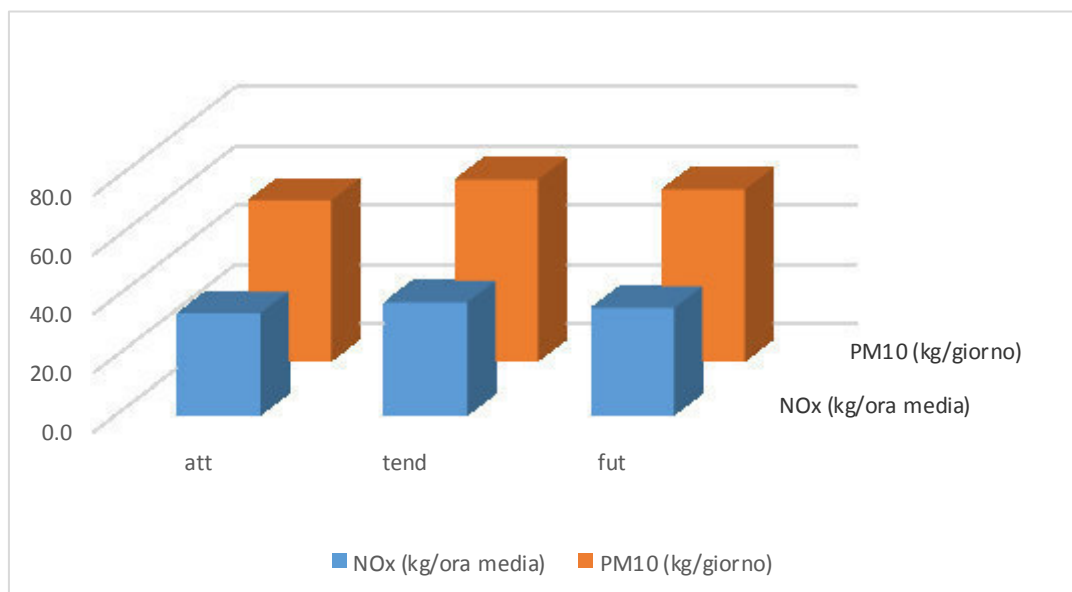
SCENARIO	TENDENZIALE
Fattori di emissione	attuali
Lunghezza rete km	130.3
Veicoli tot * km	53066
Velocità media ora di punta	25.0
Emissioni totali NOx (kg / ora)	38.21
Emissioni totali PM10 (kg / giorno)	68.37

Tab. 3.12- Fattori di caratterizzazione della rete stradale ed emissioni di inquinanti nello scenario futuro.

SCENARIO	FUTURO
Fattori di emissione	attuali
Lunghezza rete km	129.8
Veicoli tot * km	49374
Velocità media ora di punta	24.4
Emissioni totali NOx (kg / ora)	36.29
Emissioni totali PM10 (kg / giorno)	58.04

Nell'immagine sottostante sono rappresentati graficamente i valori di emissione di NO_x e PM10 ottenuti per i diversi scenari.

Img. 3.4 Valori di emissione di NOx e PM10 ottenuti nei diversi scenari.



La tabella seguente fornisce gli elementi di comparazione in termini percentuali per gli scenari futuro e attuale.

Tab. 3.13 Confronto tra scenari: differenza assoluta e in percentuale.

	FUTURO TENDENZIALE -ATTUALE		FUTURO - ATTUALE		FUTURO - TENDENZIALE	
Lunghezza rete km	13.4	11.4%	12.9	11.0%	-0.5	-0.4%
Veicoli tot * km (giorno)	8516.2	19.1%	4824.3	10.8%	-3691.9	-7.0%
Velocità media ora di punta	-0.9	-3.5%	-1.5	-5.8%	-0.6	-2.4%
Emissioni totali NOx (kg / ora)	3.70	10.7%	1.78	5.2%	-1.92	-5.0%
Emissioni totali PM10 (kg / giorno)	6.97	12.8%	3.65	6.7%	-3.33	-5.4%

Si evidenzia che i risultati descritti in tabella possono essere considerati cautelativi in quanto, anche per gli scenari futuri, sono stati usati gli stessi fattori di emissione utilizzati per lo scenario attuale, non valutando il ricambio auto nel tempo.

Dalle tabelle precedenti emerge confrontando lo scenario tendenziale e quello attuale un incremento dei valori, in termini di veicoli per chilometro (aumento del 19.1 %) e una riduzione delle velocità del 3.5%. Di conseguenza, per quanto riguarda i valori di emissioni totali, la differenza si attesta sotto il 13%.

Per lo scenario futuro rispetto all'attuale si evidenzia un aumento dei veicoli per chilometro del 10.8 % e una riduzione delle velocità del 6%. Di conseguenza, per quanto riguarda i valori di emissioni, la differenza si attesta intorno a un massimo del 6.7%.

Dal confronto tra lo scenario tendenziale e futuro, che valuta proprio l'effetto della variante si rileva una diminuzione dei veicoli per km del 7% e una diminuzione delle velocità pari 1.5%. Per quanto riguarda i valori di emissioni totali, si ha una diminuzione del 5%

L'accessibilità all'ambito della Variante nello scenario attuale tramite il sistema di trasporto collettivo su gomma è data dalla presenza di alcune linee urbane, le cui fermate servono i poli scolastici/universitari presenti al margine sud e sud-est del comparto, e dalle fermate delle linee poste sulla radiale di via Zanardi. Sul lato ovest e sud, lungo via Agucchi e via della Volta è presente una linea portante del TPL, la linea n°11. L'accessibilità al servizio Tpl è buona solo per gli ambiti periferici del comparto, in particolare sui lati nord, est e sud, mentre rimane scoperta la parte centrale del comparto.

Nello scenario futuro, anche Tendenziale, il servizio del TPL su gomma dell'ambito sarà soggetto a un ridisegno, per la necessità di sostituire la direttrice portante di via Zanardi, destinata ad essere interrotta come conseguenza della soppressione del passaggio a livello. Al momento in cui viene scritta questa relazione non è ancora noto il nuovo assetto delle linee del servizio su gomma, si deve tuttavia presumere che questo garantirà livelli di servizio adeguati sull'intero ambito territoriale oggetto di studio, compreso il quartiere di nuovo sviluppo.

Inoltre, per quanto riguarda il trasporto pubblico collettivo su sede propria, già a partire

dallo scenario tendenziale di medio termine, si prevede l'attivazione di nuove tipologie di servizio per gli utenti dell'ambito di studio, rappresentate dal Servizio Ferroviario Metropolitano e dal People Mover.

Il Servizio Ferroviario Metropolitano vede l'ampliamento della sua offerta di trasporto attraverso la creazione di due nuove fermate: la fermata Zanardi che servirà la linea S4 in direzione Ferrara, e la fermata Prati di Caprara servirà le linee S1, S2, S3 e S5.

Il People Mover, è il nuovo sistema di trasporto a guida vincolata che collegherà la stazione ferroviaria centrale di Bologna con l'aeroporto G. Marconi. La fermata che interessa l'ambito di studio è quella intermedia delle 3 offerte dal servizio, e risulta posizionata centralmente rispetto all'area del comparto R 5.3.

Si ritiene quindi che il progetto risulti coerente con l'art. 6.1 delle Norme Tecniche di Attuazione del PGQA sopra citato, in quanto il comparto risulta localizzato in prossimità di fermate del SFM di progetto, è comunque servito dal TPL su gomma: è dunque possibile ridurre l'esigenza di utilizzo del mezzo privato attraverso l'uso di mezzi a ridotto impatto ambientale.

Inoltre le dorsali ciclabili, che si sviluppano a fianco di archi stradali dai notevoli carichi veicolari, sono caratterizzate da un doppio senso di percorrenza e realizzate su sede protetta, al fine di garantire la sicurezza dei ciclisti.

Attualmente nell'area l'unica radiale esistente è quella lungo via Fioravanti, che collega la stazione centrale con il quartiere di Corticella a nord. Questa radiale tuttavia non è in grado di servire direttamente il comparto oggetto di studio.

I percorsi ciclabili esistenti che interessano il comparto Bertalia-Lazzaretto, sono rappresentati da brevi tratti, che vanno a servire le aree residenziali, e l'area universitaria connettendoli con gli archi stradali principali. Il tratto più rilevante tra questi è quello parallelo a via Manzi che connette via Terracini con via Zanardi.

La Variante al P.P. vigente conferma sostanzialmente la rete ciclabile i percorsi pedonali già previsti dal piano. La rete ciclabile esterna, di sviluppo indipendente da quella del comparto R 5.3 presenta già una pianificazione volta all'integrazione delle piste ciclabili esistenti, con quelle interne al comparto in modo tale da creare una cucitura fra le due e garantire inoltre il collegamento con i percorsi ciclabili radiali diretti verso il centro urbano.

Inoltre, la proposta è coerente con l'art.6.4 del PGQA, poiché i nuovi edifici residenziali o sensibili, oggetto della variante, sono localizzati ad oltre 50 m dal confine stradale di via Sabena.

Nelle successive fasi di progettazione dovranno essere garantiti livelli prestazionali degli edifici e sistemi di riscaldamento che minimizzino le emissioni di PM10 e NOx, secondo il PGQA e PAIR.

In riferimento al PAIR in salvaguardia, si evidenzia come non vi siano norme riferibili alla variante al PP.

In conclusione, facendo riferimento a quanto sopra descritto, si ritiene che la proposta

progettuale non determina aumento di emissioni significative in atmosfera, non rappresentando quindi un elemento di criticità dal punto di vista della qualità dell'aria nell'ambito di studio considerato e che sia sostanzialmente coerente con il PGQAe il PAIR. Nelle successive fasi di progettazione dovranno essere garantiti livelli prestazionali degli edifici e sistemi di riscaldamento che minimizzino le emissioni di PM10 e NOx, secondo il PGQA e PAIR.

3.4 Considerazioni conclusive

Lo studio dell'inquinamento atmosferico è finalizzato a fornire elementi di compatibilità ambientale in riferimento all'inquinamento atmosferico per il progetto dell'area " R5.3 Bertalia-Lazzaretto"

Gli scenari di riferimento significativi da considerare per la specifica componente ambientale sono i seguenti:

- stato della componente nello scenario attuale;
- stato della componente nello scenario futuro tendenziale considerando il Piano Particolareggiato approvato nel 2007;
- stato della componente nello scenario futuro con la realizzazione della variante al Piano Particolareggiato

Gli inquinanti analizzati sono quelli tipici delle aree urbane, particolarmente critici in quanto presenti in quantità significative o in quanto maggiormente nocivi, considerati dalla normativa più recente in materia. In particolare si tratta di: Ossidi di Azoto (NOx), Particolato Fine (PM10).

La qualità dell'aria nello scenario attuale nell'ambito di analisi è stata caratterizzata sulla base della zonizzazione provinciale della qualità dell'aria e dei dati ottenuti tramite la rete di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico di Bologna.

In base alla zonizzazione descritta nel Piano, il comparto risulta all'interno dell'agglomerato di Bologna, zona alla quale viene applicato il Piano di Risanamento per gli inquinanti PM10 e NO₂/NO_x (art. 2.2), e del Piano di Mantenimento per gli altri inquinanti (art. 9.2).

La regione Emilia-Romagna ha adottato con DGR 1180/2014 del 25/07/2014 la proposta di Piano Aria Integrato Regionale, che pertanto è in regime di salvaguardia.

In base alla zonizzazione descritta nel piano, l'area oggetto di studio, ricade nell'agglomerato di Bologna e nelle aree di superamento per il PM10 e NO₂

Dall'indagine svolta a scala urbana, la situazione atmosferica relativa all'area oggetto di studio, risulta nel complesso problematica e, in condizioni particolarmente sfavorevoli, interessata da superamenti dei limiti normativi, in particolare per il PM10.

La fonte principale di inquinamento atmosferico nell'area di intervento è costituita dal traffico veicolare. In particolare, il contributo più significativo è quello dato dai veicoli transitanti su via Sabena/Terracini al confine sudest dell'area di intervento. Si segnala che il sistema autostradale/tangenziale si trova ad oltre 600m dall'area.

In conclusione, la situazione atmosferica relativa all'area oggetto di studio, in particolare per il PM10 e NO₂/NO_x, risulta nel complesso prevedibilmente interessata da fenomeni significativi di concentrazione di inquinanti, che possono comportare, in particolari condizioni sfavorevoli un superamento dei limiti normativi.

Nello **scenario futuro** conseguente alla realizzazione del progetto si avranno variazioni dei flussi di traffico dovute ai transiti dei veicoli generate ed attratti dall'area. Il confronto tra gli scenari attuale, tendenziale e futuro è stato effettuato sulla base delle stime delle quantità di inquinanti (NO_x e PM10), emesse nei diversi casi.

Le emissioni da sorgenti mobili (traffico stradale), sono state calcolate tramite il modello TREFIC che segue la metodologia determinata dal *Progetto CORINAIR*, che è parte integrante del più ampio programma CORINE (COoRdination-INformation-Environment) della UE. Nell'ambito di tale progetto sono state definite e catalogate sia le sorgenti di emissione che i relativi fattori di emissione. Il programma si basa sulla metodologia COPERT III di calcolo degli EF dei veicoli stradali.

La determinazione dei volumi di traffico sulla rete stradale nella situazione attuale è stata effettuata a partire dal dato dell'ora di punta stimato per il traffico; per ottenere il flusso giornaliero e la percentuale di veicoli pesanti per tutti gli archi stradali considerati, si sono considerate le curve giornaliere di distribuzione sulle 24 ore del traffico ricavate per tipologia di strada dai dati del database SIMOT e dai rilievi effettuati ad hoc nello studio. Le velocità di marcia assegnate ad ogni tratto stradale sono quelle ricavate dalle simulazioni effettuate.

L'ambito spaziale di studio è stato circoscritto ad un'area comprendente il comparto oggetto di studio e le principali vie di traffico adiacenti, in particolare quelle che subiscono modifiche di esercizio in conseguenza alla realizzazione dell'intervento.

La zona così identificata permette di analizzare le conseguenze in termini di inquinamento atmosferico, nello specifico in termini di emissioni di inquinanti, determinate dal carico urbanistico indotto dal progetto stesso.

Si evidenzia che le simulazioni possono essere considerati cautelativi in quanto, anche per gli scenari futuri, sono stati usati gli stessi fattori di emissione utilizzati per lo scenario attuale, non valutando il ricambio auto nel tempo.

Confrontando lo scenario tendenziale e quello attuale emerge un incremento dei valori, in termini di veicoli per chilometro (aumento del 19.1 %) e una riduzione delle velocità del 3.5%. Di conseguenza, per quanto riguarda i valori di emissioni totali, la differenza si attesta sotto il 13%.

Per lo scenario futuro rispetto all'attuale si evidenzia un aumento dei veicoli per chilometro del 10.8 % e una riduzione delle velocità del 6%. Di conseguenza, per quanto riguarda i valori di emissioni, la differenza si attesta intorno a un massimo del 6.7%.

Dal confronto tra lo scenario tendenziale e futuro, che valuta proprio l'effetto della variante si rileva una diminuzione dei veicoli per km del 7% e una diminuzione delle velocità pari 1.5%. Per quanto riguarda i valori di emissioni totali, si ha una diminuzione del 5%

L'accessibilità all'ambito della Variante nello scenario attuale tramite il sistema di trasporto collettivo su gomma è data dalla presenza di alcune linee urbane, le cui fermate servono i

poli scolastici/universitari presenti al margine sud e sud-est del comparto, e dalle fermate delle linee poste sulla radiale di via Zanardi. Sui lato ovest e sud, lungo via Agucchi e via della Volta è presente una linea portante del TPL, la linea n°11. L'accessibilità al servizio Tpl è buona solo per gli ambiti periferici del comparto, in particolare sui lati nord, est e sud, mentre rimane scoperta la parte centrale del comparto.

Nello scenario futuro, anche Tendentiale, il servizio del TPL su gomma dell'ambito sarà soggetto a un ridisegno, per la necessità di sostituire la direttrice portante di via Zanardi, destinata ad essere interrotta come conseguenza della soppressione del passaggio a livello. Al momento in cui viene scritta questa relazione non è ancora noto il nuovo assetto delle linee del servizio su gomma, si deve tuttavia presumere che questo garantirà livelli di servizio adeguati sull'intero ambito territoriale oggetto di studio, compreso il quartiere di nuovo sviluppo.

Inoltre, per quanto riguarda il trasporto pubblico collettivo su sede propria, già a partire dallo scenario tendenziale di medio termine, si prevede l'attivazione di nuove tipologie di servizio per gli utenti dell'ambito di studio, rappresentate dal Servizio Ferroviario Metropolitano (due nuove fermate: la fermata Zanardi che servirà la linea S4 in direzione Ferrara, e la fermata Prati di Caprara servirà le linee S1, S2, S3 e S5) e dal People Mover, che collegherà la stazione ferroviaria centrale di Bologna con l'aeroporto G. Marconi (la fermata che interessa l'ambito di studio è quella intermedia delle 3 offerte dal servizio, e risulta posizionata centralmente rispetto all'area del comparto R 5.3).

Si ritiene quindi che il progetto risulti coerente con l'art. 6.1 delle Norme Tecniche di Attuazione del PGQA sopra citato, in quanto il comparto risulta localizzato in prossimità di fermate del SFM di progetto, è comunque servito dal TPL su gomma: è dunque possibile ridurre l'esigenza di utilizzo del mezzo privato attraverso l'uso di mezzi a ridotto impatto ambientale.

Inoltre i percorsi ciclabili esistenti che interessano il comparto Bertalia-Lazzaretto, sono rappresentati da brevi tratti, che vanno a servire le aree residenziali, e l'area universitaria connettendoli con gli archi stradali principali. Il tratto più rilevante tra questi è quello parallelo a via Manzi che connette via Terracini con via Zanardi.

La Variante al P.P. vigente conferma sostanzialmente la rete ciclabile i percorsi pedonali già previsti dal piano. La rete ciclabile esterna, di sviluppo indipendente da quella del comparto R 5.3 presenta già una pianificazione volta all'integrazione delle piste ciclabili esistenti, con quelle interne al comparto in modo tale da creare una cucitura fra le due e garantire inoltre il collegamento con i percorsi ciclabili radiali diretti verso il centro urbano.

La proposta è coerente con l'art.6.4 del PGQA, poiché i nuovi edifici residenziali o sensibili, oggetto della variante al PP, sono localizzati ad oltre 50 m dal confine stradale di via Sabena.

Nelle successive fasi di progettazione dovranno essere garantiti livelli prestazionali degli edifici e sistemi di riscaldamento che minimizzino le emissioni di PM10 e NOx, secondo il PGQA e PAIR.

In conclusione, facendo riferimento a quanto sopra descritto, si ritiene che la proposta

progettuale non determina aumento di emissioni significative in atmosfera, non rappresentando quindi un elemento di criticità dal punto di vista della qualità dell'aria nell'ambito di studio considerato e che sia sostanzialmente coerente con il PGQA e il PAIR.

4 VERDE ED ECOSISTEMI

La ZIS R5.3 – Bertalia Lazzaretto, ambito di nuova urbanizzazione previsto dal precedente PRG, interessa una vasta porzione di territorio (circa 73 ettari) posta nel settore nord-ovest di Bologna, ove è prevista la realizzazione di circa 215.000 mq di superficie utile, destinati ad usi residenziali, universitari, terziari, commercio e pubblici.

Il presente capitolo tratta la valutazione dello stato del contesto territoriale interessato dalla variante dal punto di vista vegetazionale ed ecologico. Gli scenari di riferimento significativi da considerare per la specifica componente ambientale sono i seguenti:

- stato della componente nello scenario attuale;
- stato prevedibile della componente nello scenario futuro tendenziale considerando il Piano Particolareggiato approvato nel 2007;
- effetti ambientali attesi sulla componente nello scenario futuro con la realizzazione della variante al Piano Particolareggiato, e indicazioni sulle eventuali mitigazioni.

Si evidenzia che gli aspetti della Variante di interesse per la presente componente riguardano principalmente la nuova sistemazione prevista per le aree verdi pubbliche, in quanto le modifiche riguardanti l'assetto planivolumetrico degli edifici non risultano rilevanti, se non in quanto liberano spazio per la realizzazione del verde.

Per quanto riguarda la caratterizzazione dello stato attuale, lo studio fa riferimento ai dati reperiti in bibliografia e nel materiale cartografico afferente la pianificazione vigente, oltre che alle indagini svolte nello SIA ed nello studio specifico sulla vegetazione realizzato dallo "Studio associato Res Agraria", afferenti al PP del 2007.

Lo studio comprende:

- la caratterizzazione dell'area di intervento dal punto di vista degli habitat e degli ecosistemi, e della copertura vegetale;
- la caratterizzazione dell'intorno del comparto di intervento con individuazione delle aree verdi pubbliche e/o di aree verdi di altra natura, e delle connessioni ecologiche esistenti e previste;
- analisi del progetto, in particolare delle aree verdi, e degli effetti conseguenti sul verde e gli ecosistemi, con indicazioni sulle connessioni rispetto alle aree verdi limitrofe e indicazione delle proposte di miglioramento delle dotazioni territoriali (aree verdi, piste ciclabili, ecc..).

4.1 Riferimenti Normativi

I riferimenti normativi specifici per la definizione del progetto delle aree verdi nel comparto sono delineati dalle NTA del PUA vigente, che all'art. 4 - Elementi generali per la progettazione delle opere di urbanizzazione primarie, descrivono anche gli aspetti generali e di dettaglio legati agli ecosistemi e alla vegetazione: *"Verde: Il progetto del verde pubblico del comparto dovrà essere sviluppato con attenzione alla soluzione delle seguenti problematiche e nel*

rispetto dei seguenti indirizzi:

- *salvaguardia e valorizzazione ambientale e paesaggistica della canaletta Ghisiliera: la zona circostante il corso d'acqua deve essere progettata come zona verde di rispetto di cui valorizzare il ruolo di connessione della rete ecologica, senza trascurarne i vincoli legati alla manutenzione; la canaletta potrà essere oggetto di interventi di tombamento esclusivamente nelle immediate vicinanze di edifici su essa prospicienti; gli interventi progettati dovranno salvaguardare l'igiene dell'ambiente circostante e garantire la fruibilità in sicurezza dei luoghi;*
- *la previsione di nuovi impianti che possano generare livelli elevati di radiazioni elettromagnetiche non deve interessare, neanche con fasce di rispetto, le aree verdi attrezzate e le aree destinate alla realizzazione di attrezzature scolastiche;*
- *nella scelta di dettaglio delle specie vegetali da utilizzarsi deve essere in particolare approfondito il valore paesaggistico dell'effetto finale, anche in rapporto agli spazi aperti circostanti, e particolarmente all'ambito fluviale del Reno."*

I riferimenti normativi generali per la tutela del verde e la progettazione del verde pubblico e privato sono rinvenibili nel RUE vigente (Approvazione 07/07/2014, vigente dal 03/06/2015), nel Regolamento comunale del Verde pubblico e privato del comune di Bologna (vigente dal 29/04/2009), nelle Linee Guida per la Progettazione delle Aree Verdi Pubbliche (vigenti dal 14/04/2009).

Il RUE all'art. art.40 - Aree verdi definisce le aree verdi, le loro caratteristiche ed i materiali che le costituiscono (comma 2: aree con manto vegetativo/erboso, praticabili e non; elementi vegetali arborei ed arbustivi; bacini e corsi d'acqua; aree per il gioco e lo sport; ...). Tale articolo al comma 3 regola inoltre le prestazioni richieste per le aree verdi:

"3. Prestazioni. Il Rue promuove la creazione di un diffuso, qualificato, attentamente progettato sistema di aree verdi all'interno del territorio comunale, che costituisca un efficace connettivo rispetto ai principali serbatoi di naturalità, contribuendo alla struttura complessiva della rete ecologica urbana e al generale miglioramento dell'abitabilità. Le prestazioni specifiche richieste, organizzate per obiettivi, sono oggetto delle apposite Schede prestazionali che costituiscono parte integrante del presente articolo. La realizzazione di aree verdi dovrà essere sviluppata sulla base delle indicazioni fornite dalle Linee guida per la progettazione delle aree verdi pubbliche e dal Regolamento comunale del verde pubblico e privato."

Le Schede prestazionali, cui è necessario attenersi nella progettazione delle aree verdi alla richiesta del titolo abilitativo, fanno riferimento ai seguenti temi:

- e.1 Connessione ecologica e permeabilità
- e.2 Valorizzazione delle risorse locali e inserimento di elementi artistici
- e.3 Sicurezza e comfort degli utenti
- e.4 Accessibilità, molteplicità degli usi e dei tempi
- e.5 Funzionalità e mantenimento nel tempo

Si evidenzia che le prestazioni richieste fanno riferimento alle molteplici valenze del verde

urbano ovvero al miglioramento ambientale, al ruolo sociale legato alla fruizione, alla conservazione degli elementi di pregio esistenti, al ruolo ecologico e all'incremento della biodiversità.

Inoltre, l'art.55 *Aggregazioni di edifici* definisce gli obiettivi di integrazione tra la progettazione dell'edificio e gli spazi verdi annessi (A 1.2 *Progettazione integrata del verde*) con una duplice finalità:

- al fine della regolazione del microclima esterno (controllo del microclima attraverso l'evapotraspirazione; schermatura rispetto alle brezze; ombreggiamento – A.1.1);
- al fine di perseguire le migliori condizioni di comfort ambientale e la mitigazione dagli inquinamenti (abbattimento degli inquinanti, inserimento paesaggistico; ombreggiamento degli spazi aperti e dei parcheggi; connessione ecologica; integrazione tra aree verdi pubbliche e private; funzione estetica e ricreativa del verde).

Per quanto riguarda invece gli aspetti specifici collegati alla tutela delle alberature esistenti, il riferimento è costituito dal *Regolamento comunale del Verde pubblico e privato*.

Il Regolamento definisce nell'art. 2 gli esemplari arborei oggetto di tutela:

"Articolo 2. Oggetto del Regolamento:

1. Sono tutelati tutti gli esemplari arborei, di cui all'allegato 1 del presente regolamento, nonché le relative aree di pertinenza, ubicati sul territorio comunale e aventi diametro del tronco superiore a:

> 15 cm (47 cm di circonferenza) appartenenti alle specie ascritte al gruppo A;

> 20 cm (63 cm di circonferenza) appartenenti alle specie ascritte ai gruppi B, C e D;

> 40 cm (126 cm di circonferenza) appartenenti alle specie ascritte al gruppo E."

Il TITOLO III del Regolamento comunale del verde fissa le *Norme per la tutela del verde in presenza di interventi edilizi*. In particolare si evidenzia che l'art. 15 disciplina gli *"Abbattimenti in presenza di titoli edilizi abilitativi"*:

"1. L'abbattimento di alberature tutelate (così come definite all'art. 2 comma 1), con esclusione degli esemplari di grande rilevanza (così come definite all'art 2 comma 2), può essere consentito in relazione alla realizzazione di opere edili di natura pubblica e privata esclusivamente quando non sia possibile nessun'altra razionale soluzione progettuale e a fronte della presentazione di un progetto di complessiva riqualificazione del verde a firma di tecnico abilitato, valutata dal Settore competente.

2. In tal caso le alberature abbattute devono essere sostituite nel lotto sul quale si realizza l'intervento con altrettante alberature della stessa classe di grandezza di quelle abbattute nel rapporto di 1:2.

3. La sostituzione è ammessa solo a condizione che nella porzione di superficie permeabile interna al lotto così come definita dal RUE, fatte salve le norme del Codice Civile sulle distanze degli alberi ed arbusti dai confini, nonché quanto indicato nel precedente articolo 11, sussistano per ogni singolo nuovo impianto i seguenti spazi non sovrapponibili atti ad ospitare le nuove alberature:

Tipologia di esemplare arboreo	Aree per nuove alberature (mq)
a portamento piramidale	15 (raggio 2,10 m)
a portamento naturalmente espanso di III grandezza (raggio della chioma a maturità < 3 m)	25 (raggio 2,82 m)
a portamento naturalmente espanso di II grandezza (raggio della chioma a maturità tra 3 e 6 m)	35 (raggio 3,34 m)
a portamento naturalmente espanso di I grandezza (raggio della chioma a maturità > 6 m)	50 (raggio 3,98 m)

4. La sostituzione del 50% delle piante abbattute, qualora sussistano le condizioni di cui al precedente comma 3, potrà essere effettuata prevedendo l'utilizzo di esemplari arborei a portamento piramidale con un numero di piante pari a:

> n° 4 piante se l'esemplare abbattuto da sostituire a portamento naturalmente espanso appartiene alla classe di I grandezza (raggio della chioma a maturità > 6 m);

> n° 3 piante se l'esemplare abbattuto da sostituire a portamento naturalmente espanso appartiene alla classe di II grandezza (raggio della chioma a maturità tra 3 e 6 m);

> n° 1 pianta se l'esemplare abbattuto da sostituire a portamento naturalmente espanso appartiene alla classe di III grandezza (raggio della chioma a maturità < 3 m)."

L'articolo 18. Prescrizioni per la realizzazione di progetti edilizi e scelta delle specie vegetali disciplina appunto le dotazioni vegetazionali di minima richieste per le aree verdi all'interno degli interventi edilizi:

"1. Negli interventi edilizi nei quali è prevista una dotazione di verde su terreno permeabile attribuita dagli strumenti urbanistici, gli spazi scoperti che contribuiscono a garantire tale dotazione, anche già esistenti, devono essere sistemati a verde come previsto dal successivo comma 2.

2. Negli spazi di cui al precedente comma 1, contestualmente all'attuazione degli interventi edilizi, devono essere poste a dimora nuove alberature di alto fusto, nella misura minima di una pianta ogni 150 mq di superficie del lotto non coperta, oltre a specie arbustive nella misura minima di due gruppi (minimo cinque esemplari) ogni 150 mq di superficie del lotto non coperta. Il numero di alberi deve essere arrotondato all'unità superiore.

3. La scelta delle specie deve avvenire ispirandosi prevalentemente ai seguenti criteri e, in ogni caso, tenendo sempre in considerazione il particolare contesto nel quale i nuovi esemplari dovranno essere messi a dimora:

a) almeno il 60% deve essere costituito da specie vegetali arboree comprese nelle tabelle contenute nelle norme di dettaglio, nei Gruppi B, C e D tenendo presente che le specie appartenenti al Gruppo D non dovranno superare il 20% del totale;

b) almeno il 70% delle alberature complessivamente messe a dimora deve essere costituito da latifoglie decidue.

4. Gli alberi di alto fusto messi a dimora devono avere, a 1,30 m dal colletto, circonferenza del tronco non inferiore a:

> 20 – 24 cm per esemplari di I grandezza;

> 18 – 20 cm per esemplari di II grandezza;

> 16 – 18 cm per esemplari di III grandezza.”

Per ulteriori elementi di dettaglio si rimanda al regolamento stesso.

Le *Linee guida per la progettazione delle aree verdi pubbliche* delineano i criteri per la progettazione del verde pubblico. In particolare definiscono le fasi e articolazioni del progetto, gli elaborati da produrre, e i criteri che devono improntare la progettazione (in relazione alle varie tematiche, quali: Aspetti patrimoniali dell’area, Collegamenti con altre aree di interesse pubblico, Aspetti ambientali, Tempi di realizzazione, Mitigazioni acustiche, Riconoscibilità delle aree pubbliche, Caratteristiche delle nuove aree a verde, Piste ciclabili nel verde, Verde nei parcheggi e nelle strade, Acqua nel verde, Orti nel verde, Recinzione dell’area verde, Vasche di laminazione, Reti tecnologiche nel verde, Strutture edili in area verde, Bagni pubblici in area verde, Piccole superfici a verde, Irrigazione del verde, Manutenzione delle aree verdi).

Inoltre sono definite nelle Prescrizioni tecniche le caratteristiche dei materiali (agrari e complementari, vegetali, di arredo), le modalità di esecuzione dei lavori e della manutenzione. Infine sono descritte le caratteristiche degli elementi di arredo da utilizzare negli interventi all’interno del territorio comunale.

Alla richiesta dei titoli abilitativi, la progettazione delle aree verdi pubbliche dovrà attenersi alle prescrizioni contenute nelle Linee guida.

4.2 Caratterizzazione dello stato attuale

Il contesto in cui si inserisce l’area di studio è un contesto urbano, grossolanamente pianeggiante (sensibili variazioni di quota del piano di campagna, tra 35 e 40 m s.l.m., sono dovute alle attività estrattive e ai successivi tombamenti che si sono svolti nell’ambito nel corso del tempo).

Esso si trova ai margini dell’area insediata di Bologna, e fa parte degli “Ambiti in trasformazione misti” individuati dal PSC¹ (Ambito n.129 Bertalia Lazzaretto), ovvero parti del Territorio urbano da strutturare², a destinazione mista, *“includere in perimetri all’interno dei quali sono stati adottati o approvati strumenti urbanistici attuativi o previsti interventi diretti in attuazione del PRG previgente, le cui previsioni, in attesa o in corso di esecuzione, vengono confermate dal PSC. Trattandosi di trasformazioni rilevanti, il PSC le ha considerate come parti significative del nuovo progetto di città, integrandole nelle strategie di piano.”*

L’area d’intervento è situata nel Quadrante Nord-Ovest della città di Bologna, in un settore marginale rispetto alla città storica ma strategico rispetto al piano delle infrastrutture e dello

¹ QN PSC – art. 20 Ambiti in trasformazione

² QN PSC – art. 17: *“Parti di città oggetto di trasformazione intensiva per nuova urbanizzazione (Ambiti per i nuovi insediamenti) e per sostituzione di porzioni consistenti dell’agglomerato urbano (Ambiti di sostituzione), oltre a quelle interessate da strumenti urbanistici preventivi, approvati e adottati in attuazione del PRG previgente, che concorrono alla ristrutturazione complessiva (Ambiti in trasformazione).”*

sviluppo urbano. L'area interessata, di estensione pari a circa 73 ha, è delimitata a sud dall'area dello scalo ferroviario Ravone e dalla ferrovia Bologna Milano, ad ovest dalla Cintura ferroviaria e dal fiume Reno; a nord dal quartiere della Bertalia; ad est infine dalla ferrovia Bologna – Padova.

La situazione dell'area si presenta molto diversificata: accanto a nuclei di insediamenti storicamente marginalizzati dalla considerevole presenza di infrastrutture ferroviarie, si ha la presenza di ampie superfici destinate ad usi agricoli, ed attività estrattive dismesse e/o ancora operanti. È presente inoltre un importante istituto scolastico superiore (il Rosa Luxemburg) ed un insediamento di attività universitarie (Laboratori pesanti della Facoltà di Ingegneria), e vi è stato completato il collegamento in tunnel, sotto lo scalo ferroviario, con l'Asse Sud – ovest, con la realizzazione di una rotatoria all'intersezione con via Agucchi – via Terracini.

Dal punto di vista della componente “verde ed ecosistemi” quali elementi di maggiore importanza, oltre all'area golenale del fiume Reno ad ovest, all'interno del Comparto sono da segnalare due scoli: la Ghisiliera e il Lame.

Il contesto in cui il progetto si inserisce è di un ambito di periferia, in cui per la presenza dell'infrastruttura ferroviaria si sono a lungo mantenute delle ampie aree libere, i cui caratteri morfologici sono ancora adesso quelli della campagna coltivata.

Le aree immediatamente adiacenti a nord e ad est del ramo ferroviario che si immette nella linea per PD sono ormai in via di saturazione e prevalentemente residenziali, con un tessuto irregolare, a maglie ortogonali nella porzione di edificazione recente, più irregolare in derivazione dall'asse storico della via Zanardi, il tessuto storico consolidato. Il sistema insediativo caratteristico di questo settore di città comprende un'ampia prevalenza di residenziale a blocco e in linea, con inserti di tessuto storico più minuto, con sporadiche attività di commercio lungo alcuni assi viari principali, e qualche più consistente inserto artigianale e industriale, o di servizio. A Sud l'area tocca lo scalo ferroviario, con tutto il fascio di binari, che si dirama verso Nord e verso sud, segnando il confine del comparto a sud e Ovest. Su questo lato, oltre i binari, si trovano aree edificate con capannoni di dimensioni variabili e anche significative, adibiti a depositi e officine.

Img. 4.1 - Vista dell'ambito di riferimento (in bianco l'individuazione del comparto)



Img. 4.2 - Vista panoramica dell'ambito di riferimento (in bianco l'individuazione del comparto)



L'ambito oggetto del Piano, a lungo circondato su più lati dalle infrastrutture, nonostante la parziale rimozione delle linee ferroviarie perimetrali, pur contenendo una significativa presenza di aree verdi, che costituiscono una risorsa potenzialmente importante seppur in buona parte significativamente alterate dagli usi estrattivi pregressi, appare ancora fortemente scollegato dal sistema delle aree verdi e dotazioni presenti nell'area circostante.

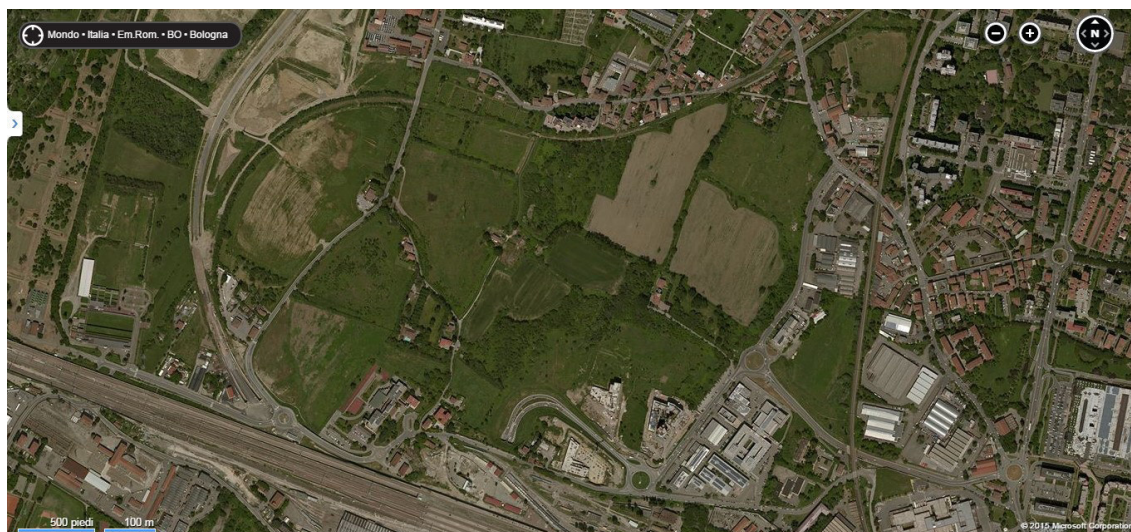
4.2.1 Il comparto di intervento

Le analisi svolte per la redazione del PP e del relativo Studio ambientale consentono tuttora di delineare i caratteri salienti dello stato attuale dell'area oggetto del piano, dal punto di vista vegetazionale ed ecologico. Si riportano di seguito gli elementi più significativi emersi da tali analisi, utili per la valutazione degli effetti della Variante proposta.

L'area, come ben visibile nelle immagini riportate e nella seguente, presenta una forma allungata, più tozza e ampia nella zona centrale, con orientamento est-ovest. Questa forma e la particolare estensione ne sottolineano il ruolo di cesura, in quanto attualmente chiusa entro la fitta trama del sistema ferroviario, tra le aree urbanizzate poste a est e nord-est, e la zona a maggior naturalità dell'asta fluviale del Reno.

L'area reca ancora i segni evidenti del profondo sfruttamento estrattivo eseguito in anni recenti. Queste attività hanno portato negli anni ad un diffuso impoverimento dell'equipaggiamento vegetazionale e dello stesso stadio evolutivo. Queste condizioni generali risultano immediatamente evidenti dalla visualizzazione delle foto aeree, ma più in dettaglio dalle tavole di analisi e rilievo della vegetazione allo stato attuale, che il SIA aveva desunte e rielaborate dalle verifiche eseguite dallo Studio "Res Agraria".

Img. 4.3 - Vista aerea del comparto



Di seguito si riportano le immagini ottenute dalla rielaborazione dei rilievi eseguiti nel 2007, e una immagine di sintesi che consente di avere un quadro complessivo della copertura vegetazionale allo stato attuale.

Data la notevole estensione territoriale del comparto e la complessità dell'analisi si era proceduto ad una schedatura secondo il seguente schema:

- n. 5 tavole (Img. da 4.4 a 4.8) relative al rilievo delle alberature³;
- n. 4 tavole (Img. da 4.9 a 4.12) relative al sistema macchia-arbustivo⁴;

Per la prima serie di tavole, relativa all'individuazione delle alberature, è stata mantenuta la denominazione adottata dallo studio di riferimento. Questa in particolare fa riferimento al seguente schema:

- *TI - tavola ingegneria* (zona più a est dell'area, caratterizzata dalla presenza del complesso universitario);

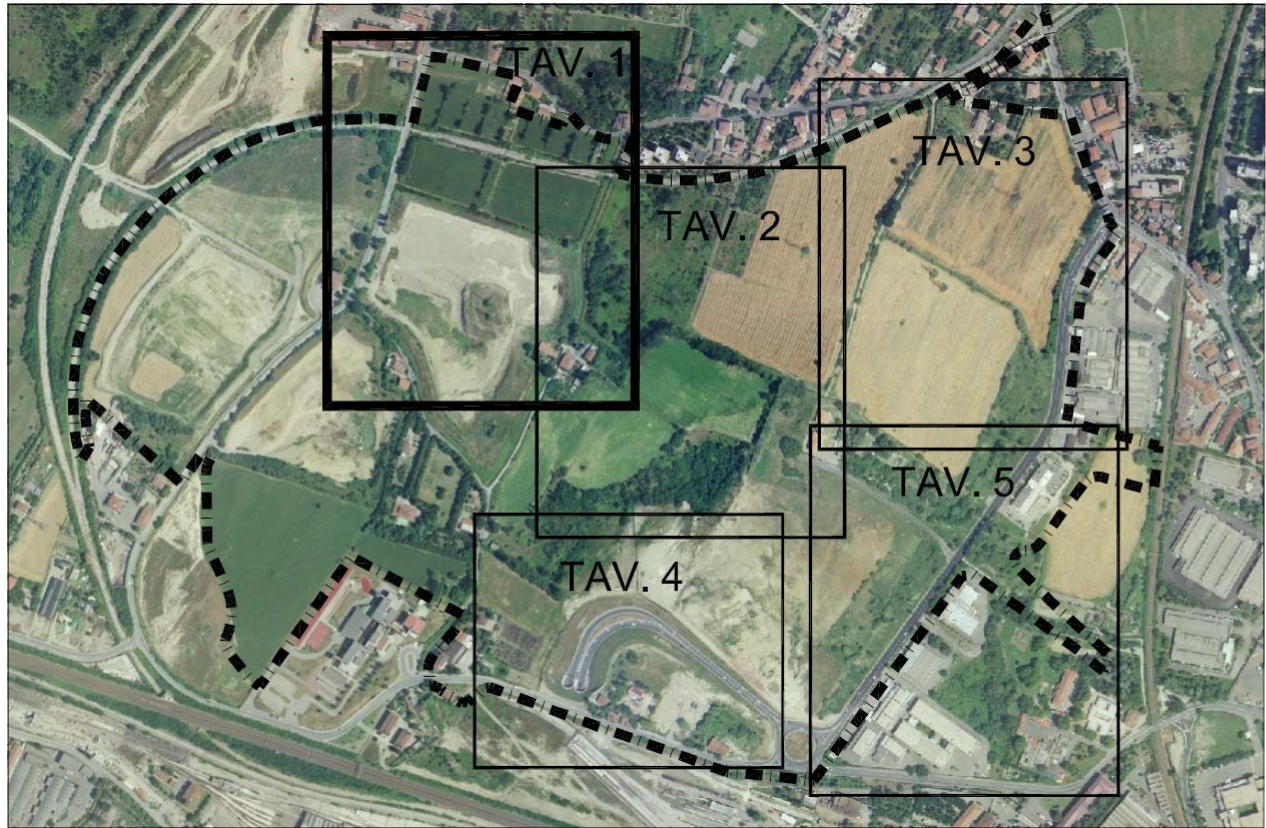
³ Appartengono a questa tipologia i soggetti arborei con altezze totali e diametri del tronco significativi, che si vengono a trovare in posizione isolata nelle aree esaminate. Per le loro forme e dimensioni, rilevanti sono elementi caratterizzanti il territorio stesso. La loro presenza infatti, sta a significare che si tratta di piante che hanno trovato un ambiente ideale per svolgere le loro funzioni vitali e proprio per questo hanno resistito nel tempo alla pressione antropica (attività agricola e attività estrattive di cava). Notevoli esempi di questa tipologia sono la Farnia che si trova nelle vicinanze del ristorante da "Franco" sulla tavola "Cava" e la Farnia presente nelle vicinanze della "casa degli Svizzeri" nella tavola "Svizzeri".

⁴ Con questo termine, sono state descritte quelle aree dove la vegetazione spontanea (*Acer campestre*, *Prunus spinosa*, *Cornus sanguinea* ecc.) o spontaneizzata (ad esempio *Robinia pseudoacacia*, *Ailanto*) ha costituito dei gruppi molto fitti di individui. La formazione di queste associazioni vegetali è determinata dall'abbandono, in quei luoghi, dell'attività dell'uomo (coltivazioni, cave dimesse), per cui dapprima si instaurano le specie "pioniere" e poi col passare del tempo, se l'ambiente non viene alterato dall'uomo stesso, si ristabilisce la flora naturale, che in questo caso (Pianura Padana) è rappresentata da boschi di Farnie, Olmi e Pioppi. Esempi tipici sono le macchie presenti nella tavola "Sottopasso" (cava dismessa) e nella tavola "Svizzeri" (terreni non più coltivati).

- *TC - tavola svizzeri* (zona a nord, che prende il nome dall'edificio detto "casa degli Svizzeri");
- *TS - tavola sottopasso* (zona a sud, caratterizzata dall'arteria viaria sotterranea che si diparte da via del Lazzaretto);
- *CA - tavola cava* (zona a ovest, le ultime ad essere oggetto di attività estrattive).

Img. 4.4 - Rilievo delle alberature – Tavola 1

FOTO AEREA - Quadro d'unione



N°	Specie	Punto di riferimento	m			Classe	Note
			Dist.	Altezza	Circonf.		
C A 1	Prunus avium	bordo siepe	4,5	8,00	0,50	B-C	varietà innestata da frutto
C A 2	Acer campestre	bordo siepe	18	5,00	0,50	C	
C A 3	Populus nigra	bordo siepe	21,5	10,00	1,40	C-D	
C A 4	Acer campestre	bordo siepe	33	4,00	0,60	D	
C A 5	Acer campestre	bordo siepe	36,5	4,00	0,50	D	
C A 6	Acer campestre	bordo siepe	40,5	6,00	0,60	D	
C A 7	Prunus spinosa	bordo siepe	44,5	6,00	0,50	C	
C A 8	Acer campestre	bordo siepe	48	6,00	0,60	C-D	
C A 9	Populus nigra	bordo siepe	55,5	10,00	1,15	C-D	
C A 10	Populus nigra	bordo siepe	62,5	10,00	1,50	C	
C A 11	Prunus avium					E	completamente devitalizzato
C A 12	Ulmus minor	ciglio scolina	1	7,00	0,60	C-D	
C A 13	Acer campestre	ciglio scolina	5	6,00	0,70	C-D	
C A 14	Acer campestre	ciglio scolina	8,7	4,00	0,60	C-D	
C A 15	Acer campestre	ciglio scolina	16,2	7,00	0,60	C-D	
C A 16	Ulmus minor	ciglio scolina	19,7	6,00	0,65	C-D	
C A 17	Acer campestre	ciglio scolina	23,9	4,00	0,30	C-D	
C A 18	Acer campestre	ciglio scolina	31,30	4,00	0,80	E	completamente devitalizzato
C A 19	Acer campestre	ciglio scolina	35,40	7,00	0,70	C-D	
C A 20	Acer campestre	ciglio scolina	39,80	7,00	0,50	C-D	
C A 21	Acer campestre	ciglio scolina	43,40	7,00	0,60	C-D	
C A 22	Populus nigra	ciglio scolina	47,00	14,00	1,60	B	
C A 23	Corylus avellana				ceppaia	B	
C A 24	Populus nigra	ciglio scolina	8,00	10,00	1,35	B-C	
C A 25	Populus nigra	ciglio scolina	11,30	10,00	1,30	B-C	
C A 26	Acer campestre	ciglio scolina	25,70	7,00	0,80	D	
C A 27	Salix	ciglio scolina	33,20	6,00	1,00	C	
C A 28	Salix	ciglio scolina	37,10	3,50	1,20	E	completamente devitalizzato
C A 29	Pyrus communis	ciglio scolina		3,00	0,25	A	varietà innestata da frutto
C A 30	Populus nigra	ciglio scolina	4,2	12,00	1,30	B-C	
C A 31	Populus nigra	ciglio scolina	9	12,00	1,20	B-C	
C A 32	Populus nigra	ciglio scolina	12,6	10,00	1,20	B-C	
C A 33	Acer campestre	ciglio scolina	15,8	7,00	0,60	C	
C A 34	Salix	ciglio scolina	19	7,00	0,70	C	
C A 35	Salix	ciglio scolina	23,3	7,00	0,60	B-C	
C A 36	Populus nigra	ciglio scolina	31,3	10,00	1,30	B-C	
C A 37	Populus nigra	ciglio scolina	35,3	11,00	1,20	B-C	
C A 38	Populus nigra	ciglio scolina	39	12,00	1,30	B-C	
C A 39	Diospyros kaki			8,00	0,70	B	
C A 40	Diospyros kaki			7,00	0,40	B	
C A 41	Prunus avium			9,00	1,30	C	varietà innestata da frutto, devitalizzato sulla chioma
C A 42	Populus nigra	ciglio scolina	4,1	11,00	1,40	B-C	
C A 43	Populus nigra	ciglio scolina	11,4	11,00	1,40	B-C	
C A 44	Ulmus minor	ciglio scolina	15,5	9,00	0,60	C	
C A 45	Acer campestre	ciglio scolina	30,1	6,00	0,60	C	
C A 46	Acer campestre	ciglio scolina	34	5,00	0,60	C	
C A 47	Populus nigra			12,00	1,40	B-C	

N°	Specie	Punto di riferimento	m			Classe	Note
			Dist.	Altezza	Circonf.		
C A 48	Prunus domestica	ciglio scolina	7,4	2,50	0,20	B-C	varietà innestata da frutto
C A 49	Prunus domestica	ciglio scolina	10	2,50	0,20	B-C	varietà innestata da frutto
C A 50	Populus nigra	ciglio scolina	14,2	11,00	1,35	B-C	
C A 51	Acer campestre	ciglio scolina	21,3	7,00	0,70	D	grossa cavità sul tronco con carie
C A 52	Populus nigra	ciglio scolina	36,2	10,00	1,20	B-C	
C A 53	Acer campestre	ciglio scolina	8,1	5,00	0,70	C-D	
C A 54	Populus nigra	ciglio scolina	15,7	11,00	1,50	B-C	
C A 55	Populus nigra	ciglio scolina	23	11,00	1,40	B-C	
C A 56	Populus nigra	ciglio scolina	27,5	11,00	1,20	B-C	
C A 57	Populus nigra	ciglio scolina	31,2	11,00	1,20	B-C	
C A 58	Populus nigra	ciglio scolina	35	11,00	1,30	B-C	
C A 59	Populus nigra	ciglio scolina	3,3	10,00	1,35	B-C	
C A 60	Salix	ciglio scolina	5,8	8,00	0,80	C	
C A 61	Acer campestre	ciglio scolina	9	4,50	0,60	E	completamente devitalizzato
C A 62	Populus nigra	ciglio scolina	12,8	11,00	1,20	B-C	
C A 63	Populus nigra	ciglio scolina	17	10,50	1,30	C	cavità sul tronco con carie
C A 64	Acer campestre	ciglio scolina	20,5	7,00	0,75	C	
C A 65	Populus nigra	ciglio scolina	28	10,00	1,40	B-C	
C A 66	Acer campestre	ciglio scolina	31,6	7,00	0,70	C	
C A 67	Acer campestre	ciglio scolina	4	6,00	0,70	C-D	
C A 68	Salix	ciglio scolina	7,5	10,00	1,00	B-C	
C A 69	Acer campestre	ciglio scolina	11,7	7,00	0,60	C	
C A 70	Acer campestre	ciglio scolina	15,6	3,50	0,55	E	completamente devitalizzato
C A 71	Acer campestre	ciglio scolina	19,7	7,00	0,60	C	
C A 72	Populus nigra	ciglio scolina	26,8	13,00	1,40	B-C	
C A 73	Prunus avium			3,50	0,30	B	
C A 74	Acer campestre			3,50	0,40	B	
C A 75	Acer campestre			4,00	0,40	B	
C A 76	Ulmus minor			3,00	0,25	B	
C A 77	Acer pseudoplatanus			4,00	0,40	B	
C A 78	Prunus armeniaca	ciglio scolina	5	6,00	1,50	C-D	varietà innestata da frutto
C A 79	Prunus armeniaca	ciglio scolina	8,8	7,00	1,00	C	varietà innestata da frutto
C A 80	Prunus armeniaca	ciglio scolina	20	7,00	1,00	C	varietà innestata da frutto
C A 81	Platanus x acerifolia			8,00	1,60	B	
C A 82	Platanus x acerifolia			8,00	1,60	B	
C A 83	Acer negundo			5,00	1,30	C-D	
C A 84	Acer negundo			5,00	1,30	C-D	
C A 85	Acer negundo			5,00	1,30	C-D	
C A 86	Robinia pseudoacacia			5,00	1,30	C-D	
C A 87	Robinia pseudoacacia			5,00	1,30	C-D	
C A 88	Populus nigra var. italica			11,00	1,00	C-D	
C A 89	Aesculus hippocastanum			16,00	2,60	C	
C A 90	Aesculus hippocastanum			16,00	2,00	C-D	grossa cavità basale
C A 91	Aesculus hippocastanum			16,00	2,40	C	
C A 92	Quercus robur			18,00	3,00	B-C	
C A 93	Quercus robur			18,00	1,80	C-D	devitalizzazioni sulla chioma

Rielaborazione tavole Studio Associato "RES AGRARIA"

TAVOLA 1



LEGENDA

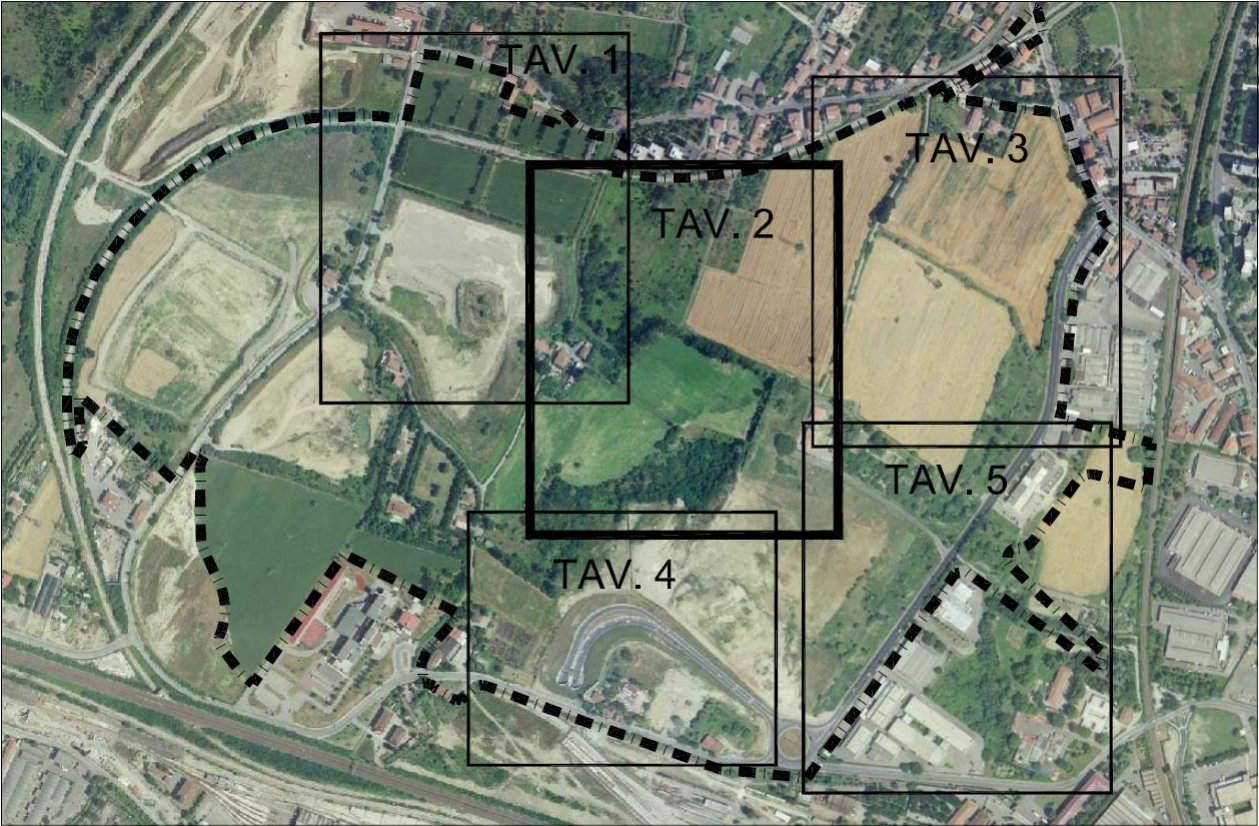
- ALBERATURE IN TABELLA
- ALBERATURE FUORI TABELLA
- ALBERATURE VINCOLATE
- ALBERATURE DEVITALIZZATE

SIGLE DA STUDIO "RES AGRARIA"

- CA - Tavola Cava
- TC - Tavola Svizzeri
- TI - Tavola Ingegneria
- TS - Tavola Sottopasso

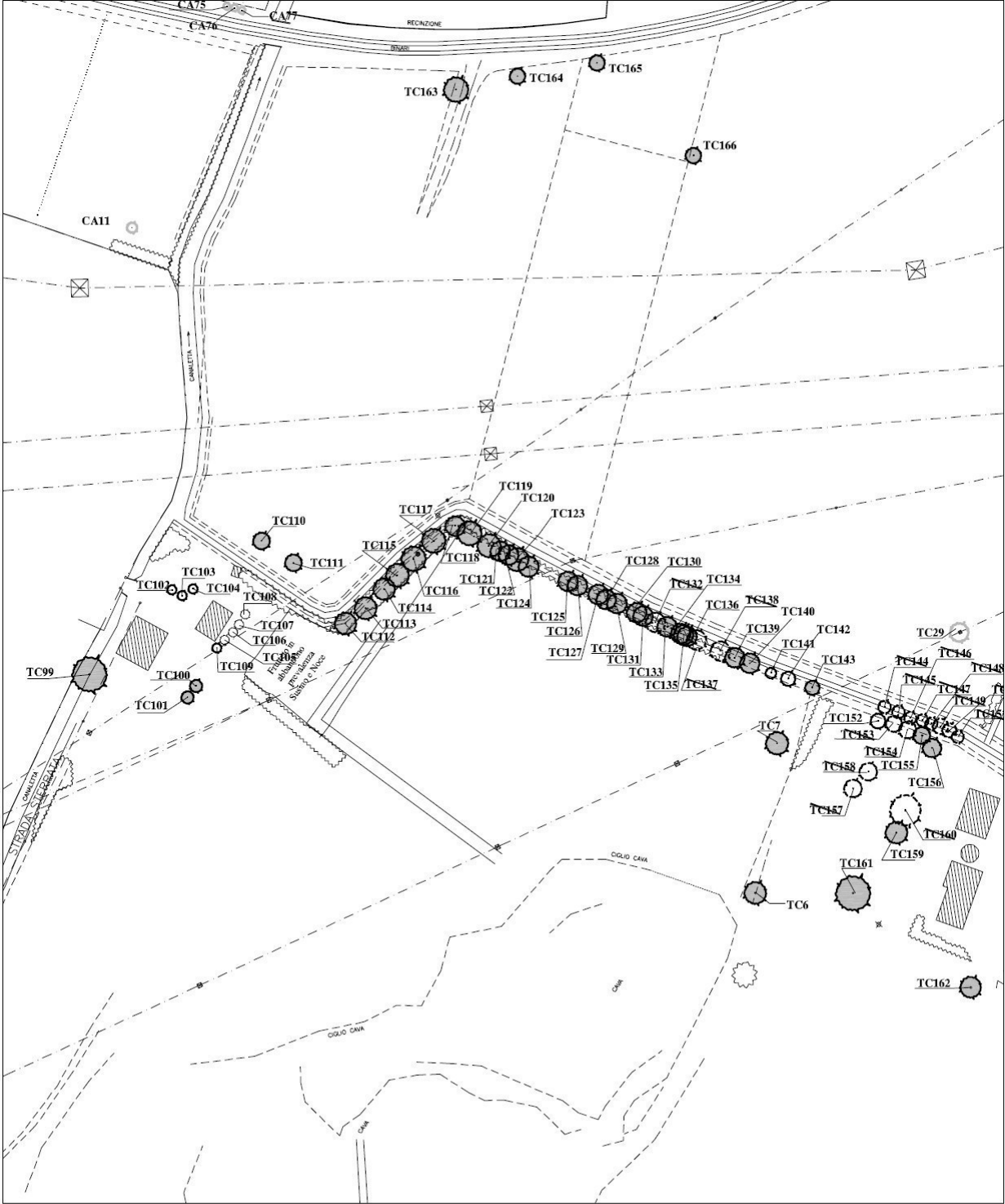
Img. 4.5 - Rilievo delle alberature – Tavola 2

FOTO AEREA - Quadro d'unione



N°	Specie	Punto di riferimento	m	Classe	Note
T C 6	Quercus robur		12,00	B	soggetto ricoperto di edera per il 20%
T C 7	Populus nigra		18,00	C-D	inclinato
T C 99	Quercus robur	bordo canale	18,00	B-C	inclinato oltre 20°
T C 100	Populus nigra var. italica		22,00	C	soggetti molto maturi - devitalizzazioni estese
T C 101	Populus nigra var. italica		21,00	C	soggetti molto maturi - devitalizzazioni estese
T C 102	Cupressus arizonica		14,00	B	lievi scortecciature del tronco
T C 103	Cupressus arizonica		12,00	B	
T C 104	Cupressus arizonica		11,00	B	
T C 105	Acer spp.	parete sud edificio	5,8	C	ceppaia
T C 106	Acer spp.	parete sud edificio	5,8	C	ceppaia
T C 107	Acer spp.	parete sud edificio	5,7	C	ceppaia
T C 108	Acer spp.	parete sud edificio	5,4	C	ceppaia
T C 109	Tilia hybrida	spigolo edificio	2,2-1,5	C-D	grave lesione al tronco
T C 110	Populus nigra		14,00	B-C	
T C 111	Populus nigra		14,00	B-C	
T C 112	Populus nigra		22,00	C-D	grossa cavità basale
T C 113	Populus nigra		22,00	C-D	codominanza alla base (doppio tronco)
T C 114	Populus nigra		20,00	B-C	danni da capilozzature
T C 115	Populus nigra		22,00	C	soggetto ricoperto di edera per il 70%
T C 116	Populus nigra		22,00	C	soggetto ricoperto di edera per il 70% - inclinato di 15°
T C 117	Populus nigra		20,00	C	soggetto ricoperto di edera per il 70%
T C 118	Populus nigra		19,00	C	grossa cavità basale - inclinato di 10°
T C 119	Populus nigra		22,00	C	soggetto ricoperto di edera per il 70% - inclinato di 10°
T C 120	Populus nigra		23,00	B-C	soggetto ricoperto di edera per il 70% - inclinato di 5°
T C 121	Populus nigra		18,00	C-D	codominanza alla base (doppio tronco) - edera per il 90%
T C 122	Populus nigra		22,00	D-E	grossa cavità basale con carie - edera per il 70%
T C 123	Populus nigra		22,00	C	edera per il 90%
T C 124	Populus nigra		21,00	C	grossa cavità basale con carie - edera per il 50%
T C 125	Populus nigra		22,00	C	soggetto ricoperto da edera per il 40% - inclinato di 5°
T C 126	Populus nigra		18,00	C	soggetto ricoperto da edera per il 30% - branca lesionata
T C 127	Populus nigra		20,00	C-D	codominanza alla base (doppio tronco)
T C 128	Populus nigra		22,00	B-C	soggetto ricoperto da edera per il 30% - inclinato di 5°
T C 129	Populus nigra		22,00	C	
T C 130	Populus nigra		23,00	C	cavità basale con carie - edera per il 50%
T C 131	Populus nigra		22,00	C	soggetto ricoperto di edera per il 10%
T C 132	Populus nigra		19,00	D-E	codominanza alla base (doppio tronco) - gravi devitalizzazioni

TAVOLA 2



LEGENDA

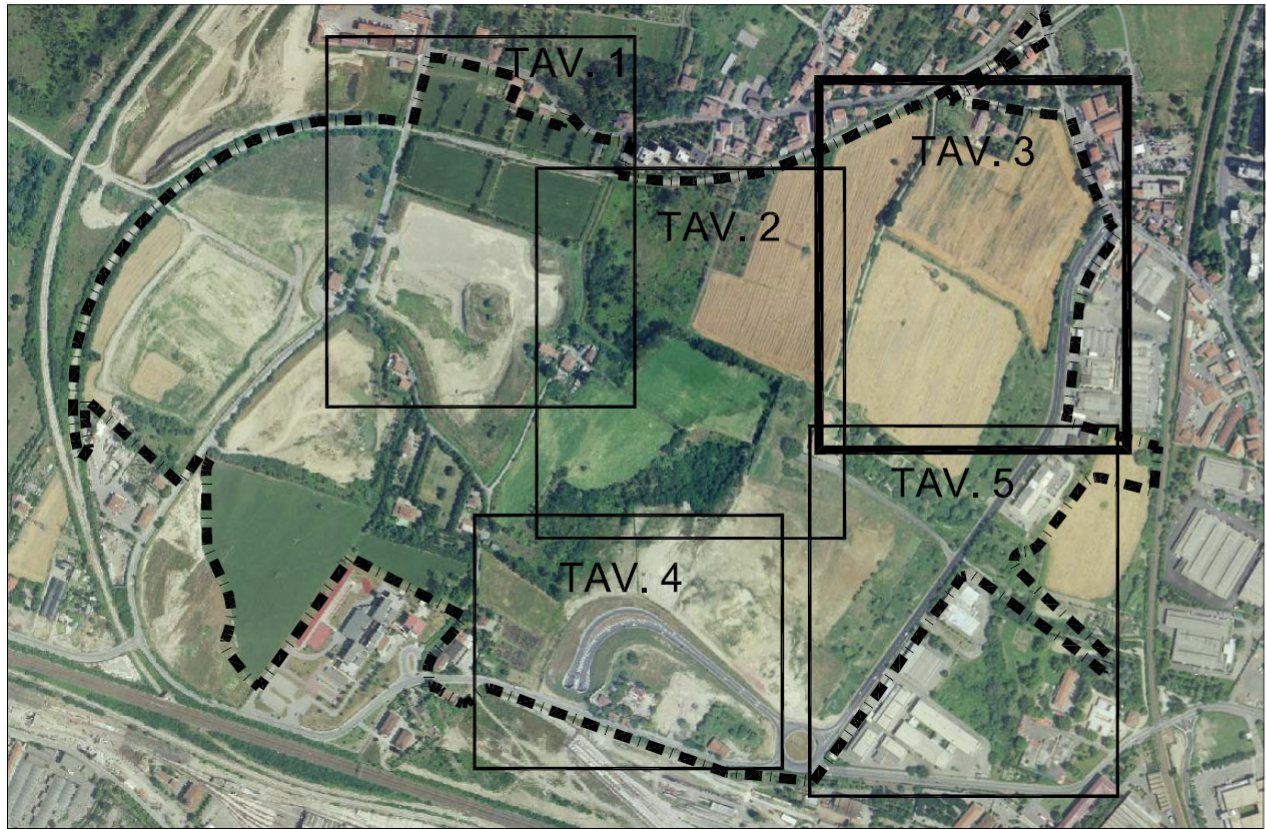
- ALBERATURE IN TABELLA
 ○ ALBERATURE FUORI TABELLA
- ALBERATURE VINCOLATE
 ○ ALBERATURE DEVITALIZZATE

SIGLE DA STUDIO "RES AGRARIA"

- CA - Tavola Cava
- TC - Tavola Svizzeri
- TI - Tavola Ingegneria
- TS - Tavola Sottopasso

Rilaborazione tavole Studio Associato "RES AGRARIA"

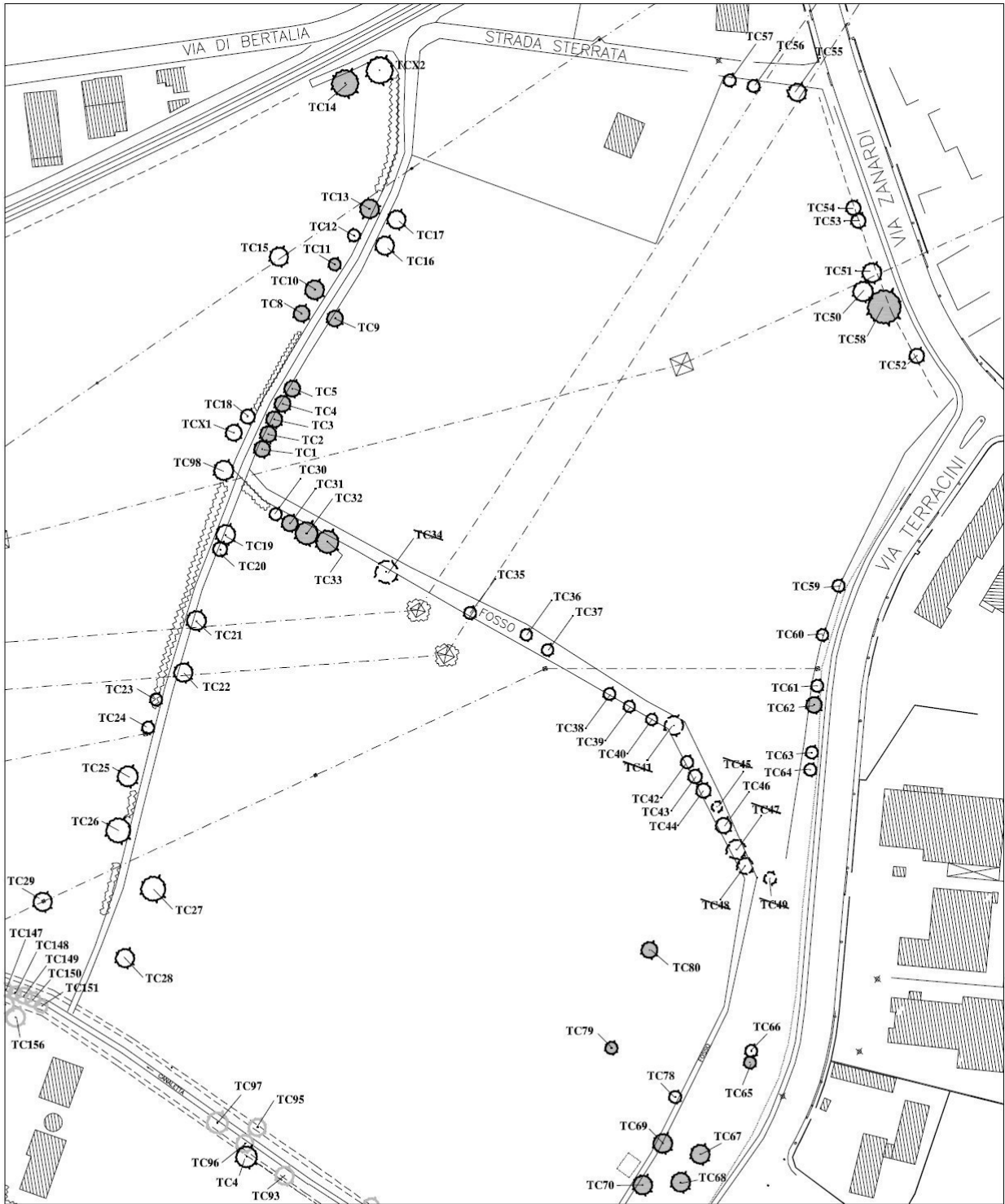
Img. 4.6 - Rilievo delle alberature – Tavola 3
 FOTO AEREA - Quadro d'unione



N°	Specie	Punto di riferimento	Dist.	Altezza	Circonf.	Classe	note
T C 1	Quercus robur			15,00	2,15	C-D	carle sul tronco
T C 2	Quercus robur	T C 1	8,0	7,00	0,80	C	lesioni al tronco
T C 3	Quercus robur	T C 1	11,8	16,00	1,90	B	alcuni seccumi sui rami
T C 4	Quercus robur	T C 1	16,3	18,00	2,80	B	alcuni seccumi sui rami
T C 5	Quercus robur	T C 1	18,8	15,00	1,90	B-C	Inclinato leggermente
T C 8	Quercus robur			13,00	1,10	A-B	
T C 9	Acer campestre			10,00	1,20	B	branca sporgente
T C 10	Quercus robur			10,00	1,00	A-B	
T C 11	Quercus robur			10,00	1,50	D	soggetto rispetto di edera per l'80%, secume diffuso
T C 12	Quercus robur			8,00	0,60	B-C	deviata per competizione
T C 13	Quercus robur			10,00	1,05	B	leggermente inclinato
T C 14	Quercus robur			22,00	2,90	C-D	soggetto ricoperto di edera per il 90%
T C 15	Ulmus minor					ceppaia	
T C 16	Ulmus minor					ceppaia	
T C 17	Crataegus oxyacantha					ceppaia	
T C 18	Sambucus nigra					ceppaia	
T C 19	Robinia pseudoacacia					ceppaia	
T C 20	Sambucus nigra					ceppaia	
T C 21	Mespilus germanica		5,00		0,70	C	decadimento fisiologico
T C 22	Ulmus minor					ceppaia	
T C 23	Ulmus minor					ceppaia	
T C 24	Ulmus minor					ceppaia	
T C 25	Ulmus minor					ceppaia	
T C 26	Ulmus minor					ceppaia	
T C 27	Ulmus minor					ceppaia	
T C 28	Ulmus minor					ceppaia	
T C 29	Ulmus minor					ceppaia	
T C 30	Salix spp.			12,00		ceppaia	
T C 31	Salix spp.			12,00	1,20	D	seccumi diffusi e degradazioni estese del legno
T C 32	Salix spp.			12,00	1,80	D	seccumi diffusi e degradazioni estese del legno
T C 33	Salix spp.			12,00	1,50	D	seccumi diffusi e degradazioni estese del legno
T C 34	Salix spp.			12,00	1,80	E	completamente devitalizzato
T C 35	Prunus spinosa					ceppaia	seccumi diffusi e degradazioni estese del legno
T C 36	Salix spp.			6,00		ceppaia	seccumi diffusi e degradazioni estese del legno
T C 37	Salix spp.			6,00		ceppaia	seccumi diffusi e degradazioni estese del legno
T C 38	Salix spp.			10,00		ceppaia	seccumi diffusi e degradazioni estese del legno

N°	Specie	Punto di riferimento	Dist.	Altezza	Circonf.	Classe	note
T C 39	Salix spp.			10,00		ceppaia	seccumi diffusi e degradazioni estese del legno
T C 40	Salix spp.			12,00		ceppaia	seccumi diffusi e degradazioni estese del legno
T C 41	Salix spp.			15,00	1,50	D	seccumi diffusi e degradazioni del legno estese
T C 42	Salix spp.			12,00		ceppaia	seccumi diffusi e degradazioni del legno estese
T C 43	Salix spp.			14,00		ceppaia	seccumi diffusi e degradazioni del legno estese
T C 44	Salix spp.			10,00		ceppaia	seccumi diffusi e degradazioni del legno estese
T C 45	Salix spp.			3,00	1,50	E	completamente devitalizzato, tronco spezzato a 2 m d'altezza
T C 46	Salix spp.			15,00		ceppaia	seccumi diffusi e degradazioni del legno estese
T C 47	Salix spp.			15,00	1,80	D	seccumi diffusi e degradazioni del legno estese
T C 48	Salix spp.			15,00	1,20	D	seccumi diffusi e degradazioni del legno estese
T C 49	Salix spp.					E	completamente devitalizzato
T C 50	Prunus spinosa					ceppaia	
T C 51	Allanthus altissima					ceppaia	
T C 52	Prunus spinosa					ceppaia	
T C 53	Acer campestre					ceppaia	
T C 54	Prunus spinosa					ceppaia	
T C 55	Robinia pseudoacacia					ceppaia	
T C 56	Robinia pseudoacacia					ceppaia	
T C 57	Ulmus minor					ceppaia	
T C 58	Populus nigra			23,00	2,90	C	
T C 59	Robinia pseudoacacia					ceppaia	
T C 60	Ulmus minor					ceppaia	
T C 61	Acer negundo					ceppaia	
T C 62	Platanus x acerifolia			8,00	0,80	B-C	presenza di capicollature sulle branche
T C 63	Acer negundo			5,00	0,40	B	leggermente inclinato
T C 64	Acer negundo			5,00	0,40	B	
T C 65	Ulmus minor			10,00	0,75	A-B	presenza di dicotomia basale
T C 66	Ulmus minor			9,00	0,60	B-C	degradazioni sul fusto
T C 67	Populus nigra			15,00	1,20	B-C	presenza di ricacci alla base del tronco
T C 68	Populus nigra			18,00	1,50	C	soggetto ricoperto di edera per il 25%
T C 69	Populus nigra			19,00	1,50	B-C	presenza di ricacci alla base del tronco
T C 70	Populus nigra var. Italica			23,00	1,50	B-C	presenza di ricacci alla base del tronco
T C 78	Picea abies excelsa			4,00	0,40	A-B	lesioni alla base del fusto
T C 79	Prunus armeniaca			6,00	1,20	B-C	
T C 80	Ulmus minor			14,00	0,90	B-C	
T C 98	Robinia pseudoacacia					B	

TAVOLA 3



LEGENDA

- ALBERATURE IN TABELLA
- ALBERATURE FUORI TABELLA

- ALBERATURE VINCOLATE
- ALBERATURE DEVITALIZZATE

SIGLE DA STUDIO "RES AGRARIA"

- CA - Tavola Cava
- TC - Tavola Svizzera
- TI - Tavola Ingegneria
- TS - Tavola Sottopasso

Rielaborazione tavole Studio Associato "RES AGRARIA"

Img. 4.7 - Rilievo delle alberature – Tavola 4
 FOTO AEREA - Quadro d'unione

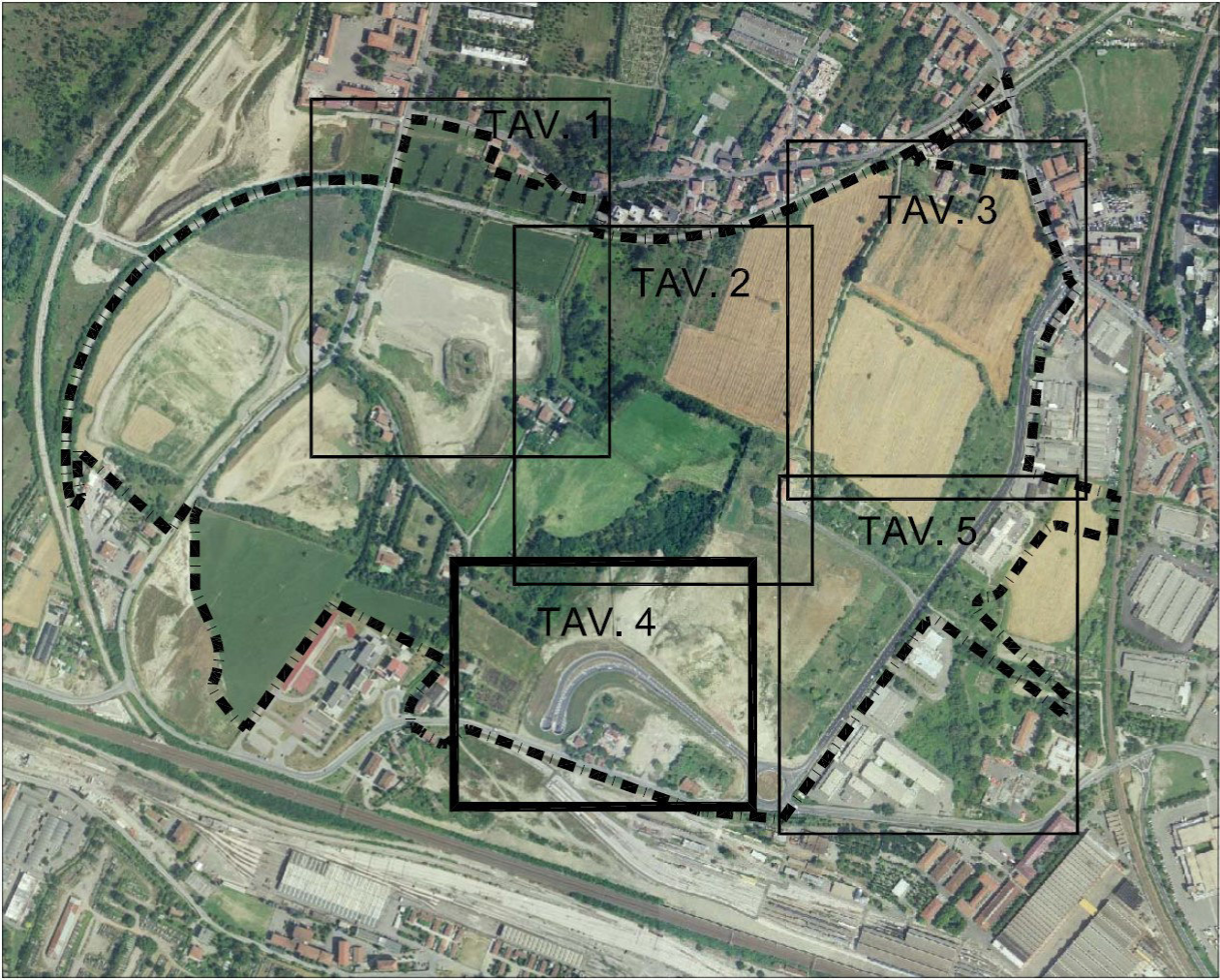
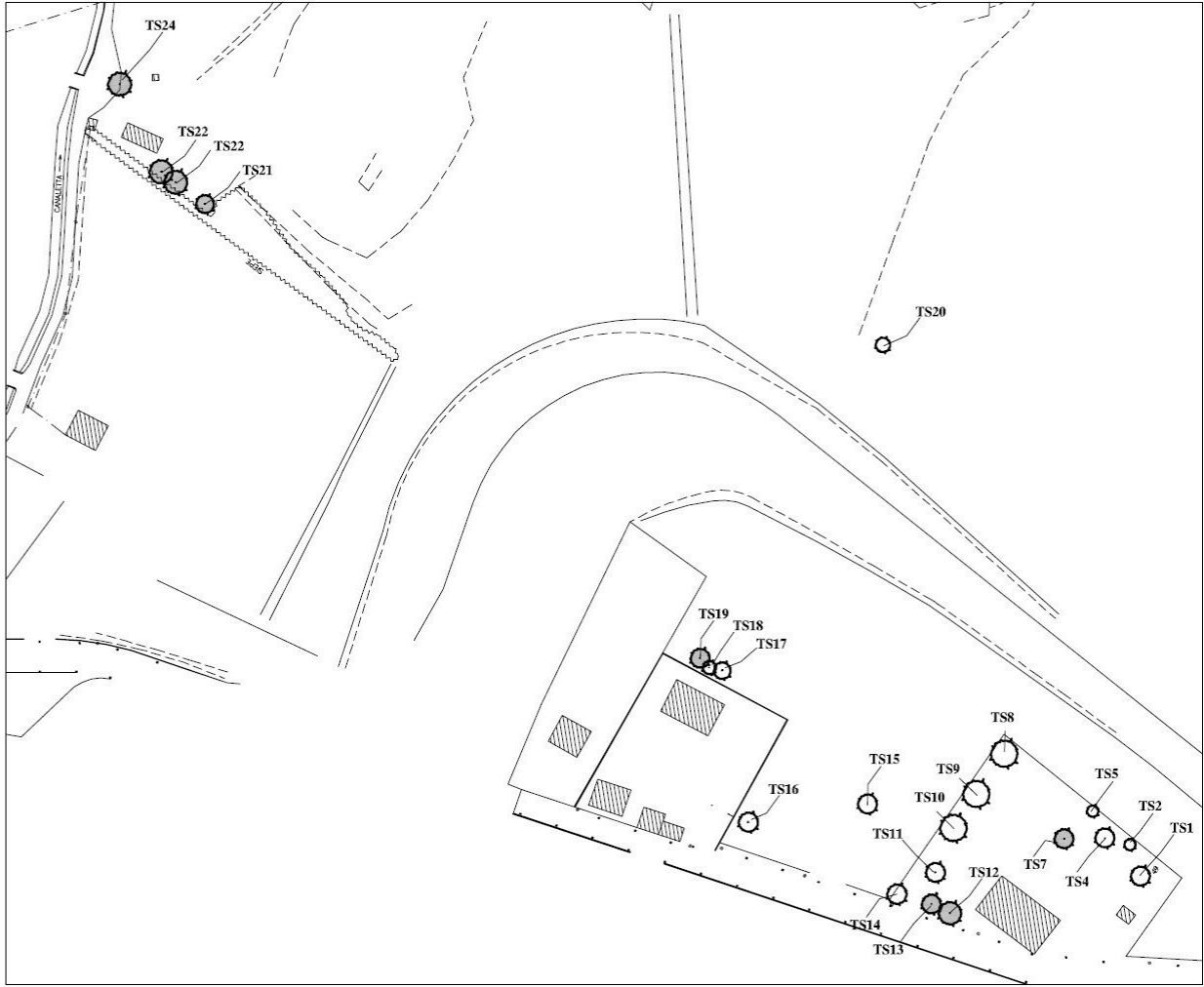


TAVOLA 4



N°	Specie	Punto di riferimento	m			Classe	Note
			Dist.	Altezza	Circonf.		
T S 1	Salix spp.			15,00	ceppaia	B-C	
T S 2	Salix spp.			10,00	1,10	B-C	
T S 3	Sambucus nigra			4,00	ceppaia	B	
T S 4	Ficus carica				ceppaia	B	
T S 5	Prunus spinosa				ceppaia	B	
T S 6	Populus nigra			2,00	0,08	B	gruppo di pioppelle piantumate in sequenza molto ravvicinata
T S 7	Quercus robur			10,00	1,20	A	
T S 8	Salix spp.			12,00	ceppaia	B-C	
T S 9	Salix spp.			15,00	ceppaia	B-C	
T S 10	Salix spp.			15,00	ceppaia	B-C	
T S 11	Salix spp.			15,00	1,00	B-C	leggermente inclinato
T S 12	Populus nigra			15,00	1,20	B-C	
T S 13	Populus nigra			13,00	0,80	B-C	leggermente inclinato
T S 14	Robinia pseudoacacia			11,00	ceppaia	B-C	serie di esemplari in gruppo molto ravvicinati
T S 15	Salix spp.			15,00	ceppaia	C-D	lesioni alla base dei ceppi
T S 16	Allanthus altissima			7,00	0,90	C-D	grossa ferita sul tronco - probabile carie interna
T S 17	Tilia Hyb.			8,00	0,60	B	
T S 18	Tilia Hyb.			4,50	0,50	B-C	inserita in maniera troppo ravvicinata tra TS 17 e TS 19
T S 19	Tilia Hyb.			9,00	1,10	B	
T S 20	Prunus spinosa			5,00	ceppaia	C-D	radici scalzate da operazioni di lavorazione del terreno - devitalizzazioni chioma
T S 21	Populus nigra var.italica			23,00	1,50	C-D	edera sul tronco
T S 22	Populus nigra var.italica			25,00	1,50	C	molto vicino al 23
T S 23	Populus nigra var.italica			25,00	1,80	C	molto vicino al 22
T S 24	Populus nigra			22,00	1,90	C-D	con riporto di terra alla base del tronco

LEGENDA

ALBERATURE IN TABELLA

ALBERATURE VINCOLATE

ALBERATURE FUORI TABELLA

ALBERATURE DEVITALIZZATE

SIGLE DA STUDIO "RES AGRARIA"

CA - Tavola Cava

TC - Tavola Svizzeri

TI - Tavola Ingegneria

TS - Tavola Sottopasso

Rielaborazione tavole Studio Associato "RES AGRARIA"

Img. 4.8 - Rilievo delle alberature – Tavola 5

FOTO AEREA - Quadro d'unione

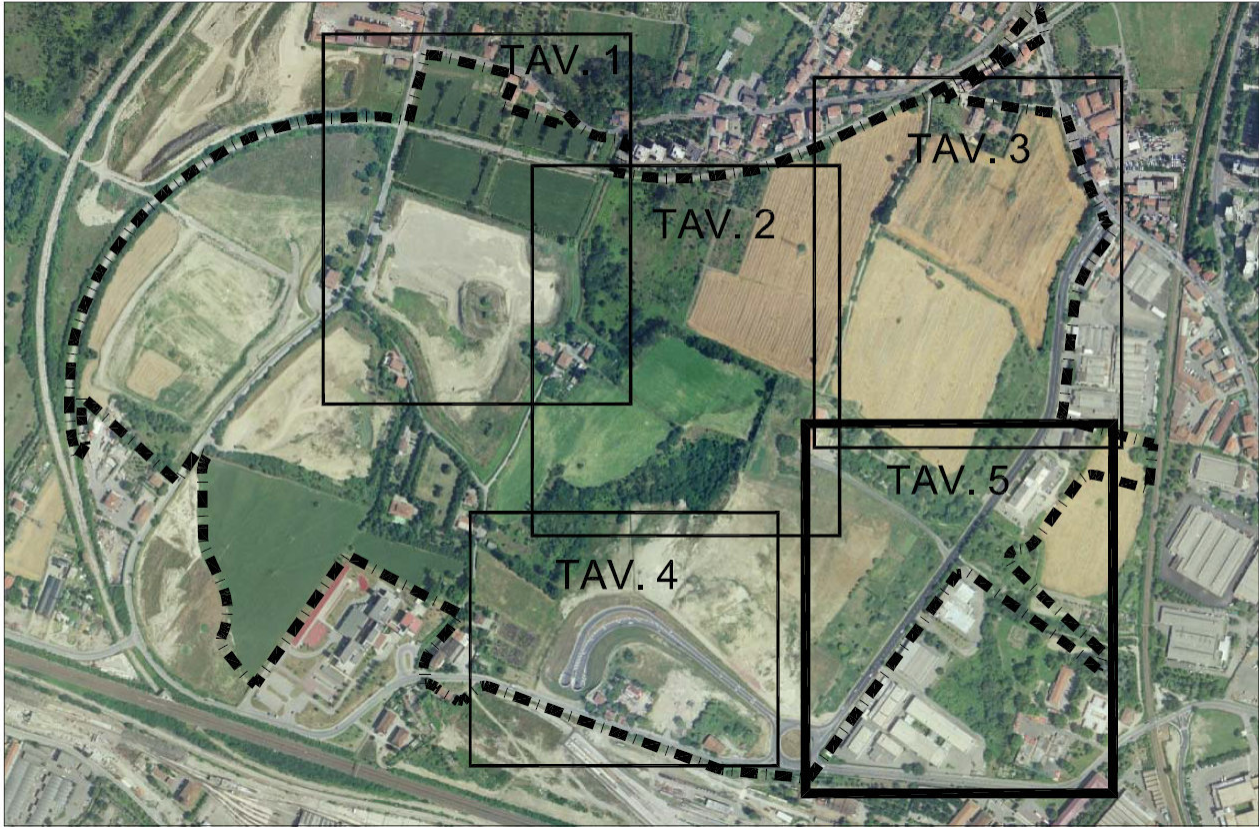
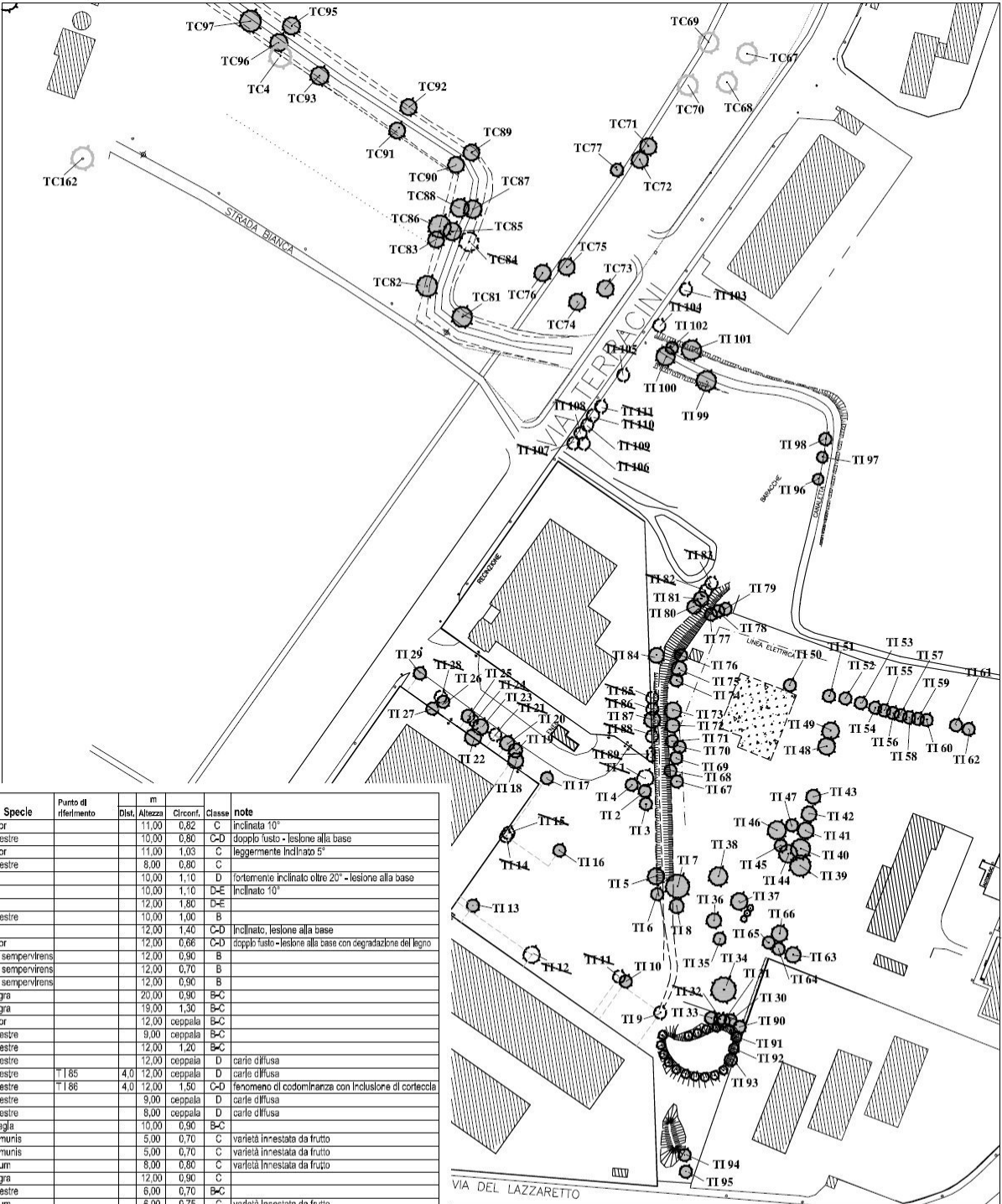


TAVOLA 5



N°	Specie	Punto di riferimento	Dist.	Altezza	Circonf.	Classe	note
T C 71	Salix spp.		11,00	0,90	C-D		evidenti capizazzature alle branche
T C 72	Salix spp.		11,00	1,35	C-D		evidenti capizazzature alle branche
T C 73	Robinia pseudoacacia		13,00	1,00	B-C		
T C 74	Salix spp.		13,00	1,20	C		
T C 75	Robinia pseudoacacia		15,00	1,20	B-C		diminuzione della vitalità biologica - fenomeni di ridereazione
T C 76	Salix spp.		12,00	1,00	B		
T C 77	Prunus sibirica		5,00	0,90	B		leggermente inclinato
T C 81	Prunus avium		10,00	1,30	B-C		varietà innestata da fusto - soggetto fessurato da edera per il 30%
T C 82	Quercus robur		10,00	1,25	B-C		lesioni sulle branche - edera per il 20 %
T C 83	Prunus avium		9,00	0,80	B-C		
T C 84	Acer spp.		11,00	0,90	C-D		codominanza alla base (doppio tronco) - edera per il 60% - radici diffranti
T C 85	Ulmus minor		10,00	0,80	B-C		edera per il 60%
T C 86	Prunus avium		12,00	2,20	B-C		edera per il 70%
T C 87	Acer spp.		9,00	1,20	D		edera per il 90%
T C 88	Ulmus minor		12,00	0,90	B-C		edera per il 30% - ferita alla base del fusto
T C 89	Acer spp.		8,00	0,80	D-E		gravi devitalizzazioni sulla chioma
T C 90	Acer spp.		9,00	0,90	D-E		gravi devitalizzazioni sulla chioma - edera per il 90%
T C 91	Quercus robur		9,00	1,10	C-D		ferite sul tronco
T C 92	Quercus robur		8,00	1,00	C-D		inclinato oltre 20° - ferite sui rami
T C 93	Ulmus minor		11,00	1,30	B		ferite alla base del tronco - edera per il 10%
T C 94	Quercus robur		13,00	1,70	B		edera per il 10%
T C 95	Acer spp.		10,00	0,90	B		
T C 96	Acer spp.		11,00	1,05	B		edera per il 10%
T C 97	Quercus robur		12,00	1,30	B		edera per il 10%
T 11	Acer campestre		8,00	1,00	D		edera per il 90% - cavo alla base
T 12	Acer campestre		9,00	0,90	C-D		edera per il 90%
T 13	Acer campestre		8,00	0,70	D-E		edera per il 100% - quasi completamente devitalizzato
T 14	Ulmus minor		8,00	0,33-0,33	B-C		codominanza alla base (doppio tronco)
T 15	Celtis australis		12,00	1,10	B-C		edera per il 40%
T 16	Acer campestre		10,00	0,65	D-E		doppio tronco all'altezza di 1,80 m
T 17	Populus nigra		25,00	3,30	D-E		edera per il 70% - quasi completamente devitalizzato
T 18	Populus nigra		13,00	0,75	D		ferite multiple con cortecchia squagliata e marcata eterogeneità
T 19	Robinia pseudoacacia		12,00	1,05	D-E		inclinazione maggiore di 20° - rami danneggiati
T 110	Robinia pseudoacacia		9,00	0,65	D		rotture rami
T 111	Robinia pseudoacacia		8,00	0,40	D		rami danneggiati
T 112	Ulmus minor		8,00	0,50	C-D		
T 113	Populus nigra		17,00	1,35	B		
T 114	Populus nigra		12,00	0,90	B-C		molto ravvicinato alla recinzione del fabbricato
T 115	Prunus avium		12,00	0,55	B-C		molto ravvicinato alla recinzione del fabbricato
T 116	Robinia pseudoacacia		7,00	0,65	B-C		
T 117	Populus nigra		11,00	0,65	B		
T 118	Populus alba	muro recinzione	2,0	15,00	1,35	B	
T 119	Populus alba	muro recinzione	0,5	16,00	1,00	B	inclinato 10°
T 120	Populus nigra var. italica	muro recinzione	5,5	18,00	1,15	A	
T 121	Populus nigra	muro recinzione	5,5	10,00	0,50	B	inclinato 5°

Rielaborazione tavole Studio Associato "RES AGRARIA"

N°	Specie	Punto di riferimento	Dist.	Altezza	Circonf.	Classe	note
T 122	Populus alba	muro recinzione	0,1	20,00	1,30	B-C	branca spezzata - ferita aperta a 4 m dal suolo
T 123	Salix spp.	muro recinzione	4,7	14,00	1,35	B	
T 124	Cornus sanguinea	muro recinzione	5,0	3,00	casuglio	B	
T 125	Populus nigra	muro recinzione	5,3	14,00	1,18	B	inclinato 5°
T 126	Populus alba	muro recinzione	4,4	15,00	0,90	B	inclinato 5°
T 127	Populus alba	muro recinzione	0,0	14,00	0,90	B-C	aderente con il tronco al muro di recinzione
T 128	Salix spp.	muro recinzione	5,3	3,50	ceppella	B	
T 129	Robinia pseudoacacia	muro recinzione	8,0	10,00	0,70	B	inclinato 5°
T 130	Populus alba		15,00	0,92	D		doppio tronco all'altezza del suolo
T 131	Populus alba		15,00	0,82	B-C		
T 132	Populus alba		15,00	0,55	B-C		
T 133	Populus alba		15,00	0,90	B-C		
T 134	Populus nigra var. italica		28,00	2,90	B-C		
T 135	Platanus x acerifolia		16,00	0,75	A		
T 136	Platanus x acerifolia		18,00	1,00	A		
T 137	Platanus x acerifolia		16,00	1,10	A		
T 138	Platanus x acerifolia		20,00	1,30	A		
T 139	Platanus x acerifolia		22,00	1,50	B		edera per il 40%
T 140	Platanus x acerifolia		24,00	1,90	B		edera per il 30%
T 141	Platanus x acerifolia		20,00	1,30	B		
T 142	Platanus x acerifolia		26,00	1,00	B		
T 143	Platanus x acerifolia		18,00	1,10	B		gibbosità sul fusto
T 144	Platanus x acerifolia		20,00	1,20	B		inclinato 5°
T 145	Platanus x acerifolia		15,00	0,70	B		
T 146	Platanus x acerifolia		22,00	1,50	B		
T 147	Platanus x acerifolia		19,00	0,83	B		
T 148	Platanus x acerifolia		22,00	1,75	B		edera per il 50%
T 149	Platanus x acerifolia		22,00	1,50	B		
T 150	Cupressus sempervirens		10,00	1,10	E		devitalizzato
T 151	Cupressus sempervirens		7,00	0,90	B		
T 152	Cupressus sempervirens		8,00	0,90	B		
T 153	Cupressus sempervirens		12,00	1,20	B		
T 154	Cupressus sempervirens		11,00	1,10	B		
T 155	Cupressus sempervirens		8,00	1,00	D-E		chioma parzialmente devitalizzata
T 156	Cupressus sempervirens		10,00	0,80	B		
T 157	Cupressus sempervirens		10,00	0,80	B		
T 158	Cupressus sempervirens		10,00	0,80	B		
T 159	Cupressus sempervirens		12,00	1,00	D		lesione al tronco
T 160	Cupressus sempervirens		13,00	1,00	B		
T 161	Cupressus sempervirens		11,00	1,00	B		
T 162	Cupressus sempervirens		22,00	1,50	A		
T 163	Platanus x acerifolia		12,00	0,72	B		
T 164	Tilia hyb.		15,00	0,90	B		
T 165	Tilia hyb.		15,00	0,90	B		
T 166	Platanus x acerifolia		21,00	1,80	A		

N°	Specie	Punto di riferimento	Dist.	Altezza	Circonf.	Classe	note
T 167	Ulmus minor		11,00	0,82	C		inclinato 10°
T 168	Acer campestre		10,00	0,80	C-D		doppio fusto - lesione alla base
T 169	Ulmus minor		11,00	1,03	C		leggermente inclinato 5°
T 170	Acer campestre		8,00	0,80	C		
T 171	Salix spp.		10,00	1,10	D		fortemente inclinato oltre 20° - lesione alla base
T 172	Salix spp.		10,00	1,10	D-E		inclinato 10°
T 173	Salix spp.		12,00	1,80	D-E		
T 174	Acer campestre		10,00	1,00	B		
T 175	Salix spp.		12,00	1,40	C-D		inclinato, lesione alla base
T 176	Ulmus minor		12,00	0,86	C-D		doppio fusto - lesione alla base con degradazione del legno
T 177	Cupressus sempervirens		12,00	0,90	B		
T 178	Cupressus sempervirens		12,00	0,70	B		
T 179	Cupressus sempervirens		12,00	0,90	B		
T 180	Populus nigra		20,00	0,90	B-C		
T 181	Populus nigra		19,00	1,30	B-C		
T 182	Ulmus minor		12,00	0,90	B-C		
T 183	Acer campestre		9,00	0,90	B-C		
T 184	Acer campestre		12,00	1,20	B-C		
T 185	Acer campestre		12,00	0,90	D		carie diffusa
T 186	Acer campestre		12,00	0,90	D		carie diffusa
T 187	Acer campestre		12,00	1,50	C-D		fenomeno di codominanza con inclusione di cortecchia
T 188	Acer campestre		9,00	0,90	D		carie diffusa
T 189	Acer campestre		8,00	0,90	D		carie diffusa
T 190	Juglans regia		10,00	0,90	B-C		
T 191	Pyrus communis		5,00	0,70	C		varietà innestata da frutto
T 192	Pyrus communis		5,00	0,70	C		varietà innestata da frutto
T 193	Prunus avium		8,00	0,80	C		varietà innestata da frutto
T 194	Populus nigra		12,00	0,90	C		
T 195	Acer campestre		8,00	0,70	B-C		
T 196	Prunus avium		8,00	0,75	C		varietà innestata da frutto
T 197	Prunus avium		7,00	0,80	C		varietà innestata da frutto
T 198	Acer campestre		10,00	0,90	B		
T 199	Salix spp.		12,00	2,00	C-D		molto inclinato - edera per il 50%
T 1100	Salix spp.		12,00	2,20	C-D		edera per il 70% - molto devitalizzato
T 1101	Salix spp.		12,00	1,90	C-D		edera per il 90% - molto devitalizzato
T 1102	Ulmus minor		9,00	1,20	B-C		edera per il 80%
T 1103	Robinia pseudoacacia		10,00	0,90	C		
T 1104	Robinia pseudoacacia		10,00	0,90	C		
T 1105	Robinia pseudoacacia		10,00	0,90	C		
T 1106	Robinia pseudoacacia		10,00	0,90	C		
T 1107	Robinia pseudoacacia		10,00	0,90	C		
T 1108	Robinia pseudoacacia		10,00	0,90	C		
T 1109	Robinia pseudoacacia		10,00	0,90	C		
T 1110	Robinia pseudoacacia		10,00	0,90	C		
T 1111	Robinia pseudoacacia		10,00	0,90	C		

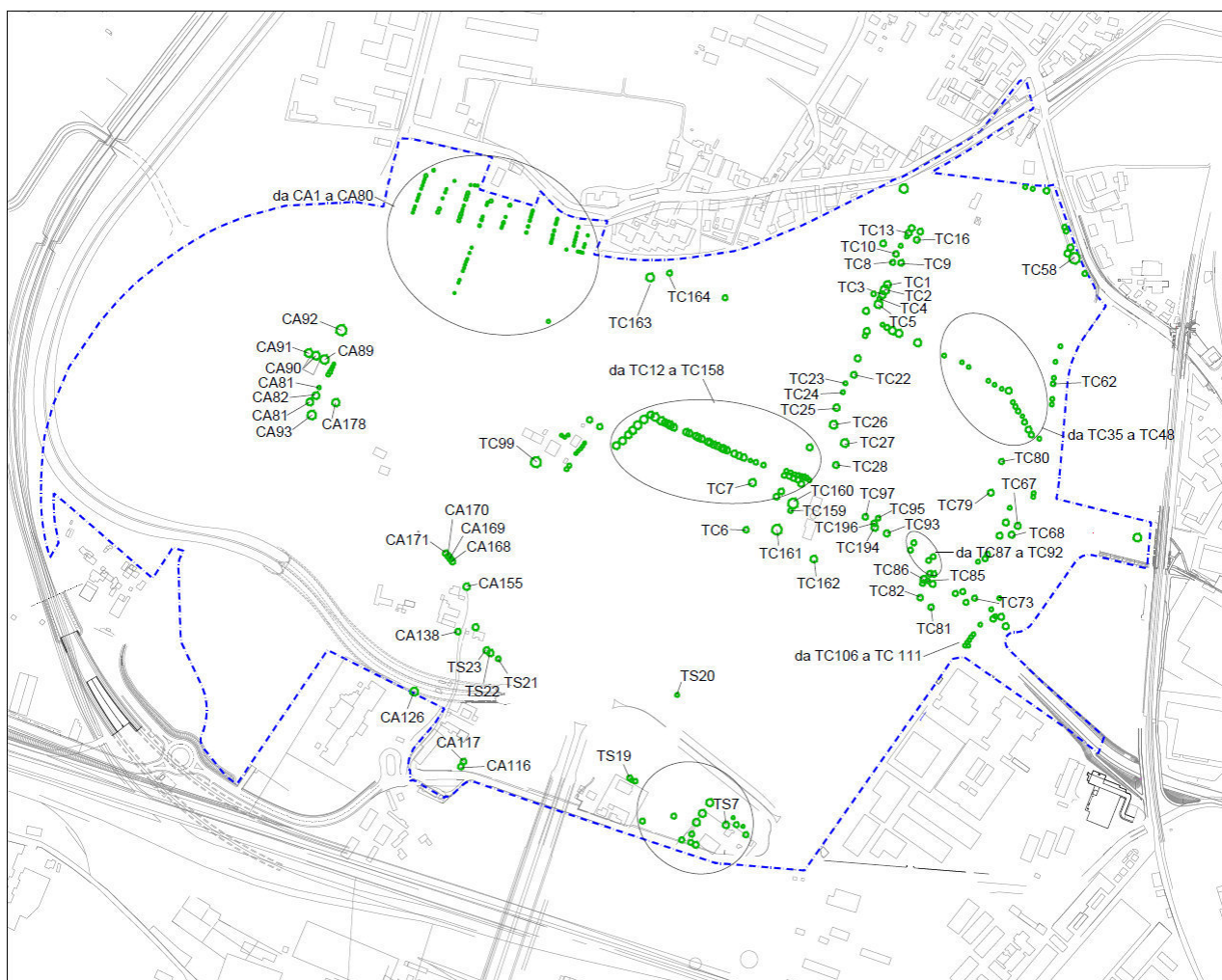
LEGENDA

- ALBERATURE IN TABELLA
- ALBERATURE FUORI TABELLA
- ALBERATURE VINCOLATE
- ALBERATURE DEVITALIZZATE

SIGLE DA STUDIO "RES AGRARIA"

- CA - Tavola Cava
- TC - Tavola Svizzeri
- TI - Tavola Ingegneria
- TS - Tavola Sottopasse

Img. 4.9 - Rilievo delle alberature – Tavola di sintesi



Il complesso degli elementi ritenuti significativi ammonta a 401 soggetti appartenenti alle specie botaniche riportate nell'elenco seguente (nell'elenco, si riporta anche il numero di soggetti censiti per specie). Le specie censite costituiscono un insieme di 21 famiglie botaniche, rappresentate nella tabella successiva:

Tab. 4.1 - Numero di alberi per specie

SPECIE	Totale
<i>Acer campestre</i>	34
<i>Acer negundo</i>	8
<i>Acer pseudoplatanus</i>	9
<i>Acer saccharinum</i>	5
<i>Aesculus hippocastanum</i>	3
<i>Ailanthus altissima</i>	11
<i>Alnus glutinosa</i>	1
<i>Cedrus atlantica glauca</i>	3

SPECIE	Totale
<i>Cedrus deodora</i>	1
<i>Celtis australis</i>	1
<i>Corylus avellana</i>	1
<i>Cupressus arizonica</i>	3
<i>Cupressus sempervirens</i>	3
<i>Diospyros kaki</i>	3
<i>Ficus carica</i>	4
<i>Fraxinus excelsior</i>	1
<i>Juglans regia</i>	7
<i>Laurus nobilis</i>	3
<i>Malus domestica</i>	1
<i>Melia azedarach</i>	1
<i>Mespilus germanica</i>	3
<i>Morus nigra</i>	1
<i>Picea abies excelsa</i>	3
<i>Picea pungens "koster"</i>	6
<i>Pinus pinaster</i>	1
<i>Platanus x acerifolia</i>	4
<i>Populus alba</i>	1
<i>Populus nigra</i>	95
<i>Populus nigra var. Italica</i>	10
<i>Prunus armeniaca</i>	4
<i>Prunus avium</i>	12
<i>Prunus domestica</i>	10
<i>Prunus laurocerasus</i>	1
<i>Prunus spinosa</i>	10
<i>Pyrus communis</i>	4
<i>Quercus robur</i>	20
<i>Robinia pseudoac. "umbraculifera"</i>	1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	24
<i>Salix babylonica</i>	1
<i>Salix spp.</i>	48
<i>Sambucus nigra</i>	3
<i>Thuja orientalis</i>	3
<i>Tilia hybrida</i>	8
<i>Ulmus minor</i>	25
Totale elementi a sviluppo arboreo	401

Con la retinatura sono indicate le specie facenti parte della categoria D delle norme per un numero complessivo di 107 esemplari. L'appartenenza alla categoria D riduce il livello di vincolo sulle piante, in quanto il diametro di rispetto passa da 20 cm a 40 cm.

E' possibile notare come le specie appartenenti alla famiglia delle *salicaceae* (pioppi e salici), siano le più presenti nell'area (38,7 % con un totale di 155 soggetti, di cui ben 95 di pioppo nero). Seguono in ordine di presenza, elementi delle famiglie: *aceraceae* (14,0% tra cui dei 56 soggetti totali presenti si riscontrano 34 aceri campestri); *rosaceae* (11,2% composte per lo più da fruttiferi, ciliegi e susini in prevalenza).

Con minore diffusione seguono: *ulmaceae* (6,5%, quasi unicamente olmi), *leguminosae* (6,2%, costituito da robinia), *fagaceae* (5,0%, esclusivamente rappresentate dalla quercia nostrana), *pinaceae* (3,5%). Per le altre famiglie, si possono considerare solo presenze sporadiche: *simaroubaceae* (2,7%, ailanto diffuso spontaneamente), *cupressaceae* (2,2% con la presenza di

6 cipressi), *tiliaceae* (2,0%), *juglandaceae* (1,7% relativo al riscontro di 7 esemplari di noce comune).

Per ogni albero censito, è inoltre stata eseguita una valutazione dello stato vegetativo basata sull'ispezione delle strutture primarie, al fine di stabilire la situazione biologica generale e la presenza di difetti strutturali in grado di compromettere la stabilità del soggetto indagato. I risultati di questa analisi sono stati inseriti nelle schede del censimento, collocandoli in un'apposita colonna [*classe*], ove attraverso un elemento sintetico (una o due lettere dell'alfabeto che corrispondono ad una pre-determinata categoria) si esprime la situazione complessiva (definita attraverso il termine di "caratteristiche bio-statiche") del soggetto arboreo.

Dall'analisi dei dati raccolti, è possibile evidenziare alcune tendenze generali nelle caratteristiche bio-statiche degli alberi presenti nell'area:

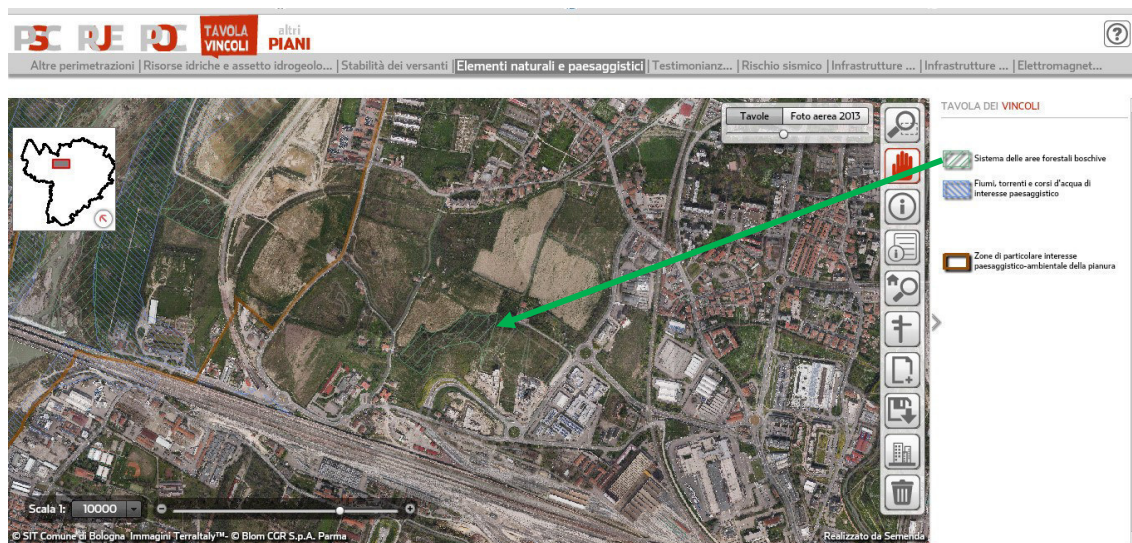
- Soltanto il 25,7% delle piante è in condizioni di salute ritenute ottimali o buone, ovvero con assenza assoluta di danni e difetti o perlomeno con problematiche statiche di lieve entità (classi A, A-B e B); il 22,4% (classe B-C) comincia a manifestare segnali di deterioramento vegetativo e complicazioni di carattere strutturale. Quasi la metà dei soggetti arborei, il 44,4% (classi C, C-D e D) accusa un danneggiamento da medio ad elevato dell'attività biologica e gravi o gravissimi difetti di carattere strutturale (per il 22,7% dei casi [corrispondenti alle classi C-D e D] di natura irreversibile).
- Il 7,5% delle presenze inserite nelle classi D-E ed E, in cui sono stati collocati gli elementi a vitalità azzerata [rientra nella casistica anche quel 2,0% della classe D-E che è rappresentato da soggetti con una minima attività biologica residua, destinata ad esaurirsi nel breve periodo], costituisce la fetta di patrimonio arboreo ormai perduto e destinato ad essere velocemente rimosso al fine di evitare danni certi per rischi di schianti, crolli o ribaltamenti.

Incrociando poi la stabilità degli alberi con le classi diametriche è emerso dall'analisi che:

- In generale sono solo pochi gli esemplari di notevole sviluppo con elevati livelli di stabilità. Essi ricadono nella zona Svizzeri (TC), settore che risulta il più rappresentativo quanto a classi diametriche e condizioni di stabilità, e sono riferibili in particolare a 4 alberi di farnia, di cui 3 con diametro di circa 90 cm e 1 di 130 cm.
- Nelle zone denominate Cava (CA) e Tavola ingegneria (TI) non sono ravvisabili elementi di particolare pregio e comunque anche le classi diametriche sono tendenzialmente più contenute rispetto al settore Svizzeri (le alberature solo in un caso superano i 50 cm di diametro).
- Ancora di più recente impianto appaiono le alberature presenti nel settore Sottopasso. Solo 6 esemplari infatti superano i 20 cm di diametro e solo 1 raggiunge i 70 cm.

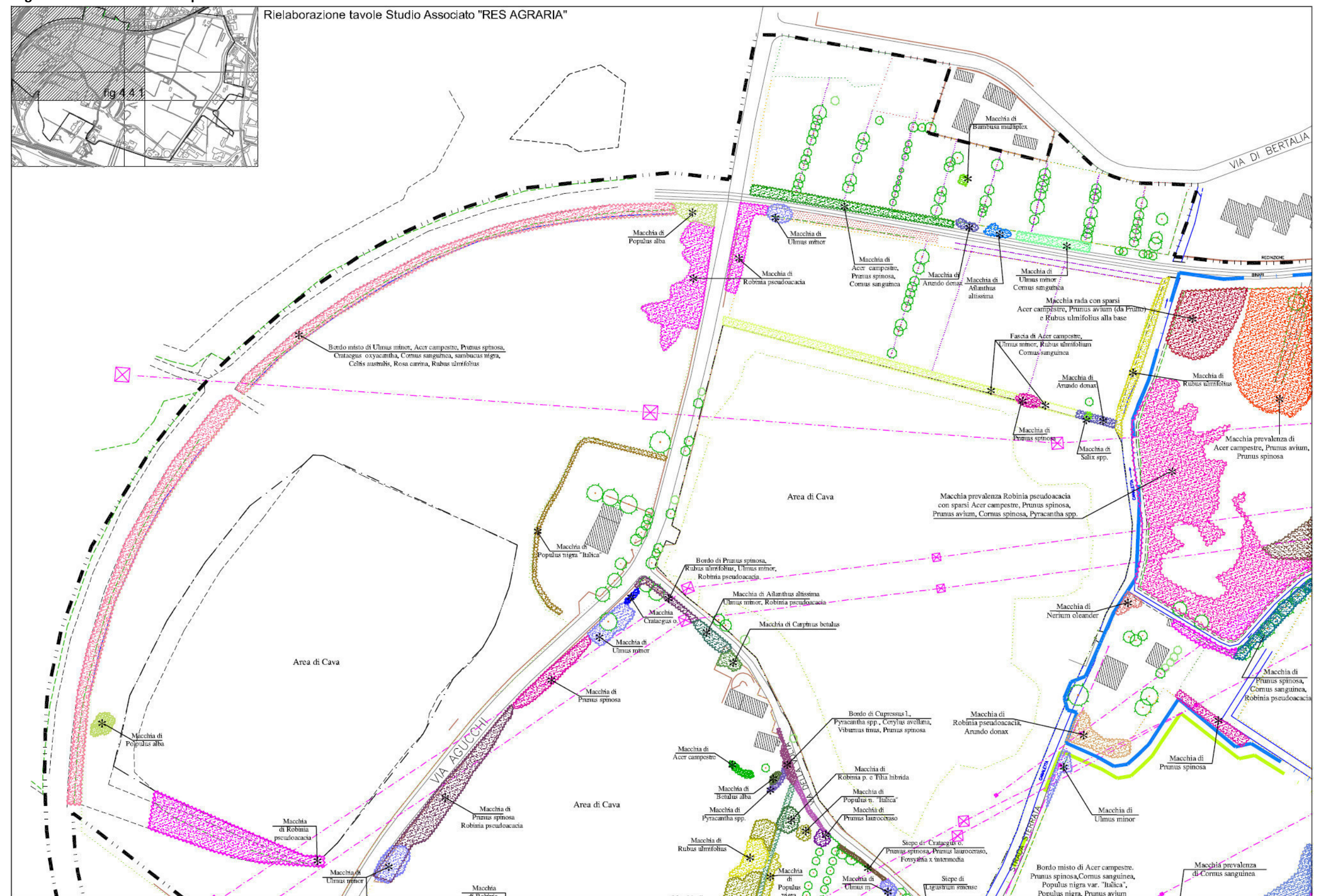
Un ulteriore aspetto significativo per la caratterizzazione dello stato attuale, che emerge dalle analisi, è riferibile alla zona individuata dal PTCP come "*Sistema delle aree forestali*" e normata dall'art. 7. 2, e ripresa dal PSC nella Tavola dei Vincoli - Tav. Elementi naturali e paesaggistici (l'area ricade nel perimetro del "*Sistema delle aree forestali e boschive*").

Img. 4.10 - PSC - Tavola dei Vincoli: Elementi naturali e paesaggistici

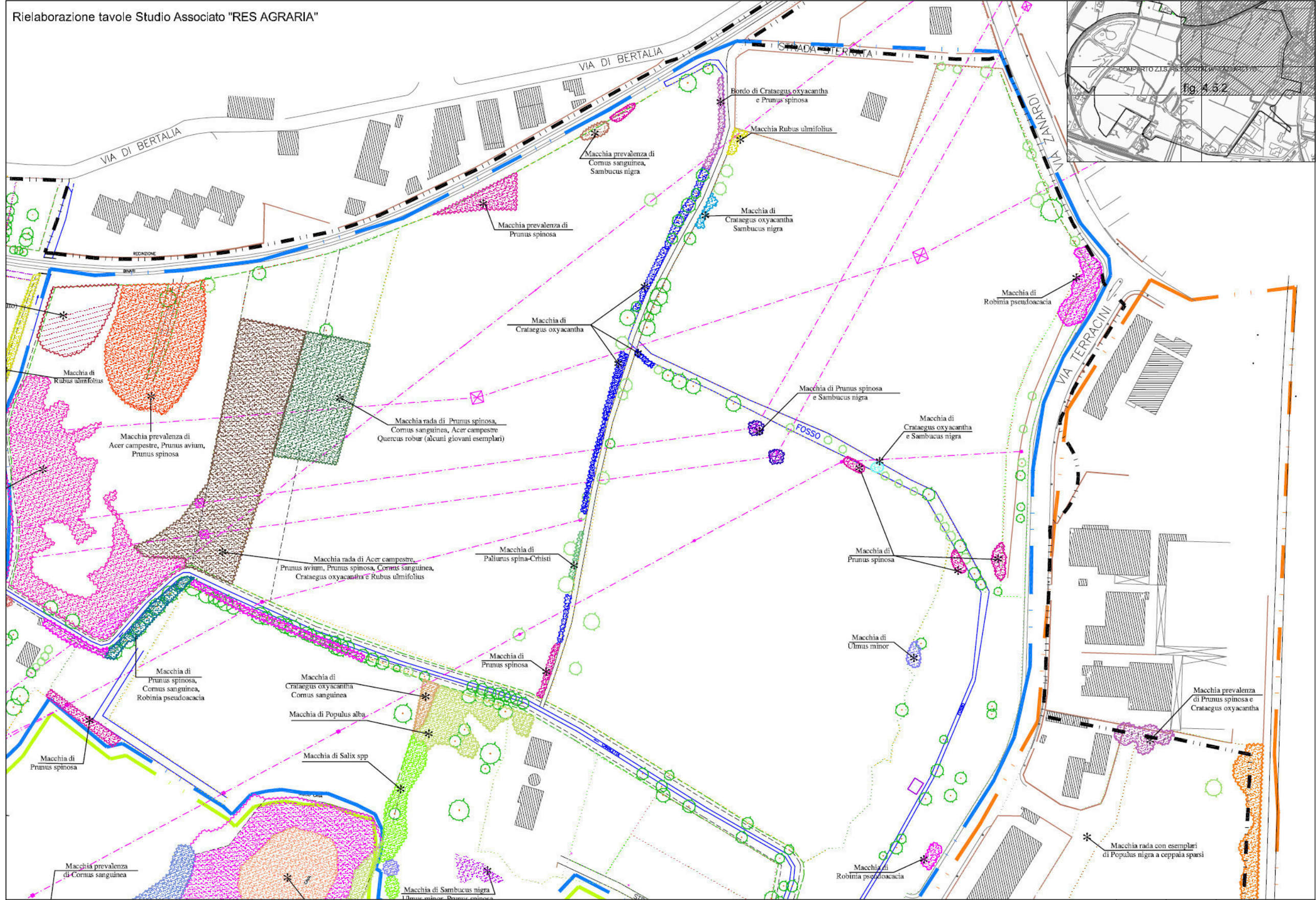


Per questo ambito infatti, già dalla visualizzazione della foto aerea emerge uno sviluppo arboreo limitato. Dall'approfondimento analitico svolto dallo Studio Associato Res Agraria e ripreso nel SIA del PP, emerge una praticamente totale assenza di alberature. Questo ambito, localizzato nella porzione territoriale posta appena al di sopra della nuova viabilità che attraversa in galleria via del Lazzaretto, è caratterizzato invece da una diffusa presenza di macchie arbustive caratterizzate da specie pioniere, tipiche dello stadio di sviluppo iniziale del climax (quali la robinia e l'ailanthus). Le aree appena descritte sono visualizzate nelle Tavole 3 e 4 rispettivamente nella porzione a destra e a sinistra.

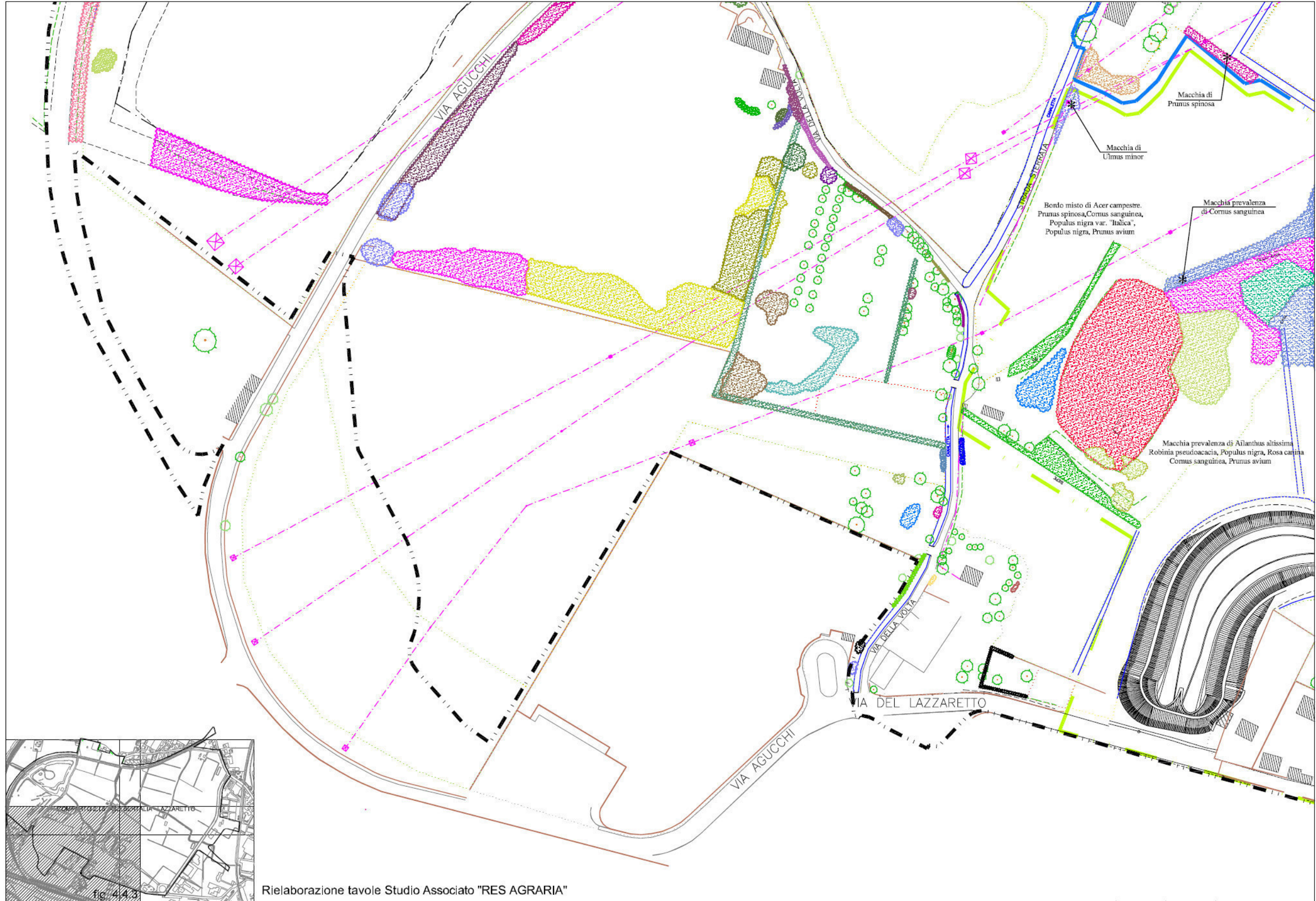
Img. 4.11 - Rilievo della componente arbustiva – Tavola 1



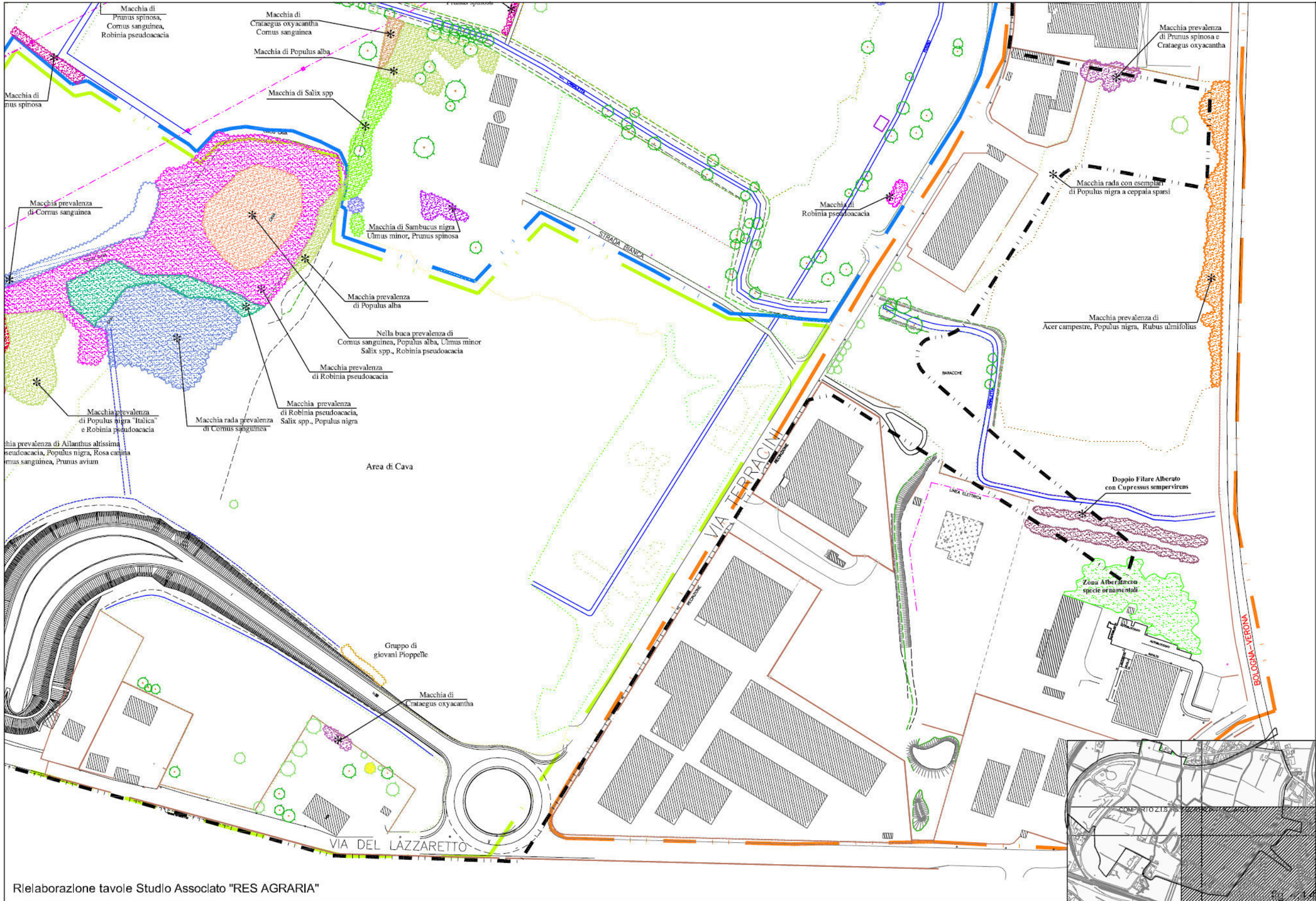
Img. 4.12 - Rilievo della componente arbustiva – Tavola 2



Img. 4.13 - Rilievo della componente arbustiva – Tavola 3



Img. 4.14 - Rilievo della componente arbustiva – Tavola 4



Per quanto riguarda la componente faunistica il contesto di riferimento appare caratterizzato da elementi di forte antropizzazione che hanno portato ad una riduzione delle specie animali e vegetali presenti nell'area. Questo anche in considerazione della vicinanza di aree a più elevato grado di naturalità rappresentate dalle zone verdi e fluviali adiacenti.

Solo poche specie si sono avvantaggiate dal mutare delle condizioni ambientali grazie alla loro elevata adattabilità alle condizioni edafiche. Al contrario molte altre specie, che esigevano la presenza di un ambiente diversificato, sono state penalizzate dalla progressiva semplificazione dello spazio naturale. Tra gli animali che hanno trovato nell'ambiente urbano il luogo favorevole all'insediamento e riproduzione in maniera non controllata troviamo il gatto domestico (*Felis catus*).

La presenza di avifauna è concentrata all'interno dell'area nelle fasce con una più elevata biodiversità (orti urbani, filari residui, siepi) dal merlo (*Turdus merula*), il pigliamosche (*Muscicapa striata*) e la cinciarella (*Parus caeruleus*); risultano in ogni caso maggiormente idonee per la nidificazione le aree a parco vicine.

Dal punto di vista del potenziale sviluppo dell'area può essere fatto un discorso solamente teorico in quanto l'area è stata oggetto fino a tempi recenti di attività estrattive e dei successivi tombamenti che hanno alterato significativamente le caratteristiche del soprassuolo. In conseguenza di ciò l'area si colloca nello stadio iniziale dello sviluppo climax, caratterizzato dallo sviluppo di specie pioniere. Complessivamente infatti, nello stato attuale, il patrimonio biotico nell'area di intervento si presenta scarsamente rappresentativo, anche se sono presenti alcuni esemplari arborei caratterizzati da un notevole sviluppo vegetativo caratteristico di livelli prossimi e/o coincidenti con la maturità vegetativa. Questa situazione viene inoltre confermata da uno stadio fito-sanitario spesso sub-ottimale. Un ulteriore aspetto limitante è riferibile inoltre alle condizioni sub-ottimali del substrato dovuto ai recenti tombamenti realizzati con materiali spesso impropri.

L'associazione vegetale climax di riferimento è costituita dal Querceto-Carpineteto. Gli elementi biotici peculiari di questa associazione vegetale vedono la farnia come dominante e la compagine arborea-arbustiva formata dal carpino bianco, frassino ossifilo, acero campestre, olmo campestre, tiglio cordata, ciliegio, pioppo nero, corniolo, frangula, ligustro e nelle zone più degradate dalla robinia.

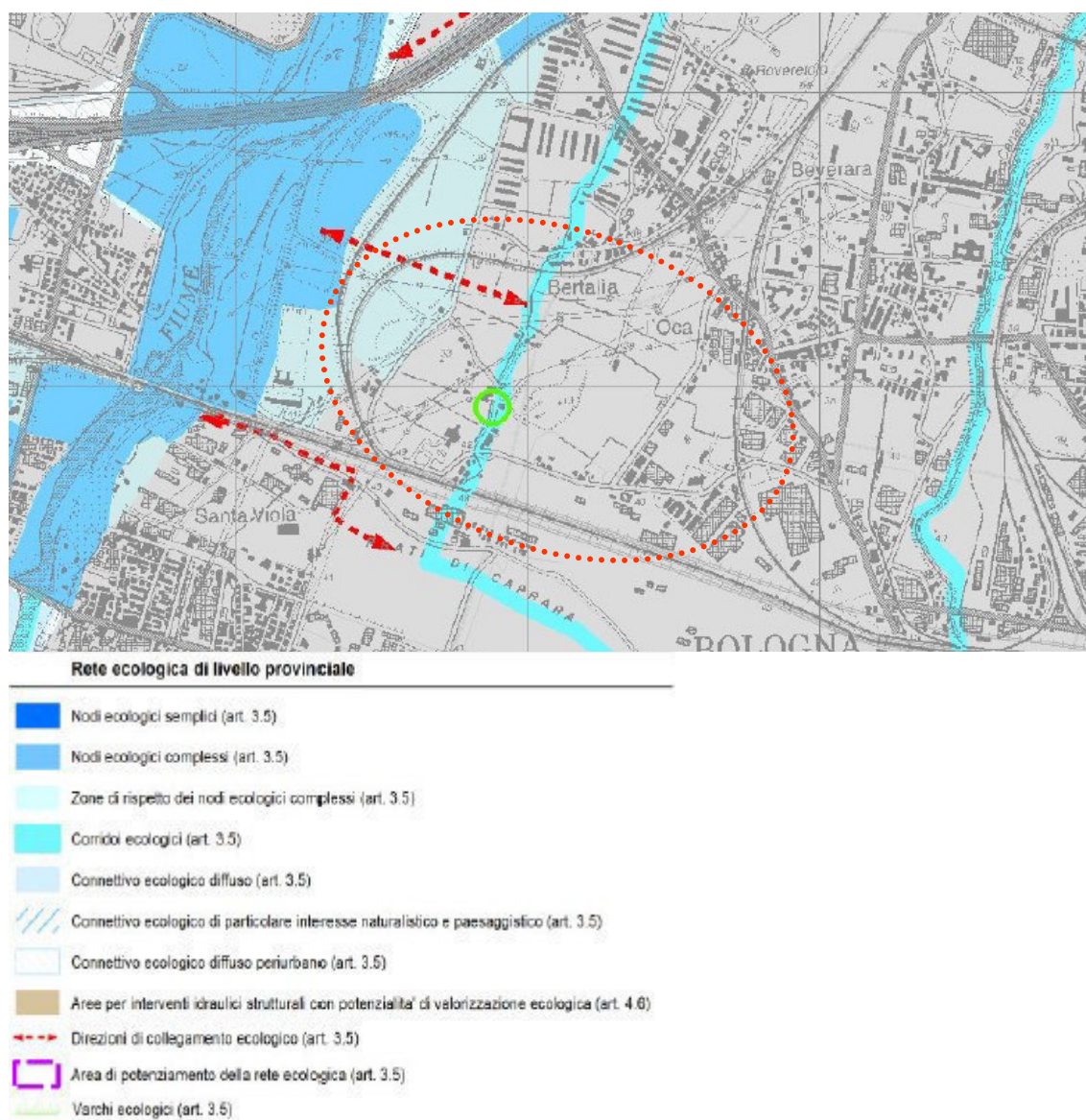
Un ulteriore elemento di analisi ha riguardato l'aspetto ecosistemico. Attualmente, in considerazione dello scarso equipaggiamento vegetazionale e dell'estremo appiattimento dei caratteri biotici, l'area presenta degli importanti fattori di condizionamento ambientale, ma anche importanti elementi di opportunità.

La tavola del PTCP sulle Reti ecologiche (tav. 5) evidenzia la necessità di mantenere e/o potenziare i collegamenti ecologici di quest'ambito nei confronti del sistema fluviale: in particolare dall'estratto cartografico riportato risulta individuata la presenza di un "nodo ecologico complesso" localizzato in corrispondenza dell'asta fluviale del Reno; mentre all'interno del comparto viene individuata, nel lembo più occidentale, una "zona di rispetto dei nodi ecologici complessi", e il "corridoio ecologico" della Canaletta Ghisiliera, da porre in

relazione tra loro attraverso dei nuovi corridoi (*"direzioni di collegamento ecologico"*).

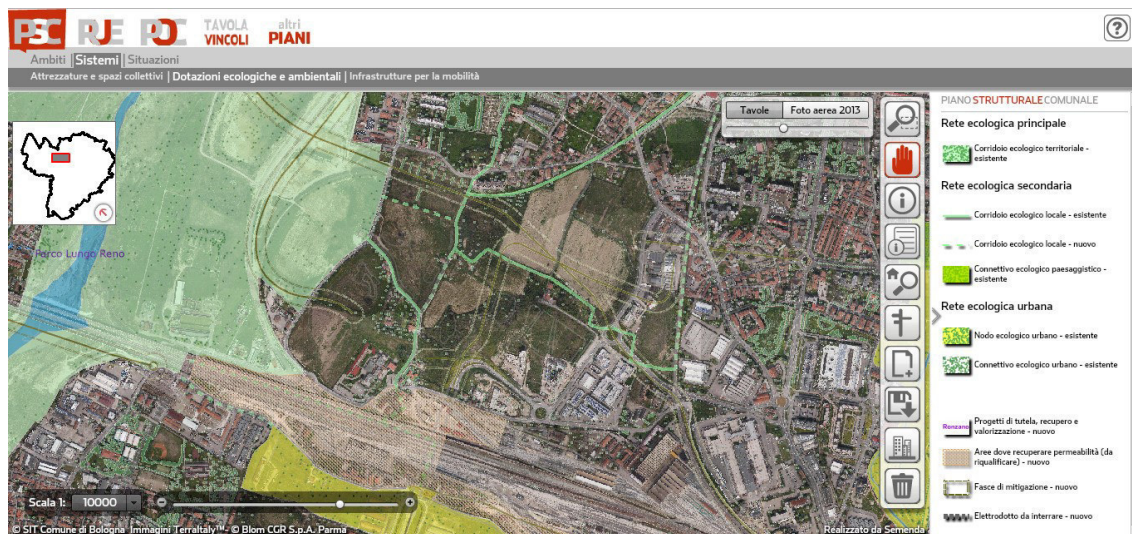
La presenza del reticolo idrico (Fiume Reno, Canali Ghisliera e Navile) rappresenta per questo settore urbano un importantissimo sistema di corridoi biotici, che risultano, nello stato attuale, scarsamente valorizzati in relazione alla presenza di numerose barriere ecologiche (infrastrutture lineari, reti di recinzione, ecc...). L'area oggetto del Piano, sotto il profilo ecologico, rappresenta quindi un importante potenziale *"nodo ecologico o Key area"* in quanto costituisce un importante elemento di ricucitura tra la zona urbanizzata e gli ambiti più naturali posti lungo il fiume ad ovest, e quelli più periferici posti a nord, caratterizzati da una notevole e diffusa permeabilità del suolo, capaci di svolgere delle funzioni compensative⁵ nei confronti della città caratterizzata da una diffusa impermeabilizzazione dei suoli stessi.

Img. 4.15 - Estratto dalla Tavola 5 del PTCP (in arancione l'individuazione del comparto)



⁵ Incremento degli scambi evapotraspirativi con miglioramento del microclima e riduzione dell'"isola di calore".

Img. 4.16 - PSC – Sistemi – Dotazioni ecologiche ed ambientali



La tavola di PSC “Dotazioni ecologiche ed ambientali” conferma quanto indicato dal PTCP: si evidenzia la presenza del *Corridoio ecologico territoriale* della Rete ecologica principale rappresentato dal Fiume Reno, entro il quale viene ricompresa la sezione ovest del comparto, fino a via Agucchi; per tale corridoio il PSC promuove l’attuazione del Progetto di tutela, recupero e valorizzazione⁶ del “Parco Lungo Reno”: “Il PSC prevede la creazione di un grande parco fluviale sovracomunale e di una trama di percorsi lungo fiume estesi da Calderara a Sasso Marconi, con la rinaturalizzazione di ampie aree, il recupero di quelle destinate ad attività produttive o estrattive, il risanamento di quelle interessate da fenomeni di degrado; si tratta del progetto più significativo della Città del Reno, finalizzato a integrare il fiume nei contesti urbani circostanti.”

I “Corridoi ecologici territoriali” sono “elementi lineari, naturali e seminaturali, con andamento e ampiezza variabili, caratterizzati da una specifica valenza ecologica e paesaggistica o con prospettive di evoluzione in tal senso, che mettono in connessione nodi ecologici complessi. Comprendono il fiume Reno e il torrente Savena con le aree contermini ad essi relazionate, oltre ai calanchi di Paderno e Sabbiano. Affinché i corridoi svolgano appieno la funzione di conservare, migliorare e valorizzare i caratteri naturalistici e paesaggistici presenti o potenziali vanno previsti interventi specifici e garantire la cura ordinaria e straordinaria del territorio. Possono includere aree agricole, orti, aree sportive, piccole attrezzature e servizi ad uso pubblico nella misura in cui la loro presenza e dimensione non compromettano la valenza ecologica riconosciuta. Gli insediamenti abitativi eventualmente presenti dovranno essere adeguatamente sistemati e, se necessario, mitigati per perseguire la massima integrazione tra le parti. I corridoi ecologici territoriali hanno la funzione di conservare, migliorare e valorizzare i caratteri naturalistici e paesaggistici presenti o potenziali.”⁷

⁶ QN PSC - Art. 36 Qualità ecologica e ambientale: 3. “Progetti di tutela, recupero e valorizzazione. Il PSC prevede interventi mirati e di grande scala per la tutela, il recupero e la valorizzazione di aree di particolare interesse, anche di rilievo metropolitano, traducendo le strategie delle sette Città.”

⁷ QN PSC - Art. 35 Sistema ecologico e ambientale: comma 4. Rete ecologica principale.

Img. 4.17 - Viste del comparto: da via Agucchi



Img. 4.18 - Viste del comparto: da via Agucchi



Img. 4.19 - Viste del comparto: da via Agucchi (a sud)



Img. 4.20 - Viste del comparto: da via della Volta



Img. 4.21 - Viste del comparto: da via della Volta



Img. 4.22 - Viste del comparto: da via Terracini



Img. 4.23 - Viste del comparto: da via Zanardi



Img. 4.24 - Viste del comparto: da via di Bertalia



Img. 4.25 - Viste del comparto: la canaletta Ghisiliera



La maggior parte del comparto è attualmente libera da costruzioni, ad uso agricolo o ad incolto in quanto esito di tombamento di attività estrattive pregresse. In merito, va anche considerato che alcune aree, a seguito di messa in sicurezza, sono state impermeabilizzate e ricoperte di vari metri di terreno agrario.

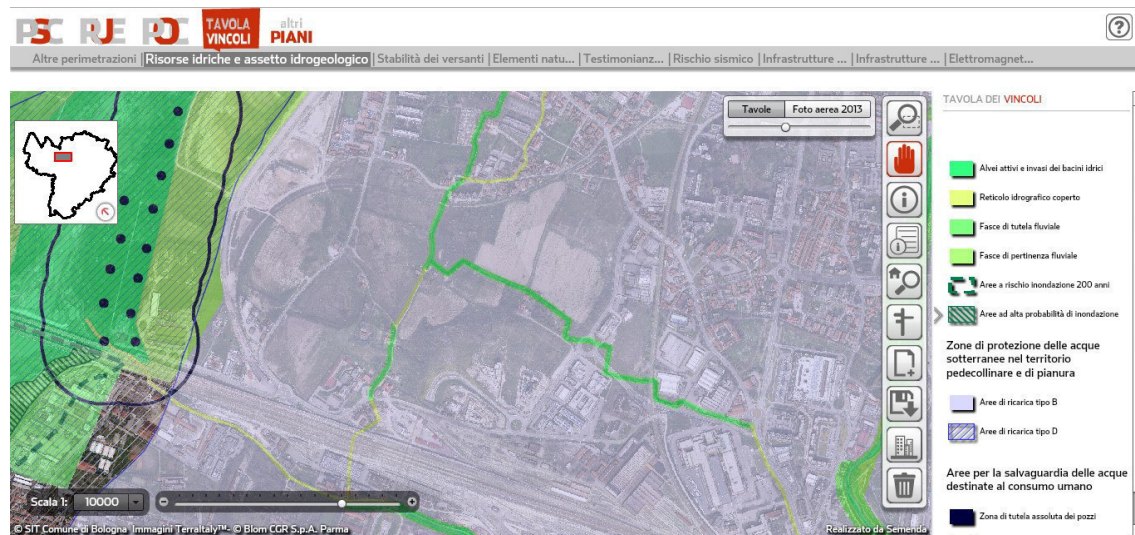
Tab. 4.2 - Superfici permeabili ed impermeabili nel comparto – Stato attuale

STATO ATTUALE	Superfici (ha)
St	72.4
Indice di Permeabilità (%)	95 %

Si evidenzia che l'area di intervento si colloca all'interno della perimetrazione delle "Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura: area di ricarica di tipo B" definita dal PTA e recepita da PTCP e PSC. Queste Zone sono fasce di territorio che si estendono lungo il margine pedecollinare a ricomprendere parte dell'alta pianura caratterizzata dalla presenza di conoidi alluvionali dei corsi d'acqua appenninici, che presentano in profondità, le falde idriche da cui attingono i sistemi acquedottistici, finalizzati al prelievo di acque destinate al consumo umano. Sono zone finalizzate alla tutela qualitativa e quantitativa della risorsa idrica.

L'art. 5.3 del PTCP (cui il PSC di Bologna rimanda) prevede che all'interno delle "zone di protezione delle acque sotterranee", al fine di favorire il processo di ricarica della falda e di limitare l'impermeabilizzazione dei suoli, si dovrà promuovere il mantenimento delle superfici coltivate limitando e contenendo i cambiamenti di destinazione d'uso ai fini di nuova urbanizzazione, anche attivando politiche di perequazione urbanistica.

Img. 4.26 - PSC – Tavola dei vincoli: Risorse idriche e assetto idrogeologico



Negli ambiti per i nuovi insediamenti si dovranno garantire elevati indici di permeabilità, pari almeno al 20% della superficie territoriale ricadente in zona B, nel caso di aree a destinazione prevalentemente produttiva e commerciale, e pari almeno al 35% nel caso di aree a destinazione residenziale e terziaria.

In conclusione delle analisi svolte sullo stato attuale nell'ambito di progetto, si riportano i seguenti elementi:

- l'area nel suo complesso non presenta elementi di particolare pregio in quanto le attività di escavazione, il limitato equipaggiamento vegetazionale, quasi sempre di recente costituzione, e le operazioni di ritombamento spesso effettuate con materiale non idoneo se non addirittura contaminato, hanno determinato un impoverimento generalizzato del patrimonio eco-vegetazionale, che nello stesso tempo ne compromette lo sviluppo potenziale futuro;
- le analisi effettuate dallo studio Res Agraria hanno permesso la caratterizzazione del patrimonio vegetazionale esistente. In particolare si è potuto:
 - individuare i 401 esemplari arborei presenti nell'area, differenziando quelli effettivamente notevoli per dimensioni diametriche, condizioni biotiche e livelli di stabilità, e descrivere in maniera approfondita il sistema arbustivo presente nell'ambito di intervento;
 - escludere un effettivo livello di attenzione e sensibilità, e quindi di vincolo, per quell'area perimetrata dal PTCP come "*sistema delle aree forestali*" (normato dall'art. 7.2 del PTCP). La stratificazione vegetazionale presente ricade infatti esclusivamente nella compagine arbustiva ed è inoltre caratterizzata da una prevalenza di specie "pioniere", di scarso valore ecologico.

4.2.2 Caratterizzazione dell'intorno del comparto

L'ambito d'intervento si inserisce in un settore urbano in trasformazione, a lungo escluso dallo sviluppo insediativo per la presenza della fitta rete infrastrutturale perimetrale, in particolare ferroviaria, e per l'intenso sfruttamento ai fini estrattivi di una buona parte delle aree.

In particolare, a sud l'area si confronta con l'ampio fascio ferroviario del Ravone proveniente da ovest, mentre il lato ovest è tuttora delimitato dalla linea ferroviaria di cintura in via di ristrutturazione (futura bretella AV per Padova).

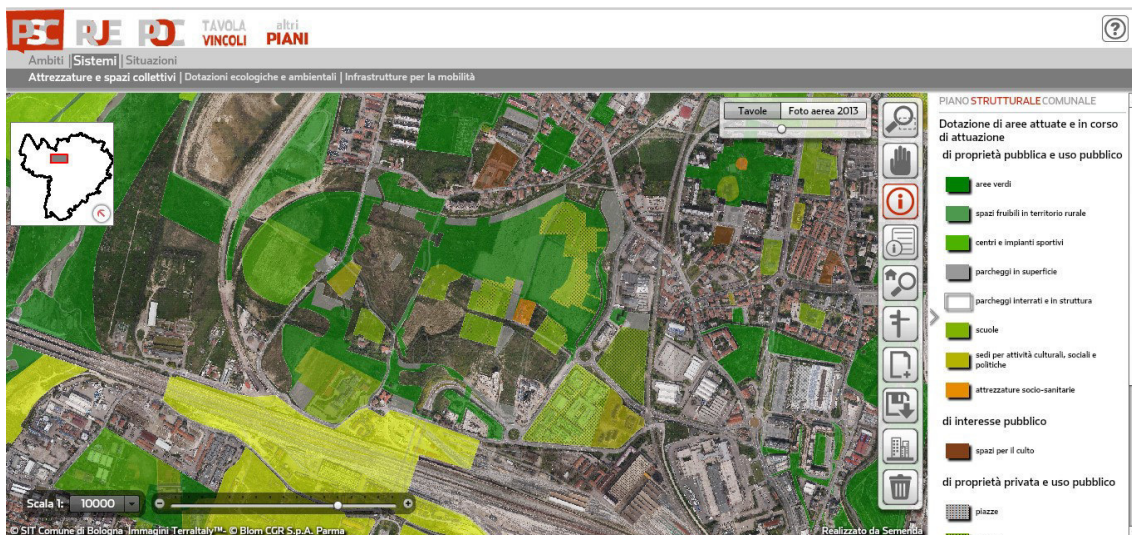
A nord del comparto si trova un quartiere prevalentemente residenziale di sviluppo recente ormai in via di saturazione (via Bertalia, via delle Borre, via Agucchi) con un tessuto regolare, a maglie ortogonali, ed una settore di tessuto storico consolidato, più irregolare, in derivazione dall'asse storico della via Zanardi; sul lato est si sfrangiano ambiti edificati in trasformazione, con qualche consistente inserto artigianale e industriale, o di servizio, e l'area dei laboratori universitari (via Terracini).

Il contesto in cui il progetto si inserisce è di un ambito di periferia, in cui si sono a lungo mantenute delle ampie aree libere, e che ancora adesso mostra una presenza abbastanza significativa di aree verdi, sia nelle pertinenze degli edifici sia all'interno di isolati non ancora saturati. Esso prende forma sia di ampie zone di verde ad uso pubblico (PEEP Bertalia, Pescarola e Beverara), sia di aree attrezzate ad orti. Ad ovest, oltre la ferrovia, si trova l'ampia area verde afferente al parco fluviale del Reno, che si allunga a nord e sud.

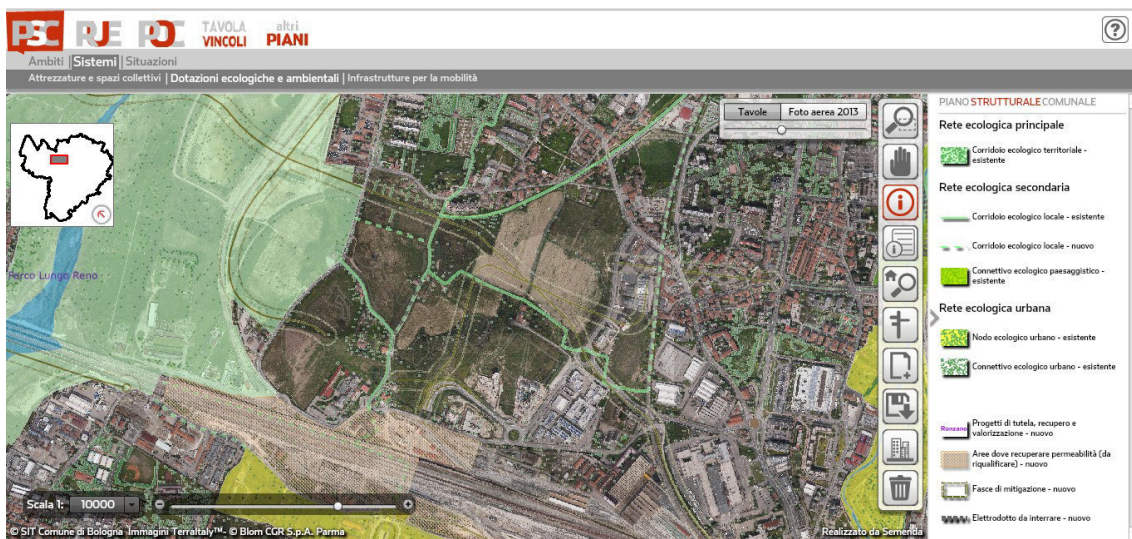
Le Img. seguenti riportano stralci delle tavole di PSC sulle Strategie per la qualità: *Attrezzature*

e spazi collettivi e Dotazioni ecologiche e ambientali.

Img. 4.27 - Estratto PSC: Strategie per la qualità: Attrezzature e spazi collettivi



Img. 4.28 - Estratto PSC: Strategie per la qualità: Dotazioni ecologiche ed ambientali



Nel primo stralcio (*Attrezzature e spazi collettivi*) si nota la discreta presenza di aree verdi pubbliche appena descritta; le più importanti sono il Parco Lungo Reno e le ex aree estrattive adiacenti la ferrovia.

L'area interessata dal Piano si presenta attualmente come un elemento di potenziale rafforzamento della dotazione pubblica locale di verde, e di collegamento tra le aree più ridotte frammiste all'edificato (a est e nor dest) ed il grande parco fluviale territoriale (a ovest): la attuazione delle previsioni del Piano per il verde pubblico appare dunque strategica per il rafforzamento della dotazione di attrezzature e spazi collettivi del settore urbano di interesse.

Infatti attualmente l'ambito si frappona come un "vuoto" non fruibile nell'insieme degli elementi elencati presenti nell'intorno; mentre si candida in futuro, con la realizzazione dell'ampia area verde pubblica di carattere comunale nella fascia nord, ed il parco a sud, oltre ad aumentare le dotazioni del quartiere, a divenire elemento funzionale strategico di un "sistema" articolato e complesso di spazi pubblici fruibili, anche tramite la prevista rete di percorsi pedonali e ciclabili.

Il secondo stralcio cartografico riportato è tratto dalla tavola *Dotazioni ecologiche e ambientali*, in cui il PSC individua la rete ecologica⁸ del Comune di Bologna, che dovrà trovare compiuta attuazione attraverso gli strumenti urbanistici e la pianificazione di settore per i quali la tavola costituisce atto di indirizzo.

Esso evidenzia, anche nelle aree urbanizzate poste all'intorno del comparto, il ruolo ecologico svolto nel contesto urbano dal sistema delle alberate stradali e dalle alberature presenti nell'urbanizzato, identificato come *"connettivo ecologico urbano"*: *"Il Connettivo ecologico urbano svolge, all'interno del territorio urbano, una funzione analoga a quella svolta dal connettivo ecologico nel territorio rurale. E' costituito dalla vegetazione (alberi, arbusti, prati) di parchi e giardini pubblici e d'uso pubblico, di viali e verde d'arredo, oltre che di parchi e giardini privati; vegetazione e suoli non impermeabilizzati sono presidi ecologici diffusi nella città. Costituisce una riserva di suolo permeabile che, adeguatamente ampliato e migliorato dal punto di vista arboreo-arbustivo, se e quando possibile, può contribuire alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e termico della città."*⁹

L'area in esame oltre a trovarsi coinvolta nel sistema *"connettivo ecologico urbano"* sopra descritto, può stabilire connessioni abbastanza dirette con gli elementi costituenti la *"rete ecologica"*, presenti nell'ambito analizzato: innanzi tutto si evidenziano le aree a maggiore naturalità situate a ovest (*"Corridoio ecologico territoriale"*¹⁰ del Reno, afferente alla *"Rete ecologica principale"*¹¹), per le quali il comune nel PSC dispone un *Progetto di tutela, recupero*

⁸ Quadro normativo PSC: Art. 35 Sistema ecologico e ambientale – punto 3. **Rete ecologica.** *La rete ecologica è un sistema polivalente di nodi e corridoi. I nodi sono rappresentati da elementi ecosistemici tendenzialmente areali dotati di dimensioni e struttura ecologica tali da svolgere la funzione di "serbatoi di biodiversità". I corridoi sono rappresentati da elementi ecosistemici sostanzialmente lineari di collegamento tra i nodi che, innervando tutto il territorio comunale, favoriscono la tutela, la conservazione e l'incremento della biodiversità florofaunistica. In particolare i corridoi svolgono funzioni di rifugio e sostentamento della fauna, fornendo vie di transito e agendo come captatori di nuove specie. La rete ecologica è composta da: - una rete ecologica principale; - una rete ecologica secondaria; - una rete ecologica urbana.*

⁹ QN PSC: Art. 35 Sistema ecologico e ambientale

¹⁰ QN PSC: Art. 35 – punto 4. **Rete ecologica principale.** *I Corridoi ecologici territoriali sono elementi lineari, naturali e seminaturali, con andamento e ampiezza variabili, caratterizzati da una specifica valenza ecologica e paesaggistica o con prospettive di evoluzione in tal senso, che mettono in connessione nodi ecologici complessi. Comprendono il fiume Reno e il torrente Savena con le aree contermini ad essi relazionate, oltre ai calanchi di Paderno e Sabbiano.*

¹¹ QN PSC: Art. 35 – punto 4. **Rete ecologica principale.** *Con questa locuzione viene individuato l'insieme degli elementi che contribuiscono al disegno della rete di livello provinciale, mettendo il territorio di Bologna in relazione con le aree protette presenti all'intorno e svolgendo un ruolo di riferimento per la strutturazione ecologica dell'intero territorio comunale. Gli elementi funzionali sono i nodi ecologici complessi e i corridoi ecologici territoriali.*

e valorizzazione¹², e che coinvolgono anche la fascia ovest del comparto, opportunamente destinata nel PP e nella Variante a “verde estensivo”. Inoltre, il comparto è attraversato dai “Corridoi ecologici locali¹³” della “rete ecologica urbana¹⁴”, esistenti e da completare, delle canalette Ghisiliera e Lame. In particolare, la canaletta Ghisiliera ed un corridoio ecologico disegnato lungo la linea ferroviaria dismessa (in corrispondenza delle fasce di mitigazione del nuovo asse infrastrutturale previsto), collegano a nord il comparto con ampi settori di “Connettivo ecologico diffuso esistente¹⁵”, afferente alla rete ecologica principale del PSC.

Il previsto potenziamento della dotazione vegetazionale nel comparto di POC può concorrere alla valorizzazione della funzionalità ecologica locale di tale sistema; il potenziale dell’area, attualmente sostanzialmente inespresso in quanto essa è stata oggetto di profonde manomissioni fino a tempi recenti, risulta amplificato per effetto della connessione sul lato ovest, per quanto “mediata” dalla presenza della linea ferroviaria, con le aree ad elevata naturalità del parco territoriale del Reno. In particolare, l’attuazione delle previste aree a parco (nelle fasce nord e sud), ampliate nella proposta di Variante rispetto al PP, rafforza degli elementi di connessione trasversale potenzialmente già presenti, pienamente coerenti con gli indirizzi della pianificazione.

Si ritiene che l’intervento, prevedendo la attuazione di consistenti dotazioni di verde, e permettendone una maggiore connessione con le aree circostanti, possa contribuire a facilitare la connessione tra le aree urbanizzate e i settori periferici e di campagna “urbana” adiacenti alla città.

¹² QN PSC: Art. 36 Qualità ecologica e ambientale – punto 3: **Progetti di tutela, recupero e valorizzazione.** Il PSC prevede interventi mirati e di grande scala per la tutela, il recupero e la valorizzazione di aree di particolare interesse, anche di rilievo metropolitano, traducendo le strategie delle sette Città. - Progetti per la Città del Reno: Parco lungo Reno. Il PSC prevede la creazione di un grande parco fluviale sovracomunale e di una trama di percorsi lungo fiume estesi da Calderara a Sasso Marconi, con la rinaturalizzazione di ampie aree, il recupero di quelle destinate ad attività produttive o estrattive, il risanamento di quelle interessate da fenomeni di degrado; si tratta del progetto più significativo della Città del Reno, finalizzato a integrare il fiume nei contesti urbani circostanti.

¹³ QN PSC: Art. 35 – punto 5. “**I Corridoi ecologici locali** sono elementi lineari, naturali e seminaturali, con andamento e ampiezza variabili, costituiti da siepi e filari alberati variamente strutturati, fasce arboreo-arbustive, corsi d’acqua, canali di bonifica, prati lineari, scarpate rinverdite, piantate ecc., caratterizzati da una specifica valenza ecologica o che potrebbero assumere a seguito di idonee azioni di riqualificazione. Possono essere esistenti o di progetto; in questo secondo caso, sulla base dell’individuazione del PSC, solo indicativa, dovranno essere precisamente definiti, strutturati e sviluppati in sede di POC e di progettazione esecutiva. Conseguentemente, la loro rappresentazione nella tavola delle Dotazione ecologiche e ambientali non deve considerarsi esaustiva. I corridoi ecologici locali hanno una funzione di collegamento tra nodi ecologici semplici, sono veicoli di naturalità in aree prive di tali prerogative, innervano le aree di connettivo diffuso e devono concludersi, possibilmente, sui nodi ecologici urbani. Per svilupparsi devono appoggiarsi e/o inglobare elementi di valore naturalistico esistenti, anche in affiancamento a percorsi viari di qualsiasi genere e livello. In tal caso, adeguatamente strutturati, possono anche svolgere una funzione di mitigazione paesaggistica e ambientale dell’infrastruttura.”

¹⁴ QN PSC: Art. 35 – punto 6. **Rete ecologica urbana.** Con questa locuzione sono individuati gli spazi aperti urbani con diverso valore ecologico, presente o potenziale, anche destinati a usi pubblici. Gli elementi funzionali sono i nodi e il connettivo.

¹⁵ QN PSC: Art. 35 – punto 6: Il **Connettivo ecologico** è dato dall’intero territorio rurale, quando non diversamente caratterizzato in termini ecologici, e da qualsiasi parte di territorio non urbanizzato o solo parzialmente infrastrutturato. Queste aree svolgono la funzione di generale presidio e salvaguardia della permeabilità del suolo, garantendo contemporaneamente l’obiettivo di costituire un filtro fra la città e la campagna.

4.3 Scenario tendenziale: l'attuazione del PP


Lo scenario tendenziale con il quale deve essere confrontata la proposta di Variante, è quello della attuazione del PP vigente, approvato nel 2007.

Nella Img. seguente si riportano le previsioni del PP riguardo alle aree verdi.

Img. 4.29 - Parco urbano e sistema del verde del nuovo insediamento (PP 2007)



LEGENDA

	Verde pubblico		Verde privato		Ulmus minor		Rosa canina (specie larga 2m) Trifoglio nano (specie larga 2m) Ginestra (specie larga 2m) Trifoglio nano (specie larga 2m)
Essenze arboree ed arbustive					Roseto a pergolato		Orologio solare con gnomone
	Alloro		Frutteto : Susto (ornus domestica) - Pesca (persica vulgaris) Pera (Pyrus communis sativa) - Ciliegio (Prunus avium) Albicorno (Amelanchier vulgaris) - Vite (Vitis vinifera sativa)		Piante officinali : salvia romana - aloro - maggiorana basilico - origano - salvia - origano		Dune acustiche
	Acer campestre		Lecceto				
	Tilia platyphyllo		Bambù: Bambusa multiplex (Phyllostachys gracilis) Bambusa multiplex (Phyllostachys gracilis) Bambusa multiplex (Phyllostachys gracilis)				
	Salix babylonica		Trifoglio nano				
	Platanus x acerifolia		Siepi: cornus, sambuco, biancospino				
	Populus nigra		Teucrium rusticum Trifoglio nano (specie larga 2m)				

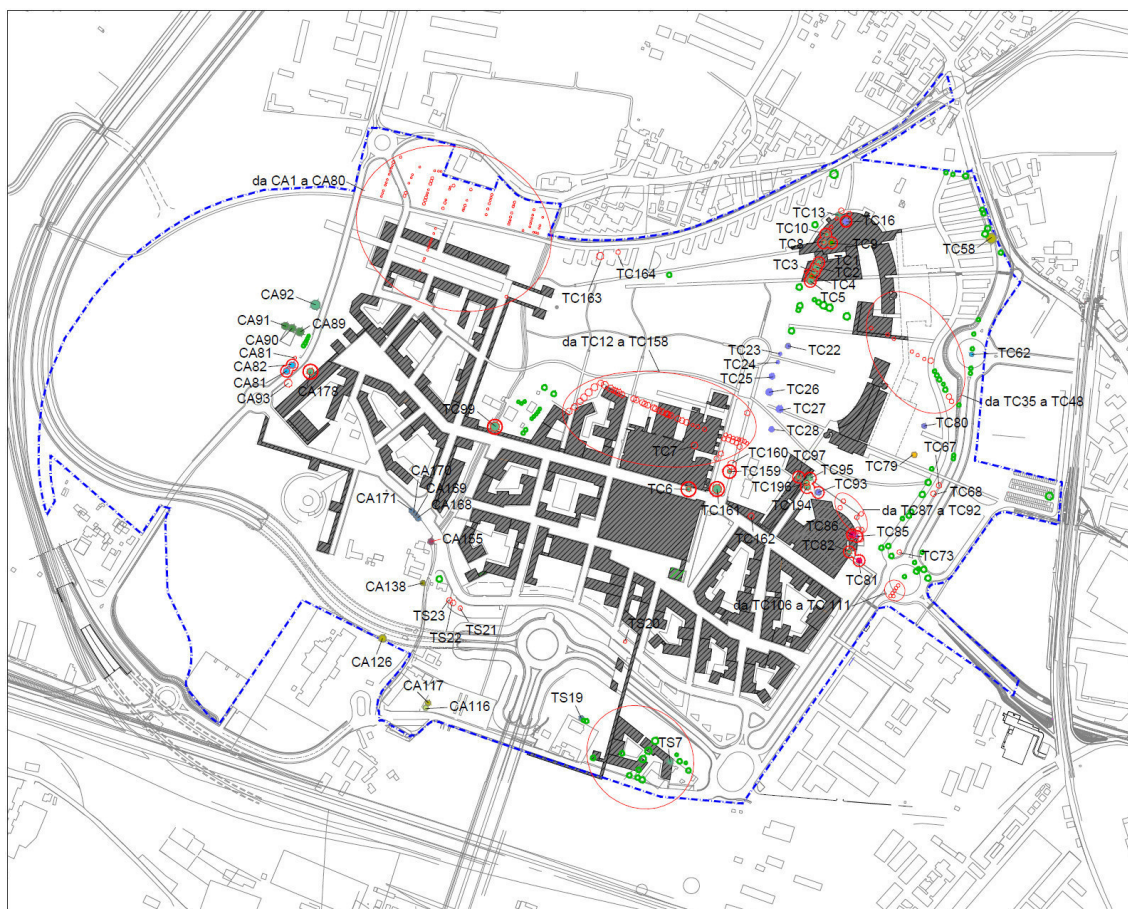
Gli effetti attesi sulla componente verde ed ecosistemi dalla attuazione del PP sono stati compiutamente analizzati nello Studio ambientale allegato al PP, di cui si riportano di seguito le considerazioni conclusive.

Lo studio aveva considerato 3 aspetti:




1. interferenza del progetto con le alberature esistenti (con le relative previsioni di compensazione);
2. verifica dei condizionamenti del progetto (in relazione alla pianificazione sulle reti ecologiche, alle normative e alle caratteristiche del sito e dei suoli in corrispondenza delle ex aree estrattive);
3. indirizzi progettuali relativi allo specifico comparto (prescrizioni circa la permeabilità e le dotazioni di verde).










Per quanto riguarda il primo aspetto (interferenze) era stata utilizzata la tavola delle interferenze, predisposta dallo studio Res Agraria, in cui sono visibili gli effetti del progetto nei confronti della vegetazione arborea esistente. Questi elementi sono rappresentati nella immagine successiva dove vengono evidenziate le alberature potenzialmente interferite rispetto allo schema progettuale del PP.

Img. 4.30 - Interferenze tra PP e vegetazione arborea esistente



LEGENDA PRESENZE ARBOREE CON BUONE CARATTERISTICHE DI
STABILITÀ BIOLOGICA, STRUTTURALE ED ORNAMENTALE

-  Albero di *Acer pseudoplatanus*
-  Albero di *Acer campestre*
-  Albero di *Aesculus hippocastanum*
-  Albero di *Cupressus sempervirens*
-  Albero di *Platanus x acerifolia*
-  Albero di *Populus alba*
-  Albero di *Populus nigra* var. "Italica"
-  Albero di *Populus nigra*

-  Albero di *Prunus armeniaca*
-  Albero di *Prunus avium*
-  Albero di *Prunus avium* (innesto da frutto)
-  Albero di *Quercus robur*
-  Albero di *Tilia hybrida*
-  Albero di *Ulmus minor*
-  Ceppaia di *Ulmus minor*
-  Alberi con buone caratteristiche da rimuovere
-  Alberi con cattive caratteristiche da rimuovere

Si era evidenziato un primo livello di interferenza con la vegetazione arborea presente basato sulla sovrapposizione del progetto e sul valore di stabilità e biologico della pianta; si giungeva dunque all'individuazione di circa 218 alberi vincolati potenzialmente oggetto di espanto sui 401 complessivi.

In relazione alle interferenze evidenziate era stato sviluppato un approfondimento di analisi, mettendo in correlazione anche le classi diametriche di riferimento. In questo modo era stato possibile mettere in evidenza le alberature di maggior interesse e per le quali risulta opportuna una ulteriore verifica progettuale finalizzata al loro potenziale mantenimento. I risultati sono descritti nella tabella seguente.

Tab. 4.3 - Alberature con classi diametriche e di stabilità elevate

N°	Specie	Altezza	Circonf.	Diametro	Classe	Note
T C 3	<i>Quercus robur</i>	16,00	1,90	63	B	Alcuni seccumi sui rami
T C 4	<i>Quercus robur</i>	18,00	2,80	93	B	Alcuni seccumi sui rami
T C 6	<i>Quercus robur</i>	12,00	0,80	27	B	Soggetto ricoperto di edera per il 20%
T C 8	<i>Quercus robur</i>	13,00	1,10	35	A-B	
T C 9	<i>Acer campestre</i>	10,00	1,20	40	B	Branca sporgente
T C 10	<i>Quercus robur</i>	10,00	1,00	33	A-B	
T C 13	<i>Quercus robur</i>	10,00	1,05	35	B	Leggermente inclinato
T C 65	<i>Ulmus minor</i>	10,00	0,75	25	A-B	Presenza di dicotomia basale
T C 76	<i>Salix spp.</i>	12,00	1,00	33	B	
T C 77	<i>Prunus spinosa</i>	5,00	0,90	3	B	Leggermente inclinato
T C 93	<i>Ulmus minor</i>	11,00	1,30	43	B	Ferite base del tronco - edera per il 10%
T C 94	<i>Quercus robur</i>	13,00	1,70	57	B	Edera per il 10%
T C 95	<i>Acer pseudoplatanus</i>	10,00	0,90	30	B	
T C 96	<i>Acer pseudoplatanus</i>	11,00	1,05	35	B	Edera per il 10%
T C 97	<i>Quercus robur</i>	12,00	1,30	43	B	Edera per il 10%
T C 159	<i>Quercus robur</i>	9,00	0,90	30	A-B	Soggetto giovane
T C 161	<i>Quercus robur</i>	28,00	3,90	130	B	
T C 164	<i>Prunus domestica</i>	7,00	1,00	33	B	Varietà innestata da frutto

Nella tabella sono state riportati i 18 esemplari arborei caratterizzati da classi diametriche

superiori ai 20 cm e con caratteristiche di stabilità entro la classe B¹⁶. In particolare si evidenzia che tra le alberature di particolare interesse solo 3 hanno un diametro superiore ai 60 cm (campitura in verde) ricadendo così nella categoria di “albero di grande rilevanza”.

Per gli esemplari descritti in tabella, ma soprattutto per questi ultimi 3 alberi specifici, si richiede un particolare livello di attenzione finalizzato al mantenimento delle alberature stesse.

Un ulteriore livello di approfondimento ha riguardato quelle alberature caratterizzate da un livello di stabilità inferiore seppure ancora interessanti sotto il profilo della classe diametrica. Questo ulteriore filtro è stato effettuato con il fine di segnalare eventuali alberature importanti per le quali si ritiene opportuno un eventuale ulteriore livello di verifica, in fase di approfondimento progettuale, al fine di verificarne l'effettivo livello di tutela e la possibilità eventuale di prevederne il mantenimento.

Tab. 4.4 - Alberature con classi diametriche e di stabilità intermedie

N°	Specie	Altezza	Circonf.	Diametro	Classe	Note
T C 5	<i>Quercus robur</i>	15,00	1,90	63	B-C	Inclinato leggermente
T C 62	<i>Platanus x acerifolia</i>	8,00	0,80	27	B-C	Presenza di capitozzature sulle branche
T C 67	<i>Populus nigra</i>	15,00	1,20	40	B-C	Presenza di ricacci alla base del tronco
T C 69	<i>Populus nigra</i>	19,00	1,50	50	B-C	Presenza di ricacci alla base del tronco
T C 70	<i>Populus nigra var. Italica</i>	23,00	1,50	50	B-C	Presenza di ricacci alla base del tronco
T C 79	<i>Prunus armeniaca</i>	6,00	1,20	40	B-C	
T C 80	<i>Ulmus minor</i>	14,00	0,90	30	B-C	
T C 81	<i>Prunus avium</i>	10,00	1,30	42	B-C	Varietà innestata da frutto - edera 30%
T C 82	<i>Quercus robur</i>	10,00	1,25	41	B-C	Lesioni sulle branche - edera per il 20 %
T C 83	<i>Prunus avium</i>	9,00	0,80	27	B-C	
T C 85	<i>Ulmus minor</i>	10,00	0,80	27	B-C	Edera per il 60%
T C 86	<i>Prunus avium</i>	12,00	2,20	65	B-C	Edera per il 70%
T C 88	<i>Ulmus minor</i>	12,00	0,90	30	B-C	Edera per il 30% - ferita alla base del fusto
T C 99	<i>Quercus robur</i>	18,00	2,60	87	B-C	Inclinata oltre 20°

Dall'analisi della tabella si evince che dei complessivi 14 esemplari, tutti ricadenti nel settore denominato “Tavola Svizzeri”, 7 presentano una classe diametrica superiore ai 40 cm, mentre in 3 casi (vedi retinatura verde) si supera invece la soglia dei 60 cm della “grande rilevanza”.

Su 3 dei complessivi 14 sembra quindi opportuno segnalare un livello particolare di attenzione, che, va precisato, in questo caso risulta comunque limitato dalla classe di stabilità, che ne riduce l'interesse complessivo.

Questa verifica evidenzia quindi come a fronte di un numero complessivo di 401 esemplari arborei, di cui 218 alberi vincolati potrebbero essere oggetto di espanto, il livello di attenzione effettivo vada rivolto ad un limitatissimo numero (32) caratterizzato da un maggiore grado di tutela, ed in particolare 6 con caratteri di “grande rilevanza”. Questo grado di tutela si

¹⁶ L'estratto desunto dalle analisi realizzate dallo studio della Soc. Res Agraria non ha tenuto conto delle alberature caratterizzate da condizioni di stabilità elevate ma con diametri inferiori ai 20 cm come anche quelli definiti come “ceppaie”.

traduceva nella proposta di:

- mantenimento per gli esemplari riportati in Tab. 7.3, con massima priorità per le 3 farnie;
- verifica approfondita mirata comunque al mantenimento per le alberature individuate nella Tab. 7.4, in particolare quelle di grande rilevanza.

Riguardo alla seconda categoria è comunque possibile affermare che l'opportunità di rinnovamento delle alberature esistenti, anche se comporta un bilancio in termini quantitativi apparentemente pesante, rappresenta per quest'ambito una condizione spesso necessaria e da valutare, in fase di progettazione esecutiva, anche per gli esemplari per i quali può essere deciso il mantenimento.

Per quanto riguarda il secondo aspetto (condizionamenti del progetto in relazione alla normativa), lo Studio specificava la necessità del rispetto della normativa vigente all'epoca per gli espianti e le compensazioni in relazione agli interventi edilizi: si erano dunque considerati e applicati gli articoli 108 *"Riassetto di aree verdi"* e 109 *"Realizzazione di opere edili private"* del PRG.

Si era ipotizzata una piena interferenza del progetto con le alberature vincolate (diametro superiore ai 20 cm). Nel calcolo della fitomassa di reintegro ottenuta considerando il reimpianto di esemplari caratterizzati da diametro di 14 cm e valutando il 50% dell'area (art.109) in maniera cautelativa, considerando cioè per ognuna delle classi diametriche la misura massima, si sono ottenuti i seguenti dati:

- il numero di alberi vincolati (non superiori ai 60 cm) è pari a 187;
- in considerazione delle classi diametriche e in applicazione all'art. 109, nel caso di espianto totale delle alberature, deve prevedersi il reintegro con circa 850 piante di diametro 14 cm.

Sempre riguardo al secondo aspetto (condizionamenti del progetto in relazione al progetto delle reti ecologiche, alle caratteristiche del sito e dei suoli) si era considerato che, in ragione dello scarso equipaggiamento vegetazionale e dell'estremo appiattimento dei caratteri biotici, l'area presentava degli importanti fattori di condizionamento ambientale, ma anche importanti elementi di opportunità. Lo sviluppo di queste opportunità è stato considerato possibile in sede progettuale, in quanto il comparto, pur facendo parte degli ambiti ad elevato grado di antropizzazione, occupa una posizione strategica, oltre che per gli aspetti generali relativi all'inquadramento della macrozona di appartenenza, anche in ordine alla vasta riqualificazione prevista per le aree verdi. Le opportunità che il progetto poteva cogliere in questo erano le seguenti:

- rappresentare un elemento di congiunzione nel sistema del verde dei sistemi peri-urbano e periferico anche se attualmente scarsamente valorizzato;
- costituire, data la vicinanza con il fiume Reno e il canale Navile, un'importante opportunità in termini di reti ecologiche;
- svolgere, attraverso la realizzazione di zone boschive e alberate e il mantenimento di elevate quote di superficie permeabili, interessanti funzioni compensative per quanto riguarda il complesso suolo - acqua, svolgendo una azione positiva sul microclima;

- consentire il superamento del deficit riguardante le dotazioni del verde di quartiere, non solo in termini quantitativi ma anche di accessibilità.

Lo Studio riconosceva un pieno recepimento nel Masterplan e nel progetto del verde del PP di tali indirizzi generali, in quanto veniva prevista:

- la realizzazione di ampie aree verdi con il mantenimento di elevate percentuali di superfici permeabili (circa il 40%);
- il potenziamento della “permeabilità ecologica” interna al comparto, assicurata dalla continuità tra le aree verdi, anche private, e dal ripristino del canale “Ghisliera” che, seppure con caratteri secondari, contribuisce ad una diversificazione degli habitat;
- l’introduzione di una stratificazione arborea, attualmente praticamente inesistente, con effetti importati sia in termini depurativi che di miglioramento del microclima;
- la creazione di interessanti elementi ecotonali rispetto alle aree circostanti quali la “fascia di ambientazione” posta lungo tutto il lato nord, e la creazione di zone a maggior densità arborea in prossimità di alcune viarie arterie principali.

Allo scopo di esaltare queste condizioni appena descritte erano stati segnalati, nell’ambito dello Studio, alcuni elementi di attenzione, da approfondire e sviluppare nel P.P.. In particolare si richiedeva di:

- assicurare lungo tutto il perimetro ovest e sud la “permeabilità ecosistemica” tra il verde di comparto e la fascia fluviale¹⁷, adesso limitata dalla creazione della nuova viabilità di comparto che viene a costituire una barriera ecologica importante. Tale permeabilità potrebbe essere attuata, ad esempio, mediante la realizzazione di sovra-sottopassi finalizzati al passaggio della fauna;
- potenziare, attraverso la realizzazione di impianti arborei boschivi, una fascia di “filtro”, da realizzare lungo la nuova viabilità di progetto e nelle zone “ecotonali”. Queste zone localizzate in particolare nell’ambito sud hanno anche lo scopo di riqualificare un ambito in parte compromesso da scorrette attività estrattive (tombamento con materiali inquinanti).

Per quest’ultimo aspetto un ulteriore elemento di attenzione faceva riferimento alla necessità di adottare tutte le misure finalizzate ad escludere questi aspetti di potenziale problematicità. Tali misure erano state sintetizzate nelle:

- analisi preliminari mirate alla verifica delle effettive condizioni delle caratteristiche agrarie del suolo;
- ricostituzione del terreno agrario superficiale (a seconda delle situazioni fino ad 1 metro);
- scelta delle specie vegetali mirata ad una maggior adattabilità e resistenza ai casi di criticità suesposti.

Allo scopo infine di fornire un quadro sintetico degli scenari di riferimento si erano presi in

¹⁷ Ambito tra l’altro individuato dal PTCP come “zona di rispetto dei nodi”.

esame alcuni indicatori schematici, certamente non esaustivi, ma significativi per un primo bilancio complessivo.

Tab. 4.5 - Bilancio del quadro ecologico-vegetazionale negli scenari temporali di riferimento

PARAMETRI	ATTUALE	FUTURO	BILANCIO
Superf. permeabile	95%	40%	-
Biomassa (N. piante arboree)	401	2.000 circa	+
Biodiversità (N. specie vegetali)	44 (21 famiglie)	=	=
Specie autoctone/alloctone	94%	100%	+
Livello di integrazione biotica	Basso	Medio	+

Il quadro biotico nei due scenari, espresso dai parametri sintetici, metteva in rilievo le potenzialità di sviluppo legate essenzialmente ad una riqualificazione del suolo in termini di copertura arborea e di introduzione di un più elevato grado di naturalità.

In particolare, in termini di superficie permeabile si era specificato che a fronte di una riduzione in termini assoluti esisteva un potenziamento con ricadute positive sulle funzioni complessive di rigenerazione ambientale. Un aspetto che influenza in modo determinante il microclima, a parità di estensione, è rappresentato infatti dalla copertura vegetale: si ritiene che le superfici coperte in equa proporzione (alberi, arbusti e prato) rappresentino la distribuzione ottimale ai fini dell'influenza sul microclima. Il progetto in questo senso prevedeva, come già descritto, l'introduzione di un numero elevato di specie vegetali, indice di biodiversità e quindi di stabilità del sistema biotico. Si evidenziava un incremento complessivo della biomassa di almeno 2.000 tra alberi ed arbusti, da definire a livelli di maggiore definizione progettuale in funzione dell'ambito di pertinenza.

Tab. 4.6 - Superfici a verde nel comparto – Stato futuro tendenziale (PP Approvato)

STATO TENDENZIALE	Superfici (ha)
Superficie a verde permeabile	30,6
St	73.3

Si specifica che all'interno della superficie permeabile sono considerati anche i lotti destinati ad usi pubblici (3,36 ha), considerando una incidenza delle edificazioni/impermeabilizzazioni del 40% rispetto al lotto (si considerano quindi circa 2 ha permeabili). Sono invece considerate completamente impermeabili le superfici fondiarie dei lotti privati.

Anche in termini qualità dell'intervento erano inoltre considerati gli elementi di protezione e qualità introdotti dal progetto e riferibili alle importanti mitigazioni previste per il contenimento delle emissioni inquinanti prodotte dalle infrastrutture lineari di perimetro.

Complessivamente il progetto presentato, partendo da una situazione attuale di basso valore vegetazionale, contribuisce nello scenario futuro tendenziale, oltre ad una valorizzazione della potenzialità biotica specifica dell'area, alla costituzione, anche mediante ulteriori accorgimenti progettuali da sviluppare, della stessa come elemento di congiunzione dei parametri biotici dell'ambito di studio con il più vasto areale di riferimento.

Anche per quello che riguarda altri indicatori considerati nelle analisi, quali accessibilità e standard di verde di quartiere, il bilancio finale dovuto alla trasformazione prevista per il comparto appariva sicuramente positivo. Questo ancora di più considerando che il contesto

urbano di riferimento potrà avere disponibile una significativa quota di verde pubblico in un ambito caratterizzato da una elevata densità abitativa, anche in ragione delle nuove trasformazioni urbanistiche previste.

4.4 *Lo scenario futuro: il progetto di variante*

Si evidenzia che gli aspetti della Variante di interesse per la presente componente riguardano principalmente la nuova sistemazione prevista per le aree verdi pubbliche, in quanto le modifiche riguardanti l'assetto planivolumetrico degli edifici non risultano rilevanti (variazioni della altezza degli edifici), se non in quanto nella porzione nordest del comparto la superficie destinata alle edificazioni si riduce, e viene liberata una ulteriore porzione di comparto da adibire ad attrezzatura verde (parco urbano attrezzato).

Complessivamente, il progetto delle aree di verde pubblico coinvolge 29,63 ha di aree verdi prative.

Esso considera lo sviluppo di una grande area pubblica principale, destinata alla fruizione (circa 13,3 ha), quale attrezzatura verde di scala comunale, localizzata nella fascia nord est del comparto, attraversata da percorsi pedonali e ciclabili alberati, dotati di panchine ed aree per la sosta, che permettono la fruizione del parco e collegano i parcheggi perimetrali, le aree di nuovo insediamento, la fermata del previsto nuovo sistema di trasporto pubblico (People mover). Il parco è punteggiato, lungo i percorsi, di "isole" attrezzate per vari tipi di fruizione (giochi bambini, solarium, barbecue, relax, lettura). Una spina centrale più "strutturata" raccorda tra loro e con la fermata del People mover i percorsi principali. Sono previste un'area destinata ad attività di mercatino, e all'estremità nordest un'area per lo sgambamento cani.

È inoltre prevista una ulteriore fascia di parco nel settore sud del comparto, tra via Sabena e via Agucchi (ulteriori 5,2 ha).

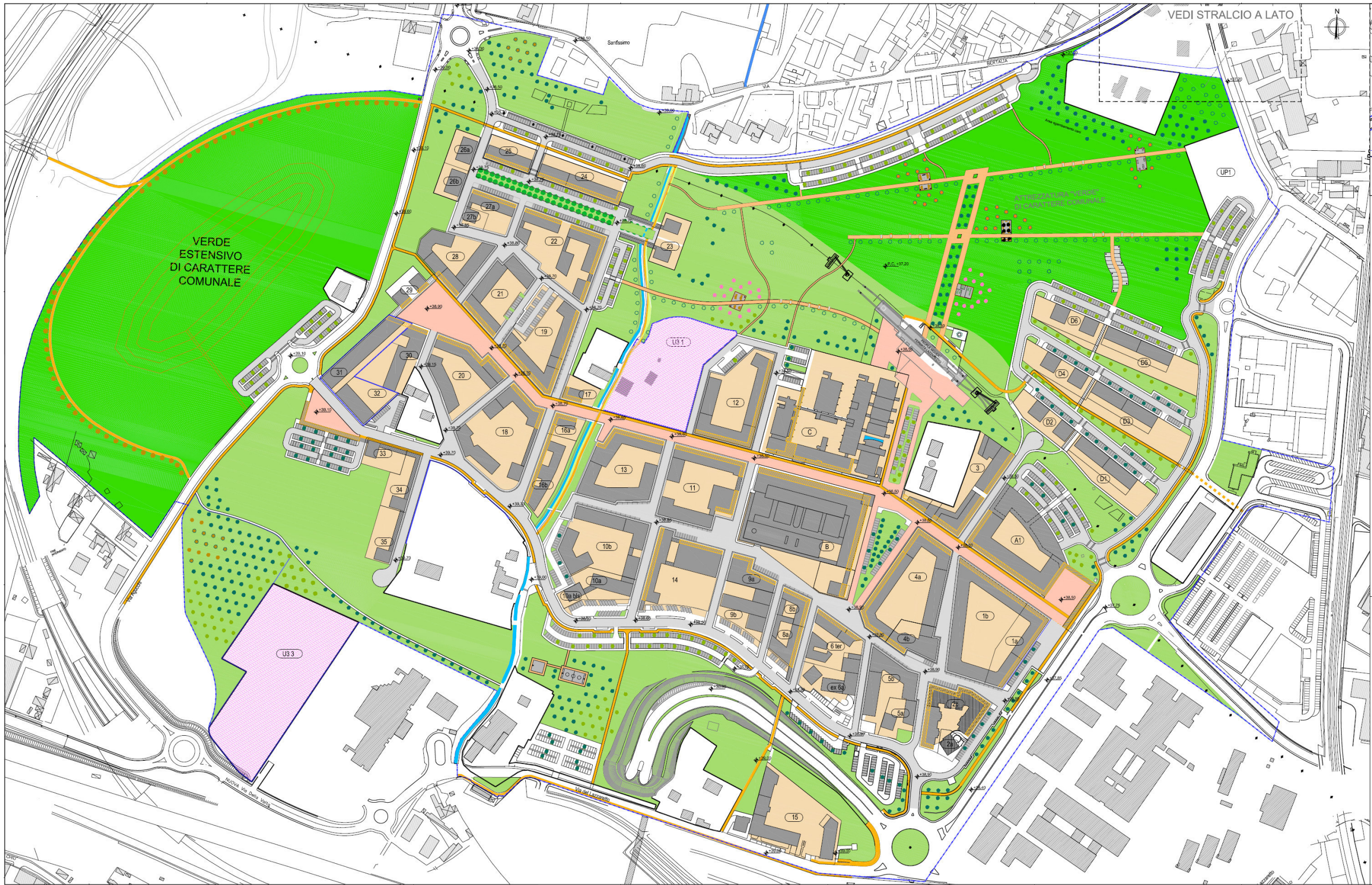
Nelle aree più esterne del parco, sui lati nord, est e sud, in prossimità dei parcheggi, sono previste tre aree attrezzate per il gioco articolate secondo tre differenti classi di età (per scuola primaria e secondaria di primo grado con attrezzature ginnico sportive; per secondaria di secondo grado campo di basket).

Alcune zone, in prossimità dei "bordi" delle aree verdi verso le aree insediate e gli assi infrastrutturali presenti, sono previste con piantumazioni più dense a formare aree boscate e fasce di mitigazione (in particolare a sud e nord).

In corrispondenza del corso della canaletta Ghisiliera è prevista una fascia di vegetazione che sarà progettata adeguatamente quanto a specie vegetazionali, per la valorizzazione paesaggistica e naturalistica del canale storico, compatibilmente con la disponibilità di spazio, da verificare in sede più avanzata.

La porzione ovest del comparto (circa 9,6 ha) viene prevista a verde estensivo e non destinata alla fruizione, in ragione dei precedenti usi estrattivi e delle probabili contaminazioni dei suoli collegate alle operazioni di tombamento; vi è previsto solo un percorso ciclabile alberato perimetrale, che riprende il sedime della vecchia ferrovia dismessa.

Img. 4.31- Planimetria di progetto, con indicazione delle sistemazioni a verde di progetto



Tab. 4.7 - Superfici a verde nel comparto – Stato futuro progetto

STATO FUTURO	Superfici (ha)
Superficie a verde permeabile	31,3
St	72,4

La superficie del verde permeabile riportata in tabella differisce dalla superficie del verde a parco in quanto comprende, come fatto anche per lo stato tendenziale, anche il 60% della superficie dei lotti destinati ad usi pubblici (si considera una incidenza delle edificazioni/impermeabilizzazioni del 40% rispetto al lotto).

La proposta di Variante, seppur comporta una indubbia inevitabile riduzione del rapporto di permeabilità se paragonata allo stato attuale (12.300 mq di lotti attuati/in attuazione su 73 ha di St originariamente permeabili al 95%), collegata all'urbanizzazione dell'area, incrementa l'estensione delle aree verdi "permeabili" rispetto allo scenario tendenziale di attuazione del PP vigente (circa 0,7 ha); si sottolinea che nel calcolo l'intera superficie fondiaria dei lotti privati è considerata cautelativamente impermeabile al livello attuale della progettazione.

Occorre anche specificare che le superfici a verde "permeabile" conteggiate sia nello stato tendenziale che nello stato futuro di Variante comprendono anche la porzione "impermeabilizzata" dal telo di protezione dell'area oggetto di procedura di messa in sicurezza posta nel settore ovest del comparto, ricoperto da diversi metri di terreno vegetale; la superficie effettivamente permeabile va calcolata dunque sottraendo in entrambi i casi alla superficie a verde l'estensione di tale settore.

Si considera dunque la proposta di variante migliorativa sotto questo aspetto.

Complessivamente il progetto prevede l'impianto di 1.189 alberature, di cui quelle lungo la ciclabile nell'area di verde estensivo, lungo i percorsi principali di ingresso e collegamento, e in parte delle fasce boscate perimetrali saranno previste ad alto fusto.

In particolare, le alberature hanno la funzione di evidenziare la gerarchia tra percorsi principali (doppia alberata) e secondari (alberata semplice) di attraversamento e fruizione del parco.

Altri filari alberati delimitano il comparto lungo il lato ovest, lungo la pista ciclabile prevista sul vecchio sedime ferroviario. Inoltre, tutte le aree di parcheggio sono alberate per ottenerne l'ombreggiamento, secondo le prescrizioni del RUE e del Regolamento del verde (circa 1 albero ogni 4 stalli, sia nelle aree pubbliche che pertinenziali).

Dei boschetti sono previsti intorno all'area giochi dei bimbi e all'isola "relax", ad ombreggiare l'isola "lettura", a segnalare le isole "solarium" e "barbecue"; lungo la canaletta Ghisiliera è previsto un filare alberato che la evidenzia tridimensionalmente, indicandone l'andamento.

Per le aree verdi a parco sono previsti adeguati sistemi di irrigazione per la fase di attecchimento.

4.4.1 Gli effetti attesi

L'effetto più significativo della attuazione del progetto sulla componente del verde ed ecosistemi, sia per quanto riguarda lo scenario tendenziale, che per lo scenario futuro di

variante, è dato dalla sua integrazione alla città, ed alla rete ecologica locale, perseguita tramite interventi di riqualificazione e articolazione degli spazi aperti e della vegetazione. Tale effetto è esito delle scelte progettuali compiute al fine di mettere in relazione con la città questo settore inedito a lungo “decontestualizzato”, collegandolo alle porzioni urbane limitrofe, nell’ottica di una rigenerazione generale dell’ambito territoriale di riferimento, rispetto al quale esso appare una risorsa strategica.

In questo senso, la variante proposta risulta in generale migliorativa, in quanto la differente articolazione degli edifici nel settore nord est appare funzionale ad una migliore integrazione degli spazi aperti destinati a verde rispetto al funzionamento della rete ecologica delineato alla scala locale (direzioni di collegamento a nord).

Si genera infatti, grazie allo spostamento a sud degli edifici previsti, una fascia verde pressoché continua nel settore nord del comparto, che consente una potenziale relazione tra le aree urbanizzate e fortemente artificializzate poste ad est e gli ambiti a maggiore naturalità posti ad ovest verso il fiume Reno e gli ambiti periurbani, in coerenza con quanto delineato dalla pianificazione (PSC – Sistemi – Tav. Dotazioni ecologiche ambientali).

Trasversalmente a tale fascia, e ad una analoga seppur meno rilevante posta a sud, la riqualificazione e valorizzazione della canaletta Ghisiliera costituisce un ulteriore elemento di connessione, già presente nello scenario tendenziale e confermato nella Variante.

I nuovi spazi verdi pubblici vanno a rafforzare la rete locale delle dotazioni pubbliche, articolandola su differenti tipologie di usi e di utenti (si vedano le aree destinate alle diverse fasce di età scolare, e le “isole” dedicate a diverse declinazioni del tempo libero).

In relazione a tali obiettivi, il progetto potrà proporre una nuova articolazione della dotazione vegetazionale nel comparto, che da una parte risulti funzionale alla lettura degli spazi, dei percorsi e delle funzioni, ed all’orientamento degli utenti, dall’altra concorra alla valorizzazione della funzionalità ecologica locale del sistema identificato dal PSC.

Rispetto alla situazione attuale della vegetazione del comparto, va evidenziato che il progetto del verde propone un assetto della componente arborea completamente rinnovato, nel quale le associazioni prescelte (fasce alberate, filari semplici e doppi, boschetti) sono collegate alle funzioni assegnate ed alla lettura del disegno complessivo degli spazi aperti.

Quanto alle interferenze tra progetto ed alberature presenti, in particolare a quelle tutelate e di grande rilevanza evidenziate nell’analisi dello stato attuale, e riepilogate sinteticamente nella tabella sotto riportata, si rileva che:

- gli esemplari di farnia (*Quercus robur*) TC 161 e TC 99 si trovano in aree non interessate dalla variante;
- il *Prunus avium* (TC 86) già interferito nello scenario tendenziale dagli edifici previsti nell’isola A1 oggetto di variante, rimane interferito nello scenario futuro;
- gli edifici previsti nelle isole da D1 a D6 oggetto di variante non provocano nuove interferenze;
- gli esemplari di farnia (*Quercus robur*) TC 3, TC 4, TC 5 non sono più interferiti da edifici di progetto, ma si trovano nell’area verde; si auspica che nei successivi approfondimenti del progetto del verde sia verificata la possibilità di integrarle in tale disegno,

conservandole.

Tab. 4.8 - Alberature di qualità elevata/intermedia presenti nel comparto

N°	Specie	Altezza	Circonf.	Diametro	Classe	Note
Alberature con classi diametriche e di stabilità elevate						
T C 3	<i>Quercus robur</i>	16,00	1,90	63	B	Alcuni seccumi sui rami
T C 4	<i>Quercus robur</i>	18,00	2,80	93	B	Alcuni seccumi sui rami
T C 161	<i>Quercus robur</i>	28,00	3,90	130	B	
Alberature con classi diametriche e di stabilità intermedie						
T C 5	<i>Quercus robur</i>	15,00	1,90	63	B-C	Inclinato leggermente
T C 86	<i>Prunus avium</i>	12,00	2,20	65	B-C	Edera per il 70%
T C 99	<i>Quercus robur</i>	18,00	2,60	87	B-C	Inclinata oltre 20°

Si ricorda che la verifica della sostenibilità ambientale e territoriale relativa alla variante in oggetto deve dare conto della coerenza delle azioni ammesse per l'ambito oggetto di trasformazione con il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale che il PSC vigente si è dato, in sintonia con gli impegni ambientali assunti dal Comune e con gli obiettivi derivanti dalla pianificazione sovraordinata, sintetizzabili, per la presente componente, in:

- *valorizzazione e tutela degli habitat naturali e del paesaggio, attraverso l'integrazione dei sistemi del verde urbano, del sistema dei parchi e delle aree protette e la valorizzazione delle reti ecologiche di connessione.*

In base a quanto appena descritto, rispetto agli effetti della riqualificazione dell'area in merito alla sua integrazione nella rete ecologica urbana locale, si ritiene la proposta coerente con tale obiettivo.

Per quanto riguarda la dotazione di verde, il progetto prevede la sostituzione della vegetazione esistente con un nuovo corredo vegetazionale, secondo un disegno che, come descritto nel paragrafo precedente, consente una facile lettura della organizzazione dei percorsi e delle funzioni, permettendo una fruizione articolata per diverse tipologie di fruitori e differenti scopi. Le specie arboree saranno scelte in modo da evidenziare con differenti altezze e portamenti la gerarchia tra i percorsi, la posizione delle aree attrezzate, e segnalare tridimensionalmente l'elemento paesaggistico rappresentato dalla canaletta Ghisiliera, di cui è prevista la riqualificazione e valorizzazione. Rispetto allo scenario tendenziale, la diversa disposizione degli edifici nella porzione nordest del comparto permette una migliore integrazione nel disegno della rete ecologica locale, consentendo una migliore connessione ecologica in direzione est-ovest lungo il lato nord, ed elimina alcune interferenze con le alberature di maggior interesse presenti. Analisi di maggior dettaglio sulle condizioni effettive del patrimonio esistente allo stato attuale permetteranno di valutare l'eventuale conservazione ed integrazione nel progetto degli spazi verdi degli esemplari arborei di maggior interesse segnalati dal rilievo allegato al SIA del 2007 e ripreso nel presente studio, non più interferiti come appena descritto.

In conclusione del presente paragrafo si sottolineano gli impatti prevedibili della realizzazione della proposta di variante rispetto alla componente:

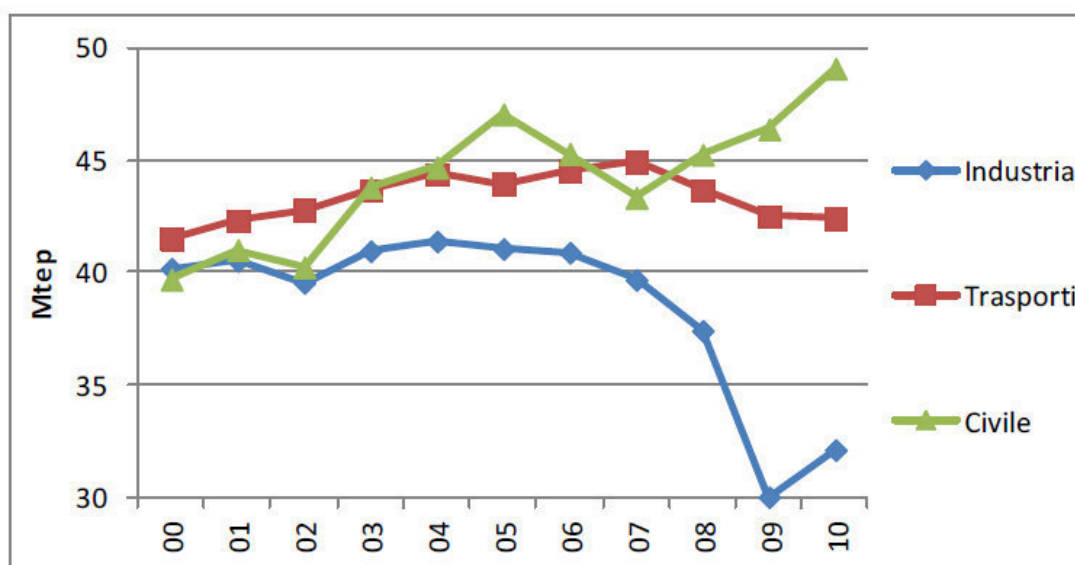
- si prevede un aumento della dotazione di aree verdi permeabili rispetto al Piano vigente (0,7 ha),
- si prevede la riqualificazione e potenziamento del corredo vegetazionale esistente, con una ricca e compagine che dovrà essere articolata su specie prevalentemente autoctone o naturalizzate, il cui progetto persegue obiettivi di diversificazione in relazione al ruolo e alla collocazione delle aree e delle funzioni, di potenziamento delle connessioni ecologiche, e di valorizzazione ecologica e paesaggistica dell'area; le nuove piantumazioni vanno a compensare i numerosi abbattimenti che l'attuazione del progetto comporta;
- la realizzazione di aree verdi di uso pubblico potenzierà le possibilità di fruizione dell'area, integrandola nel sistema delle dotazioni territoriali del settore urbano di riferimento, e sarà accompagnata da una riorganizzazione dei percorsi pedonali e ciclabili che contribuirà alla sua integrazione.

5 ENERGIA

5.1 Introduzione

Secondo quanto riportato dal Ministero dello sviluppo Economico e rilanciato dall'ENEA (dati 2010), gli edifici sono responsabili di oltre il 35% dell'energia primaria e del 50% dell'energia elettrica consumata annualmente in Italia. L'utilizzo di elettricità prodotta da combustibili fossili, come per esempio petrolio, gas naturale e carbone, influisce negativamente sull'ambiente in ogni fase del suo ciclo di vita, a partire dal processo di estrazione e trasporto, seguito dalle attività di raffinazione e distribuzione, fino al consumo finale.

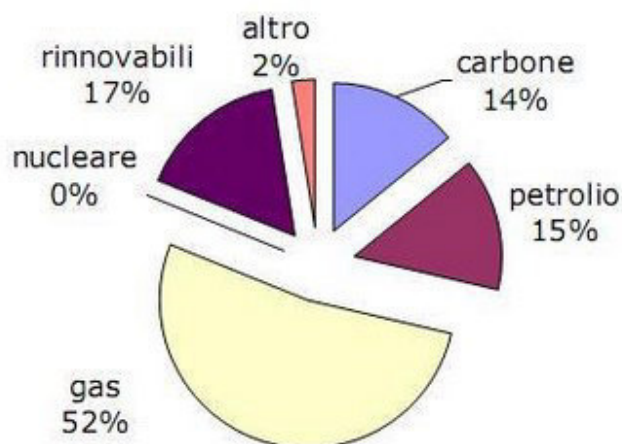
Img. 5.1 - Trend per gli impieghi finali di energia per settore - Anni 2000/2010



La composizione percentuale della domanda per fonte energetica evidenzia la specificità italiana, relativamente all'elevato ricorso a petrolio e gas (oltre l'83%), all'import strutturale di elettricità (intorno al 5% negli ultimi anni) e al ridotto contributo dei combustibili solidi.

La variazione del mix rispetto agli anni precedenti conferma la tendenza di riduzione del ricorso al petrolio, che pure rimane la fonte più utilizzata (52%), a favore del gas e l'aumento del peso delle rinnovabili. Queste hanno conseguito, soprattutto negli ultimi tre anni, un'accelerazione notevole.

Img. 5.2 - Disponibilità interna lorda di energia per fonte e risorsa



Alla luce di questi dati, è sempre più urgente affrontare il tema della riduzione dei consumi energetici, in primo luogo riducendo il fabbisogno energetico degli edifici, in secondo luogo ricorrendo a forme energetiche con un minore impatto ambientale.

Per altro, all'interno degli spazi confinati, esiste una stretta correlazione tra i flussi energetici e il benessere umano; progettualmente questo si può tradurre in edifici che, compatibilmente alle destinazioni d'uso, minimizzano gli scambi di energia e ottimizzano i rendimenti energetici, in particolare, attraverso il controllo delle temperature superficiali delle pareti mediante l'involucro termico, evitando il ricorso ai sistemi meccanici, e per mezzo della tipologia, attraverso il dimensionamento e la regolazione del sistema di climatizzazione, in funzione del livello di comfort termico richiesto nei diversi periodi di occupazione degli spazi.

Il presente paragrafo è finalizzato a verificare i potenziali impatti in termini di consumi energetici e emissioni di gas climalteranti della variante al PUA del comparto denominato ex-Lazzaretto, rispetto al Piano Particolareggiato approvato nel 2007

Ai fini di questo approfondimento, le azioni più significative della proposta di variante comportano la ri-destinazione delle volumetrie che avrebbero dovuto ospitare l'Università di Bologna a usi residenziali (lotti D1-D6) e commerciali (lotto A1).

Di seguito si fornisce l'ortofoto dell'area nello stato di fatto e la planimetria generale del progetto di riqualificazione del comparto.

Img. 5.3 - Fotografia satellitare dell'area di intervento



Img. 5.4 - Planimetria generale della proposta progettuale



Lo studio si prefigge i seguenti obiettivi:

- La verifica di sostenibilità energetica delle scelte del layout progettuale in variante al Piano Particolareggiato approvato nel 2007.
- Il bilancio energetico dell'intero comparto per destinazione d'uso e uso finale (dati aggregati) nello scenario tendenziale (PP 2007) e futuro (PUA 2016), al fine di valutare il potenziale impatto rispetto alla proposta approvata.
- La descrizione delle fonti energetiche rinnovabili necessarie alla scala di comparto per soddisfare le richieste di legge, e più in generale, per ottemperare all'obiettivo di realizzare un intervento energeticamente sostenibile.
- Il bilancio emissivo dell'intero comparto per destinazione d'uso e vettore energetico nello scenario tendenziale (PP 2007) e futuro (PUA 2015), al fine di valutare il potenziale impatto rispetto alla proposta approvata.

L'analisi dello scenario tendenziale è stato aggiornato rispetto allo studio prodotto nel 2006 per il SIA allegato al Piano Particolareggiato del comparto, in funzione delle prescrizioni maggiormente stringenti della normativa vigente in materia di requisiti minimi di rendimento energetico.

5.2 Quadro di riferimento normativo e della pianificazione di settore

Il più importante riferimento normativo da considerare nella valutazione dei criteri costruttivi e delle strategie impiantistiche in materia energetica è la disciplina regionale normata dai seguenti dispositivi:

- Del.A.L. Regione Emilia Romagna 156 del 4 marzo 2008 *Approvazione atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici*, così come modificata e integrata in particolare dalle DGR 1362/2010 e 1366/2011.

Le disposizioni in materia di requisiti minimi di prestazione energetica di cui alla Del.A.L. n. 156/2008 e ss.mm.ii., e in particolare quelle riportate ai punti 1, 3 e 4 nonché negli Allegati 1, 2, 3, 4, 5, 13 e 15, continuano a trovare applicazione per le varianti in corso d'opera e per le variazioni essenziali relative a titoli edilizi in corso di validità al 1° ottobre 2015.

- DGR Regione Emilia Romagna 967/2015 *Atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici*
- DGR Regione Emilia Romagna 1275/2015 *disposizioni regionali in materia di attestazione della prestazione energetica degli edifici*

Le due Delibere regionali, pubblicate rispettivamente il 20 luglio e il 7 settembre 2015 ed entrate in vigore a partire dal 1° ottobre, fanno proprie le disposizioni del D.Lgs. 63 del 4 luglio 2013, convertito con modifiche nella Legge 90 *Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione*

avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale, del 3 agosto 2013 e del relativo decreto attuativo del 26 giugno 2015.

Le principali novità introdotte dal decreto sono

- Introduzione del concetto di “confine del sistema”, come confine che include tutte le aree di pertinenza dell’edificio, sia all’interno che all’esterno dello stesso, dove l’energia è consumata o prodotta; la definizione è importante perché da essa deriva il concetto di “energia consegnata” e di “energia esportata”
- Definizione di “edificio a energia quasi zero” e di “edificio di riferimento o target per un edificio sottoposto a verifica progettuale, diagnosi, o altra valutazione energetica”. Quest’ultima è particolarmente importante perché su di essa si basa il nuovo sistema di verifica di conformità degli interventi edilizi: non più valori fissi rispetto a una scala predefinita, ma valori di volta in volta definiti sulla base delle caratteristiche tipomorfologiche e tecnologiche dell’edificio di progetto
- Definizione dei requisiti minimi e degli interventi di miglioramento in funzione di valutazioni tecniche ed economiche di convenienza, fondate sull’analisi costi benefici del ciclo di vita economico degli edifici
- Definizione dell’edificio di riferimento o target, in funzione della tipologia edilizia e delle fasce climatiche, per la valutazione dei requisiti di prestazione minima, per gli interventi di nuova costruzione e assimilati, e per la classificazione energetica dell’edificio
- Rimodulazione delle prestazioni e dei rendimenti minimi per gli edifici oggetto di nuova costruzione e assimilati, ristrutturazione importante e riqualificazione energetica
- Calcolo del fabbisogno energetico annuale globale per singolo servizio energetico, espresso in energia primaria, su base mensile. Con le stesse modalità si determina l’energia rinnovabile prodotta all’interno del confine del sistema, e si opera la compensazione tra i fabbisogni energetici e l’energia rinnovabile prodotta all’interno del confine del sistema, per vettore energetico e fino a copertura totale del corrispondente vettore energetico consumato

In merito alla certificazione energetica, il decreto introduce:

- Nuove modalità di svolgimento del servizio di attestazione della Prestazione Energetica degli edifici e nuovi adempimenti (obblighi in capo sia al committente che al Certificatore: nomina prima dell’inizio dei lavori, sopralluogo, contenuti APE, AQE, modalità operative e attività minime da assicurare durante le procedure di attestazione, consegna APE)
- Un nuovo format del modello per la redazione dell’APE
- Indicazioni sui contenuti della relazione tecnica ex art.28 D.Lgs. 192/2005

- Nuove informazioni e nuovi indicatori dell'APE
- Una nuova scala di classi energetiche di riferimento per attestare la prestazione energetica degli edifici
- L'istituzione di un sistema informativo comune su tutto il territorio nazionale (SIAPE) per la gestione di un catasto unificato degli edifici, degli APE e di relativi controlli ed ispezioni pubblici (art.3 comma2 lettera d).

I principali riferimenti normativi tecnici sui quali si basa la disciplina regionale e nazionale sono i seguenti:

- UNI/TS 11300 – 1 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300 – 2 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI/TS 11300 – 3 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- UNI/TS 11300 – 4 Prestazioni energetiche degli edifici: utilizzo di energie rinnovabili e altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria
- Raccomandazione CTI R014 Fornisce chiarimenti in merito al calcolo dei fabbisogni energetici, quali le modalità di valutazione dell'apporto di energia rinnovabile nel bilancio energetico, il peso dell'energia elettrica esportata, la definizione della compensazione dei fabbisogni energetici attraverso fonti rinnovabili e la valutazione dell'energia elettrica da unità cogenerative.

Gli aspetti più importanti della disciplina energetica regionale riguardano:

- Classificazione energetica degli edifici
- Limiti imposti ai fabbisogni energetici dei sistemi edificio-impianto, espressi come indici di prestazione energetica EP, relativamente a:
 - Riscaldamento invernale
 - Raffrescamento estivo
 - Fabbisogno primario totale
- Caratteristiche energetiche minime dell'involucro disperdente (limite minimo del coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie).

- Copertura da fonti rinnovabili di quota parte dei fabbisogni energetici (termici ed elettrici) in funzione delle caratteristiche morfologiche e della destinazione d'uso dell'edificio.

Per quanto attiene al rispetto dei limiti fissati per gli indici di prestazione energetica EP (dovuto per edifici di nuova costruzione e assimilati), al momento i parametri da rispettare sono:

- $EP_{H,nd,lim}$: Indice di prestazione termica utile limite per il riscaldamento invernale, espresso in kWh/mq anno per le utenze residenziali e in kWh/mc anno per le altre utenze
- $EP_{C,nd,lim}$: Indice di prestazione termica utile limite per il raffrescamento estivo, espresso in kWh/anno mq per le utenze residenziali e in kWh/anno mc per le altre utenze
- $EP_{gl,tot,lim}$: Indice di prestazione energetica globale dell'edificio, considerando sia il contributo di rinnovabile che non rinnovabile, espresso in kWh/anno mq per le utenze residenziali e in kWh/anno mc per le altre utenze. L'indice è calcolato come sommatoria degli indici parziali per gli usi energetici finali (riscaldamento, produzione ACS, ventilazione, raffrescamento, illuminazione artificiale, trasporto di persone e cose):

$$EP_{gl,tot,lim} = EP_{H,lim} + EP_{W,lim} + EP_{V,lim} + EP_{C,lim} + EP_{L,lim} + EP_{T,lim}$$

I valori limite sono calcolati utilizzando l'edificio di riferimento.

Le prescrizioni più impegnative imposte dalla disciplina energetica regionale riguardano le quote di fabbisogno energetico da soddisfare attraverso il ricorso a fonti rinnovabili; il quadro normativo presenta al riguardo un criterio di copertura progressiva che, per l'intervento oggetto di studio, vedrà presumibilmente applicati i limiti vigenti dal 1° gennaio 2017. Al riguardo le prescrizioni sono:

- Copertura tramite il ricorso a energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili del 50% dei consumi previsti per la produzione dell'acqua calda sanitaria e del 50% dei consumi termici complessivi.
- Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con caratteristiche tali da garantire il contemporaneo rispetto delle condizioni seguenti:
 - potenza elettrica P installata non inferiore 0,5 kW per ogni 100 mq di superficie utile energetica di edifici a uso non residenziale;
 - potenza elettrica P installata non inferiore a $P = S_q / 50$, essendo S_q è la superficie coperta dell'edificio misurata in mq.

Inoltre la nuova disciplina regionale introduce specifici criteri per la determinazione della quantità di energia resa disponibile dalle pompe di calore, qualificabile come rinnovabile, che deve essere calcolata in base ai criteri di cui all'allegato VII della Direttiva 28/2009, applicando la seguente metodologia.

Nel caso di pompe di calore elettriche, si considera:

$$SPF = \eta \text{ SCOP} = E_{pdc} / E_{p,dc}$$

dove:

- SPF è il fattore di rendimento definito dall'allegato VII della direttiva 2009/28/CE
- SCOP (Seasonal coefficient of performance) è il fattore di rendimento stagionale medio stimato sulla base del metodo normalizzato
- E_{pdc} è l'energia fornita dalla pompa di calore durante la stagione (kWh/anno) data dalla sommatoria dell'energia fornita dalla pompa di calore per unità di calcolo, nei mesi di riscaldamento
- $E_{p,pdc}$ è l'energia primaria consumata dalla pompa di calore durante l'intera stagione di riscaldamento (kWh/anno)
- η è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria fissato dall'AEEG con apposita determinazione (attualmente pari a 0,46);

Per i soli impianti a pompa di calore con $SPF > 1,15$ si procede al computo dell'energia rinnovabile secondo l'equazione:

$$E_{RES} = E_{pdc} * [1 - (1/(SPF))] \text{ (kWh/anno)}$$

Per impianti per i quali non sia verificata in condizione di esercizio la prestazione $SPF > 1,15$ non si può effettuare il calcolo di E_{RES} .

Nel caso di pompe di calore a gas si applicano le medesime disposizioni, considerando il fattore η pari a 1 fino alla determinazione di un più appropriato valore.

Le prescrizioni della disciplina energetica regionale devono essere confrontate con gli altri strumenti di pianificazione e regolamentazione settoriale, che possono risultare talvolta maggiormente stringenti.

Va inoltre segnalato che la Regione Emilia Romagna si è dotata di un Piano Energetico Regionale (PER) approvato il 25 gennaio 2007 con deliberazione di Giunta n. 6 del 10/1/2007, aggiornato con delibera 1305 del 26 luglio 2011 - Secondo Piano Triennale di attuazione del Piano Energetico Regionale 2011-2013. Il PER prevede un progetto di sviluppo sostenibile del sistema energetico regionale, definendo una serie di obiettivi da raggiungere, e garantendo che vi sia corrispondenza tra energia prodotta, il suo uso razionale e la capacità di carico del territorio e dell'ambiente. Al fine di conseguire gli obiettivi di cui al protocollo di Kyoto la regione pone quali obiettivi quantitativi di valorizzazione delle fonti rinnovabili i seguenti con conseguente riduzione delle emissioni climalteranti. Gli obiettivi indicati possono essere raggiunti attraverso politiche ed azioni volte ad incentivare innanzitutto i meccanismi legati ai titoli di efficienza energetica e allo sviluppo dei certificati verdi.

Tab. 5.2.1 - Obiettivi di sviluppo delle fonti rinnovabili in Regione al 2020 - fonte PER

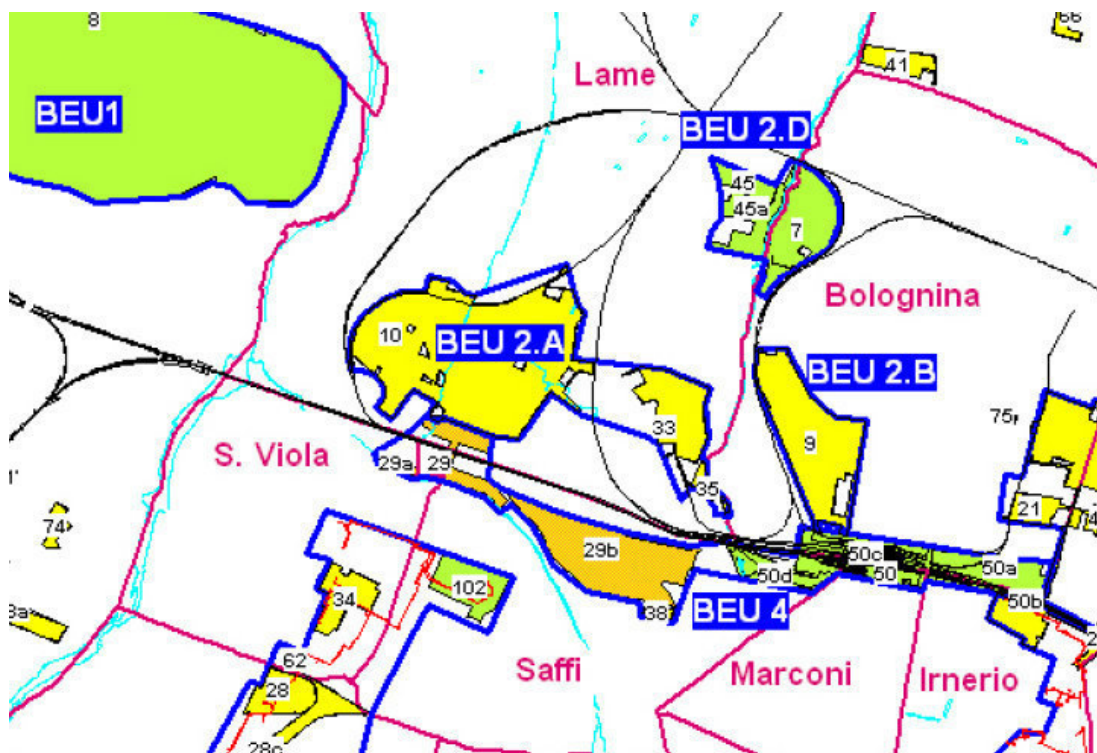
	Situazione al 2009 (MW)	Stima al 2010 (MW)	Obiettivo complessivo al 2020 nell'ipotesi di copertura dal 17% al 20% del consumo finale lordo di energia con fonti rinnovabili (MW)	Obiettivo complessivo al 2020 nell'ipotesi di copertura dal 17% al 20% del consumo finale lordo di energia con fonti rinnovabili (ktep)	Investimenti (Mln€)
Produzione energia elettrica					
Idroelettrico	297	300	320-330	71,6-73,8	141-204
Fotovoltaico	95	230	2.000-2.500	206,4-258,0	6.195-7.945
Solare termodinamico	0	0	30	3,1	135
Eolico	16	20	250-300	32,3-38,7	467-568
Biomasse	371	430	1.900	1.143,8	5.145
Totale	779	980	4.500-5.060	1.457,1-1.517,4	12.083-13.989
Produzione termica					
Solare termico	25	25	500 ⁶⁹	64,5	1.000
Geotermia	23	23	50	32,3	135,0
Biomasse	100	120	1.500-2.350	645,0-1.010,5	700,0-1.125
Totale	148	168	2.050-2.900	741,8-1.107,3	1.835-2260
Trasporti				252,8	
Totale complessivo	927	1.148	6.550-7.960	2.451,7-2.877,4	13.918-16.249

A livello Provinciale si rileva la presenza del *PEAP – Piano Energetico Ambientale Provinciale*, strumento d'indirizzo strategico finalizzato alla razionalizzazione delle risorse energetiche presenti nel territorio e alla contestuale riduzione delle emissioni del gas serra, e del *PTCP – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale* che, in coerenza con il Piano Energetico Provinciale (PEAP), costituisce uno strumento che stabilisce indicazioni generali e prescrizioni specifiche per una politica energetica basata sul contenimento dei consumi, sul miglioramento dell'efficienza del consumo energetico, sulla riduzione dell'emissione di gas di serra, sulla razionalizzazione dei canali di trasferimento. Questi due strumenti sono però ormai datati e sorpassati dalle ultime normative energetiche emanate a livello regionale e nazionale, che si sono susseguite negli ultimi tre anni.

A livello comunale, il Programma Energetico (PEC) approvato nel 2007 individua sia azioni di risparmio energetico riguardante il patrimonio esistente della città di Bologna, di norma superate dalle azioni previste dal PAES approvato nel 2012, sia azioni migliorative e indicazioni per la progettazione ed esecuzione delle nuove aree di urbanizzazione ricomprese all'interno dei BEU, quasi del tutto superate dalla normativa regionale vigente. Restano comunque pertinenti le indicazioni delle Linee Guida per l'Energia inerenti l'opportunità di realizzare, contestualmente all'attuazione del comparto, sistemi di teleriscaldamento e impianti cogenerazione di piccola taglia (azione 1.1) e l'isolamento dell'involucro termico (azione 2.3).

Come emerge dall'immagine sottostante, l'ambito denominato ex – Lazzaretto è indicato sull'Atlante del PEC come Bacino Energetico Urbano 2a.

Img. 5.5 - Stralcio dell'Atlante dell'Energia allegato al PEC (ottobre 2007)



Ancora, il Piano Strutturale Comunale (PSC) di Bologna, in vigore da gennaio 2009, recepisce al proprio interno gli aspetti della sostenibilità che sono direttamente o indirettamente connessi al processo di pianificazione; per quanto riguarda il tema energetico, l'obiettivo è il seguente:

- Protezione del clima e dell'atmosfera, attraverso la riduzione dei gas serra (promozione dell'uso di fonti rinnovabili e contenimento dei consumi energetici) e la riduzione delle emissioni inquinanti sia da riscaldamento che da traffico urbano;

Si riporta di seguito la valutazione sistemica "Energia" contenuta nella ValSAT di PSC del Comune di Bologna, che tra gli obiettivi generali definisce:

- Protezione del clima;
- Riduzione del consumo di energia;
- Incremento della quota delle energie rinnovabili;
- Riduzione delle emissioni climalteranti del 6,5 % rispetto al 1990.

Per il raggiungimento di questi obiettivi si auspica l'adozione dei requisiti presenti all'interno delle Linee Guida per l'energia, in particolar modo per quanto riguarda i BEU.

Si stima che l'obiettivo di riduzione delle emissioni climalteranti del 7% rispetto al 1990, potrà essere raggiunto (ed eventualmente superato) solo se le aree di nuova urbanizzazione del PSC

saranno realizzate secondo lo scenario "energy saving" adottato dalla Giunta e realizzando tutte le azioni descritte dal PEC in iter sugli edifici esistenti, sulla mobilità e sugli impianti, garantendo così la sostenibilità degli interventi urbanistici previsti rispetto al tema energia.

Il Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) di Bologna, in vigore da maggio 2009 e recentemente aggiornato, definisce dei requisiti da rispettare, in particolare, per gli aspetti energetici, agli articoli 55 (aggregati di edifici) e 56 (edifici), e completati dalle relative schede tecniche di dettaglio, che per taluni aspetti superano le disposizioni contenute nell'atto di indirizzo regionale 156/08 e ss.mm.ii., descritto in precedenza.

Questo il quadro normativo vigente, che restituisce una situazione connotata da un forte dinamismo, finalizzato all'obiettivo di edifici a zero emissioni.

5.3 Analisi dello schema progettuale, in relazione al controllo dell'apporto energetico solare

L'area d'intervento è situata nel Quadrante Nord-Ovest della città di Bologna, in un settore marginale rispetto alla città storica ma strategico rispetto al piano delle infrastrutture e dello sviluppo urbano. Essa rappresenta una risorsa urbanistica unica, cui attingere per promuovere azioni di riqualificazione urbana, e per connettere parti di città da sempre insufficientemente collegate.

L'area interessata, di estensione pari a circa 74 ha, è delimitata a sud dall'area dello scalo ferroviario Ravone e dalla ferrovia Bologna Milano, ad ovest dalla Cintura ferroviaria e dal fiume Reno; a nord dal quartiere della Bertalia; ad est infine dalla ferrovia Bologna – Padova.

La situazione dell'area si presenta molto diversificata: accanto a nuclei di insediamenti storicamente marginalizzati dalla considerevole presenza di infrastrutture ferroviarie, si ha la presenza di ampie superfici destinate ad usi agricoli, ed attività estrattive dismesse.

Sono più recenti le realizzazioni di un importante istituto scolastico superiore e di un insediamento di attività universitarie nonché il completamento del collegamento in tunnel, sotto lo scalo ferroviario, con l'Asse Sud – ovest e la realizzazione di una rotatoria all'intersezione con via Agucchi – via Terracini.

Il contesto in cui il progetto si inserisce è di un ambito di periferia, in cui per la presenza dell'infrastruttura ferroviaria si sono a lungo mantenute delle ampie aree libere, i cui caratteri morfologici sono ancora adesso quelli della campagna coltivata.

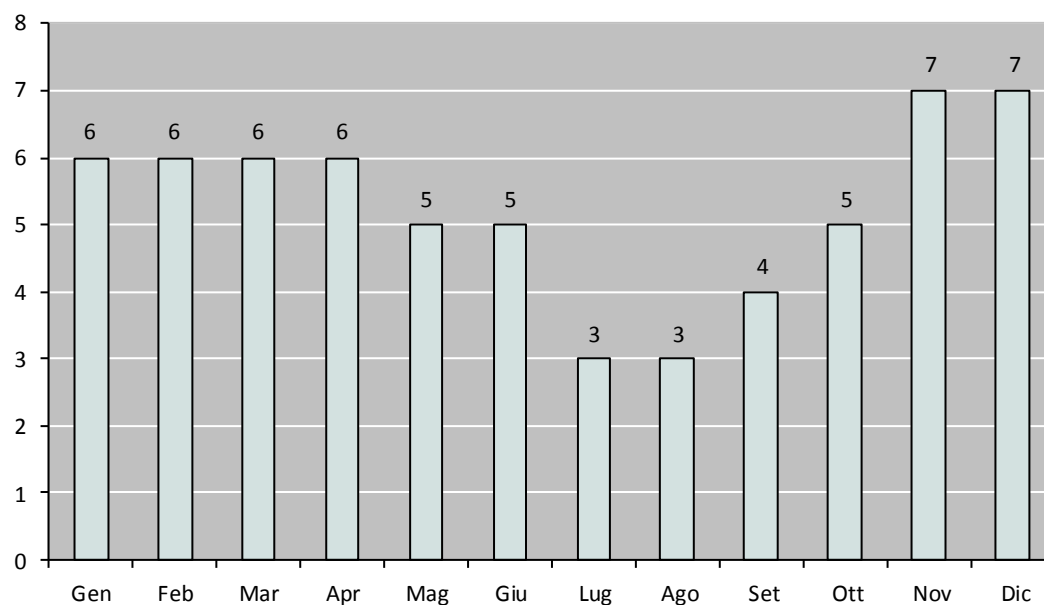
5.3.1 Disponibilità di luce naturale



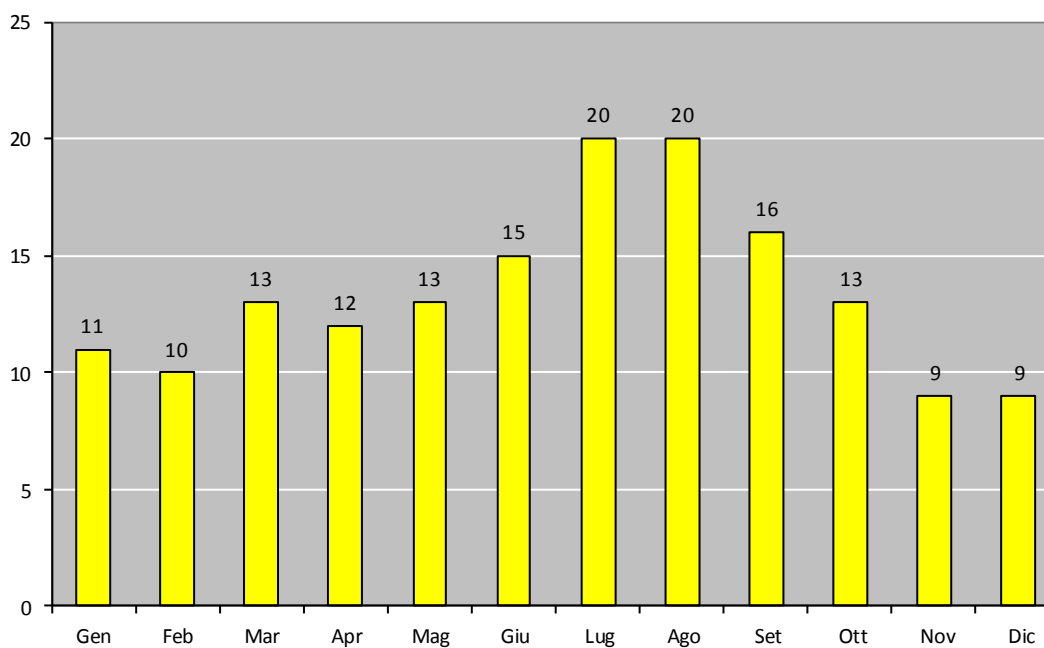
L'analisi indaga la disponibilità di luce naturale, intesa come frazione visibile della radiazione solare, al fine di valutare qualitativamente la possibilità di utilizzare l'illuminamento naturale come sistema primario di illuminazione degli ambienti confinati.

Per le analisi preliminari relative alla disponibilità di luce naturale vengono di seguito mostrati due grafici relativi alla nuvolosità in decimi di cielo coperto e al numero di giorni sereni nel Comune di Bologna; fonte dei dati è l'Enea.

Grf. 5.1 - Nuvolosità in decimi di cielo coperto

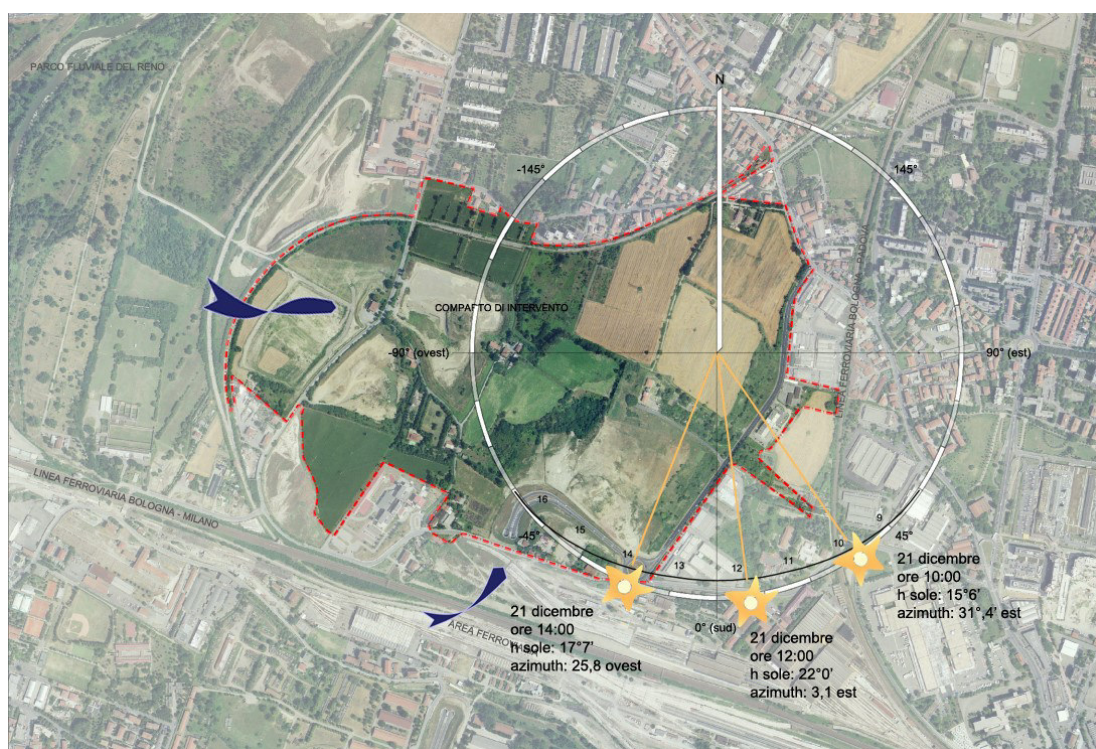


Grf. 5.2 - Numero di giorni sereni



Dai grafici si riscontra che i maggiori periodi di cielo coperto si registrano nei mesi invernali e tardo-autunnali, con i massimi in novembre e dicembre; di conseguenza per quanto riguarda le giornate di sole, i mesi che presentano il maggior numero di giorni sono luglio e agosto. Per verificare puntualmente la disponibilità di luce naturale sul lotto in esame è necessario conoscere la posizione del sole, nel luogo geografico in cui si trova il sito. Di seguito è possibile visualizzare la proiezione del percorso solare nei giorni tipo, così come definiti dal *Prerequisito Analisi del Sito*, di cui all'Allegato B del Regolamento edilizio tipo regionale.

Img. 5.6 - accesso al sole in regime invernale (giorno tipo: 21 dicembre, ore 10, 12, 14)



Img. 5.7 - Accesso al sole in regime estivo (giorno tipo: 25 luglio, ore 11, 13, 15)



5.3.2 Radiazione solare

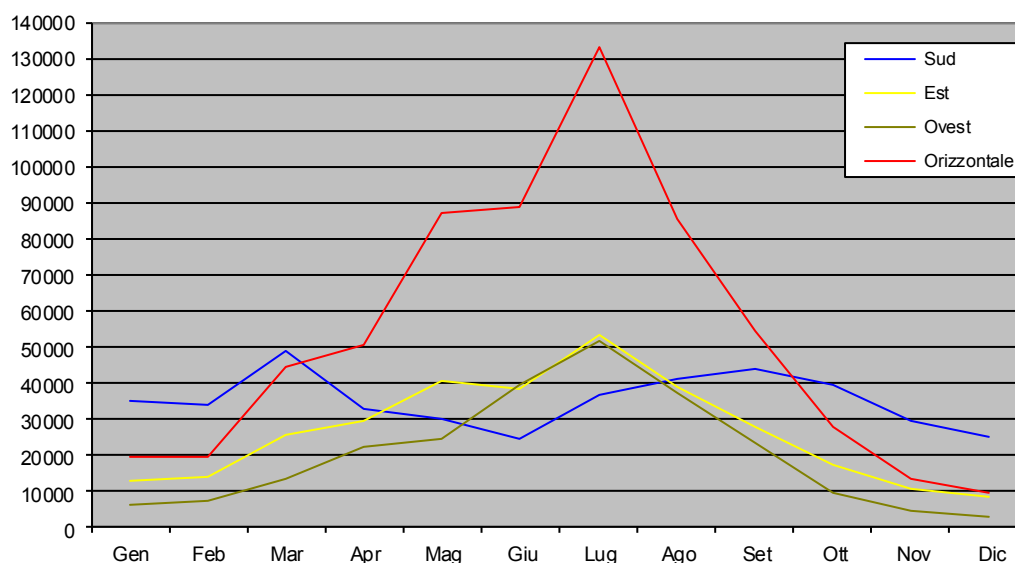


La radiazione solare, che possiamo misurare in wh/mq dipende dalla latitudine ed è influenzata dai caratteri fisici del luogo, quali l'altezza del suolo, la stagione e l'ora, le ostruzioni circostanti e le condizioni climatiche. La radiazione incidente è un parametro fondamentale per la progettazione di sistemi solari attivi e l'elaborazione delle strategie passive nell'ottica massimizzazione dei guadagni termici gratuiti.

Tab. 5.2 - Radiazione solare media mensile (wh/mq)

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Sud	34.953	34.254	48.814	32.752	29.942	24.447	36.700	41.554	44.201	39.566	29.566	25.207
Est	12.985	14.135	25.761	29.597	40.703	38.303	53.683	38.927	28.204	17.541	10.888	8.534
Ovest	6.087	7.202	13.457	22.344	34.577	39.470	51.987	37.581	23.407	9.492	4.946	3.023
Orizzontale	19.744	19.834	44.619	50.851	87.248	88.873	133.548	85.805	54.820	27.720	13.798	9.880

Grf. 5.3 - Radiazione solare media mensile (wh/mq)

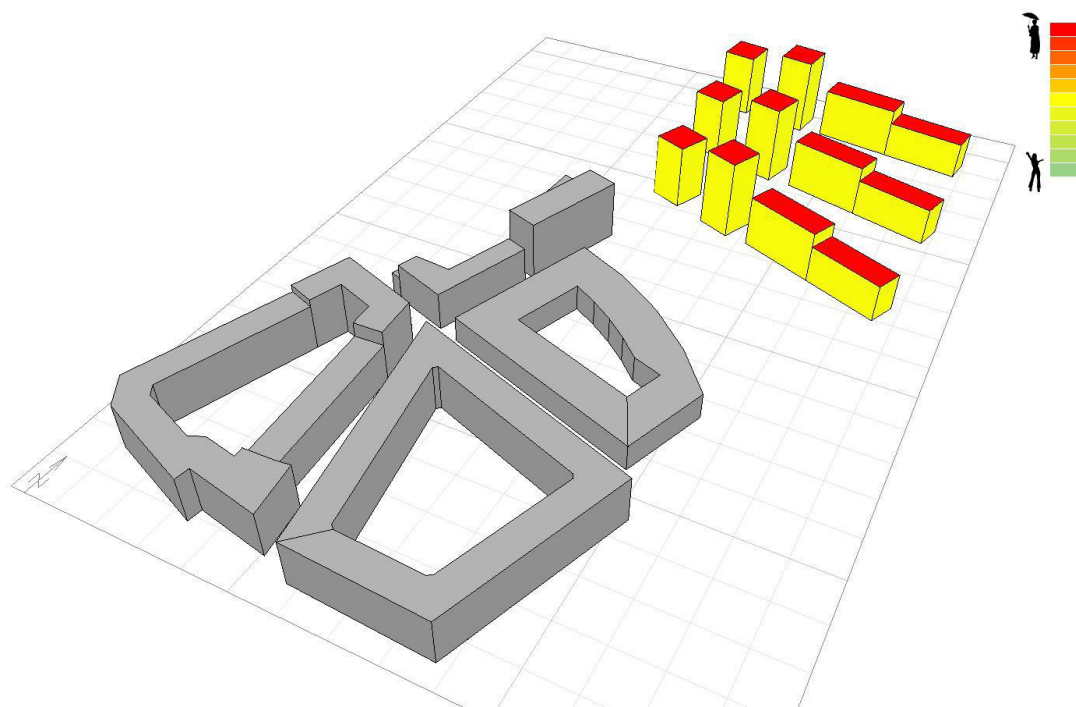


In generale, alla dimensione territoriale, dall'analisi della radiazione solare incidente si evince che la superficie che riceve la maggior insolazione durante l'arco dell'anno è quella orizzontale. Nel periodo estivo questo aspetto solitamente dà luogo a notevoli criticità per ciò che concerne il surriscaldamento degli ambienti sottostanti le coperture piane, con aumento dei fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva.

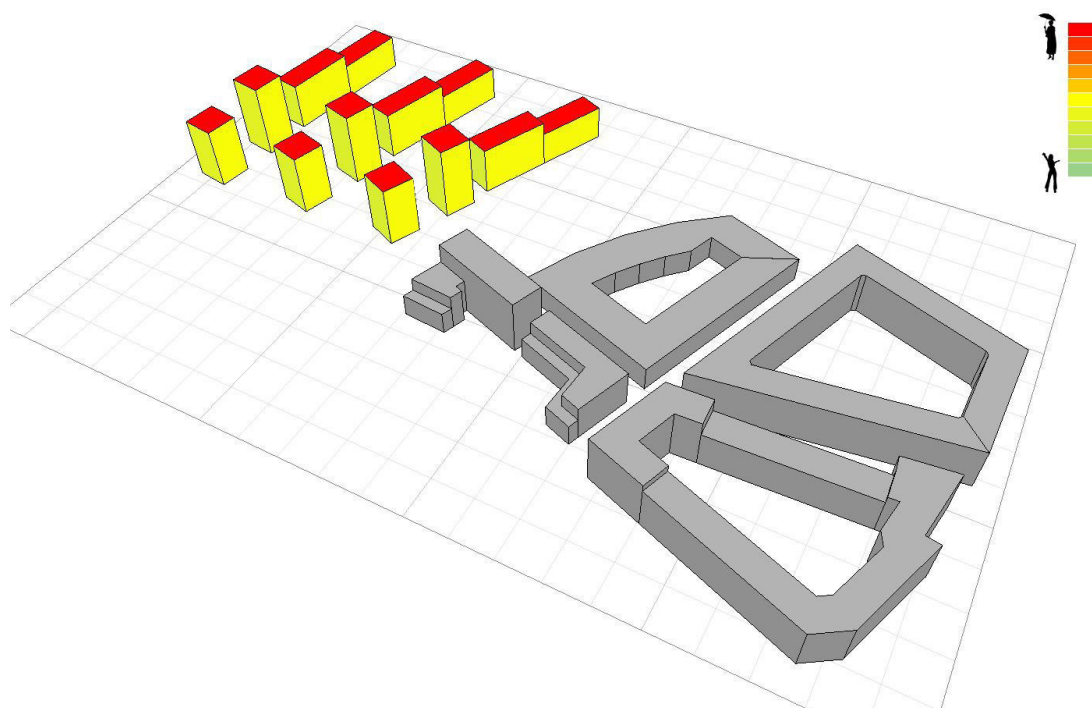
La recente DGR 967/2015 prescrive il controllo degli apporti energetici, anche allo scopo di limitare il surriscaldamento a scala urbana, verificando l'efficacia, in termini di rapporto costi-benefici, dell'utilizzo di materiali a elevata riflettanza solare per le coperture e tecnologie di climatizzazione passiva quali ventilazione e coperture a verde.

Le immagini seguenti restituiscono qualitativamente i livelli di irraggiamento solare sugli edifici oggetto di proposta di variante per superfici diversamente esposte.

Img. 5.8 - Irraggiamento solare in regime estivo (metà aprile – metà settembre)



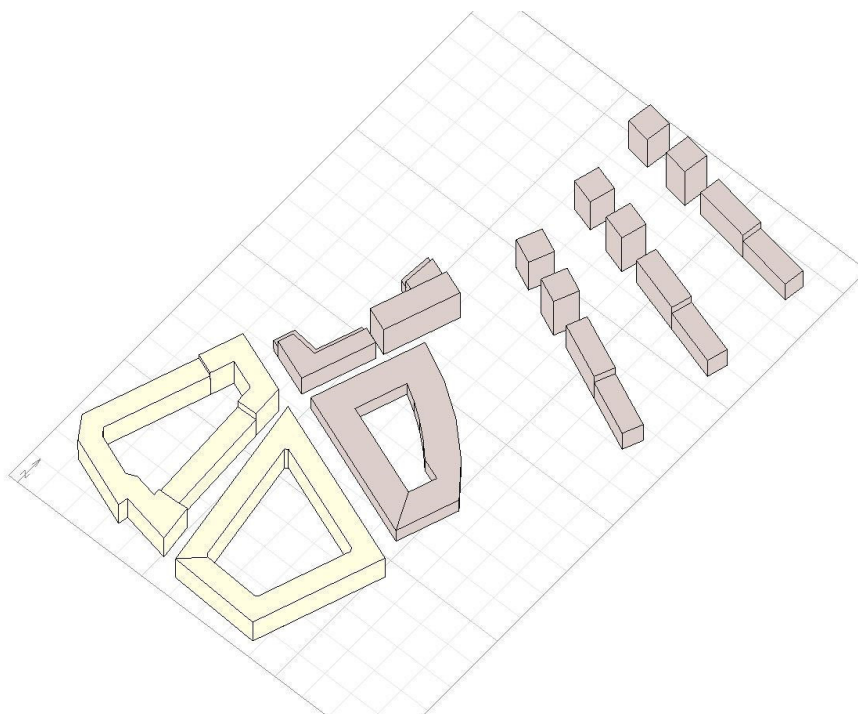
Img. 5.9 - Irraggiamento solare in regime estivo (metà aprile – metà settembre)



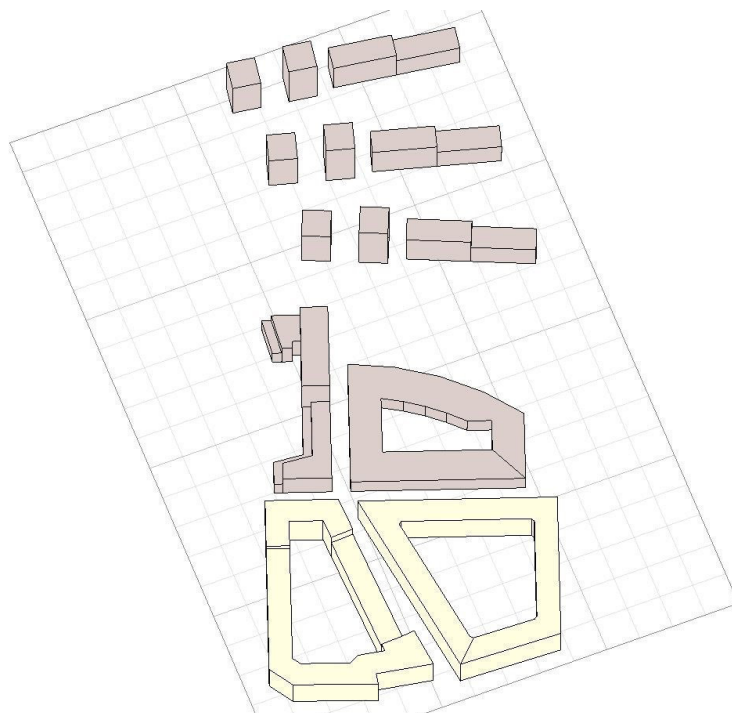
Le assonometrie solari sono lo strumento deputato alla verifica della esposizione delle superfici edilizie alla radiazione solare diretta. Utilizzando un modello informatico delle volumetrie edilizie, ponendo il punto di vista dell'osservatore nella posizione del sole, è possibile valutare quali siano le condizioni di soleggiamento delle diverse superfici variamente esposte.

Lo studio ha approfondito le indicazioni della Del.A.L. 156/2008 in merito alle verifiche per il contenimento dei consumi energetici in regime estivo attraverso la riduzione degli apporti termici dovuti a irraggiamento solare. La normativa vigente prescrive l'analisi degli ombreggiamenti alle ore 13 e 15 del 25 luglio, assunto come giorno tipo estivo. Per completezza si fornisce anche lo studio del modello informatico alle ore 11 e 17, come suggerito dal "vecchio" Regolamento Tipo - Allegato B, Requisito Volontario 6.1: *Controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo*.

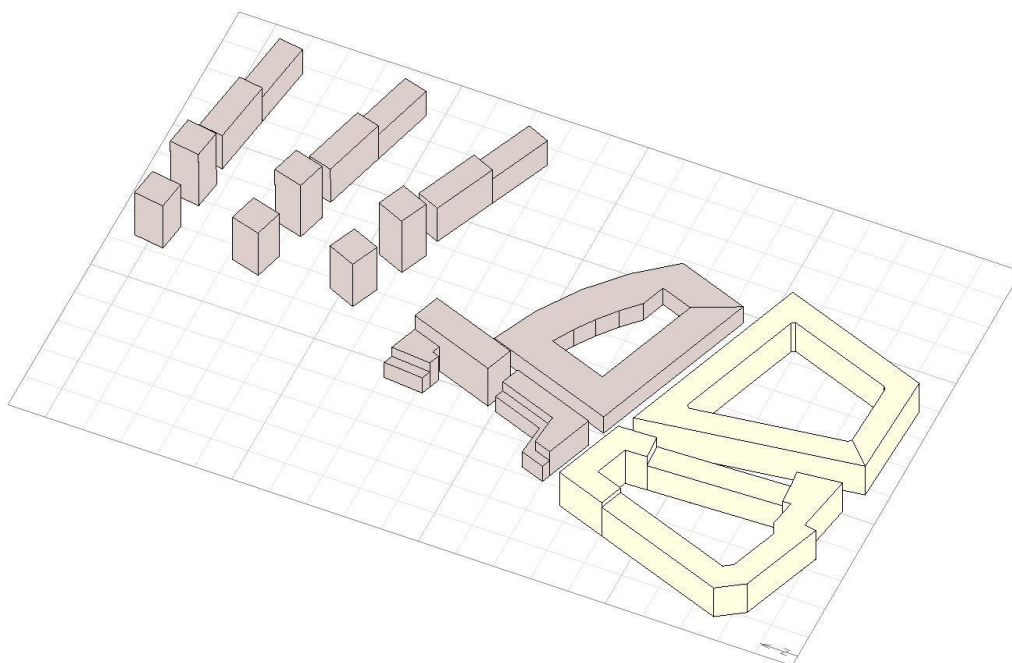
Img. 5.10 - Assonometria solare alle ore 11 del 25 luglio: in rosa gli edifici di progetto



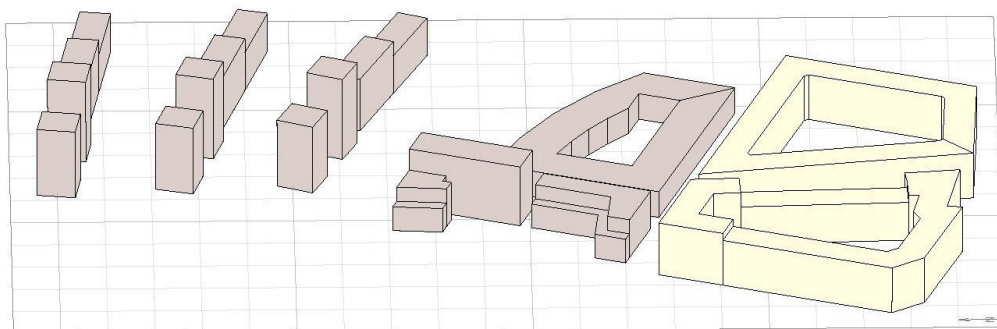
Img. 5.11 - Assonometria solare alle ore 13 del 25 luglio: in rosa gli edifici di progetto



Img. 5.12 - Assonometria solare alle ore 15 del 25 luglio: in rosa gli edifici di progetto

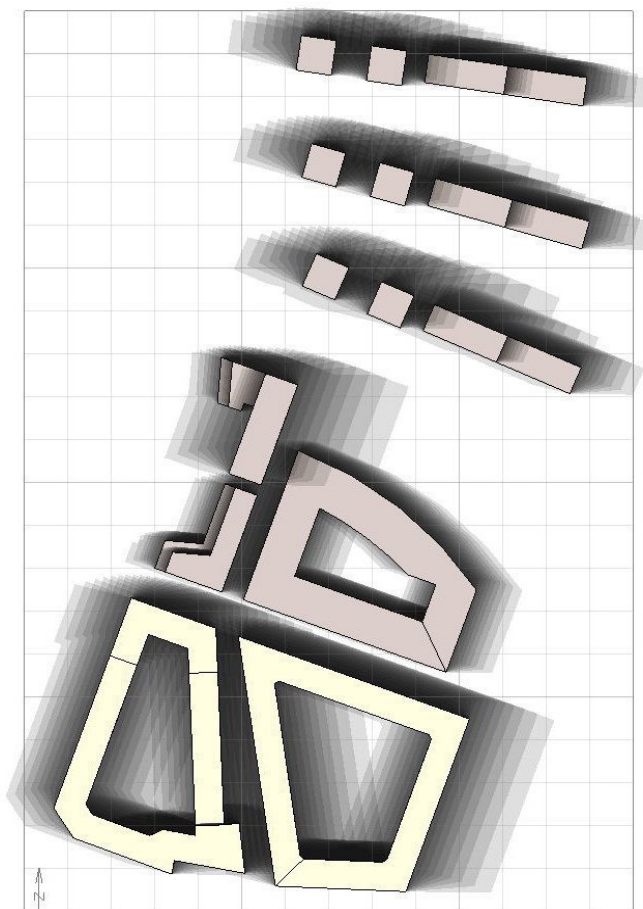


Img. 5.13 - Assonometria solare alle ore 17 del 25 luglio: in rosa gli edifici di progetto



In regime estivo il periodo più critico della giornata è il pomeriggio, in quanto alle elevate temperature dell'aria si sommano significativi carichi termici dovuti alla radiazione diretta del sole che, abbassandosi rispetto all'orizzonte, assume angoli pressoché ortogonali rispetto alle superfici irraggiate (fronti occidentali dei fabbricati). Da questo punto di vista il layout di progetto si dimostra efficace, in quanto gli edifici si ombreggiano tra loro.

Img. 5.14 - Percorso delle ombre tra le ore 9 e le 17 del 25 luglio



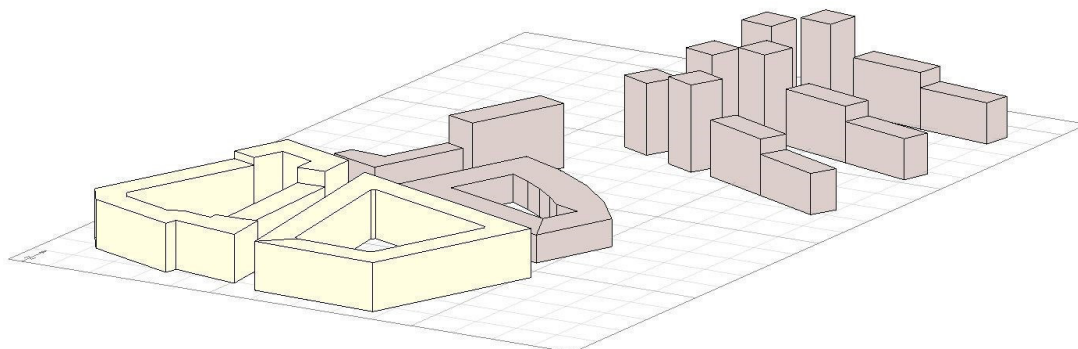
Dallo studio delle assonometrie solari e delle ombre portate emerge che, nel tardo pomeriggio estivo, le torri più alte ombreggiano i coperti degli edifici adiacenti, perciò dovrà essere messo in conto che eventuali impianti solare potranno subire una riduzione del rendimento di produzione.

Come indicato dal RUE, nell'ottica di contenere il cosiddetto "effetto isola di calore" che porta a un surriscaldamento delle superfici edilizie e degli strati d'aria al suolo, nella fase di approfondimento del piano attuativo, il progetto dovrà curare l'ombreggiamento delle pavimentazioni, degli spazi di sosta esterni, dei parcheggi e dei percorsi ciclo-pedonali, minimizzare le superfici impermeabilizzate a favore di aree verdi, studiare con attenzione la loro posizione rispetto agli edifici, prediligendo nel trattamento delle superfici lastricate, a terra e in copertura, materiali altamente riflettenti le radiazioni solari, o comunque caratterizzati da un elevato indice di riflettanza solare (SRI).

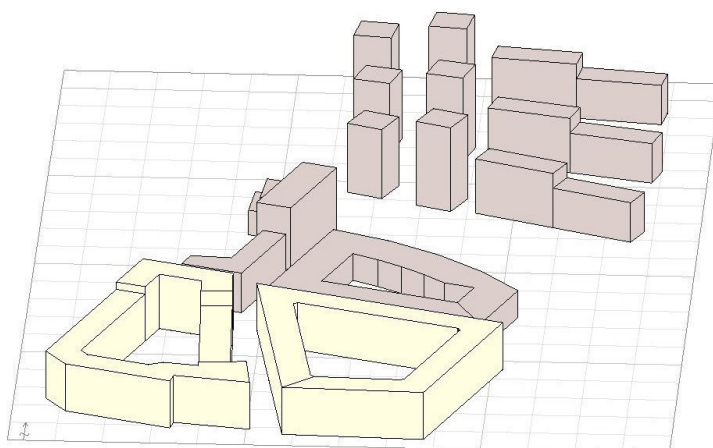
Come indicato dalla DGR 1362/2010 e ribadito dal PSC (Norme Energia), dovrà essere garantita anche la protezione delle strutture opache maggiormente esposte alla radiazione estiva, predisponendo al più soluzioni tecnologiche a parete ventilata. Molto importante sarà garantire un'elevata inerzia termica delle componenti edilizie e adeguati standard di isolamento, allo scopo di aumentare il valore della massa termica M_s e diminuire la trasmittanza termica periodica ψ_{ie} per assicurare condizioni di comfort interno anche in regime estivo. Nell'eventualità si opti per pareti leggere con soluzioni a secco, oltre al rispetto dei valori massimi di ψ_{ie} previsti dalla normativa vigente, dovranno essere garantiti per i materiali isolanti bassi valori di diffusività termica α , al fine di migliorare l'attitudine della parete a smorzare e attenuare il flusso entrante, attraverso la capacità termica e la capacità isolante del materiale, ed elevata capacità termica areica interna κ_i , allo scopo di assicurare capienza di accumulo di energia termica da parte della componente edilizia sul lato interno della parete, che si traduce in minori temperature di esercizio sulla faccia interna della parete.

In merito all'accesso al sole dell'edificio e degli spazi aperti in regime invernale, al livello di dettaglio progettuale richiesto in questa fase preliminare sono stati presi in considerazione l'orientamento dei fabbricati, le ostruzioni dovute alla geometria dei corpi di fabbrica e quelle portate dagli edifici di progetto del Piano approvato, utilizzando le assonometrie solari del modello informatico e lo studio dell'andamento delle ombre, oltre all'analisi del soleggiamento e dei livelli di radiazione solare. Ancora una volta la valutazione è stata eseguita in conformità alle indicazioni del Regolamento Tipo dell'Emilia Romagna - Allegato B, Requisito Volontario 6.2: *Uso dell'apporto energetico da soleggiamento invernale*. Per una verifica qualitativa, si è valutato l'accesso al sole dei fronti direttamente irraggiati alle ore 10, 12 e 14 del 21 dicembre, indicato dal Regolamento come giorno tipo per il regime invernale.

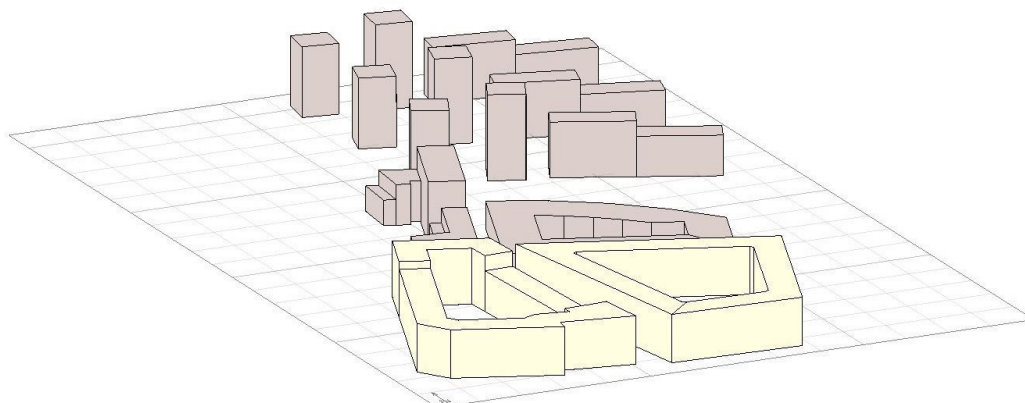
Img. 5.15 - Accesso al sole dell'edificio di progetto in regime invernale: assonometria solare alle ore 10 del 21 dicembre



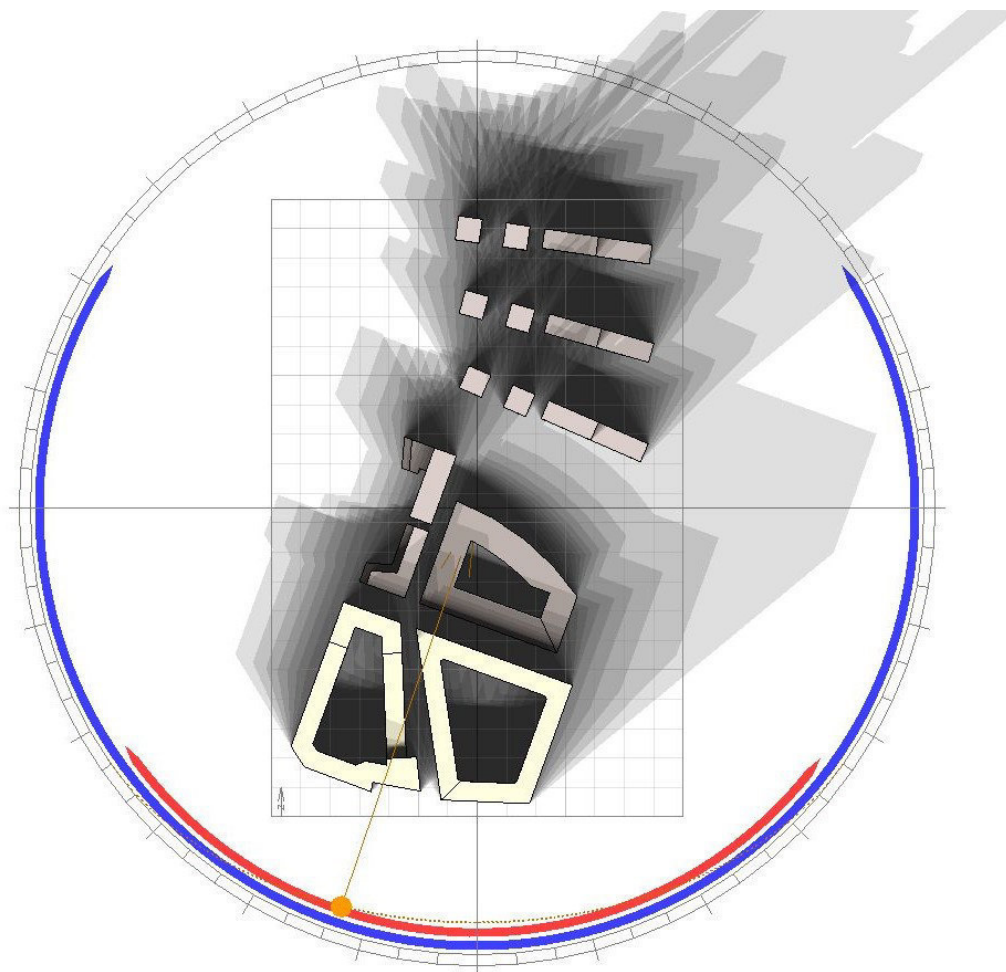
Img. 5.16 - Accesso al sole dell'edificio di progetto in regime invernale: assonometria solare alle ore 12 del 21 dicembre



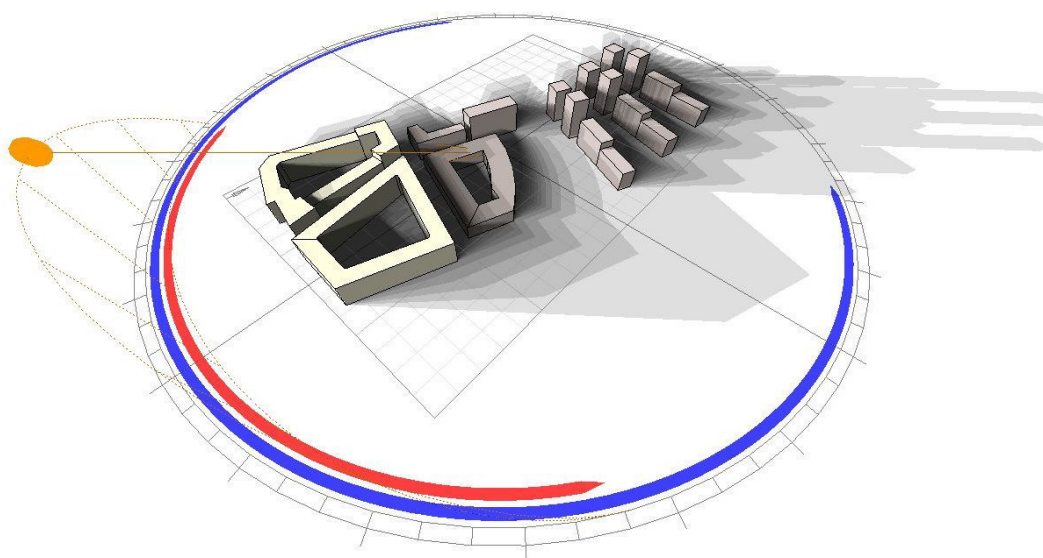
Img. 5.17 - Accesso al sole dell'edificio di progetto in regime invernale: assonometria solare alle ore 14 del 21 dicembre



Img. 5.18 - Percorso delle ombre tra le ore 9 e le 17 del 21 dicembre, steps 30min



Img. 5.19 - Prospettiva del modello e proiezione del percorso delle ombre tra le ore 9 e le 17 del 25 luglio



Dallo studio delle assonometrie solari e delle ombre portate emerge che gli edifici a torre si ombreggiano tra di loro e impediscono il soleggiamento invernale dei fabbricati in linea, a causa del loro sviluppo in altezza (9 e 11 piani fuori terra) e della vicinanza dei rispettivi sedimi.

Gli ambienti esposti a minore irraggiamento in inverno offrono peggiori condizioni di benessere termico per il mancato apporto dei carichi gratuiti che si traducono nell'aumento dei consumi energetici per il riscaldamento. Anche i livelli di luce naturale all'interno degli ambienti saranno inferiori rispetto alle condizioni ideali, circostanza che si tradurrà ragionevolmente in un aumento dei consumi per l'illuminazione artificiale.

In merito all'installazione di impianti per la produzione di energia da FER (solare), nelle fasi di approfondimento progettuale potrà essere considerato l'ombreggiamento dei coperti nei pomeriggi invernali, che comporta un conseguente calo nella produzione di energia, anche se è opportuno sottolineare che, da letteratura, la producibilità dei sistemi fotovoltaici durante l'inverno, con il sole basso sull'orizzonte, è modesta (circa il 10% rispetto alla producibilità totale, da dicembre a febbraio).

5.4 Bilancio energetico dell'intervento

5.4.1 Premessa

L'analisi si prefigge di valutare le ricadute della proposta di variante del Piano particolareggiato approvato nel 2007 per il comparto Z.I.S. R5.3 Bertallia - Lazzaretto relativamente ai consumi energetici e alle emissioni climalteranti. Lo studio considera due scenari temporali: lo scenario tendenziale, i cui dati sono assunti come riferimento per gli impatti futuri, e lo scenario futuro, rappresentato dall'attuazione della variante.

In merito ai consumi termici per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria, essi sono stati stimati assumendo che i corrispondenti fabbisogni primari globali siano non superiori a 40 kWh/mq anno per gli usi residenziali e 8 kWh/mc anno per tutti gli altri usi, come prescritto dalla ValSAT del PSC per tutti i nuovi comparti di attuazione. I volumi lordi riscaldati per gli usi non residenziali sono stati stimati moltiplicando la superficie utile realizzabile per altezze di piano fornite dall'Ufficio Energia e Ambiente del Comune.

Per quanto concerne i carichi di energia frigorifera, essi sono stati stimati a partire dalle indicazioni dell'Ufficio Energia e Ambiente del Comune, sulla base di valori aggiornati dal monitoraggio del PAES di Bologna e dello scenario *Energy Saving* del PEC.

Relativamente agli altri consumi elettrici per usi non termici (illuminazione e usi di processo) sono stati utilizzati i valori indicati dall'Ufficio Energia e Ambiente del Comune, sulla base di valori aggiornati dal monitoraggio del PAES di Bologna e dello scenario *Energy Saving* del PEC.

In merito alle emissioni climalteranti, per le valutazioni sono stati adottati i fattori di emissione riferiti all'energia fornita per il funzionamento degli impianti indicati dall'Ufficio Energia e Ambiente del Comune, pari a 0,202 kgCO₂/kWh per il gas e 0,475 kgCO₂/kWhel.

5.4.2 Scenario tendenziale

Lo scenario tendenziale, base di valutazione del bilancio energetico-emissivo, è rappresentato dagli edifici che il Piano Particolareggiato approvato nel 2007 prevedeva di insediare. L'attuazione del Piano avrebbe dovuto portare alla realizzazione di 215.050 mq di SU destinata a usi prevalentemente residenziali, con una quota riservata all'ampliamento dell'Università di Bologna e altra volumetria per usi direzionali e commerciali. La tabella seguente sintetizza la consistenza della proposta del 2007 per il comparto Bertallia – Lazzaretto.

Tab. 5.3 - Consistenza del parco edilizio del Piano Particolareggiato 2007

Destinazione d'uso	SU energetica realizzabile [mq]	h lorda di piano presunta [m]	Vlordo [mc]
Università	44.250	3,50	154.875
Usi pubblici	10.329	3,50	36.152
Commerciale	5.863	3,50	20.522
Direzionale	16.613	3,50	58.144
Residenziale	137.995	3,00	413.985
<i>totale</i>	215.050		683.678

5.4.3 Scenario futuro

Lo scenario futuro è rappresentato dalla proposta di variante al Piano del 2007, che prevede la significativa riduzione della quota destinata agli usi universitari (-42%), degli usi misti (-23%) della quota direzionale (-16%), un aumento della consistenza della residenza e una sostanziale conferma della quota da destinare agli usi pubblici. In generale resta praticamente invariata la SU totale realizzabile, che diminuisce da 215.050 a 213.313 (-0,81%). In sostanza, la superficie utile che il Piano Particolareggiato destinava agli usi universitari è stata in buona parte ricollocata sulla quota residenziale. La tabella seguente sintetizza la consistenza della proposta di variante per il comparto Bertallia – Lazzaretto.

Tab. 5.4 - Consistenza del parco edilizio del Piano Urbanistico Attuativo 2016

Destinazione d'uso	SU energetica realizzabile [mq]	h lorda di piano presunta [m]	Vlordo [mc]
Università	25.720	3,50	90.020
Usi pubblici	10.251	3,50	35.879
Commerciale	4.520	3,50	15.820
Direzionale	14.026	3,50	49.091
Residenziale	158.796	3,00	476.388
<i>totale</i>	213.313		667.198

Sulla base dei dati disponibili all'attuale livello di approfondimento progettuale e delle disposizioni normative sono stati stimati i consumi per il soddisfacimento dei fabbisogni per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria (ACS), supponendo che gli edifici siano realizzati "in classe A" conformemente alle procedure di cui alla vecchia normativa energetica (Del.A.L. 156/2008 e ss.mm.ii.), come indicato dal PEC e recepito dalla ValSAT del PSC, per i nuovi comparti di attuazione, oltre che dall'orientamento generale del mercato edilizio. Come anticipato in premessa, ai fini della valutazione si è assunto perciò un fabbisogno primario inferiore a 40 kWh/mq anno per i fabbricati a uso residenziale e per tutti gli altri edifici un fabbisogno di energia primaria inferiore a 8 kWh/mc anno, in funzione rispettivamente della superficie utile energetica massima prevista dal PUA (usi residenziali) e del volume lordo riscaldato stimato (usi non residenziali) di ciascun edificio.

La tabella seguente riporta sinteticamente i fabbisogni primari del parco edilizio per la copertura del riscaldamento invernale e l'ACS, relativamente ai due scenari.

Tab. 5.5 - Fabbisogni di energia primaria – scenario tendenziale (PP 2007)

DESTINAZIONE D'USO	$Q_{p,H,W}$ classe A [MWh/anno]	$Q_{p,W}$ [MWh/anno]	$Q_{p,H}$ [MWh/anno]
Università	1.239,00	37,75	1.201,25
Usi pubblici	289,21	8,81	280,40
Commerciale	164,17	6,07	158,11
Direzionale	465,16	14,17	450,98
Residenziale	5.519,80	1.588,32	3.931,48
totale	7.677,34	1.655,12	6.022,22

Tab. 5.6 - Fabbisogni di energia primaria – scenario futuro (PUA 2016)

DESTINAZIONE D'USO	$Q_{p,H,W}$ classe A [MWh/anno]	di cui $Q_{p,W}$ [MWh/anno]	di cui $Q_{p,H}$ [MWh/anno]
Università	720,16	21,94	698,22
Usi pubblici	287,03	8,74	278,28
Commerciale	126,56	4,68	121,88
Direzionale	392,73	11,96	380,76
Residenziale	6.351,84	1.827,74	4.524,10
totale	7.878,32	1.875,07	6.003,25

Confrontando lo scenario tendenziale (PP 2007) e lo scenario futuro (PUA 2016) emerge che, a parità di SU massima edificabile, l'attuazione della variante comporta un aumento dei fabbisogni primari per il riscaldamento e la produzione di ACS di circa 200 MWh/anno rispetto al Piano Particolareggiato approvato, pari a poco più del 2,50%. L'incremento è conseguente al trasferimento di superficie edificabile dalla quota destinata agli usi universitari alla quota residenziale.

Come considerazione generale, per lo scenario futuro emerge che la maggior parte dei consumi termici è dovuta agli usi residenziali (6.351,84 MWh/anno, corrispondente al 81% dei fabbisogni globali).

Ipotizzando cautelativamente che tutti gli edifici siano asserviti a impianti di generazione a gas,

è possibile stimare i consumi di metano utilizzando il valore 1,05 indicato dalla recente guida “Indicazioni metodologiche per l’applicazione dei fattori di conversione al metodo di calcolo di cui alla DGR 967/2015 e alla DGR 1275/2015-Rev.1 del 29 settembre 2015” come fattore di conversione del vettore energetico fornito alla centrale in energia primaria Nren.

La tabella seguente riporta sinteticamente i consumi di gas naturale del parco edilizio per la copertura del riscaldamento invernale e la produzione di ACS, relativamente ai due scenari.

Tab. 5.7 - Consumi finali per riscaldamento e ACS – *scenario tendenziale (PP 2007)*

DESTINAZIONE D'USO	$Q_{p,H,W}$ classe A [MWh/anno]	Consumi di metano $Q_{gn,in}$ per caldaie [MWh/anno]
Università	720,16	1.180,00
Usi pubblici	287,03	275,44
Commerciale	126,56	156,35
Direzionale	392,73	443,01
Residenziale	6.351,84	5.256,95
<i>totale</i>	7.878,32	7.311,75

Tab. 5.8 - Consumi finali per riscaldamento e ACS – *scenario futuro (PUA 2016)*

DESTINAZIONE D'USO	$Q_{p,H,W}$ classe A [MWh/anno]	Consumi di metano $Q_{gn,in}$ per caldaie [MWh/anno]
Università	1.239,00	685,87
Usi pubblici	289,21	273,36
Commerciale	164,17	120,53
Direzionale	465,16	374,03
Residenziale	5.519,80	6.049,37
<i>totale</i>	7.677,34	7.503,16

Ai consumi termici per riscaldamento e ACS, occorre aggiungere quelli per il raffrescamento

estivo degli spazi confinati, che sono stati stimati in funzione dei fabbisogni utili $EP_{c,nd}$ indicati dall'Ufficio Energia e Ambiente del Comune per le diverse destinazioni d'uso, assumendo che tutti gli edifici siano serviti da Pompe di Calore caratterizzate da un coefficiente di efficienza stagionale SEER = 4,5 e trascurando i rendimenti di utilizzazione (emissione, regolazione, distribuzione).

La tabella seguente riporta sinteticamente i consumi elettrici del parco edilizio per la copertura del servizio energetico di raffrescamento invernale, relativamente ai due scenari.

Tab. 5.9 - Consumi finali per raffrescamento – scenario tendenziale (PP 2007)

DESTINAZIONE D'USO	Fabbisogno specifico utile raffrescamento [kWh/mq anno]	efficienza dell'impianto: SEER=4,5 [kWh/mq anno]	SU energetica realizzabile [mq]	Consumo elettrico [MWh/mq anno]
Università	11,00	2,44	44.250	108,17
Usi pubblici	11,00	2,44	10.329	25,25
Commerciale	8,50	1,89	5.863	11,08
Direzionale	11,00	2,44	16.613	40,61
Residenziale	30,00	6,67	137.995	919,97
totale				1.105,07

Tab. 5.10 - Consumi finali per raffrescamento - scenario futuro (PUA 2016)

DESTINAZIONE D'USO	Fabbisogno specifico utile raffrescamento [kWh/mq anno]	efficienza dell'impianto: SEER=4,5 [kWh/mq anno]	SU energetica realizzabile [mq]	Consumo elettrico [MWh/mq anno]
Università	11,00	2,44	25.720	62,87
Usi pubblici	11,00	2,44	10.251	25,06
Commerciale	8,50	1,89	4.520	8,54
Direzionale	11,00	2,44	14.026	34,29
Residenziale	30,00	6,67	158.796	1.058,64
totale				1.189,39

Confrontando lo scenario tendenziale (PP 2007) e lo scenario futuro (PUA 2016) emerge che, a parità di SU massima edificabile, l'attuazione della variante comporta un aumento dei consumi elettrici legati al raffrescamento degli edifici di 84 MWh/anno rispetto al Piano Particolareggiato approvato, pari a poco più del 7,50%. Ancora una volta l'incremento è conseguente al trasferimento di superficie edificabile dalla quota destinata agli usi universitari alla quota residenziale.

Come considerazione generale, per lo scenario futuro emerge che la maggior parte dei consumi termici è dovuta agli usi residenziali (1.189,39 MWh/anno, corrispondente al 89% dei consumi elettrici).

Ai consumi associati all'adempimento dei servizi energetici di riscaldamento, ACS e raffrescamento occorre poi aggiungere quelli per gli usi elettrici (illuminazione e usi di processo), che possono essere stimati in funzione dei valori aggregati forniti dall'Ufficio Energia e Ambiente del Comune, sulla base di valori aggiornati dal monitoraggio del PAES di Bologna e dello scenario *Energy Saving* del PEC e riportati nella tabella seguente, che indica sinteticamente i consumi elettrici per gli usi non termici.

Tab. 5.11 - consumi elettrici per usi non termici – scenario tendenziale (PP 2007)

DESTINAZIONE D'USO	consumo specifico per usi elettrici [kWh/mq anno]	SU energetica realizzabile [mq]	Consumo elettrico [MWh/mq anno]
Università*	17,90	44.250	792,08
Usi pubblici	17,90	10.329	184,89
Commerciale	31,70	5.863	185,87
Direzionale	16,40	16.613	272,45
Residenziale	18,00	137.995	2.483,91
<i>totale</i>			3.919,19

Tab. 5.12 - consumi elettrici per usi non termici - *scenario futuro* (PUA 2016)

DESTINAZIONE D'USO	Consumo specifico per usi elettrici [kWh/mq anno]	SU energetica realizzabile [mq]	Consumo elettrico [MWh/mq anno]
Università*	17,90	25.720	460,39
Usi pubblici	17,90	10.251	183,49
Commerciale	31,70	4.520	143,28
Direzionale	16,40	14.026	230,03
Residenziale	18,00	158.796	2.858,33
totale			3.875,52

Confrontando lo scenario tendenziale (PP 2007) e lo scenario futuro (PUA 2016) emerge che, a parità di SU massima edificabile, l'attuazione della variante comporta una diminuzione dei consumi elettrici non associati ai servi energetici termici degli edifici di 44 MWh/anno rispetto al Piano Particolareggiato approvato, pari a poco più del 1%.

Come considerazione generale, per lo scenario futuro emerge che la maggior parte dei consumi elettrici è dovuta agli usi residenziali (2.858,33 MWh/anno, corrispondente al 74% dei consumi elettrici, anche se non trascurabile è la quota imputabile all'università, che se associata agli altri usi pubblici concorre per 644 MWh/anno, pari a un'incidenza di quasi il 17%).

5.5 Bilancio emissivo dell'intervento

Le emissioni di gas climalteranti per lo scenario tendenziale e per lo scenario futuro sono state stimate in funzione:

- Dei consumi di gas metano per il riscaldamento e la produzione di acqua calda $Q_{H,gn,in}$, ipotizzando che tutti gli edifici siano serviti da caldaie a condensazione
- Dai consumi elettrici per il raffrescamento estivo $Q_{C,gn,in}$, ipotizzando che tutti gli edifici siano serviti da Pompe di Calore caratterizzate da un indice di prestazione stagionale SEER=4,5
- Dai consumi elettrici associati agli usi non termici (illuminazione e usi di processo)

In accordo con le indicazioni dell'Ufficio Energia e ambiente del Comune, i fattori di emissione riferiti all'energia fornita per il funzionamento degli impianti sono pari a 0,202 kgCO₂/kWh per il gas naturale e 0,475 kgCO₂/kWhel. Le tabelle seguenti riassumono il quadro emissivo atteso nei due scenari.

Tab. 5.13 - Consumi per diversi usi e vettori energetici – *scenario tendenziale* (PP 2007)

DESTINAZIONE D'USO	Consumi di gas per riscaldamento e ACS [MWh/anno]	Consumi elettrici per raffrescamento [MWh/mq anno]	Consumi per altri usi elettrici [MWh/mq anno]
Università*	1.180,00	108,17	792,08
Usi pubblici	275,44	25,25	184,89
Commerciale	156,35	11,08	185,87
Direzionale	443,01	40,61	272,45
Residenziale	5.256,95	919,97	2.483,91
totale	7.311,75	1.105	3.919

Tab. 5.14 - Emissioni per diversi usi e vettori energetici – *scenario tendenziale* (PP 2007)

DESTINAZIONE D'USO	Emissioni per riscaldamento e ACS [tCO ₂ /anno]	Emissioni per raffrescamento [tCO ₂ /anno]	Emissioni per altri usi elettrici [tCO ₂ /anno]
Università*	1.180,00	108,17	792,08
Usi pubblici	275,44	25,25	184,89
Commerciale	156,35	11,08	185,87
Direzionale	443,01	40,61	272,45
Residenziale	5.256,95	919,97	2.483,91
totale	7.311,75	1.105,07	3.919,19

Tab. 5.15 - Consumi per diversi usi e vettori energetici – *scenario futuro* (PUA 2016)

DESTINAZIONE D'USO	Consumi di gas per riscaldamento e ACS [MWh/anno]	Consumi elettrici per raffrescamento [MWh/mq anno]	Consumi per altri usi elettrici [MWh/mq anno]
Università*	685,87	62,87	460,39
Usi pubblici	273,36	25,06	183,49
Commerciale	120,53	8,54	143,28
Direzionale	374,03	34,29	230,03
Residenziale	6.049,37	1.058,64	2.858,33
totale	7.503,16	1.189,39	3.875,52

Tab. 5.16 - Emissioni per diversi usi e vettori energetici – *scenario futuro* (PUA 2016)

DESTINAZIONE D'USO	Emissioni per riscaldamento e ACS [tCO2/anno]	Emissioni per raffrescamento [tCO2/anno]	Emissioni elettriche altri usi [tCO2/anno]
Università*	138,55	29,86	218,68
Usi pubblici	55,22	11,90	87,16
Commerciale	24,35	4,06	68,06
Direzionale	75,55	16,29	109,26
Residenziale	1.221,97	502,85	1.357,71
totale	1.515,64	564,96	1.840,87

E la tabella seguente confronta i due scenari emissivi.

Tab. 5.17 - Bilancio emissivo PP 2007 vs PUA 2016

DESTINAZIONE D'USO	Emissioni totali PP 2007 [tCO ₂ /anno]	Emissioni totali PUA 2016 [tCO ₂ /anno]	Variazione [%]
Università*	665,97	387,09	
Usi pubblici	155,45	154,28	
Commerciale	125,13	96,46	
Direzionale	238,19	201,10	
Residenziale	2.678,75	3.082,53	
totale	3.863,50	3.921,47	+1,50

L'analisi evidenzia che tra lo scenario futuro, rispetto al Piano approvato, comporta un aumento trascurabile dell'emissioni climalteranti stimato di poco superiore all'1%. In valori assoluti, l'attuazione della variante (PUA 2016) comporta emissioni per 3.921 tCO₂/anno, causate principalmente dagli usi residenziali (79%). Tale volume è stato stimato considerando cautelativamente l'impiego di caldaie a condensazione per il riscaldamento e la produzione di ACS. L'adozione di tecnologie più efficienti consentirà di ridurre i consumi energetici e contestualmente il volume di CO₂ emessa in atmosfera. D'altronde il mercato edilizio si è recentemente orientato a soluzioni prevedono la produzione del caldo attraverso sistemi a pompa di calore integrate a caldaie a condensazione in funzione di backup. Per tali soluzioni è possibile stimare, rispetto ai sistemi nei quali la generazione è totalmente affidata a centrali a gas naturale, riduzioni della CO₂ emessa di circa il 15%.

Allo stesso modo, qualora gli attuatori adottino tecnologie per la produzione del freddo caratterizzate da migliori rendimenti stagionali e verso sistemi elettrici più efficienti (illuminazione a LED, a titolo di esempio) il volume di emissioni prodotte sarà destinato a ridursi ulteriormente rispetto le valutazioni cautelative elaborate da questo studio.

5.6 Sfruttamento delle Fonti rinnovabili e assimilate

5.6.1 Produzione di energia termica

La normativa vigente richiede la copertura del 50% dei consumi per la produzione dell'ACS tramite collettori solari (si veda al riguarda la prescrizione del RUE nel paragrafo *Quadro*

normativo) e la copertura di una quota pari ad almeno il 35% dei consumi globali mediante FER, per gli edifici il cui titolo edilizio sia richiesto entro il 31 dicembre 2016.

La tabella seguente riporta sinteticamente una valutazione della copertura da FER in funzione dei fabbisogni primari termici complessivi $Q_{p,H,W,C}$ (caldo, freddo e ACS) e per la sola produzione di acqua calda sanitaria $Q_{p,W}$. Quelle indicate in tabella rappresentano le quote di produzione termica da FER minima necessarie per l'assolvimento delle prescrizioni di legge.

Tab. 5.18 - Copertura da FER termiche nello scenario futuro (PUA 2016)

DESTINAZIONE D'USO	$Q_{p,W}$ [MWh/anno]	$50\%Q_{p,W}$ [MWh/anno]	$Q_{p,H,W,C}$ [MWh/anno]	$35\%Q_{p,H,W}$ [MWh/anno]
Università	22	24*	843	499*
Usi pubblici	9	10*	336	199*
Commerciale	5	5	143	77
Direzionale	12	12	460	247
Residenziale	1.828	1.828	8.416	4.532
totale	1.875	1.878	10.198	5.554

NOTA) * Si ricorda che per gli usi pubblici i limiti prescrittivi in merito alle FER sono incrementati del 10%.

Alla luce dei consumi stimati per la produzione di ACS degli edifici oggetto di PUA, pari a 1.875 MWh/anno, dovranno essere dimensionati impianti solari in grado di coprire un consumo termico di poco superiore (1.878 MWh/anno). Considerando alla nostra latitudine una producibilità media di 450 kWh/mq anno per componenti oggi giorno comunemente reperibili sul mercato, sarà necessario predisporre non meno di 4.174 mq di collettori.

Qualora si decida di produrre anche le quote da FER necessarie alla copertura dei fabbisogni termici totali (caldo, freddo e ACS) mediante il ricorso alla tecnologia solare, dovranno essere predisposti non meno di 12.343 mq di collettori.

In fase attuativa potranno essere valutate soluzioni di generazione che garantiscano una maggiore copertura dei fabbisogni termici.

Come anticipato nel paragrafo Quadro Normativo, la norma regionale prevede condizioni alternative/compensative per il soddisfacimento del requisito inerente la copertura da FER. Il collegamento a una rete di teleriscaldamento che copra l'intero fabbisogno di calore per il

riscaldamento degli ambienti e la fornitura di acqua calda è uno di essi. Il Regolamento Edilizio di Bologna, recependo le indicazioni dell'Atto d'Indirizzo regionale, prescrive la predisposizione dell'allaccio alla rete di TLR qualora essa passi a una distanza inferiore a mille metri, ovvero in presenza di progetti previsti dai vigenti strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

Approfondimenti presso HERA hanno evidenziato la presenza della rete Cogen-Barca a meno di un chilometro dal perimetro dell'ambito di attuazione e per questo motivo dovranno essere predisposti gli allacci negli edifici lungo il perimetro meridionale del comparto.

Peraltro, contattati i tecnici della multiutility, parrebbe emergere l'attivazione di un tavolo tra il gestore della rete e gli enti competenti in merito al potenziamento della rete stessa verso il comparto Bertalia – Lazzaretto. Questa circostanza cambierebbe decisamente lo scenario inerente la copertura di quota parte dei fabbisogni energetici, perché l'attuatore sarebbe nelle condizioni di poter decidere se realizzare i sistemi di produzione da FER a copertura dei consumi termici, o allacciarsi al TLR, con ricadute non trascurabili sui costi di installazione dei sistemi di generazione a servizio degli edifici, ma anche sulle emissioni climalteranti a scala comunale.

5.6.2 Produzione di energia elettrica

Come anticipato nel paragrafo *Quadro normativo*, la normativa vigente richiede la predisposizione di sistemi per la produzione elettrica mediante FER o assimilate, in funzione della destinazione d'uso o della superficie coperta, conformemente alle seguenti metodologie:

- 1 kW per ogni alloggio e 0,5 kW per ogni 100 mq di superficie a destinazione non residenziale
- Una potenza pari a $P_{el} = S_q/50$

Entrambi i requisiti devono essere soddisfatti.

Su indicazione dell'Ufficio Energia e Ambiente del Comune, la potenza da installare per soddisfare la normativa vigente è stata stimata:

- Per gli usi residenziali in funzione del numero di appartamenti, calcolati dividendo la SU realizzabile per 70 metri quadrati, dimensione assunta per l'alloggio tipo
- Per tutti gli altri usi, ancora in funzione della SU (0,5 kWel / 100 mq) in quanto, in questa fase della pianificazione, qualunque valutazione in merito alla superficie coperta degli edifici risulterebbe aleatoria.

La tabella seguente riporta le valutazioni in merito alla potenza elettrica da installare per soddisfare il requisito.

Tab. 5.19 - Stima della potenza elettrica da installare per assolvere il requisito inerente la produzione di elettricità da FER – scenario PUA 2016

DESTINAZIONE D'USO	SU energetica [mq]	u.i. [n]	Pel=1 kW/u.i. [kWp]	Pel=0,5 kW/100 mq [kWp]
Residenziale	158.796	2.269	2.269	-
Università e usi pubblici	35.971	-	-	198*
Altri usi	54.517	-	-	93

NOTA) * Si ricorda che per gli usi pubblici i limiti prescrittivi in merito alle FER sono incrementati del 10%.

Su indicazione dell'Ufficio Energia e Ambiente del Comune, la produzione di elettricità da FER per gli edifici del comparto è stata stimata assumendo che il requisito in merito alla potenza elettrica sia soddisfatto installando sistemi fotovoltaici, aventi una producibilità pari a 1.200 kWh/kWpel anno. La tabella seguente riporta tali considerazioni.

Tab. 5.20 - Produzione elettrica da fotovoltaico – scenario PUA 2016

DESTINAZIONE D'USO	Pel da installare [kWp]	Produzione [kWhel/anno]
Residenziale	2.269	2.722
Università e usi pubblici	198	237
Altri usi	93	111
<i>totale</i>	2.559	3.071

Una delle condizioni alternative/compensative per il soddisfacimento del requisito è il collegamento a teleriscaldamento asservito a cogenerazione in assetto CAR: qualora l'eventuale potenziamento della rete del TLR preveda questa opzione per la generazione del fluido vettore, gli attuatori del comparto potranno decidere di allacciarsi, evitando gli investimenti per la realizzazione dei sistemi di produzione a FER a copertura dei consumi elettrici, oltre che termici.

5.7 Considerazioni conclusive

Lo studio evidenzia gli impatti della proposta di variante del comparto Z.I.S. R5.3 Bertalia Lazzaretto, relativamente ai fabbisogni energetici e alle emissioni climalteranti. Lo scenario di riferimento è il Piano Particolareggiato approvato nel 2007, attuato nei soli lotti 2a - 2b. Le valutazioni per i due scenari sono state effettuate, su indicazione dell'Ufficio Energia e Ambiente del Comune, assumendo che:

- I fabbisogni primari specifici degli edifici per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria siano non superiori a 40 kWh/mq anno per gli usi residenziali e 8 kWh/mc anno per tutti gli altri usi, come prescritto dalla ValSAT del PSC per tutti i nuovi comparti di attuazione
- I carichi di energia frigorifera siano conformi ai valori aggiornati dal monitoraggio del PAES di Bologna e dello scenario *Energy Saving* del PEC
- Gli altri consumi elettrici per usi non termici (illuminazione e usi di processo) siano allineati ai valori aggiornati dal monitoraggio del PAES di Bologna e dello scenario *Energy Saving* del PEC

I fattori di emissione riferiti all'energia fornita per il funzionamento degli impianti siano pari a 0,202 kgCO₂/kWh per il gas e 0,475 kgCO₂/kWh per il vettore elettrico

A partire da tali assunti e in funzione della consistenza massima del parco edilizio oggetto di proposta e della destinazione d'uso degli edifici di progetto, sono stati determinati i fabbisogni primari totali per la climatizzazione invernale e l'ACS e i consumi per diversi vettori energetici (gas naturale o elettricità) dello scenario tendenziale e di quello futuro. Poi sono stati stimati i consumi dei due scenari per gli altri usi elettrici (raffrescamento, illuminazione, altro).

La valutazione ha mostrato che il trasferimento di superficie dall'uso universitario agli altri usi, a saldo complessivo praticamente pari, ha impatti trascurabili sui consumi finali e sulle emissioni climalteranti (+1,50%).

Limitatamente al solo scenario futuro viene fornita la stima della produzione *in situ* da fonte energetica rinnovabile a copertura dei consumi termici ed elettrici necessaria al soddisfacimento dei requisiti normativi vigenti.

Infine, valutati i consumi di gas naturale ed elettricità, lo studio ha fornito una stima delle emissioni di CO₂, utilizzando come fattori di conversione i valori aggiornati al 2013 del PAES di Bologna: nello scenario futuro, a fronte dell'insediamento di nuove attività, si potrà assistere a un incremento massimo delle emissioni climalteranti complessive (tutti gli usi energetici finali) pari a poco meno di 4.000 tCO₂/anno rispetto allo scenario attuale, dei quali il 39% per i servizi termici (riscaldamento e ACS), il 14% per il raffrescamento estivo degli edifici e il restante 47% per gli altri usi elettrici.

Da ultimo si segnala che le Norme Tecniche di Attuazione del PUA consentono di insediare al piano terreno quote di usi 3b, 4d, 5c fino a un limite massimo del 15%, in alternativa agli usi residenziale e terziario previsti. Lo studio non ha approfondito tale scenario, purtuttavia è

possibile affermare che il potenziale aumento delle emissioni potrà essere contenuto mediante strategie di riduzione dei consumi termici ed elettrici quali la produzione del caldo attraverso sistemi a pompa di calore integrate a caldaie a condensazione in funzione di backup, la produzione del freddo caratterizzate da migliori rendimenti stagionali e sistemi elettrici più efficienti (illuminazione a LED, BACS, ecc.).

In merito all'obiettivo del PSC per il quale *l'intervento deve concorrere alla riduzione dei gas serra e delle emissioni inquinanti*, si evidenzia che la proposta prevede l'attuazione del comparto Z.I.S. R5.3 Bertallia – Lazzaretto attualmente occupato da terreni agricoli e aree di cava chiuse: rispetto allo stato di fatto, l'intervento prevede l'insediamento di attività antropiche che presuppongono consumi energetici ed emissioni climalteranti in atmosfera. La proposta può comunque contribuire a realizzare un ambiente urbano ad alte prestazioni energetiche, caratterizzato da bassi consumi e dallo sfruttamento di energie rinnovabili prodotte in loco, qualora vengono recepite le indicazioni del PEC di Bologna (il comparto è un Bacino Energetico Urbano), della ValSAT del PSC e, in generale, la normativa cogente in materia di rendimento energetico degli edifici e gli orientamenti comunitari e nazionali in merito alla riduzione del consumo di risorse e delle emissioni climalteranti.

6 RADIAZIONI NON IONIZZANTI

6.1 Premessa

La finalità della presente sezione di Studio è quella di determinare i potenziali impatti dovuti ai campi elettromagnetici immessi in corrispondenza del Comparto R5.3 denominato Bertalia-Lazzaretto, ubicato nel quartiere Navile nel Comune di Bologna.

In riferimento alla variante al PP, gli scenari di riferimento significativi da considerare per la specifica componente ambientale sono i seguenti:

- stato della componente nello scenario attuale (stato di fatto);
- stato della componente nello scenario progettuale con interrimento delle linee MT aeree che insistono sul comparto (I FASE);
- stato della componente nello scenario futuro con interrimento delle linee aeree AT (II FASE);

Le sorgenti di campi elettromagnetici, d'ora in poi denominate sorgenti cem, sia in ragione della loro peculiare distribuzione sul territorio che in base alle specifiche potenzialità emmissive collegate alle caratteristiche generali di funzionamento, possono essere suddivise nelle due seguenti principali tipologie:

- *Sorgenti a bassa frequenza:* appartengono a questa categoria sorgenti che generano campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse, ossia comprese tra 0 Hz e 3000 Hz, che pertanto sono denominate sorgenti ELF (extremely low frequency) o a bassa frequenza. Le principali sorgenti cem a bassa frequenza sono gli impianti funzionali alla trasmissione e alla distribuzione dell'energia elettrica quali elettrodotti, cabine di trasformazione e, in generale, gli apparati tecnologici che per il loro funzionamento impiegano un assorbimento di corrente elettrica. Nello studio sono stati presi in considerazione i soli impianti funzionali alla trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica con tensione uguale o superiore a 15.000 Volt.
- *Sorgenti ad alta frequenza:* fanno riferimento a questa categoria, sorgenti che generano campi elettromagnetici ad altra frequenza, ossia con frequenze tra i 100 kHz e i 300 GHz, includendo sia i campi elettromagnetici a radio frequenze (100 kHz - 300 MHz) che a microonde (300 MHz - 300 GHz). Le principali sorgenti cem ad alta frequenza sono gli impianti per radio telecomunicazione comprendenti gli apparati tecnologici per le comunicazioni come le Stazioni Radio Base (SRB) funzionali alla telefonia mobile e gli impianti per la copertura radio-televisiva del territorio.

Per valutare la presenza di campi elettromagnetici è necessario analizzare, in un intorno di dimensioni opportune, se siano presenti potenziali sorgenti di emissione. Tale analisi è stata effettuata sulla base di sopralluoghi, della cartografia disponibile e relativa al Piano Strutturale Comunale di Bologna, al Regolamento Urbanistico Edilizio comunale e ai piani settoriali della Provincia di Bologna, nonché dai dati disponibili sul SIT della Provincia di Bologna e dell'ARPA Emilia Romagna. Nella Immagine 6.1 - Individuazione delle sorgenti cem si riportano le sorgenti cem individuate nell'intorno del comparto in esame.

6.2 Riferimenti normativi

La Legge n. 36 del 22/02/2001, "*Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*", pubblicata sulla GU n. 55 del 07/03/2001, ha lo scopo di tutelare la salute della popolazione e dei lavoratori dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

In particolare la Legge Quadro, il cui campo di applicazione comprende tutti gli impianti, sistemi ed apparecchiature che comportino emissioni di campi elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz (quindi sia cem a bassa frequenza che ad alta frequenza), fissa il contesto generale e demanda a decreti successivi la definizione dei parametri tecnico-operativi e, più in generale, tutta la parte strettamente applicativa.

Due tra gli obiettivi primari della Legge Quadro sono i decreti attuativi concernenti i limiti massimi e gli obiettivi di qualità riferibili all'esposizione della popolazione e dei lavoratori, i quali sarebbero dovuti uscire dopo 60 giorni dalla pubblicazione della Legge Quadro¹, ed invece per la popolazione sono stati pubblicati sulla GU nell'agosto del 2003.

Nello specifico essi sono:

- per la *bassa frequenza* il DPCM 08/07/2003 "*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*" pubblicato sulla GU n. 200 del 29/08/2003
- per l'*alta frequenza* il DPCM 08/07/2003 "*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz*" pubblicato sulla GU n. 199 del 28/08/2003.

Per quanto concerne i limiti per i cem a **bassa frequenza**² il DPCM 08/07/2003 (GU n. 200 del 29/08/2003) riprende, per la protezione dalle esposizioni a breve termine, i valori di esposizione dettati dai vecchi DPCM del 23/04/1992 e 28/09/1995, che contestualmente abroga. Mentre per la protezione dalle esposizioni a lungo termine il DPCM introduce valori di esposizione denominati valori di attenzione e obiettivi di qualità.

La successiva tabella riporta il quadro completo dei valori di esposizione e le modalità di applicazione introdotte dal DPCM relativo alle basse frequenze.

¹ Tra le funzioni dello Stato (art. 4 comma 2) sono comprese la definizione dei limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, nonché le tecniche di misurazione e rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico.

² In realtà il campo di applicazione del DPCM 8 luglio 2003 (Gazzetta Ufficiale serie generale n. 200 del 29/08/03) è limitato a fissare i limiti di esposizione correlati ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti visto che per la restante gamma di frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz, generati da sorgenti non riconducibili agli elettrodotti, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999.

**Tab. 6.1 - Valori di esposizione e modalità di applicazione introdotte dal DPCM 08/07/03
concernente le basse frequenze**

Valore prescritto	Campo elettrico (V/m)	Induzione magnetica (μT)	Tipologia di esposizione Modalità di applicazione
Limiti di esposizione	5000	100	<i>Esposizioni a breve termine</i> Limite di esposizione assoluto, non deve essere mai raggiunto in luoghi accessibili alla popolazione
Valore di attenzione	-	10*	<i>Esposizioni a lungo termine</i> Limite connesso a esposizioni ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz) da conseguire nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere.
Obiettivo di qualità	-	3*	<i>Esposizioni a lungo termine</i> Limite connesso a esposizioni ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz) degli elettrodotti di nuova realizzazione, da conseguire nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere nonché nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio

* mediana dei valori nell'arco di 24 ore

Infine con DM 29/05/2008 (SO n.160 alla GU 05/07/2008 n. 156) è stata approvata la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.

Per quanto concerne i cem ad **alta frequenza**, il DPCM 08/07/2003 (G.U. n. 199 del 28/08/2003) completa il campo di applicazione della Legge Quadro pur ribadendo i limiti di esposizione, le misure di cautela e le procedure per il conseguimento degli obiettivi di qualità già indicati nel Decreto Ministeriale n. 381 del 10/09/1998 (che sostituisce pur non abrogandolo).

Infatti con il DM n. 381 del 10/09/1998, "*Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana*", pubblicato sulla G.U. n. 257 del 03/11/1998, entrato in vigore il 2 Gennaio 1999, si erano stabiliti i limiti di esposizione per la popolazione nonché gli obiettivi di qualità per i campi elettromagnetici, connessi al funzionamento ed all'esercizio dei sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi operanti nell'intervallo di frequenza compresa fra 100 kHz e 300 GHz. Dove gli obiettivi di qualità erano i valori da conseguire in corrispondenza di luoghi fruibili dalla popolazione per i quali si prevede la permanenza di persone superiore alle quattro ore³ (scuole, abitazioni, parchi attrezzati, uffici, luoghi di lavoro, ospedali, ecc.).

³ Le linee guida applicative del DM 381/98, pubblicate nel settembre 1999, specificano che la frase "in corrispondenza di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore" deve essere interpretata come relativa a tutte le aree interne di edifici quali ad esempio abitazioni, sedi di attività lavorative, scuole, ospedali, ambienti destinati all'infanzia ecc. Anche le pertinenze esterne (balconi, terrazzi, giardini e cortili) devono essere considerate qualora sia ragionevole pensare che vi possa essere permanenza prolungata nel tempo (non inferiore alle quattro ore).

I valori strumentali devono essere mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di 6 minuti.

Il DPCM 08/07/2003 (G.U. n. 199 del 28/08/2003) completa quindi il campo di applicazione dei limiti a tutte le sorgenti fisse di cem con frequenza compresa fra 100 kHz e 300 GHz e introduce la distinzione fra limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità:

- i *limiti di esposizione* sono valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerati come valori di immissione, definiti ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione dalla popolazione. Nella tabella di seguito sono indicati i limiti di esposizione del DPCM 08/07/2003 (che coincidono con quelli già stabiliti dal DM n. 381 del 10/09/1998).

Tab. 6.2 - Limiti di esposizione per la popolazione ai campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenze da 100 kHz a 300 GHz (DPCM 08/07/2003)

Frequenza [MHz]	Valore efficace del campo elettrico [V/m]	Valore efficace di intensità del campo magnetico [A/m]	Densità di potenza dell'onda piana equivalente [W/m ²]
0.1÷3	60	0,2	---
>3÷3000	20	0,05	1
>3000÷300000	40	0,1	4

- i *valori di attenzione* sono introdotti a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine eventualmente connessi con le esposizioni ai cem con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari. Nella tabella di seguito sono indicati i valori di attenzione del DPCM 08/07/2003 (che coincidono con gli obiettivi di qualità già fissati dal DM n. 381 del 10/09/1998).

Tab. 6.3 - Valori di attenzione del DPCM 08/07/2003 (permanenza non inferiore a 4 ore)

Frequenza (MHz)	Campo elettrico (V/m)	Campo magnetico (A/m)	Densità di potenza (W/m ²)
Qualsiasi frequenza (fra 0,1MHz e 300.000 MHz)	6	0,016	-
3-300.000	-	-	0,10

- gli *obiettivi di qualità* sono fissati ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi elettromagnetici, e corrispondono ai valori di immissione dei cem calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate (dove per aree intensamente frequentate si intendono anche superfici edificate ovvero attrezzate).

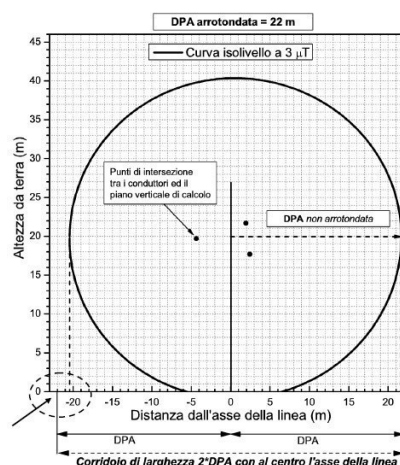
Tab. 6.4 - Obiettivi di qualità del DPCM 08/07/2003 (aree intensamente frequentate)

Frequenza (MHz)	Campo elettrico (V/m)	Campo magnetico (A/m)	Densità di potenza (W/m ²)
Qualsiasi frequenza (fra 0,1MHz e 300.000 MHz)	6	0,016	-
3-300.000	-	-	0,10

6.2.1 Distanza di prima approssimazione DPA

La Dpa è la distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione a terra dell'isolinea a 3 μ T dalla proiezione a terra dell'asse della linea ed è unica per entrambi i lati. Si ribadisce che la Dpa è una distanza che delimita un corridoio sul piano orizzontale.

Il valore della Dpa e della fascia di rispetto, espresso in metri, deve essere fornito come valore numerico arrotondato all'intero più vicino. Nei casi di linea asimmetrica, la Dpa è pari alla maggiore delle due distanze tra la proiezione a terra dell'isolinea a 3 μ T e la proiezione a terra dell'asse della linea



Nel comparto in oggetto ci sono delle linee elettriche parallele (2 linee RFI, linee RFI con la linea ENEL) dei cambi di direzione (linee RFI e Linea ENEL) e degli incroci (tra linee RFI e la linea ENEL).

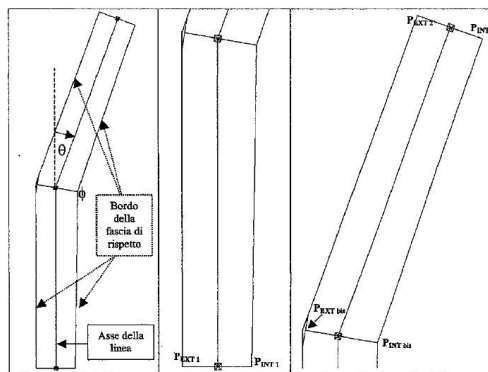
Nelle situazioni più complesse, per le descrizioni semplificate della fascia di rispetto non è più sufficiente fornire solo la DPA, ma è necessario introdurre altre distanze ed altri criteri che possano descrivere correttamente ed in modo semplice l'area di prima approssimazione.

6.2.1.1 Linee con cambi di direzione Area di Prima Approssimazione

In casi di cambio di direzione sul piano orizzontale di una linea elettrica, si verifica all'interno dell'angolo tra le 2 campate in incremento dell'estensione della fascia di rispetto, che è massimo sul piano verticale passante per la bisettrice dell'angolo tra le due campate.

Il metodo consiste nell'individuazione di sei coordinate sul piano orizzontale poste in corrispondenza del sostegno interessato dal cambio di direzione [$P_{INT\ bis}$ e $P_{EXT\ bis}$] e dei sostegni rispettivamente precedente [$P_{INT\ 1}$ e $P_{EXT\ 1}$] e successivo [$P_{INT\ 2}$ e $P_{EXT\ 2}$]. La spezzata passante tra i tre punti P_{INT} individuati delimitano il bordo "approssimato della proiezione al

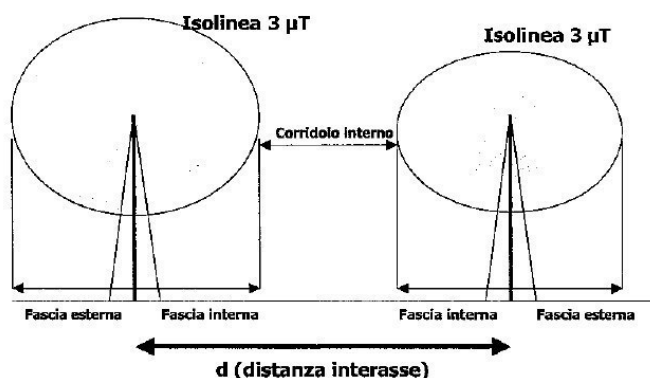
suolo della fascia di rispetto posta all'interno dell'angolo di deviazione; analogamente la spezzata passante per i tre punti P_{EXT} definiranno il bordo della fascia esterna all'angolo di deviazione.



L'estensione della fascia lungo la bisettrice $P_{INT. bis}$ e $P_{EXT. bis}$ si calcolano con una relazione che dipende delle tipe di linee.

6.2.1.2 Linee elettriche parallele Area di Prima Approssimazione

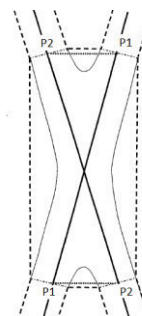
In casi di parallelismo tra linee, le fasce sono aumentate con dei valori di incremento percentuale calcolati per ogni ½ fascia.



L'elettrodotto RFI, con due linee parallele di 132 kW corrisponde ad il caso C. In questo caso il tipo di sostegno è simmetriche (doppia terna con mensole normali) quindi le correnti sono uguali nelle due linee e gli incrementi da applicare ad entrambe le linee sono quelli previsti in tabella "colonna di sinistra – Fascia 132 kV (I maggiore)" del decreto § 5.1.4.1.

6.2.1.3 Incroci tra linee ad alta tensione Area di Prima Approssimazione

In casi di incrocio tra 2 linee misura sulla perpendicolare alla bisettrice dell'angolo di incrocio, in corrispondenza alla quale le singole fasce di ciascuna linea sono da considerarsi come imperturbate dalla presenza



dell'altra.

L'area di prima approssimazione è delimitata dal segmento P1P2, nel caso di 2 linee 132kV (Caso F) $P1P2 = 90m$

In questo caso, ci sono più angoli tra le 3 linee. L'angolo preso in considerazione per i calcoli di ogni semi fasce corrisponde a quello che era il più sfavorevole.

6.3 Caratterizzazione della componente nello stato attuale

Così come premesso, una dettagliata analisi preliminare ha contribuito all'inquadramento delle variabili che concorrono a caratterizzare la componente ambientale negli scenari di riferimento.

6.3.1 Le sorgenti ad alta frequenza nello scenario attuale

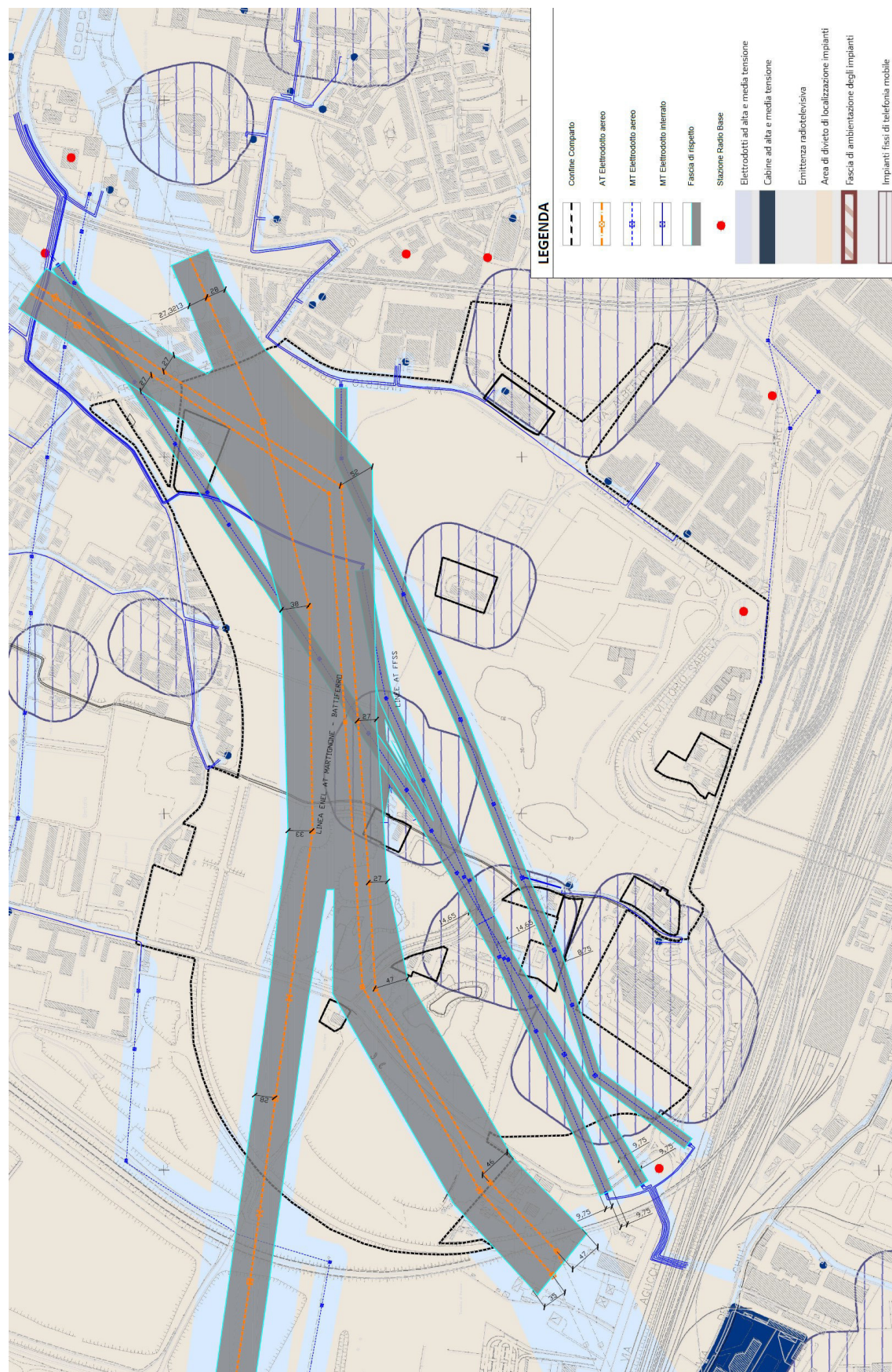
Per ciò che concerne gli impatti generati dagli impianti tecnologici per le comunicazioni presenti nell'immediato intorno territoriale, si è inizialmente operata la verifica delle interferenze dirette delle aree sensibili degli impianti radianti con l'ambito di studio. Le localizzazioni puntuali degli impianti radianti sono state individuate tramite i dati consultabili sul sito web del Comune di Bologna e di ARPA Emilia Romagna.

Per la specifica tipologia di sorgente ad alta frequenza la normativa vigente fissa l'area di impatto entro la quale deve essere svolta l'analisi delle emissioni del campo elettrico. Per le SRB la dimensione di tale area, denominata area sensibile, è rappresentata da un intorno di raggio 200 metri centrato sull'impianto stesso.

Per gli impianti di diffusione radio televisivi il complesso normativo regionale ha introdotto il vincolo di rispetto di una distanza di 300 metri dal territorio urbanizzato; estrapolando questo parametro dal testo normativo possiamo, per questo tipo di impianti radianti, indicare un'area sensibile di 300 metri di raggio.

Da quanto riportato nella Immagine 6.1 risulta evidente, ad eccezione di una SRB interna al comparto (posta al centro della rotatoria Rotonda 35° Reggimento Fanteria Pistoia), l'assenza di ulteriori sorgenti ad alta frequenza interne al comparto oggetto di verifica nonché risulta evidente che le sorgenti esterne si collocano a significativa distanza dal confine del comparto.

Img. 6.1 -Individuazione delle sorgenti CEM



6.3.2 Le sorgenti a bassa frequenza nello scenario attuale

Per le sorgenti a bassa frequenza si evidenzia invece un'alta densità di elettrodotti funzionali alla trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica (cfr. Immagine 6.1). In particolare si segnala la presenza di linee a cavo nudo ad alta tensione (AT) e media tensione (MT).

In sintesi sono presenti sulla superficie di comparto 3 elettrodotti a tensione nominale 132 kV ciascuno dotato di doppie terne di conduttori. Nel dettaglio le linee AT interferenti con il comparto sono le seguenti:

- ENEL: doppia terna a 132 kV composta dalle linee 758 e 737 Martignone – Battiferro;
- RFI: due doppie terne sempre a 132 kV così composte: doppia terna lato Ovest costituita dalle linee BO 009 (calderaia ENEL – S. Viola) e BO 006 (Crevalcore - S. Viola); doppia terna lato Est costituita dalle linee BO 027 (Imola – S. Viola) e BO 028 (S. Viola Grizzana);

Le linee dei conduttori AT attraversano l'ambito di analisi prevalentemente sulla direttrice est-ovest; l'analisi delle criticità attuali evidenzia che il comparto in esame viene interferito in corrispondenza di ampi tratti per la quasi totalità della sua superficie.

Sono inoltre presenti tre linee MT aeree che attraversano il comparto e diverse linee MT interrato che si collocano per lo più sulle zone perimetrali del comparto.

La seguente tabella riporta una descrizione sintetica delle caratteristiche principali delle linee a cavo nudo direttamente interferenti col comparto in esame.

Tab. 6.5 - Elettrodotti direttamente interferenti col comparto R5.3

Numero di elettrodotti	Tipologia di elettrodotto	Gestore	Tipologia di collegamento	Tensione nominale (kV)
1 Martignone-Battiferro	AT	ENEL	doppia terna	132
2 sistemi paralleli	AT	RFI	doppia terna	132
1	MT	ENEL	doppia terna	15
1	MT	ENEL	doppia terna	15
1	MT	ENEL	doppia terna	15

Come previsto dal Decreto Ministeriale del 29 maggio 2008, la definizione dell'area di prima approssimazione degli elettrodotti che interferiscono sul comparto, che ricadono nelle situazioni complesse sopra descritte, è stata richiesta ai gestori delle linee. Essendo presenti linee del gestore TERNA, del gestore ENEL e del gestore RFI, la richiesta è stata avanzata a TERNA la quale ha definito le DPA complessive sulla base delle informazioni reperite dagli altri gestori.

Nella Immagine 6.1 risultano evidenti le DPA definite da TERNA (TRISPANE/P2014 0006740 del 05/11/2014) a seguito della richiesta svolta da parte degli scriventi con tutti gli elettrodotti aerei presenti sull'areale. Nella Figura sono rappresentate le fasce di pertinenza per il conseguimento dell'obiettivo di qualità di 3 μ T, delle singole tipologie di elettrodotto riscontrate.

Dagli elementi di impatto elettromagnetico scaturiti dall'analisi preliminare risulta che la tipologia di impatti di radiazioni non ionizzanti a bassa frequenza, generabili da dispositivi per la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica, è prevalente su qualsiasi altra forma di inquinamento elettromagnetico.

Appare evidente che, allo stato attuale, l'entità delle interferenze dovute alla presenza di tali dispositivi renda incompatibili ampi settori del comparto con la realizzazione di abitazioni e spazi fruibili dalla popolazione per periodi continuativi di oltre 4 ore.

L'approccio progettuale alla specifica tipologia di impatto dovrà quindi prevedere una soluzione mirata ad un sostanziale abbattimento delle emissioni di campi elettromagnetici generabili dai sistemi funzionali alla trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica. Nello specifico, come evidenziato nel seguito, contestualmente al progetto, verranno interrati e spostati gli elettrodotti che attualmente insistono sul comparto.

6.4 Caratterizzazione della componente nello stato di progetto

6.4.1 Le sorgenti ad alta frequenza nello scenario di progetto

Nel seguente immagine di riporta, per le SRB poste in prossimità del confine del comparto, il relativo buffer di 200 metri. Si ricorda che tale distanza è quella minima indicata nelle norme vigenti di PRG (art. 33 Impianti stazioni radio base SRB di telefonia mobile, impianti per l'emittenza radio e televisiva) per collocare tali impianti da edifici e relative aree di pertinenza ritenuti particolarmente sensibili (come le strutture assistenziali e le scuole).

Img. 6.2 - Collocazione Stazioni Radio Base (SRB) con relativo buffer di 200 metri



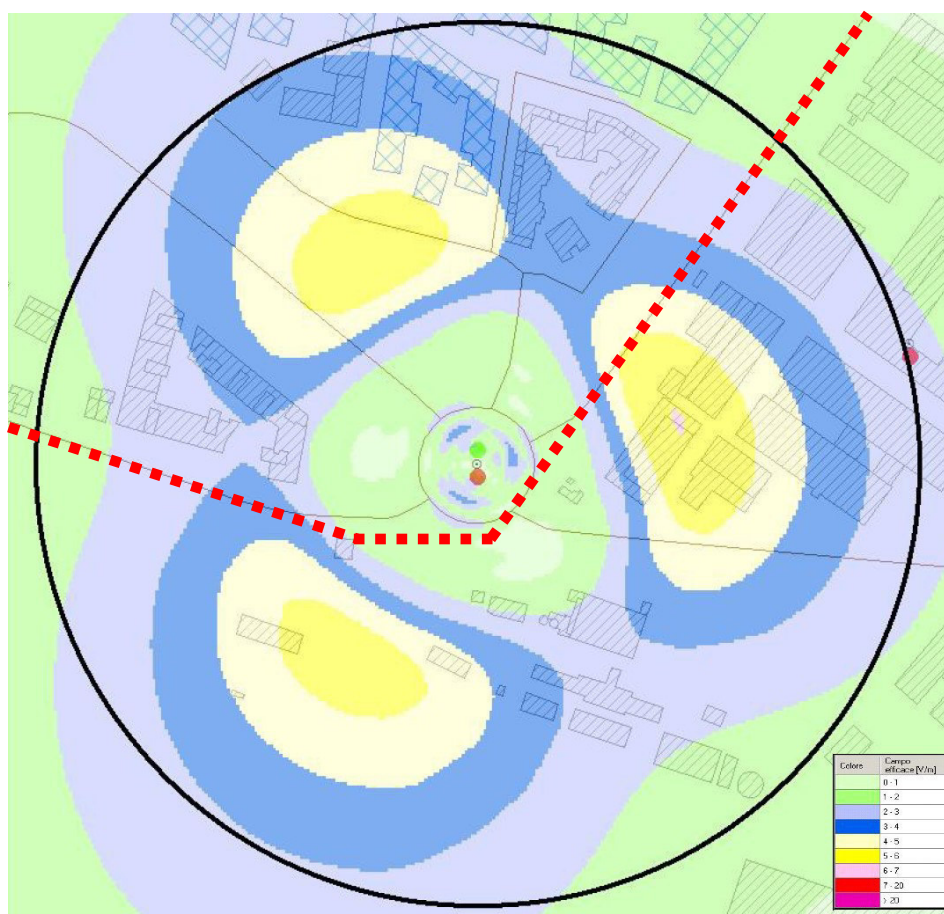
Dall'analisi della precedente immagine non risultano interferenze dirette degli impianti radianti localizzati nell'immediato intorno territoriale del comparto R5.3, questo ad eccezione di una SRB posta al centro della rotatoria Rotonda 35° Reggimento Fanteria Pistoia, posta nell'angolo sud-est del comparto.

Infatti, ad eccezione della suddetta SRB, nessuna delle diverse aree di pertinenza degli impianti rinvenuti interseca, se non in modo marginale, l'area di comparto e, in particolare, non è impattata nessuna superficie del comparto per la quale sia prevista la realizzazione degli edifici indicati in progetto.

L'SRB posta al centro della rotatoria Rotonda 35° Reggimento Fanteria Pistoia si colloca all'interno dell'area di intervento, tuttavia si colloca a non meno di 75 metri dagli edifici (già realizzati o attualmente in fase di realizzazione) interni al comparto R5.3 più prossimi. Su tale sostegno si collocano celle del gestore VODAFONE e TELECOM.

Per l'SRB specifica è stata avanzata presso l'URP del comune di Bologna richiesta di accesso agli atti al fine di visionare le valutazioni svolte da ARPA relative all'impianto in oggetto. Di seguito si fa riferimento alla valutazione ARPA (Sinapoli, 338/2015 - FASC. 2015/XXIV.2/2 del 09 febbraio 2015) relativa alla riconfigurazione dell'impianto VODAFONE (2-BO 2790 A) in quanto risulta essere la valutazione più recente (cfr. img. seguente), tale valutazione tiene in considerazioni la presenza di altre SRB presenti ad una distanza inferiore a 200 metri ovvero dell'impianto TELECOM (BB66) situato nel medesimo palo.

Img. 6.3 - Sezione orizzontale valore efficace campo elettrico SRB BB66 (h 18,8 m)



Dall'immagine precedente, estratta dalla suddetta valutazione ARPA con evidenziato il confine del comparto, si può da subito desumere che l'influenza, in termini di campo elettrico (superamenti dei 6 V/m) imputabile alla specifica antenna, non interferisce con gli edifici del comparto R.5.3 più prossimi all'SRB. Dalla suddetta immagine risulta evidente come nessuna delle direzioni di puntamento dell'antenna risulta essere direttamente orientata verso gli edifici in oggetto più prossimi all'SRB, questo permette di rendere evidente l'assenza di interferenza in termini di campo elettromagnetico tra la suddetta SRB e gli edificio presenti all'interno del comparto.

Come già anticipato, per quanto concerne le restanti SRB presenti nell'intorno territoriale, non sussistono interferenze con gli edifici di progetto.

Pertanto il valore limite di legge (valore di attenzione 6 V/m) fissato nel DPCM del 8 Luglio 2003, da conseguirsi all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze (quali balconi, terrazze e cortili), non viene mai raggiunto in nessuna porzione degli edifici interni all'area oggetto di verifica.

Per quanto concerne antenne radio televisive, dall'analisi del PLERT non sono stati riscontrati impianti a distanze inferiori a circa 1200 metri dal comparto in oggetto (sito 150).

Per le antenne radio televisive la fascia di rispetto o ambientazione di 300 metri è quella riportata nell'art. 4 della Direttiva 197/2001 recante Divieto di localizzazione degli impianti per l'emittenza radio e televisiva. Si può ritenere che per distanze superiori ai 300 metri sia convenzionalmente verificato il limite di 6V/m previsto per il campo elettrico dalla normativa nazionale vigente (DPCM 08/07/2003).

Alla luce delle verifiche sopra riportate non sono presenti impianti ad alta frequenza tali da interferire con gli edifici interni al comparto oggetto di verifica.

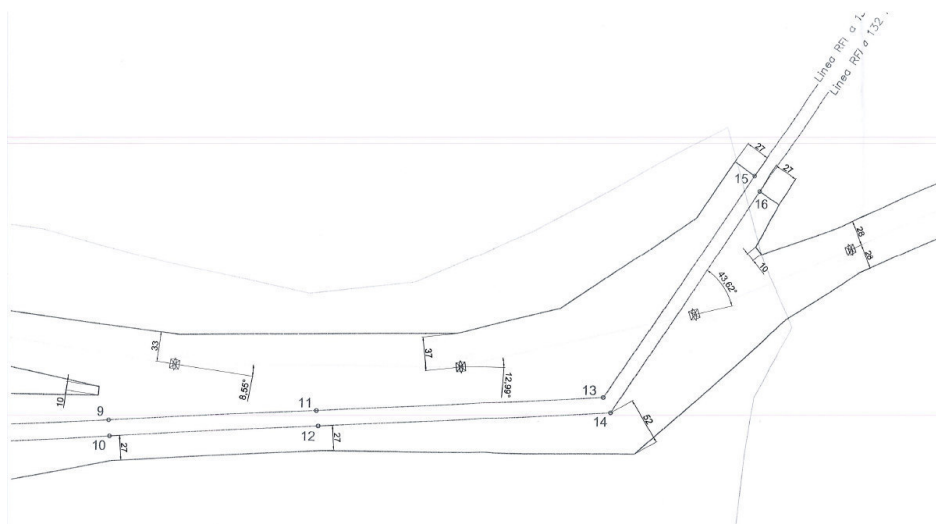
6.4.2 Le sorgenti a bassa frequenza nello scenario di progetto

Come evidenziato in precedenza le sorgenti cem a bassa frequenza interferiscono in maniera sostanziale con il comparto oggetto di verifica. Al fine di realizzare un'edificazione nella piena compatibilità elettromagnetica è stato presentato e approvato un progetto di interramento di tutte le linee aeree MT e AT insistenti sul comparto.

In una prima fase progettuale verranno interrate e dislocate tutte le linee MT aeree, di seguito si riporta la verifica della compatibilità elettromagnetica a seguito di tale prima fase di interramento.

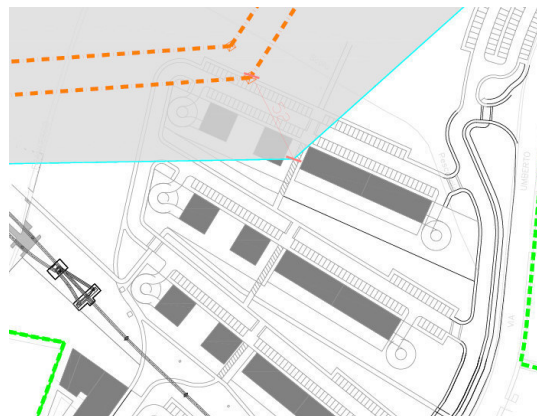
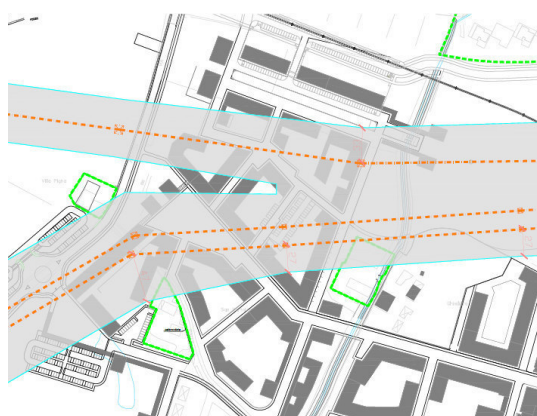
Per la definizione dell'area di prima approssimazione relativa alla fase di progetto con presenza degli elettrodotti AT esistenti, essendo una situazione complessa, è stato richiesto in dimensionamento della DPA ai gestori delle linee. Essendo presenti sia linee del gestore TERNA che del gestore RFI, la richiesta è stata avanzata a TERNA la quale ha definito le DPA complessive sulla base delle informazioni reperite da RFI.

Nella seguente immagine si riportano le DPA definite da TERNA (TRISPANE/P2014 0007389 del 03/12/2014) a seguito della richiesta svolta da parte degli scriventi. Sulla base di specifica richiesta, la definizione delle DPA è stata svolta non considerando gli elettrodotti ENEL MT aerei attualmente esistenti ma per i quali è già previsto l'interramento nella fase progettuale oggetto di verifica.

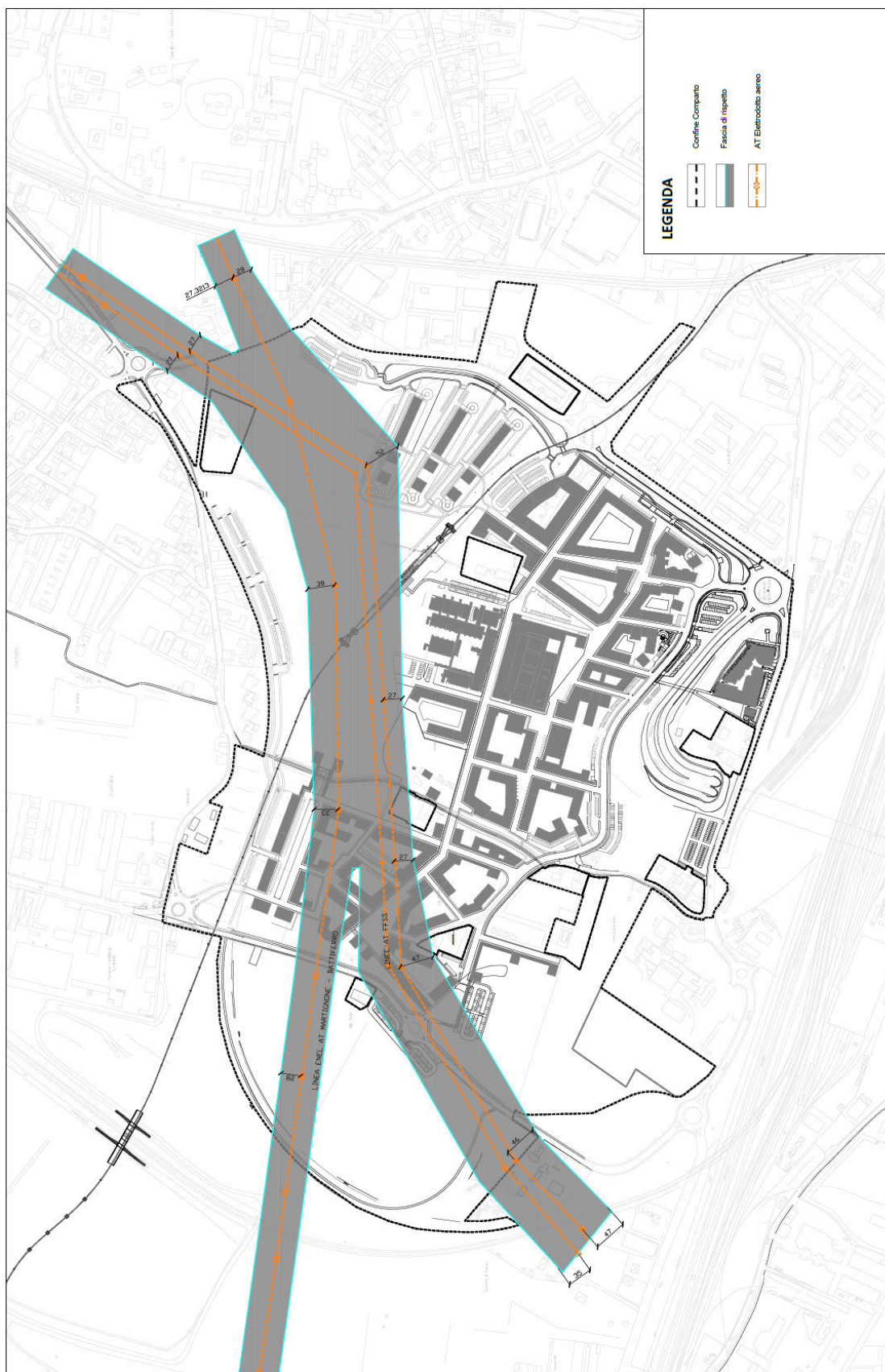


Nella Immagine 6.4 – *Individuazione delle sorgenti cem a bassa frequenza – stato di progetto* sono state rappresentate le fasce di pertinenza per il conseguimento dell'obiettivo di qualità di 3 µT, delle singole tipologie di elettrodotto riscontrate. Le fasce di rispetto sono dimensionate così come previsto dal decreto 29 maggio 2008.

Dall'analisi della Immagine 6.4 e come evidenziato nello stralcio sotto riportato (immagine di sinistra), risulta evidente che un'importante porzione di progetto non potrà essere realizzata in quanto risulta interferita dagli elettrodotti AT aerei attualmente intersecanti l'area oggetto di verifica. Oltre alla porzione a ovest dell'area anche due edifici posti (immagine di destra) a ovest ricadono all'interno della fascia di pertinenza definita da TERNA.



Img. 6.4 –Individuazione sorgenti CEM scenario di progetto interramento medie tensioni

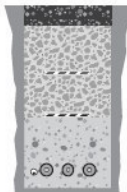
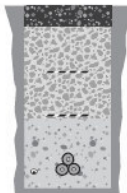


Gli edifici o le porzioni di edificio riportati nelle immagine precedenti, per i quali risulta un'interferenza con gli elettrodotti AT aerei, potranno essere realizzati solamente a seguito del completo interramento e dislocazione delle linee aeree insistenti sul comparto che risultano interferite con i sopra indicati edifici. In alternativa, per gli edifici parzialmente interferiti, può essere richiesta al gestore delle linee verifica modellistica tridimensionale volta ad individuare la reale *Fascia di rispetto* degli elettrodotti.

A seguito del completo interramento e conseguente realizzazione del progetto lo scenario relativo ai campi elettromagnetici risponderà a quanto riportato nella *Immagine 6.6 – Individuazione delle sorgenti cem a bassa frequenza da PUA approvato*, dove si riporta il progetto di interramento approvato nel PUA con le relative fasce di pertinenza.

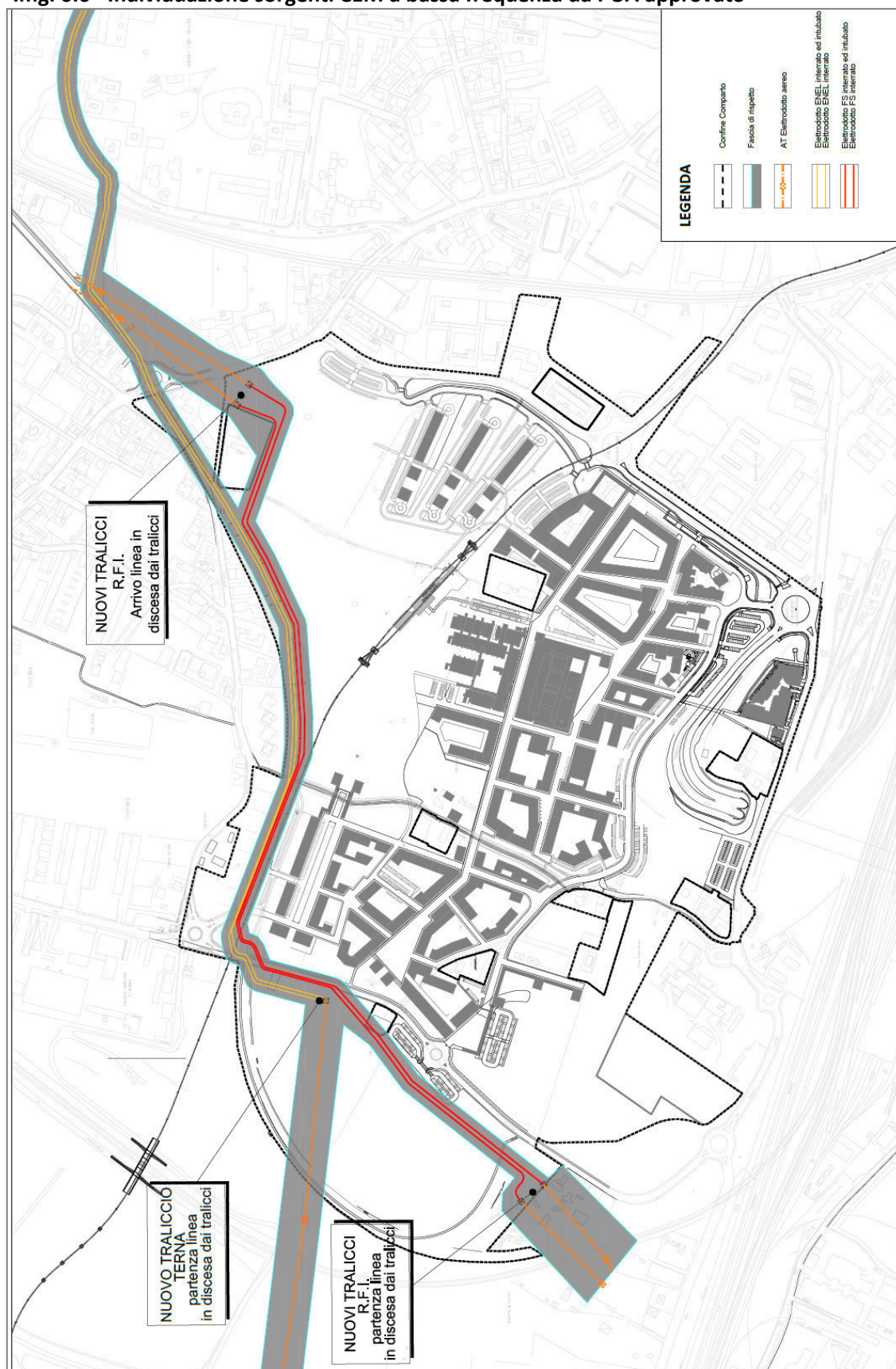
Nelle Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche elaborato da Enel Distribuzione S.p.A. si evince che per quanto riguarda le **linee AT interrate** la DPA risulta essere compresa tra 3,1 e 5,1 metri a seconda della configurazione dei cavi interrati.

Img. 6.5 -Estratto Linee guida Enel Distribuzione S.p.A. relativo a linee AT interrate

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti in piano (serie 132/150 kV) <u>Scheda A14</u>	108 mm 1600 mm ²		1110	5.10	A14
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV) <u>Scheda A15</u>	108 mm 1600 mm ²		1110	3.10	A15

Risulta evidente che quanto riportato nella precedente immagine si riferisce a un singolo elettrodotto, il progetto approvato vede la presenza di più elettrodotti affiancati (fino a tre linee) ne consegue che le fasce di pertinenza risultano essere più ampie. Nella successiva immagine, infatti, risultano riportate le fasce delle linee AT interrate definite dal gestore per il progetto del PUA approvato.

Img. 6.6 –Individuazione sorgenti CEM a bassa frequenza da PUA approvato

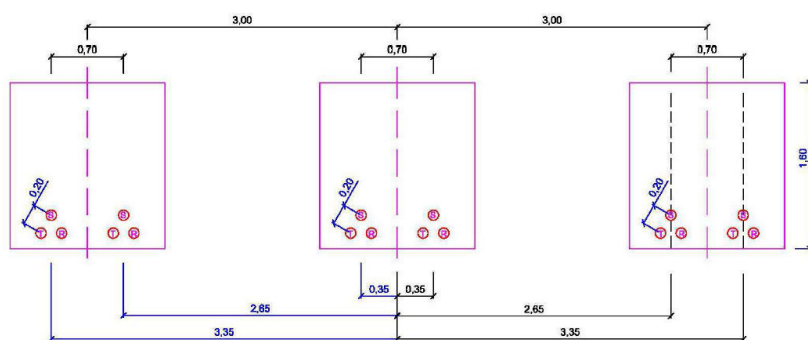


Allo stato attuale il comune di Bologna, con il supporto tecnico del gestore TERN, sta portando avanti alcune modifiche e ottimizzazioni al progetto di interrimento. Nell'immagine 6.8 – *Individuazione delle sorgenti cem a bassa frequenza - Progetto TERN*, si riporta tale ipotesi progettuale di interrimento. Quest'ultima ipotesi progettuale risulta accompagnata da relazione tecnica⁴ *“STUDIO DI FATTIBILITÀ INTERRUAMENTO ELETTRODOTTI ZONA 5.5 Bertalia Lazzaretto”* redatto da TERN.

Nella relazione tecnica di TERN sono riportate le simulazioni modellistiche atte alla valutazione dei campi per il dimensionamento delle fasce di pertinenza dei nuovi elettrodotti interrati per garantire il rispetto dell'obiettivo di qualità pari a $3 \mu T$ previsto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

La seguente immagine, estratta dalla suddetta relazione tecnica di TERN riporta la disposizione delle tre doppie terne dei cavi interrati.

Img. 6.7 –Estratto grafico da relazione tecnica TERN



Mediante le simulazioni modellistiche svolte dal gestore TERN sono state definite le “Fasce di rispetto” relativamente ai tratti dove sono presenti 3 doppie terne, le 2 doppie nonché la semplice doppia terna. La larghezza delle suddette fasce sono le seguenti:

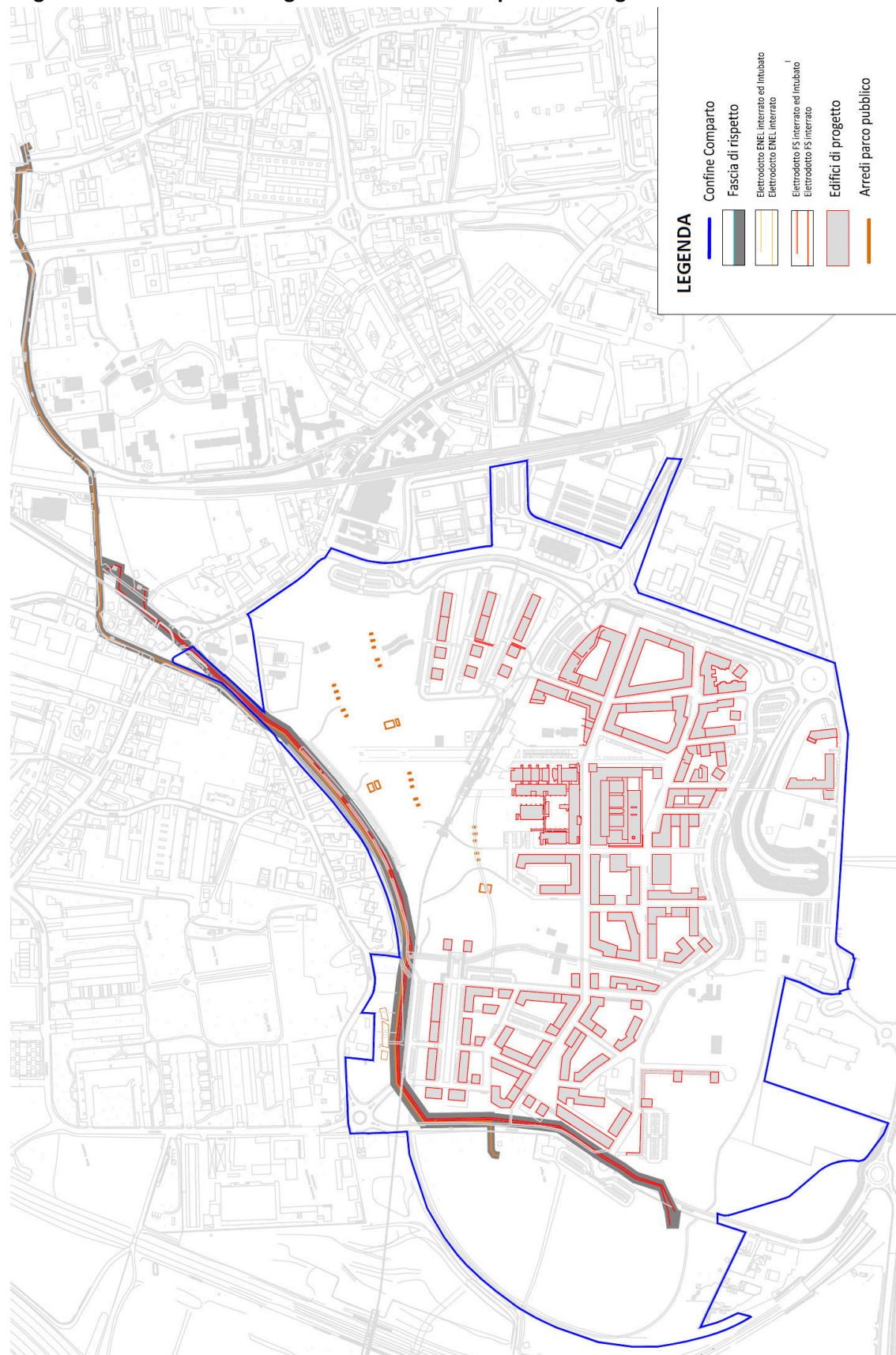
- 3 doppie terne - l'ampiezza della fascia rispetto: 22m
- 2 doppie terne - l'ampiezza della fascia rispetto: 17m
- 1 doppia terna - l'ampiezza della fascia rispetto: 10m

Sulla base dell'ampiezza delle suddette fasce di rispetto, determinata sulla base del suddetto Studio di Fattibilità, il gestore TERN ha definito un tracciato dei cavi interrati atto a garantire il rispetto dell'obiettivo di qualità ($3 \mu T$) sia per gli edifici presenti che per quelli previsti nel comparto in progetto.

Nella successiva immagine si riporta la planimetria con il nuovo tracciato del progetto di interrimento e le relative fasce di rispetto.

⁴ Codifica relazione tecnica TERN: RGFIPRILIADX30771 del 17/09/2015

Img. 6.8 – Individuazione sorgenti CEM a bassa frequenza – Progetto TERNA

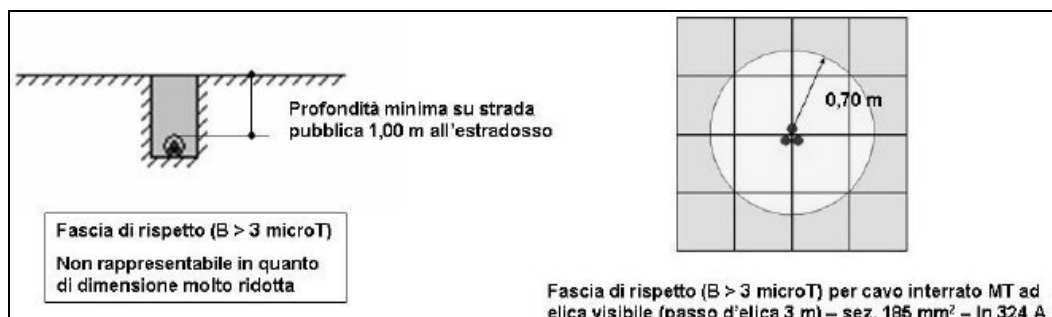


Come risulta evidente dalle precedenti immagini 6.6 e 6.8, sia il progetto di interramento approvato nel PUA che il nuovo progetto di interramento in analisi risultano essere compatibile in termini di elettromagnetici con l'edificazione nel comparto oggetto di verifica e con gli edifici presenti nell'intorno territoriale. Dalle immagini infatti si evince che le fasce di rispetto in interferiscono con l'edificazione presente e di progetto.

Con riferimento alle sorgenti cem di progetto si segnala che contestualmente al progetto, all'interno del comparto, saranno realizzati esclusivamente elettrodotti MT interrati e cabine di trasformazione MT/BT, ovvero sorgenti cem per le quali l'impatto elettromagnetico risulta essere contenuto a pochi metri di distanza dalla sorgente.

Per quanto riguarda le **linee MT interrate** in cavo cordato ad elica si precisa che secondo quanto previsto dal DM 29/05/2008 la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 08/07/2003 non si applica in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.. Tale disposizione risulta sia in linea alla norma tecnica CEI 106-11 che indica "le linee in cavo sotterraneo sia di media che di bassa tensione sono posate ad una profondità di circa 80 cm per cui già a livello del suolo sulla verticale del cavo e nelle condizioni limite di portata si determina una induzione magnetica inferiore a 3 μ T. Ciò significa che per questa tipologia di impianti non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque" che alla linea guida Enel Distribuzione S.p.A (si veda Immagine seguente). Risulta comunque cautelativo considerare una distanza minima da tali linee pari a 3,15⁵ m

Img. 6.9 - Estratto Linee guida Enel Distribuzione S.p.A. relativo a linea MT interrata in cavo cordato a elica




Per le **cabine di trasformazione da MT a BT**, il documento richiama le DPA riportate come esempi per le varie tipologie di cabine nel DM 29 maggio 2008, che sono tipicamente entro i 3 metri da ciascuna parete esterna della struttura.

Tali valori risultano essere più cautelativi rispetto a quanto riportato nelle Linea Guida Enel Distribuzione S.p.A. (si veda l'estratto di cui all'immagine seguente).

⁵ come previsto dal D. 449/88 e da D.M. 16/01/1991 - "Tenuto conto sia del rischio di scarica che dei possibili effetti provocati dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici, i conduttori delle linee di classe seconda e terza, nelle condizioni indicate nell'ipotesi 3) di 2.2.04, non devono avere alcun punto a distanza dai fabbricati minore di $(3 + 0,010 U) \text{ m}$..." dove U = tensione nominale espressa in kV ovvero $(3 + 0,010 \times 15 = 3,15 \text{ m})$

Img. 6.10 –Estratto linee guida Enel Distribuzione S.p.A. DPA relative a cabine MT/BT

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente (A)	DPA (m)	Rif.to
Cabina secondaria di tipo box o similari, alimentata in cavo sotterraneo <u>Scheda B10</u>	Dimensioni mediamente di (4,0 x 2,4) m - altezze di 2,4 e 2,7 m ed unico trasformatore		Trasformatore 250 KVA	1,5	B10a
			Trasformatore 400 KVA	1,5	B10b
			Trasformatore 630 KVA	2	B10c

A seguito dell'interramento delle linee aeree ad alta tensione insistenti sul comparto risulta evidente che le sorgenti cem a bassa frequenza insistenti sul comparto in esame (esistenti e di progetto) risultano essere tali da escludere ogni forma di interferenza in termini di campi elettromagnetici.

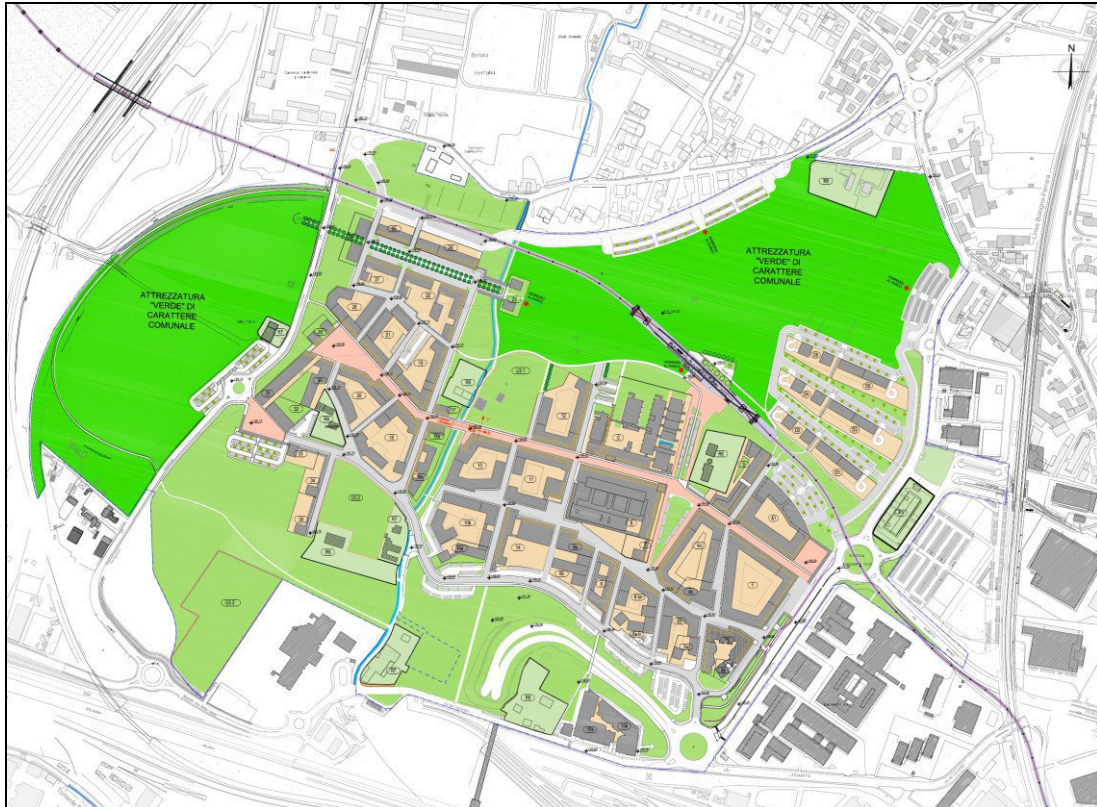
Si ricorda infine che entro tutte le fasce di rispetto dalle sorgenti ELF la sosta prolungata⁶ di persone dovrà essere disincentivata e quindi gli spazi prossimi alle sorgenti (linee AT interrato, cabine secondarie, linea MT interrata, ecc.) non dovranno essere attrezzati mediante panchine, giochi per bambini o altro.

⁶ Superiore a 4 ore giornaliere

7 SUOLO – SOTTOSUOLO - ACQUE

Il Piano Particolareggiato del Comparto – Bertalia Lazzaretto interessa una vasta porzione (circa 73 ettari) nel settore nord-ovest della città nel territorio nel quartiere Navile, ove è prevista la realizzazione di circa 215.000 mq di superficie utile, destinati ad usi residenziali, universitari, terziari, commerciali e pubblici (Img. 7.1).

Img. 7.1 - Planimetria generale dell'area di Variante PUA.



La caratterizzazione dello stato attuale della componente suolo e sottosuolo è stata svolta analizzando i seguenti elementi:

- Caratteristiche geologiche, geomorfologiche, sismiche e geotecniche;
- Idrogeologia, conservazione/tutela delle acque sotterranee ed elementi di potenziale inquinamento;
- Idrografia e idraulica.

Lo studio si è basato sui dati reperiti in bibliografia, in particolare nel QC del PSC di Bologna e nel Geoportale cartografico della Regione Emilia-Romagna, nonché sugli studi ed indagini geognostiche e geofisiche pregressi eseguiti sull'area in oggetto.

7.1 Suolo e sottosuolo

L'area esaminata è situata nel quadrante Nord-Ovest della città di Bologna ed è delimitata a sud dall'area dello scalo ferroviario Ravone e dalla ferrovia Bologna - Milano, ad ovest dalla Cintura ferroviaria e dal fiume Reno; a nord dal quartiere della Bertalia; ad est, dalla ferrovia Bologna - Padova.

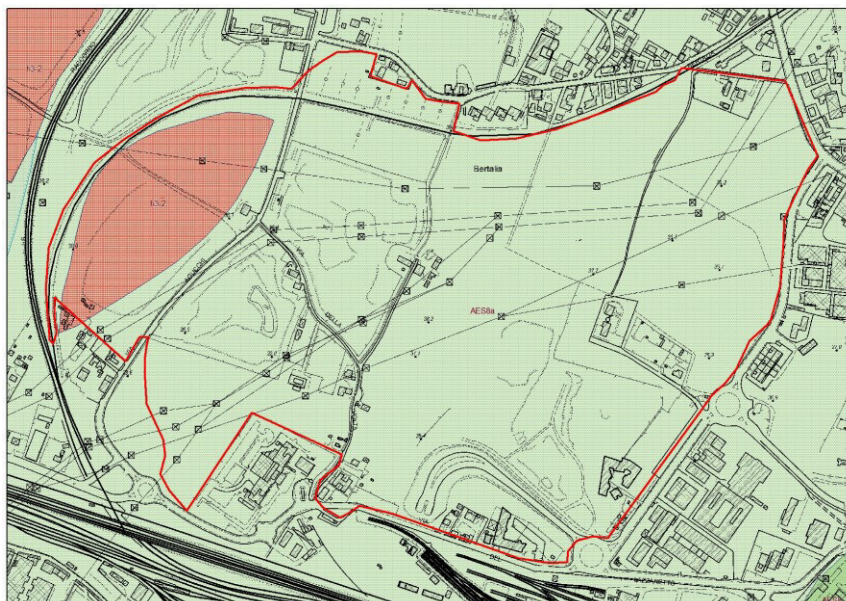
Dal punto di vista topografico si trova in corrispondenza di un'ampia area pianeggiante di alta pianura, con debolissima pendenza verso NNO e con quote che variano da un massimo di 40 m s.l.m. nella fascia meridionale, ad un minimo di 38 m s.l.m. nella fascia settentrionale. La presenza di aree di cava, in parte ripristinate e colmate, rende comunque la superficie topografica alquanto irregolare.

Il clima è caratterizzato, nel periodo 1991-2008, da precipitazioni totali annue, in media, di 763 mm e temperature medie annue di 15,1°C; sulla base dei dati forniti dal Servizio Idro-Meteo-Clima dell'ARPA, in corrispondenza della Stazione di Bologna – area Urbana (Stazione meteo collocata in sede ARPA-SIMC, Viale Silvani 6 – Bologna), nel periodo 2006 – 2014 è stato registrato un valore di precipitazioni annue pari a 704 mm, con valori di temperatura media di circa 15° C; nel primo caso (1991 – 2008) si registra, una variazione di +5 mm e +1,1 °C rispetto al periodo 1961-1990, mentre per il secondo periodo (2006 – 2014), si ha una diminuzione di circa 67 mm per le precipitazioni ed un aumento di 1° C della temperatura.

Per la caratterizzazione geologica e geomorfologica del sito in esame si è fatto riferimento ai dati presenti nella “Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna”, ai dati geologici e geomorfologici riportati nel PSC comunale, ai dati geognostici presenti nel database regionale e nelle relazioni geologiche eseguite in passato per aree comprese all'interno del comparto.

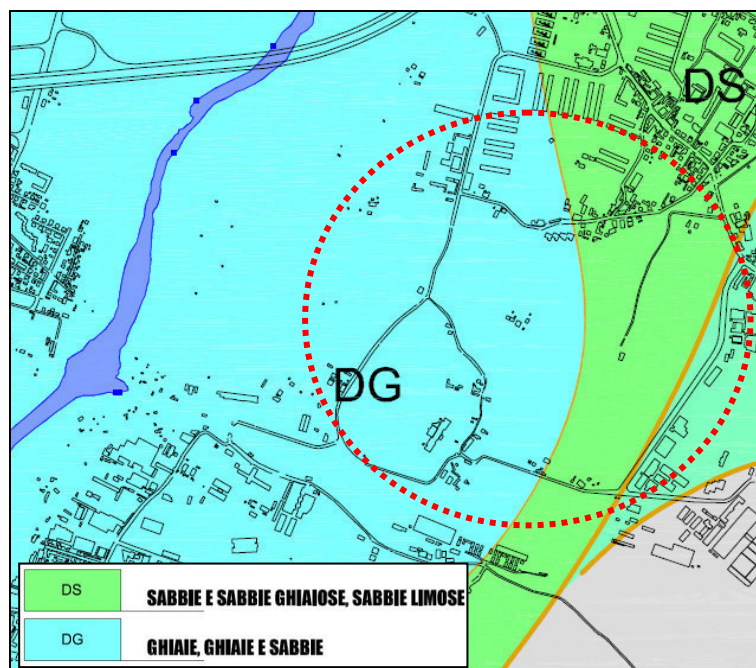
Consultando la Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna (di cui si riporta un estratto in Img. 7.2) è possibile constatare come l'area di studio sia ubicata in corrispondenza di una vasta area pianeggiante costituita interamente, in superficie, dai sedimenti del Subintema di Ravenna (AES8) – nella sua unità più superficiale, l'Unità di Modena (AES8a), appartenente alla Successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano e composta, in questo settore di pianura, da alternanze di ghiaie, sabbie, limi e argille. Con la sigla “h3-2” viene rappresentata un'area di cava inattiva.

Img. 7.2 - Estratto della Carta Geologica, a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (servizio WMS del Geoportale regionale). In rosso, il perimetro del comparto.



In base alla cartografia delle litologie di superficie presente nel QC del PSC di Bologna (Img. 7.3), l'area di comparto vede una prevalenza di ghiaie nei settori centrale ed occidentale, e di sabbie in quello orientale.

Img. 7.3 - Estratto della Tavola 2 "Litologia superficiale" del QC-PSC di Bologna (in tratteggio rosso l'area in cui è ricompreso il comparto in esame).



Dall'esame delle stratigrafie dei sondaggi geognostici pubblicate dalla Regione Emilia-Romagna (Img. 7.4 A, B, C e Allegato "Sezioni geologiche") è possibile ricavare un quadro stratigrafico dell'area di sufficiente dettaglio.

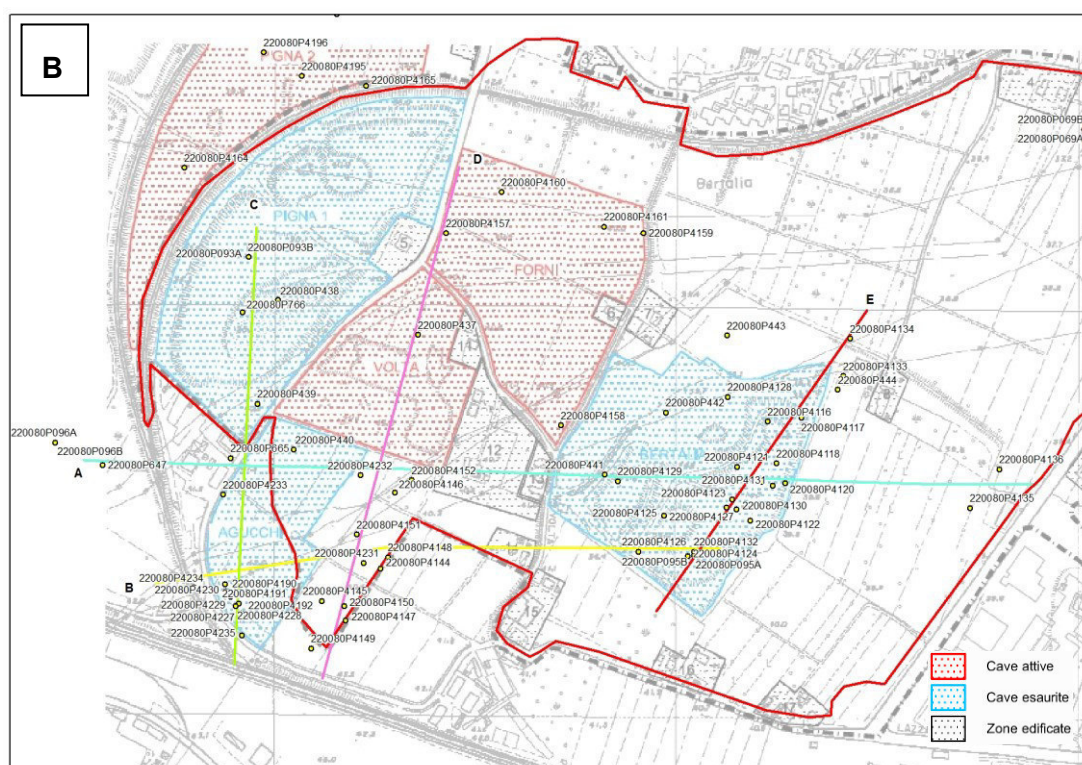
I primi 3 m dal piano campagna sono costituiti da terreni argillosi, che lasciano il posto, procedendo verso nord, a 3-5 m di terreni sabbiosi e limo-sabbiosi (sezioni C e D, Allegato "Sezioni geologiche"). Fino ad una profondità di circa 40 m dal piano campagna, sono presenti ghiaie, più o meno sabbiose, con rare lenti argillose di circa 1 m di spessore. Oltre i 40 m è presente uno strato argilloso di non definibile spessore, ma verosimilmente continuo su tutta l'area, che costituisce, pertanto, una prima soglia di permeabilità importante.

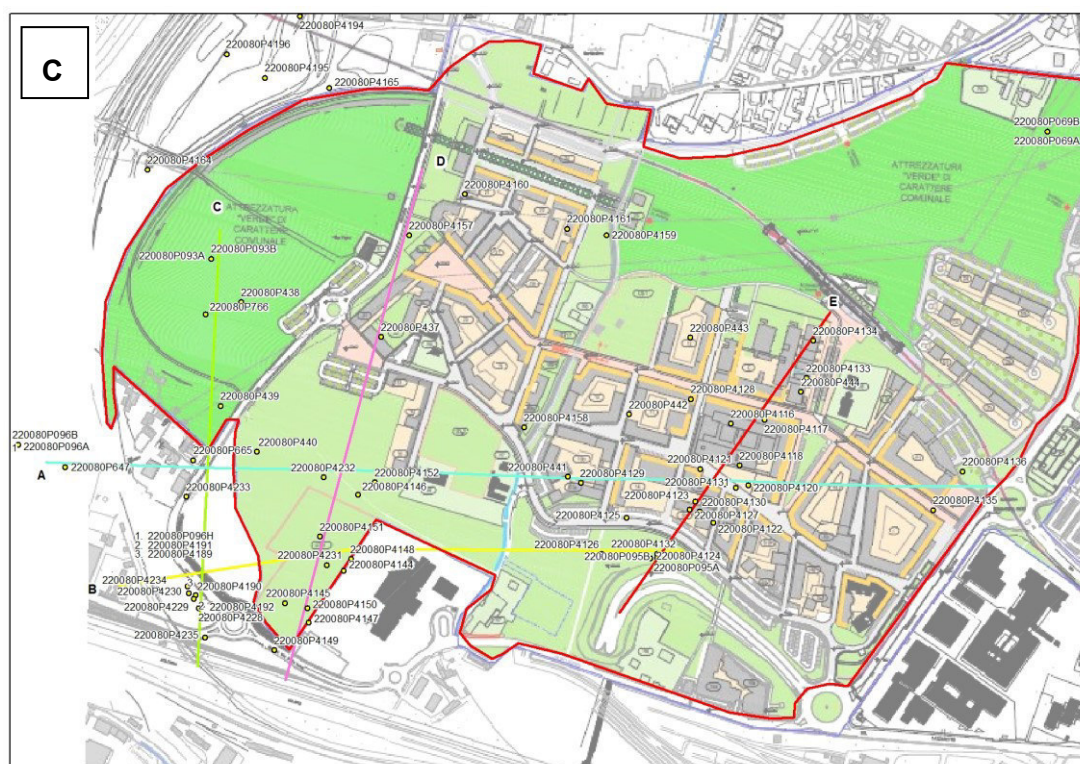
Questa situazione è piuttosto uniforme su tutta l'area del comparto.

Le uniche differenze stratigrafiche sostanziali sono riconducibili alla presenza dei riempimenti delle cave che possono raggiungere spessori variabili da 7 a 20 m, con i valori minimi per la cava Agucchi (zona sud-ovest del comparto) e massimi per la cava Bertalia (zona centro – orientale). La sezione D (Allegato "Sezioni geologiche"), passante per le cave Volta e Forni, non individua, nelle stratigrafie d'archivio, la presenza di materiale di riporto antropico, bensì terreni naturali, costituiti da argille, limi sabbiosi e sabbie; questo probabilmente è conseguenza del fatto che tali cave sono state tombate utilizzando soltanto materiale detritico naturale. Interessante notare come nel tratto finale, orientale, della sezione A, il sondaggio 220080P4136 individui la presenza di un riempimento di cava dello spessore di 20 m composto da:

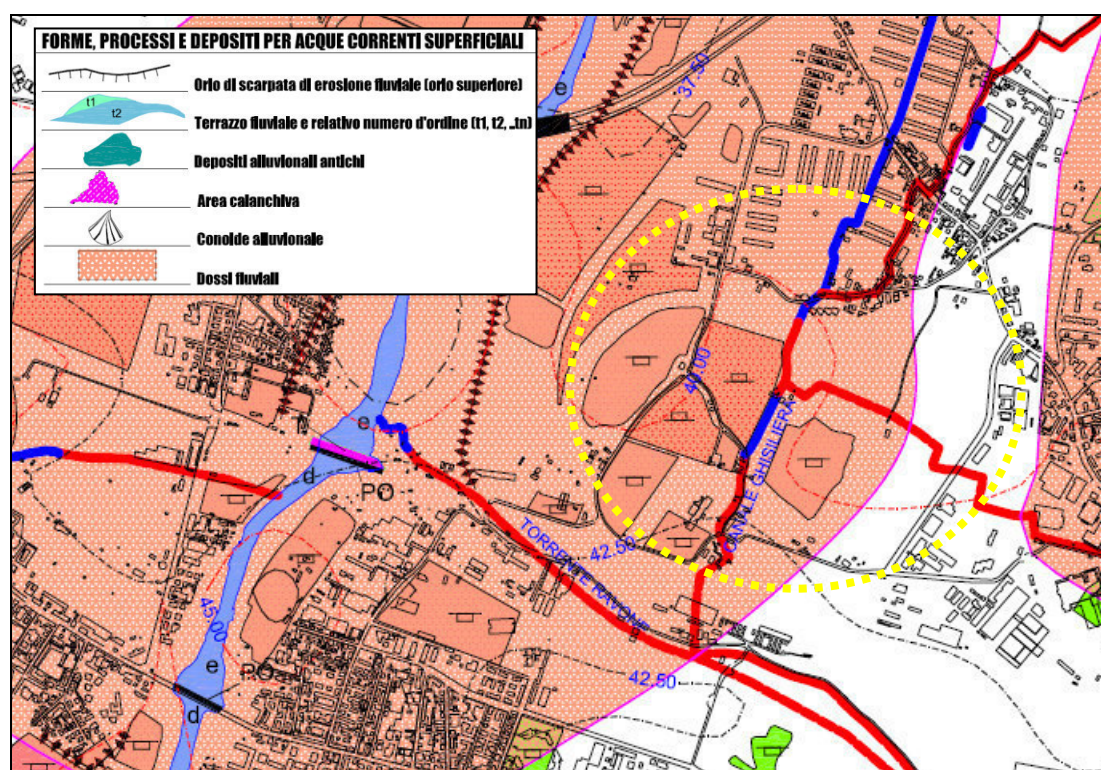
- ghiaia e laterizi (4 m),
- limi argillosi e ciottoli (1 m),
- ghiaia, sabbia e laterizi (3 m),
- argilla bitume e ghiaia (12 m).

Ciò testimonia la presenza di un'area di cava non individuata nella cartografia delle precedenti indagini ambientali a corredo del processo di approvazione della trasformazione del comparto.

[illegible]



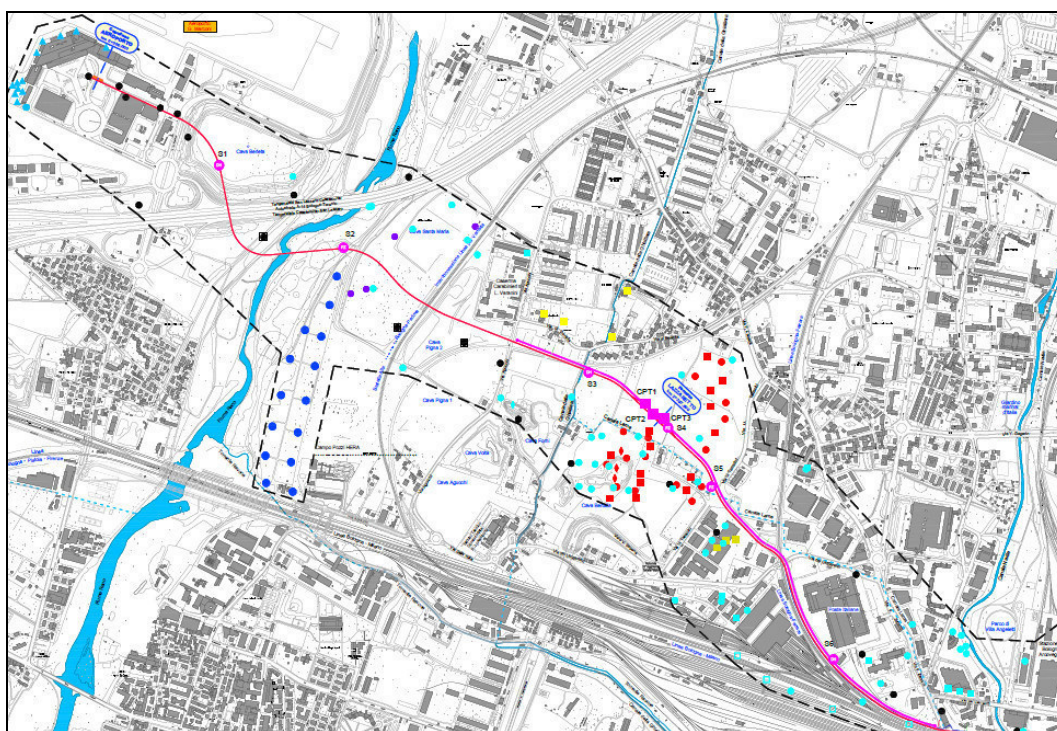
Img. 7.5 - Estratto della Tavola 3.1 "Carta geomorfologica di pianura del QC-PSC di Bologna (in tratteggio giallo l'area in cui è ricompreso il comparto in esame).



Dal punto di vista geomorfologico (Img. 7.5), il QC del PSC di Bologna individua una chiara morfologia legata alla paleo-dinamica fluviale e, nello specifico, mostra come i settori centrale ed occidentale del comparto ricadano all'interno del dosso fluviale del Fiume Reno, lasciando fuori dal limite di dosso soltanto il settore orientale (da qui l'interpretazione di una litologia, in quest'ultimo settore, caratterizzata da una maggior componente sabbiosa rispetto a quella ghiaiosa degli altri due settori; cfr. Img. 7.3).

Dal un punto di vista geotecnico, le indagini raccolte ed elaborate per il progetto definitivo del "People Mover" (2010, Img. 7.6) hanno evidenziato la presenza di terreni con ottime caratteristiche di resistenza geomeccanica lungo tutta la profondità indagata, ad esclusione dei terreni di riporto, come riassunto nella tabella di Img. 7.7.

Img. 7.6 - Estratto della Tavola "Planimetria ubicazione indagini geotecniche e geofisiche" per il progetto definitivo del "People Mover" (10 febbraio 2010).



TIPOLOGIA PROVA	ALLEGATO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9-A10	A11	A12	A13	A14	A15
SONDAGGIO/POZZO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
PROVA PENETROM. STATICA CON PUNTA MECCANICA CPT	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PROVA PENETROM. STATICA CON PUNTA ELETTRICA CPT-E	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PROVA PENETROM. DINAMICA SUPERPESANTE DPSH	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
PROVA SISMICA: CROSS-HOLE	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PROVA SISMICA: REMI	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PROVA SISMICA: TROMINO	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
AREA RACCOLTA INDAGINI ESISTENTI															

ALLEGATO	TITOLO DOCUMENTO
A1	BANCA DATI GEOGNOSTICA DEL SERVIZIO GEOLOGICO, SISMICO E DEI SUOLI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA
A2	PEOPLE MOVER AEROPORTO STAZIONE FS - PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA
A3	ESECUTIVO RELAZIONE GEOLOGICA, IDROLOGICA E IDRAULICA
A4	PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE URBANA DELLA ZONA INTEGRATA DI ADEGUATO IN BASE ALLE CONTRODEDUZIONI ALLE OSSERVAZIONI PRESENTATE RELAZIONE GEOLOGICA E ANALISI GEOTECNICA DEL TERRENO
A5	
A6	
A7	STUDIO GEOLOGICO E GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO PER IL DEFINITIVA
A8	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA RELATIVA AL PROGETTO DEFINITIVO DI REALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO AD USO ALLOGGI E RESIDENZE PER
A9	BAGAGLI RELAZIONE FINALE GEOLOGICA-GEOTECNICA
A10	RELAZIONE FINALE GEOLOGICA-GEOTECNICA
A11	ESECUZIONE DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE DI LABORATORIO NELLE AREE ESTERNE DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI BOLOGNA RAPPORTO LAVORI
A12	POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA SONDAGGI
A13	PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE FINALE DELL'AMBITO COMUNALE "S. MARIA 2004"
A14	INDAGINE GEOGNOSTICA SUI TERRENI DEL COMPLESSO EDILIZIO SITO IN VIA BERTALIA-VIA DELLE BORRE, COMUNE DI BOLOGNA
A15	INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA RELATIVA AD UN APPEZZAMENTO DI

Img. 7.7 - Parametri geotecnici di massima dei vari litotipi indagati dalle prove geognostiche d'archivio analizzate per il progetto definitivo del "People Mover" (10 febbraio 2010).

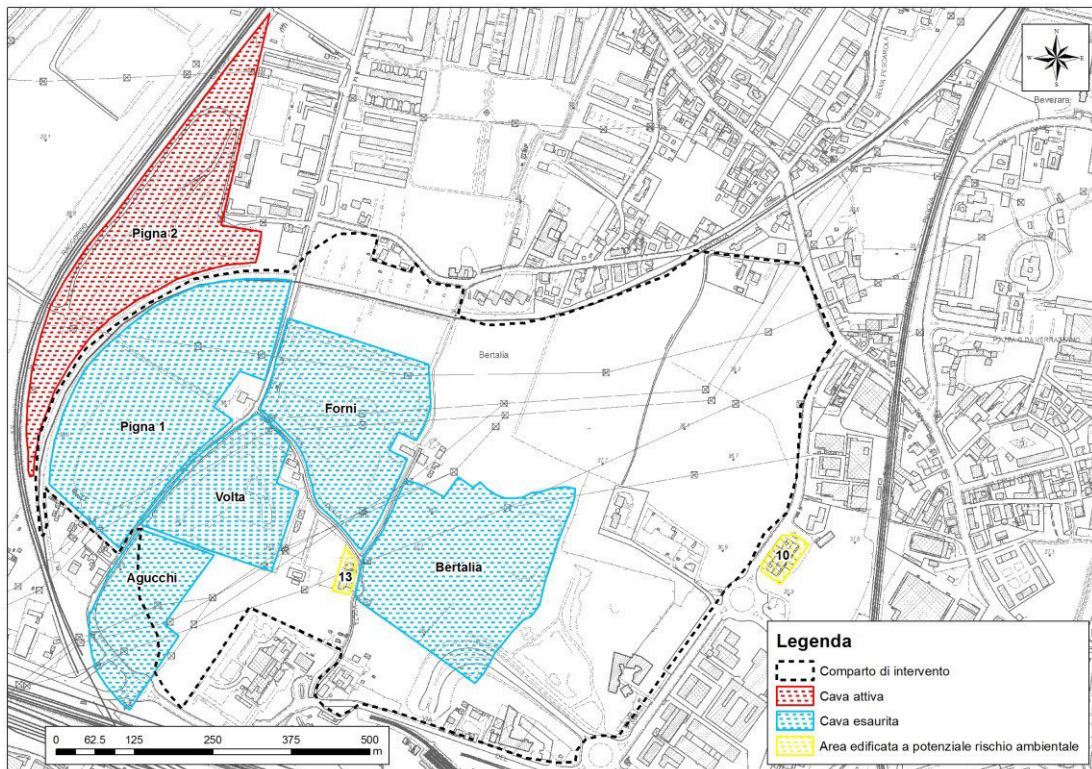
UNITA' GEOTECNICA		γ_n	C'	ϕ'	E	c_u	ν
Descrizione	sigla	[kN/m. ³]	[kPa]	[°]	[MPa]	[kPa]	
Strati di alterazione superficiale Terreni di riporto eterogenei	R	18	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Ghiaie medie-grosse in matrice sabbiosa compatte	G1	17	0,00	35	140	0,00	0,49
Ghiaie sabbiose e sabbie con ghiaie – addensamento medio	G2	16	0,00	32	100	0,00	0,42
Sabbie limose	SL1	19	4	24	75	20	0,42
Alternanze di limi sabbiosi e limi argillosi	SL2	19	7	20	80	40	0,48
Argille limose e limi argillosi	A1	20	9	18	35	50	0,43
Argille compatte	A2	20	17	18	45	90	0,43

7.1.1 Qualità dei terreni interessati da attività estrattive

La descrizione dello stato attuale del comparto, realizzata da AIRIS s.r.l. nel 2006 per la S.I.A. ZIS R 5.3 Bertalia-Lazzaretto, è stata finalizzata all'individuazione delle attività antropiche presenti nell'area di studio ed alla definizione delle attività ritenute potenzialmente contaminanti. L'esame della Img. 7.8 illustra i risultati dell'analisi da cui sono state tratte le seguenti considerazioni:

- il comparto è interessato dalla presenza di vaste zone verdi, destinate all'attività agricole o alla fruizione pubblica;
- un'ampia zona del comparto è stata interessata dalla presenza di attività estrattive finalizzate all'escavazione di materiali inerti (ghiaie e sabbie) destinati alla commercializzazione;
- sono presenti diversi nuclei edificati, prevalentemente utilizzati a scopi residenziali;
- non è segnalata la presenza di siti utilizzati attualmente o nel passato da attività produttive in grado di costituire un potenziale rischio di contaminazione sia per i suoli che per le acque. E' presente solamente un fabbricato (identificato con il numero 13 in Img. 7.8) che è stato sede di una ditta di sabbiatura metalli, la quale attualmente si è trasferita in altro sito esterno al comparto in esame.

Img. 7.8 - Individuazione delle aree estrattive e delle aree edificate



Le attività estrattive presenti nel Comparto sono tutte esaurite da più o meno tempo e si presentano con diversi aspetti morfologici e di destinazione. Esse sono la *cava Forni*, la *cava Volta*, la *cava Pigna 1*, la *cava Bertalia* ed una cava posta in adiacenza di Via Agucchi (*cava*

Agucchi).

L'unica area ancora interessata da attività estrattiva è quella posta immediatamente all'esterno del comparto (zona ovest) recentemente rinominata *cava Pigna 2*.

Con riferimento ai siti interessati dalle pregresse attività estrattive ed alla possibilità che gli stessi possano essere interessati dalla presenza di sostanze potenzialmente contaminanti, si segnala quanto riportato nel documento P.G. 20320 del 29/01/2013 del Comune di Bologna relativamente alle ex Cave Forni e Volta:

- Ex Cava Forni: è stata una cava di ghiaia e sabbia alluvionale, condotta con il metodo della coltivazione a cielo aperto del tipo a fossa. L'esercente è la società S.A.P.A.B.A. S.p.A. L'autorizzazione rilasciata dal Comune di Bologna risale al 30/09/1998 (PG 148124) e prevede una durata dell'attività di 5 anni complessivi, con scadenza il 30/09/2003. Successivamente è stata autorizzata una variante (P.G. 134572 del 09/08/2002) che prevede l'attività distinta in due fasi della durata complessiva di 8 anni con scadenza nel 2010. La cava Forni è stata chiusa nel 2010, la coltivazione dei materiali ghiaiosi si è spinta fino alla profondità di 20 m e l'invaso è stato ripristinato fino al piano di campagna originario utilizzando terreni naturali e limi di lavaggio prodotti dal lavaggio del materiale utile ed un processo di decantazione naturale (senza additivi o flocculanti). Tutti i materiali utilizzati per il tombamento del sito estrattivo sono stati preventivamente caratterizzati con le analisi previste nell'allegato E delle NTA del PAE 2001 del Comune di Bologna; per tutti i materiali importati dall'esterno è stata quindi preventivamente accertata l'idoneità qualitativa riferita ai limiti più cautelativi della destinazione d'uso residenziale/verde, prelevando almeno un campione ogni 5.000 mc (spesso il campionamento avviene su volumi molto inferiori, anche dell'ordine delle centinaia di mc) ed eseguendo le analisi secondo uno spettro chimico minimo che ha compreso i seguenti parametri: Piombo, Nichel Rame, Cromo totale, Zinco, Idrocarburi > 12 e Idrocarburi < 12. Non vi sono pertanto elementi tali da presupporre un potenziale rischio di contaminazione. Ulteriori verifiche sulla qualità dei suoli possono essere eseguite nell'ambito delle analisi geognostiche propedeutiche alla realizzazione degli interventi edilizi.
- Ex Cava Volta: è stata una cava di ghiaia e sabbia alluvionale, condotta con il metodo della coltivazione a cielo aperto del tipo a fossa nella quale l'attività è iniziata nel 1963. L'esercente è la società CAVE RENO S.p.A. L'autorizzazione rilasciata dal Comune di Bologna risale al 15/02/1995 (PG 21678) e prevedeva una durata dell'attività di 5 anni complessivi, con scadenza il 15/02/2000. LA Cava Volta è stata chiusa nel 2007, la coltivazione dei materiali ghiaiosi si è spinta sino alla profondità di 20 m e l'invaso è stato ripristinato fino a -3/4 m dal piano di campagna originario. Il tombamento dell'invaso di cava è stato eseguito prima dell'uscita del PAE 2001 del Comune di Bologna, che ha introdotto l'obbligo degli accertamenti analitici sui materiali importati per il ripristino morfologico degli invasi di cava. La convenzione estrattiva (stipulata il 21/07/1998) prevedeva comunque che il tombamento avvenisse con i seguenti materiali:
 - Terreno vegetale e/o terreno di coltura;
 - Terreno sterile proveniente dallo strato di copertura del giacimento o da lenti della cava o di altre cave;
 - Terreno proveniente dallo splateamento per la realizzazione del piano di posa delle

fondazioni di edifici, ad esclusione dello strato di superficie se inquinato o con presenza di detriti di demolizioni o scarti di cantiere;

- Scarti di cava, frammenti e disfacimenti di rocce presenti nel territorio;
- Limi fluviali o derivati dai processi industriali di lavaggio dei materiali litoidi.

Da quanto sopra ne consegue un basso rischio di contaminazione, le verifiche sulla qualità dei suoli possono essere eseguite nell'ambito delle analisi geognostiche propedeutiche alla realizzazione degli interventi edilizi.

Si riportano inoltre informazioni reperite riguardo le ex cave Pigna 1, Bertalia e Via Agucchi.

Ex Cava Pigna 1: è stata una cava di ghiaia e sabbia alluvionale, condotta con il metodo della coltivazione a cielo aperto del tipo a fossa. L'esercente è stata la società CAVE PEDERZOLI S.r.l. che ha sfruttato l'area a partire dal 1966 fino ai primi anni '80. L'esame dei dati forniti nello studio del Comprensorio (1978) evidenzia come il volume complessivo del materiale estratto era di 1.360.000 mc. L'ultima autorizzazione, risalente al 1978, prevedeva lo scavo di un volume pari a 180.000 mc; la fine delle attività di scavo era fissata al 31/12/1981 mentre quella della sistemazione al 31/12/1984. Il volume di tombamento risultava pari a 260.000 mc. Nel febbraio 1985 venne avanzata la richiesta per l'autorizzazione di una discarica di rifiuti inerti che venne rilasciata dalla Giunta Provinciale con delibera n° 25 del 21/12/1987 e che prevedeva il tombamento dell'invaso fino ad una profondità di 4.0 m dal p.c. nella zona meridionale e fino al p.c. nella zona settentrionale. In data 31/07/1989 venne approvata la delibera inerente la chiusura della discarica. In corrispondenza della cava Pigna 1, è stato autorizzato un Progetto di sistemazione del materiale derivante dai lavori di realizzazione del Treno Alta Velocità (TAV), che prevede il tombamento totale dell'invaso residuo dell'antica sistemazione. Il progetto è stato redatto in conformità alle indicazioni ricevute, in tempi diversi, dal Comune di Bologna (Unità Ambiente – Ufficio Suolo ed Attività Estrattive), dalla società Italferr, nonché alle specifiche tecniche del "Gruppo Integrato di supporto tecnico all'O.A. A.V. Nodo di Bologna" riportate nelle "Linee Guida per la sistemazione delle aree di cava e per il monitoraggio dei materiali conferiti e delle acque sotterranee" del 12/12/2001. Il progetto prevedeva l'impermeabilizzazione dell'intero vaso destinato a ospitare i materiali di scavo delle gallerie del Nodo ferroviario di Bologna. Al fine di predisporre l'invaso a ricevere il materiale sono state eseguite delle opere di confinamento del corpo di tombamento rispetto all'ambiente idrico sotterraneo, attraverso le seguenti modalità:

- regolarizzazione delle scarpate e del fondo dell'invaso;
- realizzazione di un piccolo scavo sul piano di campagna, parallelamente al ciglio superiore delle scarpate regolarizzate, entro cui è stato eseguito il risvolto delle geomembrane, successivamente ricaricato con il terreno precedentemente rimosso, al fine di garantire l'ancoraggio dei teli impermeabilizzanti lungo le scarpate dell'invaso;
- posa di uno strato di tessuto non tessuto in poliestere di grammatura 300 gr/mq, con sovrapposizioni minime di 10 cm;
- posa dell'elemento di tenuta, costituito da manto impermeabile sintetico composito a base di poliolefine, di spessore mm 2 e di colore nero, con sormonto di 6 cm ai bordi e saldatura termica dei fogli con aria calda; il manto dovrà garantire una flessibilità alle basse temperature inferiore ai -50°C e una stabilità di forma a caldo di 130°C, una perfetta tenuta alle radici, essere atossico e certificato per l'idoneità al contatto con acque potabili ed in grado di garantire una permeabilità pari a 10^{-7} cm/s;
- posa a secco di un nuovo strato di tessuto non tessuto in poliestere aventi le medesime

caratteristiche di quello prima descritto;

- stesura sulle geomembrane di un nuovo strato di zavorramento, costituito da sabbia e terra, al fine di evitare danneggiamenti alle stesse durante l'utilizzo dei mezzi per la sistemazione del materiale.

La stesura dei materiali di tombamento è avvenuta attraverso la posa di strati uniformi successivamente compattati, in modo da rendere contenuti e regolari gli assestamenti del materiale. Successivamente al tombamento, parte dell'area è stata utilizzata per realizzare un cumulo provvisorio di materiale, successivamente impiegato nelle operazioni di sistemazione della cava "Pigna 2". Allo stato attuale non vi sono più cumuli di materiale e l'area si trova ritombata a piano campagna.

Ex Cava Bertalia: è stata una cava di ghiaia e sabbia alluvionale, condotta anch'essa con il metodo della coltivazione a cielo aperto del tipo a fossa. La ditta esercente è stata la società Castaldini Gino s.n.c., che ha sfruttato l'area a partire dal 1968 fino ai primi anni '80. L'esame dei dati forniti nello studio del Comprensorio (1978) evidenzia come il volume complessivo del materiale estratto fosse di 870.000 mc. L'ultima autorizzazione prevedeva lo scavo di un volume pari a 90.000 mc; la fine delle attività di scavo era fissata al 31/12/1978 mentre quella della sistemazione al 31/12/1982. Il volume di tombamento risultava pari a 200.000 mc. Attualmente l'area si presenta parzialmente ritombata al piano campagna, mentre un'ampia zona mantiene una depressione profonda circa 10-12 metri dal p.c. circostante.

In data 7 maggio 2008 la Conferenza dei Servizi, ai sensi del D.M. 471/99, approvava il "Progetto Preliminare di bonifica dell'area" secondo il quale *non venivano proposti interventi di bonifica s.s. volti alla riduzione delle concentrazioni dei contaminanti nelle acque sotterranee, in quanto il sito "ex cava Bertalia" non era stato considerato come sorgente di contaminazione.*

A seguito delle modifiche normative nel frattempo intervenute (D.Lgs 152/06), che hanno introdotto la sostituzione dell'approccio tabellare del D.M. 471/99 con l'"analisi di rischio" introdotta dal D.Lgs 152, in data 18 giugno 2012 è stata indetta una nuova Conferenza dei Servizi al fine della valutazione del documento "Ex cava Bertalia a Bologna – relazione di Sintesi (PG 122297/12)", al termine della quale la Conferenza esprimeva fra gli altri, *parere favorevole alla possibilità di rimodulazione degli obiettivi di bonifica sul sito della cava Bertalia – Lazzaretto attraverso l'elaborazione di un'analisi di rischio "sito specifica" ai sensi del D.Lgs 152/06, vincolando per altro l'attuazione degli interventi previsti dal Piano Particolareggiato all'approvazione del progetto operativo di Bonifica.* A seguito di tali conclusioni, il Comune di Bologna, attraverso l'Università degli Studi di Bologna, ha proceduto all'elaborazione dell'"analisi del rischio" i cui esiti sono stati presentati nella successiva Conferenza di Servizi del 20 febbraio 2014 "Sito ex Cava Bertalia – Analisi di rischio (PG. 35028 del 6 febbraio 2014)" nel corso del quale il suddetto documento è stato approvato dalla Conferenza, con prescrizioni.

L'analisi del rischio ha condotto ai seguenti risultati:

- 1) Per l'area nella quale viene prevista dal P.P. l'edificazione dell'Università:
 - *rischio da matrice suolo: accettabile per tutti percorsi e i bersagli considerati;*
 - *rischio da matrice falda: accettabile con l'assunzione di un'esposizione di 16 ore e con la previsione di un reinterro con materiale avente permeabilità al vapore analogo a quello in posto.*
- 2) Per tutta l'area della ex cava Bertalia restituisce valori di rischio accettabili solo alle seguenti condizioni:

- *asportazione di parte del materiale di riporto, con successivo parziale reinterro in corrispondenza dell'edificazione residenziale, per uno spessore di circa 1 metro, di materiale a più bassa permeabilità al vapore;*
 - *messa in posto di uno strato impermeabile, in corrispondenza all'area residenziale;*
 - *divieto di utilizzo delle acque di falda ed eventuale trattamento delle stesse per contenere il ruolo di sorgente per la formazione di vapori inalabili in superficie*
 - *impermeabilizzazione dell'area e programmazione delle edificazioni in modo da evitare la presenza di spazi verdi (parchi e giardini) insistenti su terreno in posto.*
- 3) alcuni dei campioni di acqua sotterranea, tra cui quello rilevato dal piezometro COBO 4991, analizzati nel corso delle diverse campagne effettuate da Arpa, hanno evidenziato concentrazioni superiori alle CSC di riferimento e, pertanto, si rende necessario:
- *implementare il monitoraggio sulle acque sotterranee anche al fine di pervenire ad una stima attendibile del contributo del sito alla situazione di contaminazione e/o di identificare ulteriori sorgenti di contaminazione,*
 - *prevedere la presentazione e l'esecuzione di un progetto operativo di bonifica delle acque sotterranee contestualmente alle trasformazioni urbanistiche previste nel sito e preferibilmente già nelle prime fasi di attuazione;*

Con Del. n. 118/2014 del 27.05.2014 - PG. n. 137627 "Esito di Conferenze dei Servizi in merito alla bonifica del sito contaminato localizzato a Bologna in Via della Volta (area ex Cava Bertalia). Approvazione dell'Analisi Di Rischio (ADR) per le matrici suolo e acque sotterranee, ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm." il Comune di Bologna ha definitivamente approvato l'analisi del rischio; così come precisato anche dalla Circolare regionale Prot AMB/DAM 06/83333 del 20/09/2006, gli usi del suolo e le condizioni al contorno che permettono l'accettabilità del rischio connesso al sito, diventano vincoli che sia il Comune, che la Provincia devono registrare nelle proprie documentazioni di competenza nell'ambito della pianificazione territoriale e che dovranno essere verificati in corrispondenza di ogni cambio d'uso dell'area.

Sulla base delle risultanze dell'analisi del Rischio, prendendo per altro atto che, alcune indagini effettuate da Arpa sulle acque sotterranee hanno evidenziato alcuni superamenti delle CSC di riferimento, si rende inoltre necessario che:

- nel corso della realizzazione dell'intervento nell'area denominata "Insula B", l'università garantisca l'eseguità del monitoraggio delle acque sotterranee, realizzando eventualmente nuovi piezometri in sostituzione di quelli che verranno eliminati ed in numero almeno pari a questi ultimi,
- il comune di Bologna, in accordo con Arpa, definisca il piano di monitoraggio sulle acque sotterranee da attuarsi da parte dello stesso o, a seguito di specifici accordi, da soggetti diversi, compresi gli attuatori delle trasformazioni urbanistiche previste nell'area ricompresa nella restante area sito "ex cava Bertalia",
- venga presentato e realizzato da parte dell'Università, contestualmente alla realizzazione del lotto B, il progetto di interventi finalizzati alla gestione del Punto COBO 4991.

Ex Cava di via Agucchi: questa è una cava molto antica, per la quale non sono state reperite informazioni precise inerenti il periodo di attività, l'esercente e le caratteristiche di coltivazione (profondità di scavo e delimitazione della superficie di sfruttamento). L'analisi svolta ha consentito di verificare come nel 1933 fosse già presente l'attività di scavo di

ghiaia, presumibilmente utilizzata per la realizzazione di infrastrutture (sottofondi stradali e rilevati ferroviari). Nel 1946 il Comune affittò il terreno per adibirlo allo "*...scarico di immondizie raccolte dal servizio di nettezza urbana*" come da deliberazione della Giunta Progr. 1502 del 23/07/1947, passando successivamente la gestione alla AMIU; l'attività cessò nel 1953, quando l'area non fu più ritenuta idonea e da allora l'area venne utilizzata a scopo agricolo. Da precedenti studi condotti nel Comparto (si veda lo Studio di Compatibilità Ambientale redatto da Oikos Ricerche nel maggio 1993) risulta che l'area sia interessata dalla presenza di rifiuti organici, connessi alla presenza del deposito di rifiuti urbani. L'area è stata oggetto di un Piano di caratterizzazione redatto dal Comune di Bologna, approvato con atto PG189147/03 a seguito di specifica conferenza di servizi che ne autorizzava l'esecuzione, con specifiche prescrizioni e definizione delle modalità tecniche di sviluppo del Piano medesimo. A seguito di sottoscrizione, nel 2004, di specifico protocollo d'intesa tra Comune di Bologna e TAV Spa, l'area è stata oggetto di bonifica e messa in sicurezza permanente, attuata in due distinte fasi, che hanno interessato dapprima l'area interessata dalle opere connesse con la realizzazione della linea ferroviaria AV (fase 1) e successivamente la porzione di discarica non interessata dal passaggio della linea ferroviaria (fase 2). L'area ricompresa all'interno del comparto è stata pertanto interessata dalla fase 2 di messa in sicurezza permanente mediante la posa di una copertura impermeabile superficiale e l'installazione di un sistema di biogas oltre alla completa impermeabilizzazione dell'area. L'area non verrà comunque edificata ed è destinata a verde.

In Img. 7.8, oltre alle zone interessate dalle attività estrattive, è riportata anche l'indicazione dei nuclei abitati presenti nell'area del Comparto che potrebbero costituire potenziali situazioni di rischio ambientale; si tratta dell'edificio ubicato in Via Terracini, 20, destinato ad uffici, laboratori artigianali e residenze e dell'edificio di Via della Volta, 6, ad uso residenziale, al quale è annesso un fabbricato ad uso produttivo (era presente una attività di sabbiatura metalli, che attualmente è stata trasferita in altra sede). Tutte le altre aree edificate presenti all'interno del comparto, sono invece adibite ad uso residenziale a cui non corrisponde un particolare rischio di contaminazione dei terreni e delle acque superficiali e sotterranee.

7.1.2 *Potenziali situazioni di rischio ambientale*

Riassumendo, le potenziali situazioni riconosciute sono riconducibili a due principali tipologie:

- presenza di attività produttive considerate a rischio;
- presenza di materiali inquinati utilizzati negli interventi di tombamento delle cave.

Per quanto concerne la presenza di attività produttive, l'esame dello stato di fatto ha evidenziato come la maggior parte delle zone edificate siano costituite da destinazioni di tipo residenziale, a cui non corrisponde un particolare rischio di contaminazione dei terreni e delle acque superficiali e sotterranee. Sono segnalate solamente le attività terziarie presenti nella zona n° 10 e l'officina di sabbiatura metalli anticamente presente nell'area n° 13.

Esaminando le diverse attività estrattive presenti nel Comparto, si possono individuare situazioni differenziate.

In corrispondenza delle attività estrattive dismesse più recentemente (**Cava Forni** e **Cava Volta**), l'obbligo di utilizzo, nelle operazioni di tombamento, di materiali previsti nella

convenzione estrattiva (Cava Volta), o di materiali ricompresi tra quelli previsti dall'art. 40 delle N.T.A. del P.A.E. Variante 2001 del Comune di Bologna (Cava Forni), consentono di escludere un potenziale rischio di contaminazione o di ritenerlo comunque molto basso. In particolare, in corrispondenza della **Cava Forni**, tutti i materiali utilizzati per il tombamento del sito estrattivo sono stati preventivamente caratterizzati con le analisi previste nell'allegato E delle NTA del PAE 2001 del Comune di Bologna; per tutti i materiali importati dall'esterno è stata quindi preventivamente accertata l'idoneità qualitativa riferita ai limiti più cautelativi della destinazione d'uso residenziale/verde, prelevando almeno un campione ogni 5.000 mc ed eseguendo le analisi secondo uno spettro chimico minimo. Non vi sono pertanto elementi tali da presupporre un potenziale rischio di contaminazione. Ulteriori verifiche sulla qualità dei suoli possono essere eseguite nell'ambito delle analisi geognostiche propedeutiche alla realizzazione degli interventi edilizi.

Nella **Cava Volta**, invece, il tombamento è stato effettuato prevalentemente prima dell'adozione della Variante di P.A.E. 2001 del Comune di Bologna, che ha introdotto l'obbligo degli accertamenti analitici sui materiali importati per il ripristino morfologico degli invasi di cava. La convenzione estrattiva (stipulata il 21/07/1998) prevedeva comunque che il tombamento avvenisse con tipologie di materiali che consentono di ritenere basso il rischio di contaminazione potenziale sull'area; le verifiche sulla qualità dei suoli possono essere eseguite nell'ambito delle analisi geognostiche propedeutiche alla realizzazione degli interventi edilizi.

Per quanto riguarda le cave esaurite da maggior tempo si può affermare quanto segue:

Il tombamento della **Cava Pigna 1** è avvenuto in due tempi: la prima fase corrisponde all'intervento che è stato necessario eseguire per raggiungere la conformazione morfologica esistente fino alla fine degli anni '90 (profondità pari a -4m dal p.c.), mentre la seconda fase è stata eseguita con il materiale della TAV, il quale è soggetto a verifiche e controlli analitici. Si ritiene quindi che l'unica situazione di potenziale rischio sia costituita dal materiale di tombamento presente a partire dalla massima profondità di scavo fino alla quota di -4 m dal p.c. attuale, costituito da rifiuti inerti.

In merito alla **Cava Bertalia**, nel corso delle indagini svolte nell'ambito del Piano di Caratterizzazione ed Investigazione è stata verificata la presenza di contaminazione all'interno del corpo di tombamento, escludendo però *"...la possibilità che il sito contribuisca alla contaminazione delle acque sotterranee..."*. Il sito appare principalmente contaminato da PCB e da PCE; la rilevante variabilità dei valori riscontrati *"...induce a pensare che i riporti di tombamento della vecchia cava non siano uniformi, ma costituiti da materiali alquanto differenziati..."*. L'Analisi Di Rischio per le matrici suolo e acque sotterranee, ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm., approvata per l'area dell'ex-cava dal Comune di Bologna con Delibera di Giunta n. 118, nella seduta del 27 maggio 2014 PG. n. 137627, ed eseguita dall'Università di Bologna, ha fornito i seguenti risultati:

- Per quanto riguarda l'area oggetto di prossima edificazione dal parte dell'Università di Bologna, il rischio dalla matrice suolo è risultato accettabile per tutti i percorsi e i bersagli considerati, il rischio da matrice falda è risultato accettabile, con l'assunzione di un'esposizione di 16 ore e con la previsione di un reinterro con materiale avente permeabilità al vapore analogo a quello in posto.

- Per quanto riguarda tutta l'area dell'ex-cava Bertalia, l'Analisi di Rischio ha restituito valori di rischio accettabili **solo alle seguenti condizioni**:
 - asportazione di parte del materiale di riporto, con successivo parziale reinterro in corrispondenza dell'edificazione residenziale, per uno spessore di circa 1 metro, di materiale a più bassa permeabilità al vapore;
 - messa in posto di uno strato impermeabile, in corrispondenza dell'area residenziale;
 - divieto di utilizzo delle acque di falda ed eventuale trattamento delle stesse per contenere il ruolo di sorgente per la formazione di vapori inalabili in superficie;
 - impermeabilizzazione dell'area e programmazione delle edificazioni in modo da evitare la presenza di spazi verdi (parchi e giardini) insistenti su terreno in posto.
- Che alcuni campioni di acqua sotterranea, tra cui quello rilevato dal piezometro COBO 4991, analizzati nel corso delle diverse campagne effettuate da Arpa, hanno evidenziato concentrazioni superiori alle CSC di riferimento e, pertanto, si rende necessario:
 - implementare il monitoraggio delle acque sotterranee anche al fine di pervenire ad una stima attendibile del contributo del sito alla situazione di contaminazione e/o di identificare ulteriori sorgenti di contaminazione;
 - prevedere la presentazione e l'esecuzione di un progetto operativo di bonifica delle acque sotterranee contestualmente alle trasformazioni urbanistiche previste nel sito e preferibilmente già nelle prime fasi di attuazione.

Nel caso della **Cava di Via Agucchi**, l'area è stata oggetto di un intervento di messa in sicurezza permanente mediante la posa di una copertura impermeabile superficiale e l'installazione di un sistema di biogas oltre alla completa impermeabilizzazione dell'area, effettuato nell'ambito del progetto di bonifica complessivo del sito attuato nell'ambito dei lavori di realizzazione della linea ferroviaria Alta Velocità. L'area non verrà comunque edificata ed è destinata a verde.

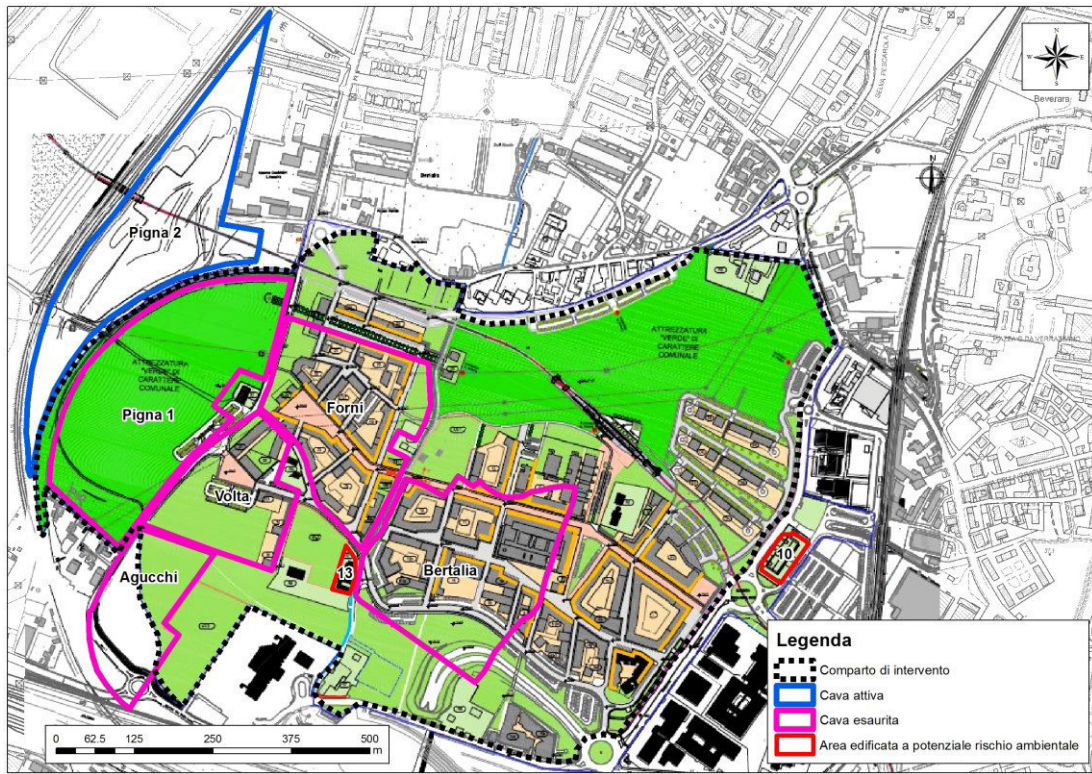
In conclusione, le *situazioni di potenziale rischio ambientale* sono le seguenti:

- tombamento della cava Bertalia;
- porzione inferiore del tombamento della cava Pigna 1;
- tombamento della cava di Via Agucchi.

7.1.3 Interferenze tra gli interventi progettuali e i suoli

Per poter valutare correttamente le *interferenze* che potranno verificarsi nella fase di realizzazione delle opere con le suddette situazioni di potenziale rischio ambientale, sono state esaminate le caratteristiche progettuali degli interventi previsti nel Comparto. In particolare, in Img.6.9 è stato prodotto il confronto tra la situazione di progetto e l'ubicazione delle cave (sia attive che esaurite), le quali rappresentano le zone a maggiore rischio.

Img. 7.9 - Sovrapposizione tra aree di cava, attive ed esaurite, e interventi in progetto.



Il progetto di PUA prevede la realizzazione di vaste aree di nuova edificazione e di nuovi assi viari e tiene conto della prevista realizzazione di importanti assi di collegamento di rango urbano; tali opere si sviluppano anche in profondità, comportando quindi la necessità di procedere a rilevanti scavi, i quali potrebbero interferire con i materiali di tombamento citati in precedenza.

Allo scopo di evitare l'area dell'ex Cava Agucchi, soggetta ad interventi di bonifica, il tracciato stradale di collegamento tra il tunnel del Ravone e via Agucchi, lambisce la Cava Volta e la Cava Forni sfruttando il corridoio offerto dalla viabilità esistente.

La nuova viabilità non interessa pertanto né la Cava Agucchi, di cui in precedenza, né la Cava Pigna 1 interessata dalla presenza dei teli di impermeabilizzazione.

L'esame di Img. 7.9 consente di evidenziare l'assenza di ulteriori situazioni di interferenza tra la viabilità di progetto e le aree ritenute potenzialmente a rischio di contaminazione.

Per quanto concerne l'interferenza delle aree di nuova edificazione con le aree di cava, si possono svolgere le seguenti considerazioni.

Non è prevista alcuna edificazione in corrispondenza della **Cava Pigna 1** e perciò non si verificheranno interferenze con terreni eventualmente contaminati.

In corrispondenza della **cava Volta** è prevista la costruzione di edifici residenziali con tipologia a torre; essi sono prevalentemente ubicati nelle zone dei franchi di rispetto, le

quali non sono state interessate dalle attività di scavo e di tombamento. Non vi sono quindi interferenze particolari con terreni potenzialmente contaminati.

Nella **cava Forni** è prevista la realizzazione di una rilevante quantità di edifici ad uso residenziale, terziario e pubblico. In considerazione dei controlli sulla qualità dei terreni di tombamento che saranno attuati in corso d'opera, si ritiene che non vi saranno problemi di compatibilità degli stessi con gli standard qualitativi dei terreni previsti per le destinazioni urbanistiche citate.

In corrispondenza della **Cava Agucchi** non è prevista alcuna edificazione e perciò non ci saranno interferenze con terreni eventualmente contaminati.

L'ultima interferenza tra gli edifici e le aree di cava è segnalata in corrispondenza della **cava Bertalia**, nella quale è prevista la realizzazione delle nuove strutture universitarie, caratterizzate dalla presenza di edifici aventi uno o due piani interrati. In questo caso si dovranno rispettare le prescrizioni contenute nell'Analisi di Rischio approvata dal Comune di Bologna con Delibera di Giunta n. 118, nella seduta del 27 maggio 2014 PG. n. 137627, precedentemente esplicitate, soprattutto relative alla matrice "acque sotterranee".

Riamane incognita, e quindi oggetto di indagine ambientale da effettuarsi, la natura degli eventuali elementi contaminanti il suolo nell'area adiacente l'attuale complesso della Scuola di Ingegneria e dell'Architettura che, come da analisi delle stratigrafie di sondaggio riportata nel capitolo 7.1 (sondaggio 220080P4136) vede la presenza di un riempimento di cava dello spessore di 20 m composto da: ghiaia e laterizi (4 m), limi argillosi e ciottoli (1 m), ghiaia, sabbia e laterizi (3 m), argilla bitume e ghiaia (12 m). Ciò testimonia la presenza di un'area di cava non individuata nella cartografia delle precedenti indagini ambientali a corredo del processo di approvazione della trasformazione del comparto.

7.2 Sismicità

La pericolosità sismica di base per l'area di studio è stata ricavata dall'analisi di disaggregazione del valore di a_g (PGA) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, eseguibile dal sito web dell'INGV.

L'analisi ha restituito valori medi di magnitudo e distanza pari, rispettivamente, a M4,9 e 8,8 km, con epsilon pari a 0,86. Dal grafico di Img. 7.10 si può comunque osservare come contributi percentuali significativi alla pericolosità sismica di base dell'area provengano anche dalle seguenti coppie magnitudo/distanza:

M4-4,5/D0-10 (contributo: 15-20%)

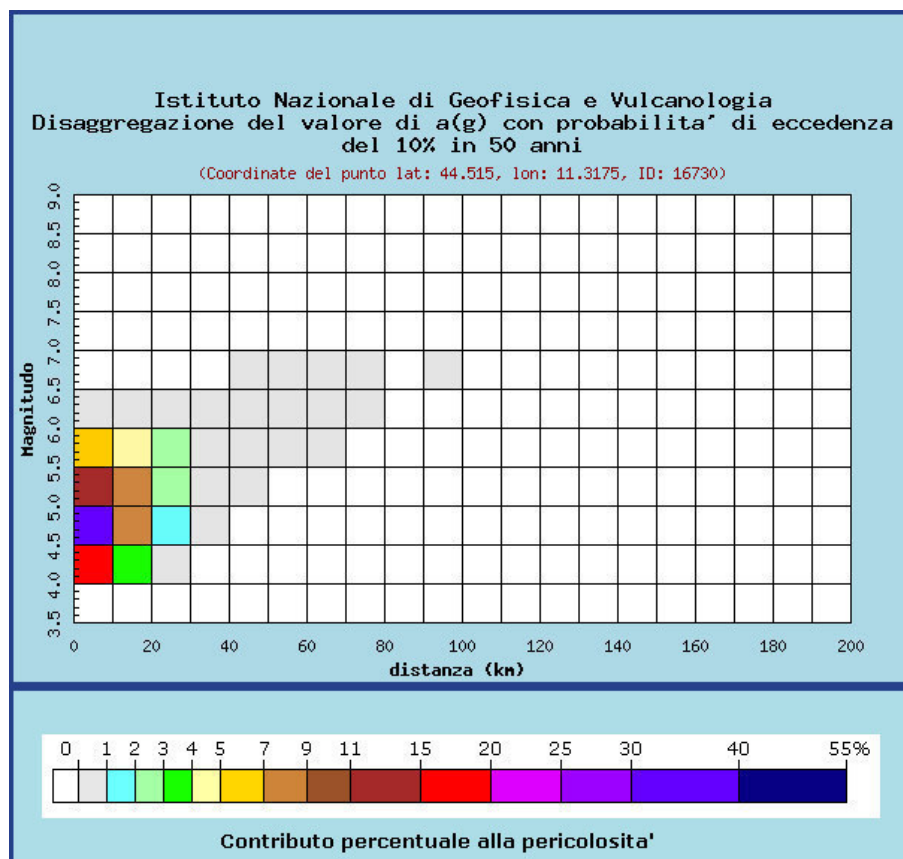
M5-5,5/D0-10 (contributo: 11-15%)

M4,5-5,5/D10-20 (contributo: 7-9%)

Come già ampiamente riportato, le attività di escavazione di inerti hanno modificato, nel tempo e in maniera rilevante, la naturale morfologia pianeggiante e regolare dell'area. Esse hanno determinato la formazione di ampie depressioni topografiche, di profondità massima prossima a 20 m, successivamente tombate completamente o solo parzialmente, spesso con materiali naturali, ma anche con laterizi, scorie di lavorazione e rifiuti solidi urbani, potenzialmente caratterizzati da marcate differenze laterali rispetto ai terreni ospitanti.

Per questo motivo, il progetto di Variante al PP ha previsto, al fine di ridurre il rischio sismico dell'area, un'analisi di risposta sismica locale (RSL) bidimensionale (2D), che tenga conto, nella definizione del fattore di amplificazione sismica di sito, sia della stratigrafia locale, con le sue variazioni verticali e laterali, sia delle geometrie sepolte di cava.

Img. 7.10 - Grafico di disaggregazione della ag per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

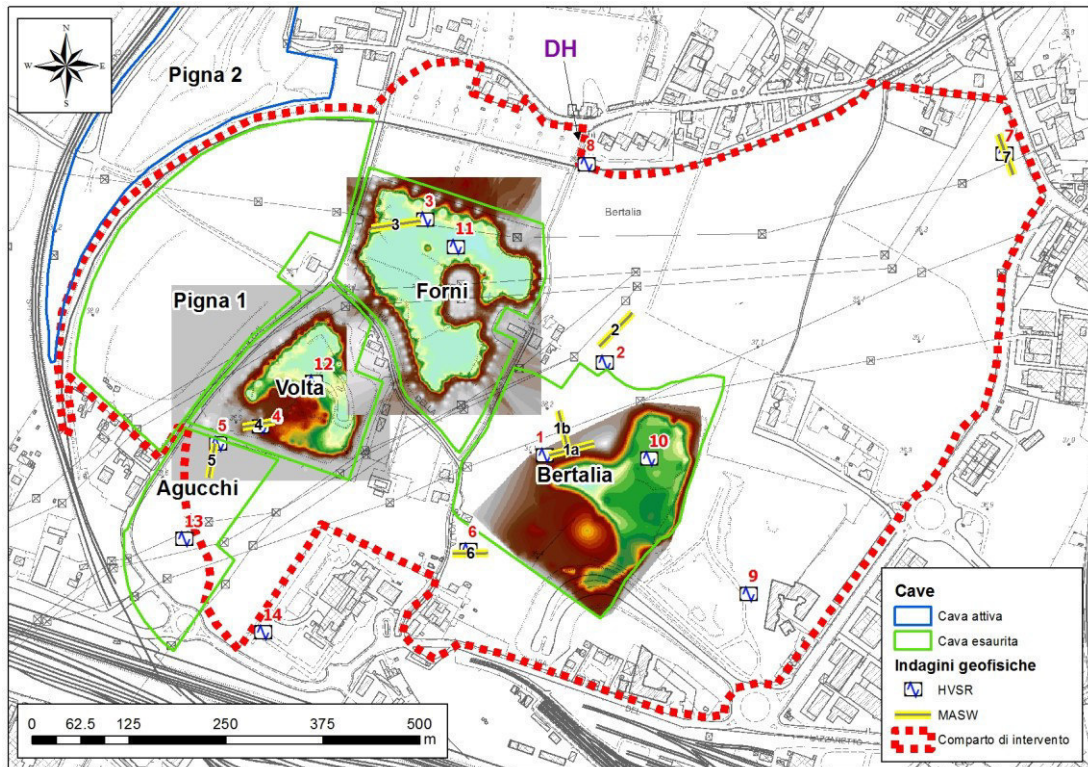


Per la SRL-2D, oltre alla raccolta delle informazioni lito-stratigrafiche relative ai litotipi naturali in posto ed ai materiali di tombamento ed alla definizione, laddove possibile, della geometria degli scavi, è stata eseguita una campagna *ad hoc* di misure geofisiche di superficie finalizzate alla definizione di profili di velocità delle onde S nel sottosuolo e delle loro variazioni laterali fino alla massima profondità raggiungibile dalla indagini ed identificazione del basamento sismico ($V_s > 800$ m/s) con relative incertezze.

Nella campagna di indagine sono state utilizzate due tecniche in onde superficiali: una tecnica attiva su antenna sismica (MASW: Multi Channel Analysis of Surface Waves) ed una passiva a stazione singola (H/V: Horizontal to Vertical Spectral Ratios).

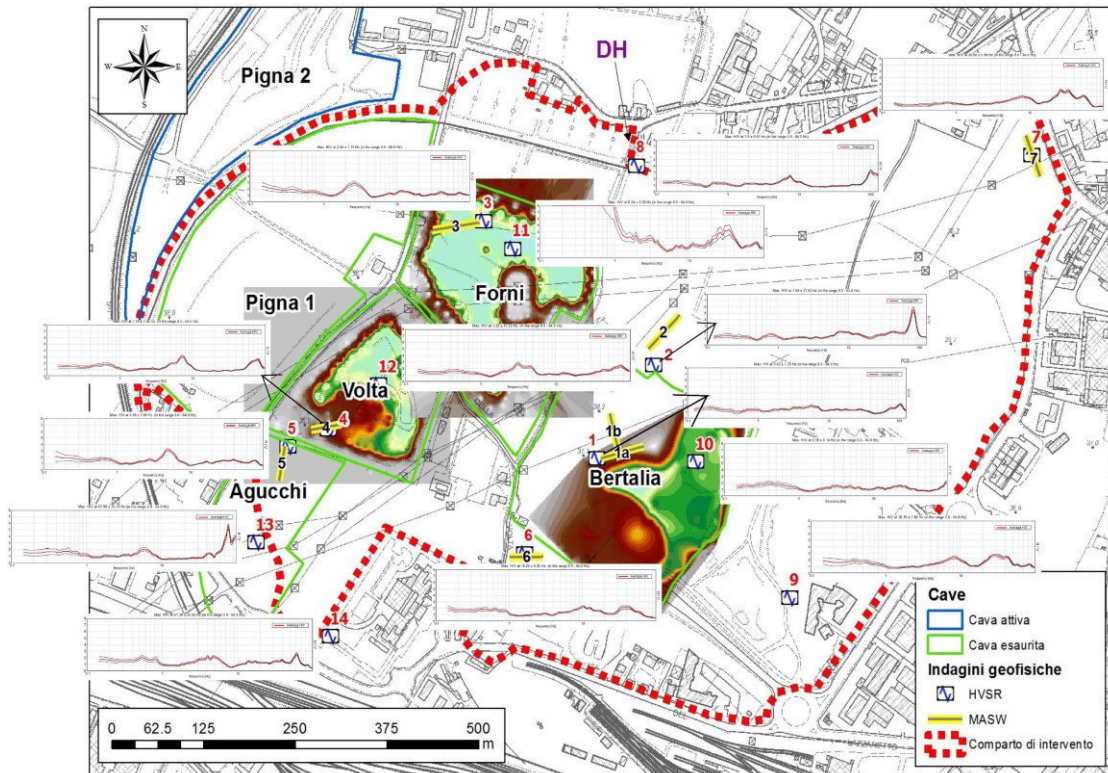
Nel complesso sono state eseguite 14 misure H/V in altrettanti siti (Img. 7.11). Questi sono stati scelti per coprire sia zone caratterizzate da terreni in posto, sia le zone di discarica. I risultati di queste indagini sono sintetizzati nella Img. 7.12. In alcuni di questi siti sono state anche eseguite misure su antenna sismica (MASW). La collocazione di queste misure e l'orientamento delle relative antenne è riportato in Img. 7.11.

Img. 7.11 - Area di studio con indicazione dei perimetri delle zone di discarica (Bertalia, Forni, Pigna1, Volta ed Agucchi) e, laddove note, delle massime profondità di scavo (dal marrone all'azzurro, rispettivamente, quote maggiori e minori s.l.m. - Cave: Volta, Forni e, parzialmente, Bertalia). Nella figura sono anche indicate le posizioni degli stendimenti relativi alle misure sismiche di superficie con il metodo MASW (linee gialle) e la collocazione dei punti di misura con la tecnica passiva HVSR (quadrato con senoide all'interno). La freccia in alto indica la posizione dell'unica prova sismica in foro disponibile nell'area (DH: down-hole).

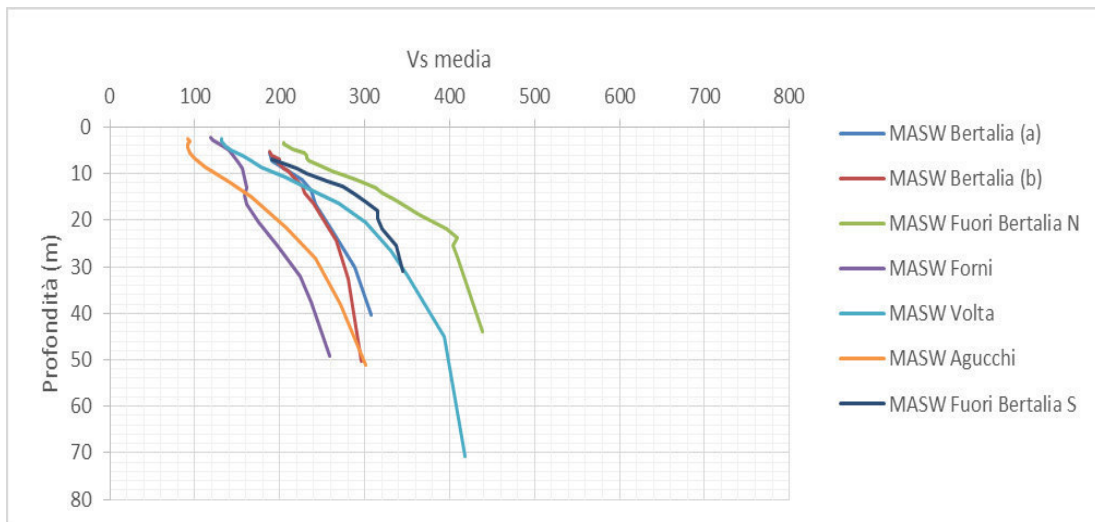


Nei termini della classificazione dei terreni di fondazione definiti dalla Norme Tecniche delle Costruzioni del 2008, si tratta per la massima parte di terreni di valori di V_{s30} associabili a terreni di tipo C, con la sola esclusione della zona posta subito a sud della discarica Bertalia (di tipo B). Come si vede dalla Img. 7.13, in nessuno dei siti vengono raggiunti valori elevati della velocità media, con velocità medie che non superano i 450 m/s. I valori risultano effettivamente crescenti con la profondità, ma con un gradiente assai piccolo, suggerendo una sostanziale stabilizzazione dei valori in profondità. Le differenze più marcate sembrano riguardare i soli strati più superficiali e mostrano valori relativamente minori in corrispondenza delle discariche Agucchi, Volta e Forni, probabilmente a causa del tipo di materiale antropico depositato.

Img. 7.12 - Campagna di misure con la tecnica H/V nell'area di indagine.



Img. 7.13 - Andamento delle velocità medie delle onde S fino alla profondità indicata in ordinata, ottenute a partire dall'approccio semplificato (vedi testo) per un valore di c pari a 0.8 (Albarello e Gargani, 2010).



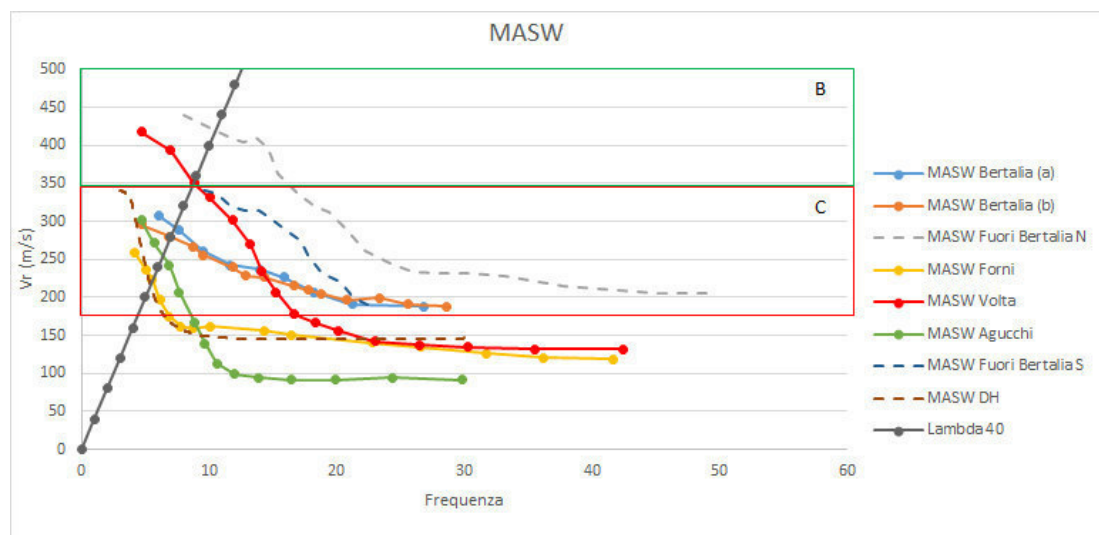
La stima della profondità del piccolo contrasto di impedenza, responsabile dei massimi delle curve H/V misurate, ha mostrato come, ad eccezione della sola discarica Volta (dove la

possibile interfaccia raggiunge profondità dell'ordine dei 20/30 m) in tutti gli altri casi la transizione sembra collocata ad una profondità dell'ordine di 10/15 metri. La forma delle curve H/V suggerisce comunque che non si tratti di una transizione brusca, quanto piuttosto di una variazione graduale (ma con un gradiente relativamente elevato) da una copertura caratterizzata da valori di V_s assai bassi (100-150 m/s) ad un substrato di materiali grossolani (di origine antropica o naturale) con velocità circa costanti (dell'ordine di 400-500 m/s). D'altro canto, non emergono neanche significative e sistematiche differenze laterali nei valori di velocità.

La valutazione della risposta sismica locale nell'area di studio, non potendo essere effettuata a partire dall'approccio semplificato, ha implicato la necessità di definire, almeno in via approssimata, la posizione del substrato dove applicare il moto sismico di riferimento e valutare gli effetti della risposta sismica locale.

Sono state quindi eseguite delle inversioni congiunte relative alle curve di dispersione in Img. 7.14 ed alle curve H/V corrispondenti utilizzando una procedura agli Algoritmi Genetici (p.es., Picozzi et al., 2007; Albarello et al., 2011), che permette di gestire la marcata non linearità del problema consentendo, nel contempo, di stimare le incertezze relative ai risultati ottenuti. Quest'ultimo punto è di estrema importanza per la valutazione della risposta sismica locale in chiave di sicurezza sismica, in quanto permette di effettuare valutazioni conservative della risposta sismica locale.

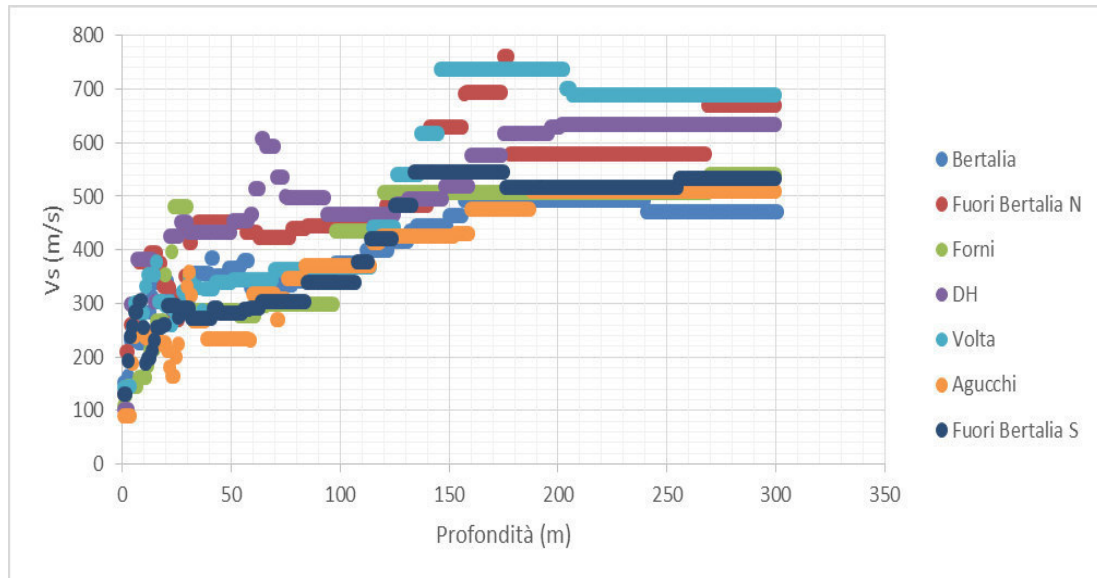
Img. 7.14 - Curve di dispersione delle onde di Rayleigh nell'area di studio. Le curve si riferiscono al solo modo fondamentale. Alle curve sperimentali è stata anche aggiunta la curva teorica (MASW DH) dedotta dai dati del down-hole disponibili.



I risultati ottenuti (relativamente alle sole soluzioni di maggiore accordo) sono riportati in Img. 7.15. In tutti i casi viene messo in evidenza un rapido aumento dei valori di V_s nei primi metri (10/20) fino a valori dell'ordine di 300-450 m/s. Poi il gradiente diminuisce fino ad una profondità attorno ai 100-150 m per diminuire ancora al di sotto di questa quota, con valori che non raggiungono in nessun caso gli 800 m/s. L'interfaccia dei 150 m da piano

campagna dovrebbe corrispondere con l'interfaccia tra Sintema Emiliano-romagnolo Superiore (AES) e Sintema Emiliano-romagnolo Inferiore (AEI), dove AES corrisponde al gruppo acquifero A ed AEI al gruppo acquifero B.

Img. 7.15 - Andamento dei valori di velocità delle onde S nei primi 300 metri di sottosuolo dedotti dall'inversione congiunta delle curve di dispersione ed H/V nei siti indicati nella legenda. Per ogni sito viene riportata la sola curva corrispondente al migliore accordo fra i valori stimati dal modello e quelli osservati.



In prima istanza è stata eseguita un'analisi di risposta sismica locale monodimensionale (1D), utilizzando come procedura di calcolo quella lineare equivalente implementata nel codice STRATA (Rathje e Kottke, 2013). L'uso di un codice di questo genere è giustificato dalla sismicità relativamente bassa dell'area e dal carattere grossolano dei sedimenti presenti che non sembrano potenzialmente in grado di innescare fenomeni di marcata non-linearità non gestibili attraverso questo tipo di modello di calcolo.

Il calcolo della risposta sismica locale è stato effettuato per tutti i sette siti per i quali è stato ricavato un profilo di velocità (Img. 7.15). Il moto di riferimento prescelto è costituito dai tre accelerogrammi di forniti dalla Regione Emilia-Romagna per l'area di Bologna¹. Si tratta di tre accelerogrammi compatibili con la pericolosità locale relativa ad una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Gli accelerogrammi sono relativi ad un terreno di riferimento (affiorante) caratterizzato da valori delle velocità di propagazione delle onde S almeno pari a 800 m/s e corrispondono ad eventi sismici con magnitudo dell'ordine di 6.

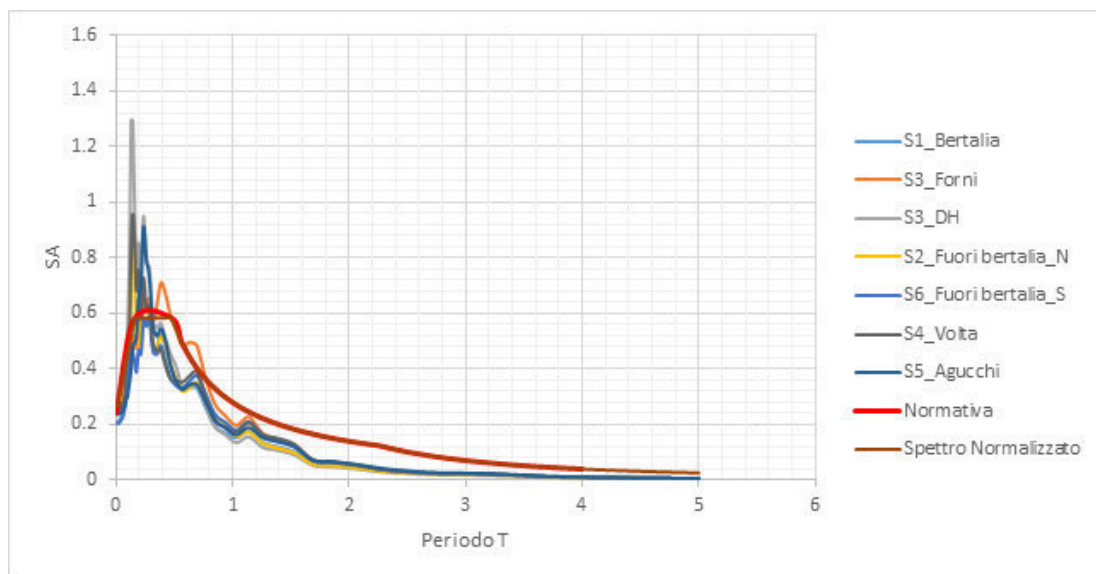
Data l'impossibilità di identificare la profondità di questo tipo di suolo (che è comunque collocato al di sotto dei 300 m di profondità) il moto è stato applicato alla profondità di 300 m. Questa 'forzatura' in realtà non perturberà significativamente i risultati: la pratica

¹ <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/sismica/gli-indirizzi-per-gli-studi-di-microzonazione-sismica-in-emilia-romagna-per-la-pianificazione-territoriale-e-urbanistica#section-2>

insegna che al di sotto di una certa profondità (100 m circa) le eventuali variazioni indotte in superficie divengono trascurabili.

I risultati dell'analisi 1D sono sintetizzati nella Img. 7.16. Per confronto è riportato lo spettro di normativa (regolarizzato e non) per l'area di studio e un sottosuolo di tipo C. Come si vede, gli spettri di risposta ottenuti dalla presente analisi eccedono largamente quello di normativa per la sola parte in corto periodo (<0.4 s) con la sola eccezione del sito corrispondente alla discarica Forni, dove l'eccedenza riguarda anche periodi più lunghi (comunque <0.8 s). Per periodi più lunghi di 1s, lo spettro di normativa appare comunque fornire valori conservativi (come di consueto).

Img. 7.16 - Spettri di risposta visco-elastici (5% di smorzamento) relativi ai siti indicati nella legenda alla superficie attuale.

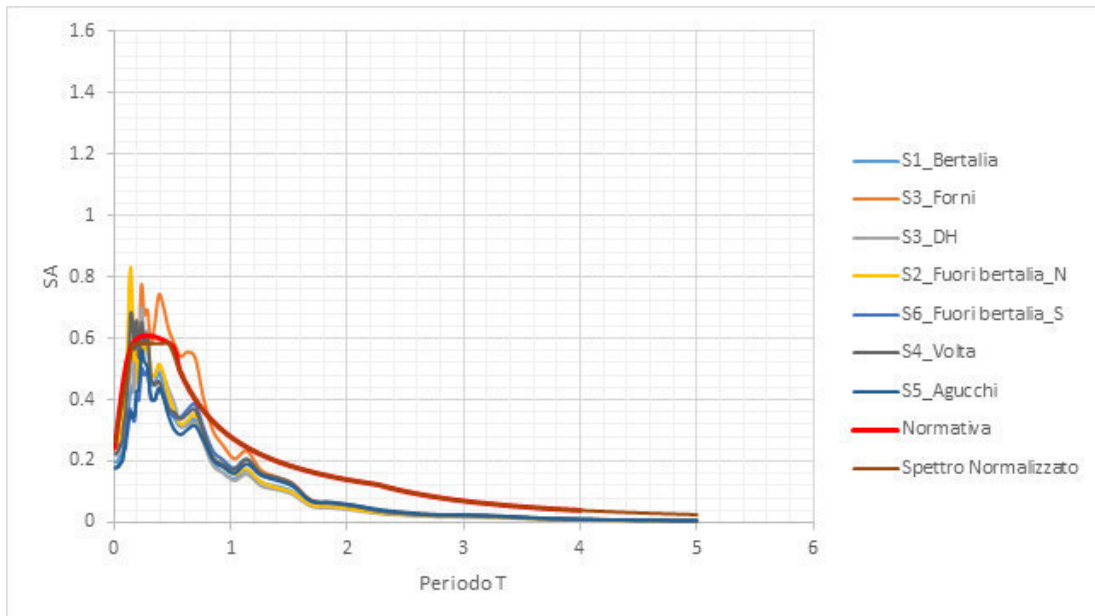


In realtà, le forti eccedenze riscontrate rispetto allo spettro di normativa sono essenzialmente legate alla presenza del sottile strato di materiali fini posto in superficie nella maggior parte dell'area indagata. Questo strato verrà molto probabilmente rimosso in fase di costruzione per fare posto alle fondazioni degli edifici previsti. Per meglio quindi caratterizzare quanto atteso nel caso di una più realistica configurazione del sottosuolo, le analisi di risposta sismica locale 1D sono state ripetute immaginando di rimuovere i primi 5 metri di suolo. I risultati ottenuti sono mostrati in Img. 7.17.

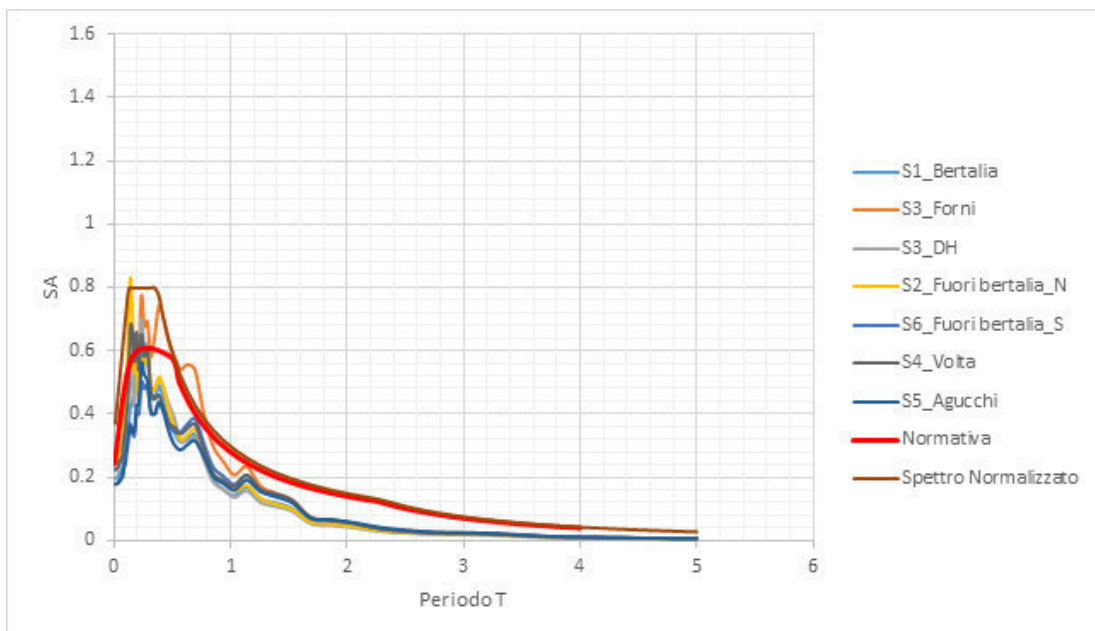
Come si vede, la rimozione degli strati più superficiali produce una sostanziale riduzione dello spettro di risposta ai corti periodi. Tuttavia si vede che i valori rimangono comunque al di sopra di quanto previsto dalla normativa per suoli di tipo C. Questo risultato è anche figlio dell'approccio conservativo adottato in rapporto alle incertezze presenti nella parametrizzazione del sottosuolo: si è infatti adottato come rappresentativo uno spettro di risposta corrispondente ad una probabilità di eccedenza del 10%.

Per conservare questa prospettiva si consiglia quindi di adottare come rappresentativo dell'intera zona uno spettro normalizzato con parametri $S=2$ e $C_c=1.2$ il cui andamento è riportato in Img. 7.18.

Img. 7.17 - Spettri di risposta visco-elastici (5% di smorzamento) in Img. 7.16 immaginando di rimuovere i primi 5 metri dal piano campagna.



Img. 7.18 - Spettri di risposta visco-elastici (5% di smorzamento) in Img. 7.16 immaginando di rimuovere i primi 5 metri dal piano campagna. Lo spettro di normalizzato indicato in questo caso è quello con parametri $S=2$ e $C_c=1.2$.

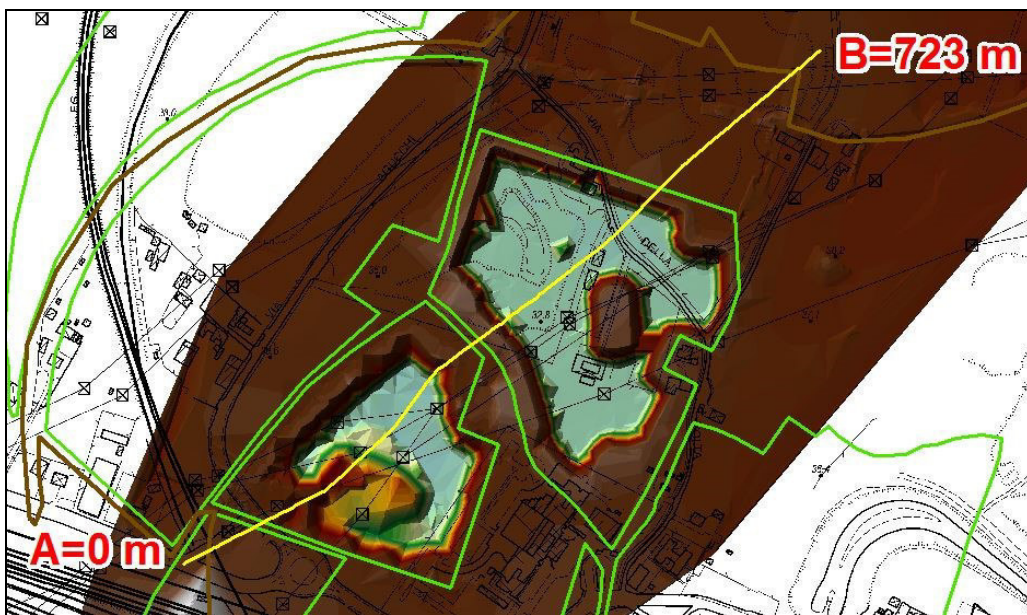


Come si è detto in precedenza, i contrasti di impedenza sismica rilevati nell'area sono

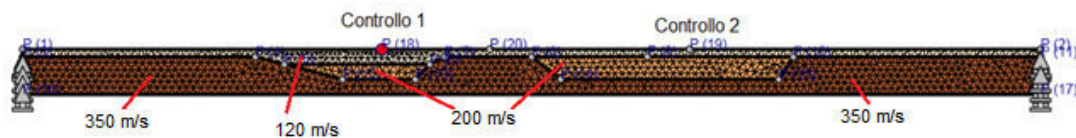
relativamente ridotti. Questo suggerisce che le eterogeneità laterali presenti nel sottosuolo (per esempio in corrispondenza delle aree di scarica) dovrebbero giocare un ruolo relativamente ridotto. E' stata comunque eseguita un'analisi dei possibili effetti 2D mediante modellazione numerica agli Elementi Finiti in campo lineare-equivalente.

La traccia della sezione utilizzata per la modellazione 2D è riportata in Img. 7.19 e copre le due discariche Forni e Volta. Si tratta delle due aree caratterizzate da valori di velocità delle onde S sensibilmente minori di quelli delle altre discariche e dove le curve H/V indicano la possibile presenza di contrasti di impedenza maggiori e posti a maggiore profondità rispetto agli altri casi.

Img. 7.19 - Traccia della sezione utilizzata per la modellazione 2D.



Img. 7.20 - Sezione in Img. 7.19 considerata per la modellazione numerica. È riportata anche la discretizzazione utilizzata per la modellazione agli Elementi Finiti. Sono anche indicati i due punti di controllo dove sono stati valutati gli spettri di risposta discussi nel testo.

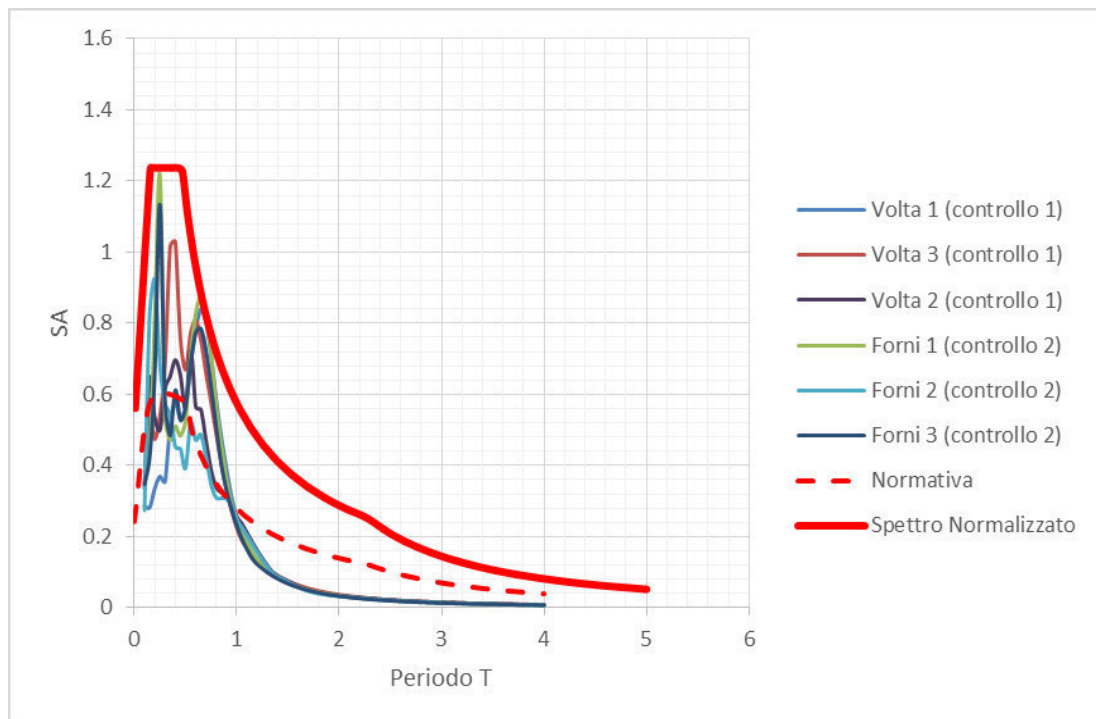


I calcoli sono stati effettuati mediante il codice LSR-2D prodotto dalla ditta STACEC (<http://www.stacec.com/>), che rappresenta un'implementazione evoluta della procedura lineare-equivalente inizialmente proposta da Hudson et al. (1994) nell'implementazione

QUAD4M.

I risultati delle modellazioni (Img. 7.21) hanno mostrato effetti 2D (probabilmente legati a fenomeni di focalizzazione) che sono massimi al di sotto di 0.7s. Per tentare di tenere conto dei nuovi risultati viene quindi proposto di adottare uno spettro normalizzato più cautelativo ($S=3.1$ e $C_c=1.5$) se la progettazione riguarda strutture di corto periodo ($<0.8s$) ed adottare, per strutture a più lungo periodo, lo spettro relativo a terreni di tipo C ($S=1.461$, $C_c=1.545$), che risulta già molto cautelativo.

Img. 7.21 - Spettri di risposta ottenuti dalla modellazione 2D lungo la sezione riportata nella Img. 7.19 relativamente ai due punti di controllo (Img. 7.20) per i tre accelerogrammi. In rosso tratteggiato è riportato lo spettro di risposta della normativa (terreni di tipo C) mentre in rosso continuo è indicato lo spettro normalizzato suggerito dalla modellazione 2D interpretata in modo cautelativo ($S=3.1$, $C_c=1.5$).



Viene fatto comunque notare che le stime in Img. 7.21 hanno carattere assai cautelativo dato che lo spettro normalizzato è l'involuppo dei massimi assoluti fra quelli ottenuti dai tre accelerogrammi. In Img. 7.22 sono invece riportati gli spettri di risposta medi ottenuti al centro delle discariche Forni e Volta. Se si considerano questi spettri di risposta, uno spettro normalizzato meno cautelativo (più realistico) potrebbe essere ottenuto con coefficienti $S=2.6$ e $C_c=1.5$. Anche in questo caso, questi coefficienti dovrebbero essere utilizzati se le opere sono caratterizzate da periodi propri inferiori a 0.8s, mentre sarà più opportuno adottare lo spettro di normativa relativo a terreni di tipo C per i periodi superiori.

Dai risultati ottenuti nelle analisi di risposta sismica locale emerge la presenza di due aree distinte, caratterizzate da differenti risposte sismiche locali al moto sismico atteso.

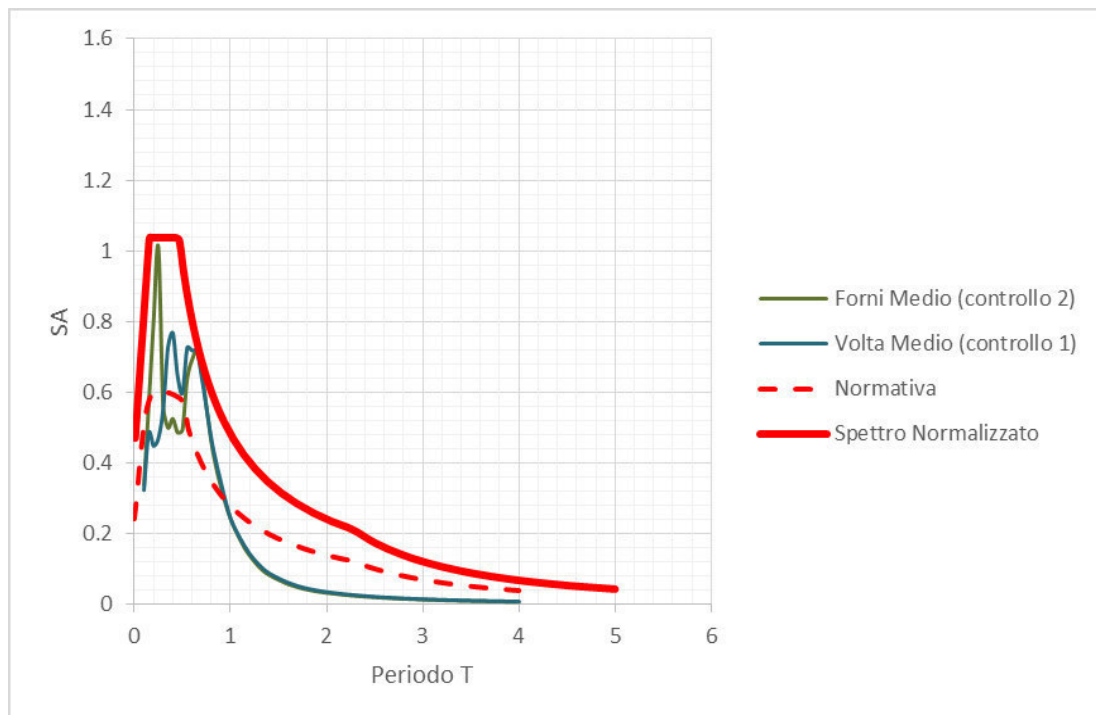
La prima area è rappresentata dal terreno “naturale”, ovvero non interessato da escavazioni di inerti e successivi tombamenti, e dalle aree di cava Bertalia e Agucchi, ovvero quelle coltivate in periodi relativamente più lontani, in corrispondenza delle quali il processo di consolidamento dei riempimenti è stato relativamente più lungo, favorendo, verosimilmente, un maggior grado di addensamento rispetto ai riempimenti delle cave più “recenti” (Volta e Forni). Quest’area non ha mostrato effetti di amplificazione sismica bidimensionali.

La seconda area è rappresentata dalle due discariche Forni e Volta, caratterizzate da valori di velocità delle onde S sensibilmente minori di quelli delle altre discariche, e da effetti 2D probabilmente legati a fenomeni di focalizzazione.

Per la prima area, alla progettazione esecutiva potrà essere sufficiente utilizzare i risultati dell’analisi di risposta sismica locale monodimensionale, in termini di spettro di risposta normalizzato, decidendo se utilizzare quello derivante dall’analisi che ha considerato il sottile strato di materiali fini posto in superficie (più conservativo) od il secondo.

Per la seconda area, si consiglia l’utilizzo degli spettri di risposta normalizzati ottenuti dall’analisi 2D, anche in questo caso scegliendo se utilizzare quello maggiormente conservativo o l’altro, con le indicazioni riportate sopra relative ai periodi propri degli edifici in progetto.

Img. 7.22 - Spettri di risposta ottenuti dalla modellazione 2D lungo la sezione riportata nella Img. 7.19 relativamente ai due punti di controllo (Img. 7.20) e relativa ai tre accelerogrammi considerati. In rosso tratteggiato è riportato lo spettro di risposta della normativa (terreni di tipo C) mentre in rosso continuo è indicato lo spettro normalizzato suggerito dalla modellazione 2D ($S=2.6$; $C_c=1.5$).

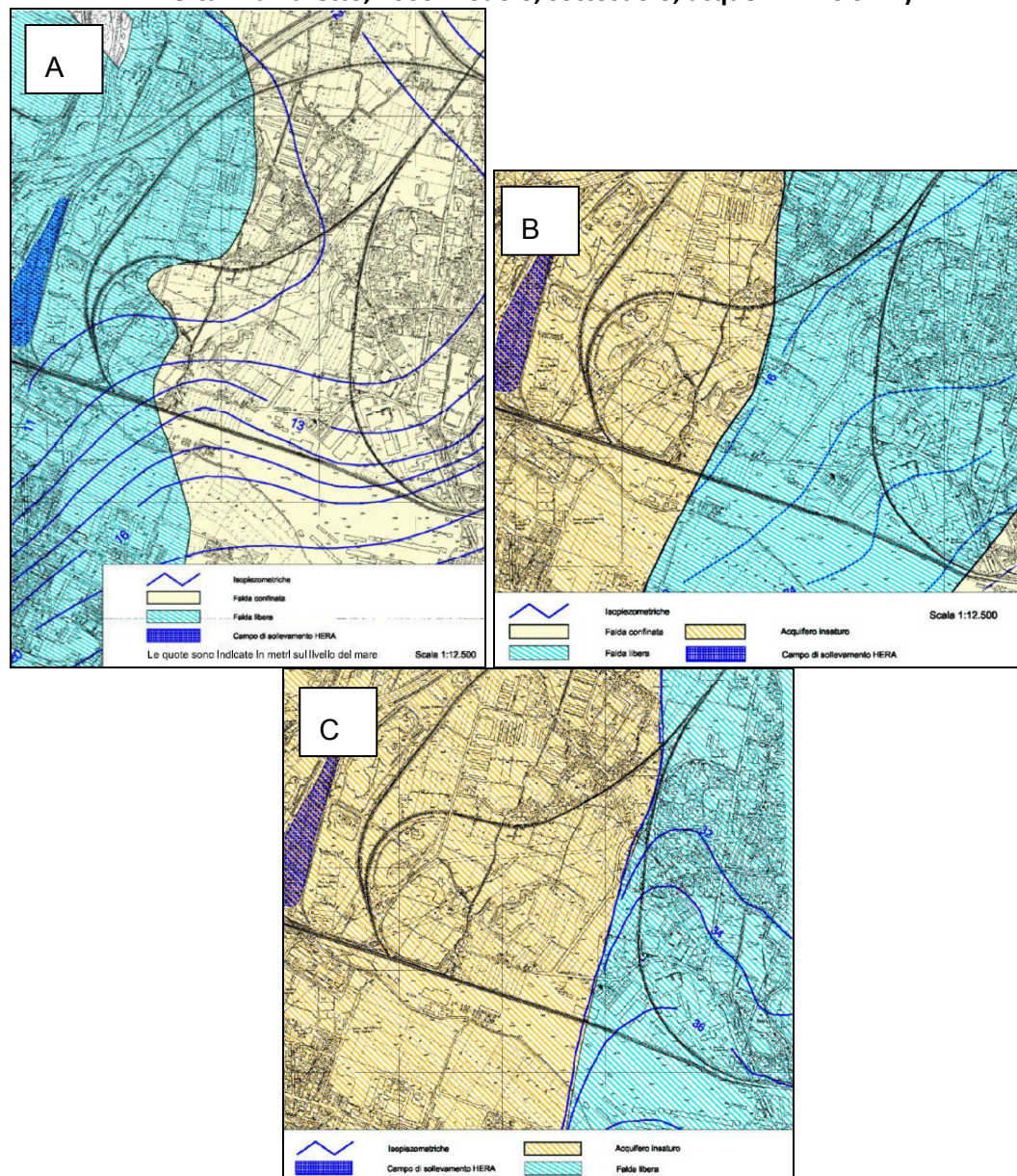


7.3 Acque

7.3.1 Idrogeologia

La descrizione del quadro idrogeologico del comparto, realizzata da AIRIS s.r.l. nel 2006 per lo Studio d'Impatto Ambientale ZIS R 5.3 Bertalia-Lazzaretto, è stata finalizzata all'analisi del potenziale inquinamento delle acque di falda derivante dalla dispersione di reflui dalla rete fognaria.

Img. 7.23 - A: isopieze falda acquifero B (Sup 1); B: isopieze falda acquifero A (Sup 2); C: isofreatiche falda più superficiale acquifero A (Sup 4). (Fonte: S.I.A. ZIS R 5.3 Bertali-Lazzaretto, 2006 - "Suolo, sottosuolo, acque". AIRIS S.r.l.)



La presenza di tre campi di sollevamento idropotabile della Città di Bologna (HERA) e, tra questi, quello più vicino all'area di progetto, denominato "Tiro a Segno", ha prodotto la depressurizzazione delle falde poste sotto i 100 metri dal p.c. Queste, evidentemente comunicanti anche con gli acquiferi superficiali, hanno richiamato in profondità le acque delle falde superficiali, compresa quella posta a pochi metri dal p.c.

Le ricerche dell'Ufficio Ambiente del Comune di Bologna hanno messo in luce la presenza di almeno tre falde, relativamente indipendenti, nei primi 40 metri di sottosuolo dell'area in esame (ovvero la stessa profondità interessata dallo spessore ghiaioso messo in luce dall'analisi delle stratigrafie al capitolo 7.1), denominandole:

- Sup 4, la più superficiale;
- Sup 2, quella confinata, alla base, dal primo acquitardo – "acquitardo I";
- Sup 1, quella confinata, al tetto, dall'acquitardo I e, alla base, dal secondo acquitardo – "acquitardo II".

Le Img. 7.23 riproducono la geometria delle superfici delle diverse falde nella situazione locale.

La Img. 7.23-A riporta la geometria della falda dell'acquifero B (Sup1), quella che ha per letto l'acquitardo II, l'unica che giunge in vicinanza delle camice dei pozzi idropotabili del campo "Tiro a Segno". Come si vede (isolinee ogni metro, quote sul livello del mare), la cadente piezometrica della falda è rivolta verso NO, con una grande zona relativamente piatta (tra 11 e 10 metri) in corrispondenza del campo di sollevamento.

La falda Sup1 ha quota di circa 12 metri s.l.m. ed è confinata, al tetto, dall'acquitardo I, che ha quota di letto pari a 15 metri s.l.m. circa. La Sup1 quindi non satura interamente l'acquifero dentro cui risiede. La falda non è saliente e non ha pressione; in conclusione, non è in grado di opporsi ad eventuali ingressi di fluidi inquinanti provenienti dall'alto. Questa conclusione viene confermata in tutta l'area di studio.

La Img. 7.23-B riporta la geometria del tetto della falda insediata nell'acquifero A (Sup2); in questo caso, le isolinee riportate sono una ogni 4 metri. La cadente piezometrica è rivolta verso ovest, o al più verso ONO, ovvero verso il campo pozzi del Tiro a Segno.

La Img. 7.23-C riproduce la geometria del tetto della falda più superficiale (Sup4). Le isolinee sono riportate ogni due metri e riproducono l'andamento di uno spartiacque sotterraneo con direzione circa N-S. Questa struttura idrogeologica è connessa, con ogni probabilità, ad una variazione nella matrice del banco di ghiaie che costituisce l'acquifero A. È possibile si tratti di dossi del Reno di diversa età: più antichi ad est e più giovani ad ovest. La presenza di questa struttura consente di differenziare, localmente, le falde Sup2 e Sup4, entrambe residenti nel medesimo potente banco di ghiaie. In questo caso, la direzione del deflusso delle acque sotterranee è decisamente verso N e NE, quindi tutta l'area compresa nel perimetro della "falda libera" ad est dello spartiacque non può produrre interferenze con il campo pozzi del Tiro a Segno. Tutta l'area a ovest dello spartiacque e l'intera zona insatura sono strettamente relazionate alla falda Sup2.

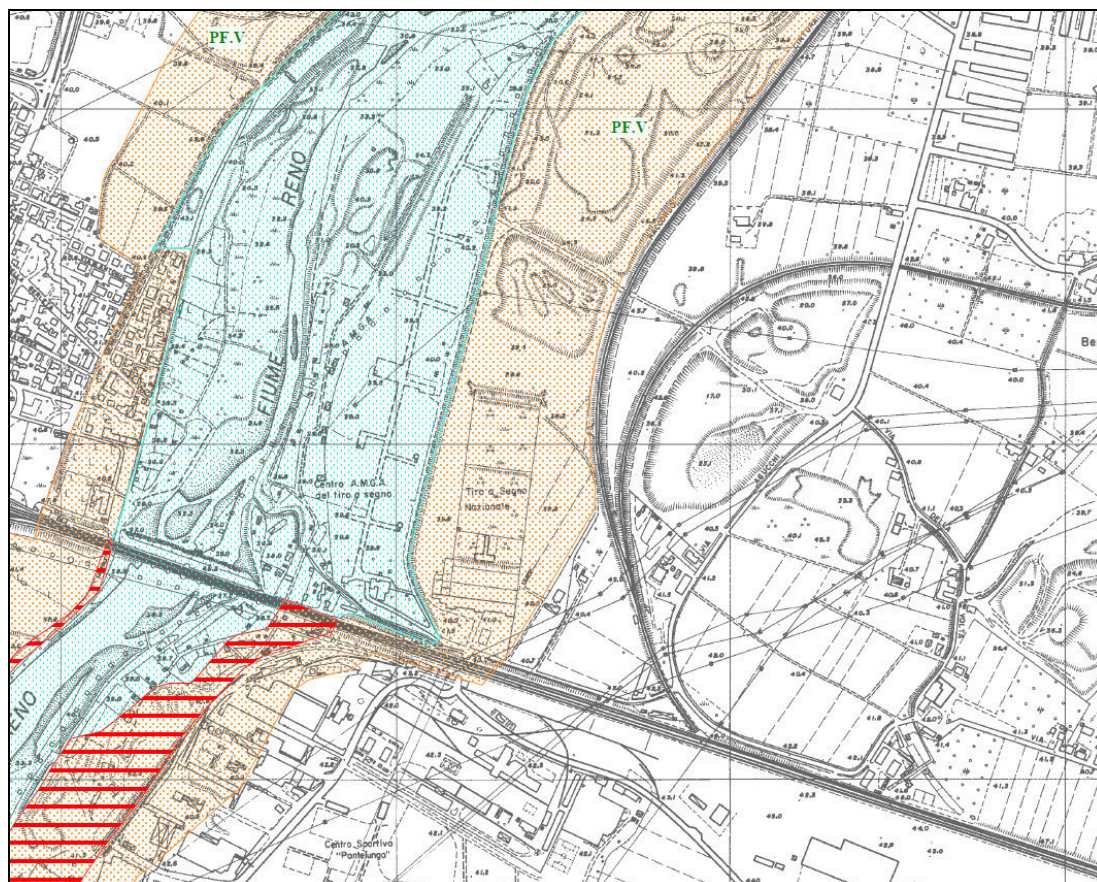
7.3.2 Idrografia e rischio idraulico

Il sistema idrografico (naturale ed artificiale) ha nel Fiume Reno l'elemento principale più prossimo; esso scorre circa 500 m ad ovest del limite occidentale del comparto, con direzione SSO-NNE. A sud, oltre la linea del tracciato ferroviario Bologna-Milano, scorre il

Il Canale della Ghisiliera divide il comparto in due settori arealmente simili, scorrendo con direzione SSO-NNE in sub-aereo a partire da via del Lazzaretto fino a via Bertalia ed oltre. Ad esso si allaccia il Canale Lama, che con direzione NO-SE borda il confine settentrionale di Cava Bertalia e del recente complesso della Scuola di Ingegneria e dell'Architettura.















L'area del Comparto non rientra all'interno delle perimetrazioni delle fasce fluviali del fiume Reno (cfr. Tav. 2.17 PSAI Fiume Reno – cfr. Img. 7.25), ne è interessata da aree passibili di inondazione di cui alla Tav. B.2 del PSAI Reno; l'area non è inoltre interessata da aree a rischio e per realizzazione d'interventi strutturali nè da fasce di pertinenza fluviale di cui alla Tavola RI.1 del Piano Stralcio Navile – Savena abbandonato.

Img. 7.25 - Estratto Tav. 2.17 - PSAI Fiume Reno (Autorità di bacino Fiume Reno)



LEGENDA

(riferimento agli articoli delle norme di piano)

-  Asse del reticolo idrografico principale non zonizzato (art. 15)
-  Asse del reticolo idrografico secondario non zonizzato (art. 15)
-  Alveo attivo zonizzato del reticolo idrografico principale e secondario (art. 15)
-  Aree ad alta probabilità di inondazione (art. 16)
-  Fasce di pertinenza fluviale (art.18)
-  PF.M
-  PF.V
-  PF.V.RU
-  PF.MLi
-  PF.V.Li
- (Il simbolo "PF.M" indica le fasce di pertinenza fluviale generalmente localizzate in zone montane o pedecollinari, quello "PF.V" indica le fasce di pertinenza fluviale generalmente localizzate in zone di pianura.
Il simbolo "PF.V.RU" indica le fasce di pertinenza fluviale da considerare come aree di ristrutturazione urbana.
I simboli "PF.MLi" e "PF.V.Li" indicano le fasce di pertinenza fluviale da considerare anche come aree di localizzazione interventi).
-  Pi / ... Aree di potenziale localizzazione interventi per realizzazione "casce di espansione" (art. 17)
-  Li / ... Aree di localizzazione interventi per realizzazione "casce espansione" (art. 17)
-  Ai / ... Aree di intervento per realizzazione "casce di espansione" (art. 17)
-  Confine regionale

7.3.3 Interventi progettuali con riferimento al sistema acque

6.3.3.1 Interventi sul reticolo idrografico minore

Tra le opere idrauliche di progetto è previsto l'interramento della Canaletta Lama nel suo tratto a cielo aperto, dal sifone presente sulla Via Terracini (in prossimità della nuova rotonda) fino all'immissione diretta sul fianco dell'argine della Canaletta Ghisiliera in destra idraulica, ove sarà dotato di valvola clapet (ventilabro). Il suddetto sifone costituisce infatti il punto terminale del tombinamento già realizzato.

Rispetto alle previsioni di Piano Particolareggiato il progetto definitivo prevede uno spostamento, e precisamente una traslazione da sud dell'area occupata dal sistema di trasporto "People Mover" a nord di tale area. Tale ulteriore traslazione verso nord si è resa necessaria per risolvere le interferenze dipendenti dalla sovrapposizione di alcuni tratti del nuovo tracciato della canaletta con l'area destinata al People Mover e dal fatto che la quota a terra di progetto della stazione People Mover del Lazzaretto è ribassata di 50 cm rispetto alla quota finita della pavimentazione stradale prevista dal Piano Particolareggiato.

Il nuovo canale interrato che sostituirà l'attuale canaletta Lama a cielo aperto è previsto in progetto con elementi scatolari prefabbricati in c.c.a. di sezione utile di 100 x 80 cm. Il marcato andamento sub-orizzontale del canale, dettato principalmente dalle quote attuali di scorrimento (ed accentuato dalla necessità di non interferire col People Mover), può comportare un accumulo di sedimenti sul fondo dello stesso. Per consentire quindi le necessarie operazioni di manutenzione e pulizia sono stati previsti pozzetti di ispezione di adeguate dimensioni, caratterizzati da un fondo ribassato per consentire l'accumulo dei detriti.

Ulteriori pozzetti di minori dimensioni e con un minore interasse sono stati previsti direttamente sull'estradosso degli elementi scatolari al fine di poter garantire un'adeguata ispezione lungo l'intero tracciato.

Coerentemente con il Piano Particolareggiato, al fine di perseguire la migliore qualità ambientale, eliminando la realizzazione di estese superfici impermeabili e le connesse parziali riduzioni di edificabilità delle aree, verrà realizzato un nuovo canale di scarico nel fiume Reno delle acque meteoriche del comparto; tale canale, di sezione sufficientemente ampia, consentirà di scaricare direttamente in Reno le acque meteoriche provenienti dai tetti e dalle aree stradali e/o parcheggi per la sosta degli autoveicoli previo accumulo, in apposite vasche, delle cosiddette "prime piogge", senza ricorrere alla realizzazione di vasche di laminazione.

Per quanto riguarda il tracciato definitivo della condotta, l'originario tracciato definito in sede di P.P. è stato modificato, dovendo rispondere ad esigenze di rispetto di numerosi vincoli dati, per esempio, dall'attraversamento dell'argine del Fiume Reno, dall'area di cava, dalla presenza di elettrodotti, di linee ferroviarie, di tubazioni idriche di primaria importanza, del sistema di trasporto pubblico People Mover; al riguardo è stata predisposta dal Comune di Bologna, una specifica variante al POC, relativa alla localizzazione della condotta di smaltimento delle acque bianche nel tratto esterno al comparto fino al fiume Reno.

Da un punto di vista strutturale, la nuova condotta di scarico in Reno avrà una lunghezza di circa 1,5 km complessivi, dei quali circa 1 km al di fuori dell'area del comparto urbanistico; il manufatto è costituito da elementi scatolari preformati prefabbricati in calcestruzzo a sezione rettangolare interna utile di 2.00 m x 1.25 m. Sulla bocca di uscita del manufatto in

fiume Reno sarà collocato un ventilabro con funzione di evitare l'ingresso delle acque del fiume in caso di piene di quest'ultimo. Il progetto complessivo finale prevede un'invarianza idraulica tra lo stato attuale e quello futuro; si precisa, infatti, che il lotto 15 ed il parcheggio in adiacenza alla facoltà di ingegneria esistente saranno allacciati direttamente alla rete fognaria comunale per un totale di 8750 m² di superfici impermeabili, mentre un'analogha superficie impermeabile risultante dalla nuova rotonda Terracini – Zanardi, da Via Terracini stessa e dalla nuova rotonda Terracini - Via Sabena, verranno collettate alla rete delle acque di prima pioggia del comparto.

6.3.3.2 Gestione delle acque meteoriche ed acque reflue

La rete di raccolta e smaltimento delle acque dell'intero comparto è stata prevista separata in due sub-comparti: uno in destra ed uno sinistra idraulica rispetto alla canaletta Ghisiliera. La canaletta Ghisiliera, infatti, scorrendo da sud a nord, dal punto di vista idraulico divide in due il comparto di Piano.

Per entrambe le aree, il progetto definitivo delle reti di smaltimento delle acque meteoriche e dei reflui prodotti all'interno del comparto è stato sviluppato, in conformità alle previsioni del Piano Particolareggiato approvato, prevedendo un sistema di raccolta delle acque articolato su tre reti tra loro separate - acque bianche, acque nere e di prima pioggia e su quattro vasche di prima pioggia da realizzare all'interno del comparto.

La raccolta delle acque meteoriche, in ragione delle dimensioni e della natura degli interventi previsti nel Piano Particolareggiato, nonché delle caratteristiche del territorio interessato, è stato previsto in due reti separate: una delle due reti raccoglierà le cosiddette "acque di prima pioggia" dalle superfici delle strade e dei parcheggi (tali acque afferiranno alle vasche di prima pioggia e solo le cosiddette "seconde piogge" saranno convogliate nel nuovo canale di scarico in Reno), mentre l'altra rete raccoglierà le acque di origine meteorica provenienti dai coperti degli edifici e dalle aree non soggette ad inquinamento. Entrambe le suddette reti confluiranno quindi nel nuovo canale di scarico che conferirà le acque raccolte direttamente nel fiume Reno all'altezza del ponte della tangenziale in adiacenza alla Cava Santa Maria, restituendo le acque meteoriche al sistema idrico superficiale, evitando di sovraccaricare il sistema fognario e il depuratore.

Sempre in conformità alle previsioni di Piano non sono previste vasche di laminazione che, in ragione della rilevante estensione del comparto, sarebbero risultate di notevole sviluppo superficiale e quindi poco opportune sotto il profilo ambientale ed avrebbero inoltre anche limitato in parte la potenzialità edificatoria; a tal fine la sezione utile di tale canale è stata dimensionata in maniera tale da evitare la realizzazione di vasche di laminazione nel comparto.

In luogo delle vasche è previsto un nuovo canale di scarico di ampia sezione per le acque bianche e per quelle cosiddette di seconda pioggia da recapitare nel fiume Reno, intervento di oggettivo rilievo ma di significativo minor impatto ambientale rispetto alla realizzazione delle vasche di laminazione di cui si è detto sopra; quest'opera prevista e finanziata dal piano quale opera di urbanizzazione primaria, interesserà aree esterne al perimetro del piano stesso.

L'area nella quale le acque raccolte saranno convogliate nel nuovo canale di scarico nel fiume Reno è suddivisa in quattro zone di estensione diversa in ognuna delle quali sarà realizzata una vasca di prima pioggia.

Per quanto riguarda le caratteristiche delle reti fognarie separate, possono pertanto essere così riassunte:

- Rete di raccolta delle acque nere provenienti dai nuovi edifici: il sistema di collettamento convoglierà i reflui civili nella rete comunale esistente con tre punti di allaccio: due in Via Terracini ed uno nel punto di incrocio tra la Via Bertalia e Via Agucchi.
- Rete di raccolta delle acque di prima pioggia (5 mm)²: le acque ricadenti sulle superfici delle strade e dei parcheggi saranno raccolte separatamente e trattate in 4 apposite vasche di prima pioggia; esse non sono dotate di sistema di trattamento, ma scaricheranno nella rete fognaria mista comunale. Tali vasche verranno svuotate tramite sollevamento elettromeccanico non prima delle 11/12 ore dalla fine dell'evento meteorico, con una portata non superiore a 5.000 l/s concordata con il gestore. Lo svuotamento dovrà avvenire non prima delle 48 ore dalla fine dell'evento meteorico. Le vasche sono state posizionate in aree pubbliche facilmente accessibili per la manutenzione. In seguito al trattamento le acque di prima pioggia saranno immesse nel canale di scarico in Reno.
- Rete che raccoglie le acque di origine meteorica non suscettibili di contaminazione: ovvero quelle provenienti dai tetti degli edifici, dalle aree pedonali, dalle aree verdi drenate e le acque di seconda pioggia di strade e parcheggi. Le acque bianche vengono recapitate direttamente nel canale di scarico in Reno.

6.3.3.3 Approvvigionamento idrico

In merito al tema del riutilizzo e del risparmio idrico, per il contenimento dei consumi è previsto dal progetto di variante, il riutilizzo di parte delle acque meteoriche delle coperture recuperate per l'alimentazione del sistema irriguo del verde e/o per alimentazione di usi civili non pregiati; nelle fasi progettuali delle singole lottizzazioni saranno pertanto previsti sistemi di captazione e accumulo delle acque meteoriche delle coperture e le reti appositamente dedicate, per il loro riutilizzo per usi compatibili.

7.3.4 Interferenze tra gli interventi progettuali ed i corpi idrici superficiali e sotterranei

7.3.4.1 Interferenza con corpi idrici superficiali

E' previsto l'interramento della canaletta Lame nel tratto ancora a cielo aperto che attraversa il comparto di Piano e che si sviluppa dal sifone presente a lato di via Terracini (già realizzato in prossimità della nuova rotatoria) fino all'immissione diretta sul fianco dell'argine della canaletta Ghisiliera in destra idraulica. Il nuovo tracciato dell'interramento della canaletta Lame previsto dal Piano Particolareggiato è inoltre posizionato più a nord rispetto a quello attuale, in modo da rendere i lotti attualmente interessati dal passaggio della canaletta liberi da tale vincolo che limiterebbe significativamente, all'interno di essi, la

² Poiché il comparto ad est del Canale Ghisiliera è dotato di una piazza molto depressa rispetto alle quote stradali del comparto stesso, in quanto di collegamento con la viabilità stradale principale, è stato previsto un impianto di sollevamento sulla rete di drenaggio delle acque di prima pioggia, dotato di tre pompe idrauliche: due funzionanti in parallelo e la terza di riserva, dimensionato per una portata in arrivo pari ad un picco di 80 l/sec. L'allargamento della strada di collegamento tra il comparto di nuova realizzazione e Via Emilia Ponente ha comportato la necessità di prevedere un altro impianto di sollevamento sulla rete di drenaggio delle acque di prima pioggia, che nelle fasi successive di progettazione verrà meglio definito nelle sue caratteristiche funzionali.

materiale attuazione degli interventi edilizi privati. Un ulteriore spostamento si è reso necessario per superare le interferenze con l'area destinata al People Mover.

Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche del comparto urbanistico "Lazzaretto" prevede che le acque ricadenti sulle superfici delle strade e dei parcheggi siano raccolte separatamente e trattate in quattro apposite vasche di prima pioggia (di diversa capacità). Tali acque, dopo il trattamento nelle vasche di prima pioggia, congiuntamente alle acque meteoriche ricadenti su superfici impermeabilizzate senza presenza di inquinanti (coperture degli edifici), verranno raccolte dalla nuova condotta di scarico (oggetto della variante al POC proposta per la parte esterna al comparto), che le recapiterà direttamente nel fiume Reno.

Più dettagliatamente, la raccolta delle acque meteoriche del comparto Lazzaretto, in ragione delle dimensioni e della natura degli interventi previsti nel Piano nonché delle caratteristiche del territorio interessato, è stata prevista in due reti separate: una delle due reti raccoglierà le cosiddette "acque di prima pioggia" dalle superfici delle strade e dei parcheggi; tali acque saranno oggetto di un trattamento preliminare e solo dopo saranno convogliate nella nuova condotta di scarico, mentre l'altra rete raccoglierà le acque di origine meteorica provenienti dai coperti degli edifici e dalle aree non soggette ad inquinamento, nonché le cosiddette acque "di seconda pioggia" da strade e parcheggi.

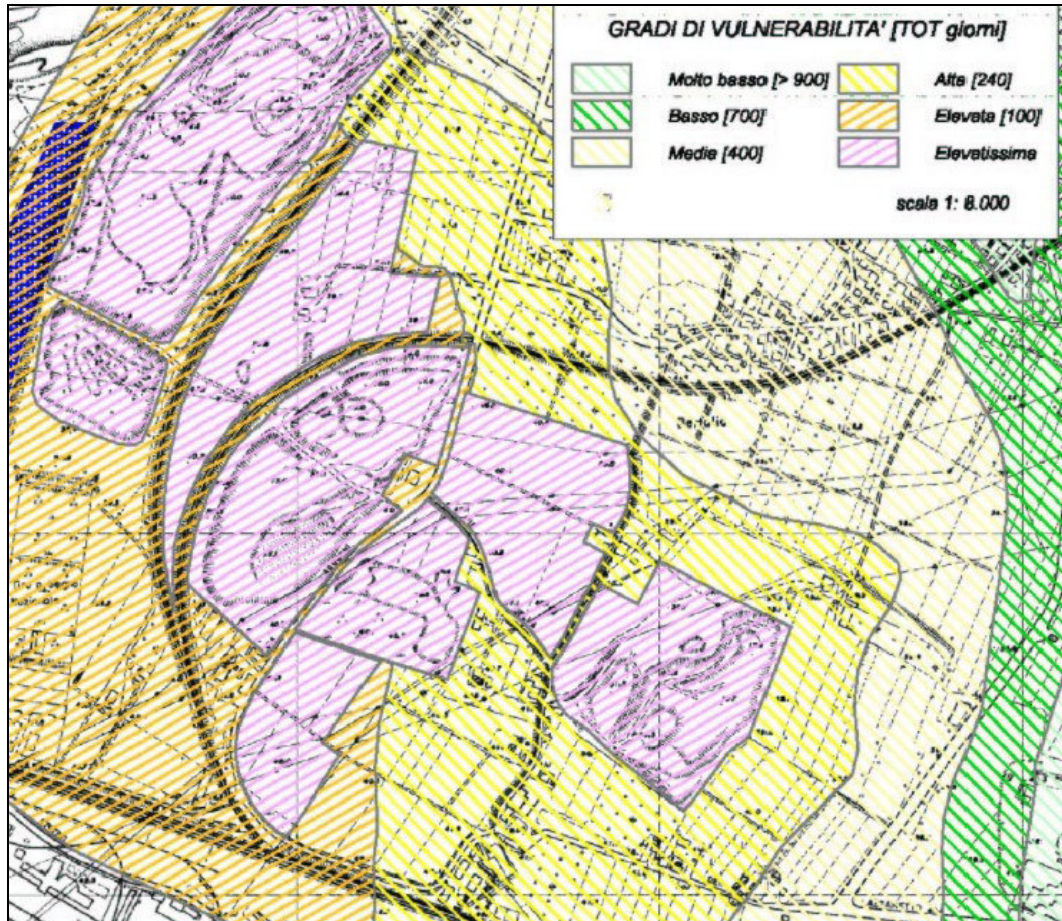
Entrambe le suddette reti confluiranno quindi nella nuova condotta di scarico che conferirà le acque raccolte direttamente nel fiume Reno, contribuendo in tal modo alla corretta gestione delle acque meteoriche, che verranno restituite al sistema idrico superficiale, evitando di sovraccaricare il sistema fognario e il depuratore.

7.3.4.2 Vulnerabilità idrogeologica

La presenza di nuovi insediamenti determina, dal punto di vista idrogeologico, la possibilità di perdite e rotture delle reti fognanti, così come avviene in tutte le altre parti della città di Bologna. La stima della vulnerabilità idrogeologica locale si è basata sulla maggiore o minore facilità con cui eventuali fluidi inquinanti, fuoriusciti dalla rete fognaria, possono raggiungere la falda nelle diverse zone dell'area di progetto, attraverso il calcolo del TOT (Time Of Travel) per zone omogenee dal punto di vista tessiturale.

La Img. 7.26 riporta la valutazione della vulnerabilità ottenuta con il TOT calcolato a partire da 2 metri sotto il p.c. (considerata come quota media di incastro delle reti di fognatura) e con le limitazioni imposte, per zone omogenee dal punto di vista della successione di tessiture dell'intervallo a tessitura fine o al più sabbiosa. Il calcolo quindi esclude i primi due metri e giunge fino al tetto dell'acquifero, anche se insaturo. La presenza di cave tombate viene considerata come assenza di sedimento di protezione, cioè con vulnerabilità massima. L'esito ottenuto conferma quanto facilmente prevedibile: la vulnerabilità aumenta procedendo da oriente verso occidente, e da nord verso sud. Risulta evidente come le maggiori attenzioni idrogeologiche dovranno essere rivolte alla zona occidentale, quella più vicina all'attuale corso del F. Reno. La Img. 7.26 fornisce le delimitazioni della zonizzazione idrogeologica.

Img. 7.26 - Stima della vulnerabilità dell'acquifero in base al TOT (Time of Travel, giorni).
(Fonte: S.I.A. ZIS R 5.3 Bertalia-Lazzaretto, 2006 - "Suolo, sottosuolo, acque".
AIRIS S.r.l.)



Tempi di arrivo al campo pozzi Tiro a Segno

La pericolosità di possibili inquinamenti delle acque sotterranee ha però un bersaglio assai più significativo della qualità delle acque sotterranee delle falde più superficiali, ovvero i pozzi idropotabili del campo di sollevamento del Tiro a Segno.

Qui sono attivi 12 pozzi collocati in senso sud-nord, su doppia fila, alla distanza di circa 100 metri l'uno dall'altro, cementati mediamente fino a circa 100 metri dal p.c. Il prelievo viene effettuato alternando i pozzi in funzione e mantenendo un pompaggio totale massimo compreso entro i 700 l/sec (dati HERA).

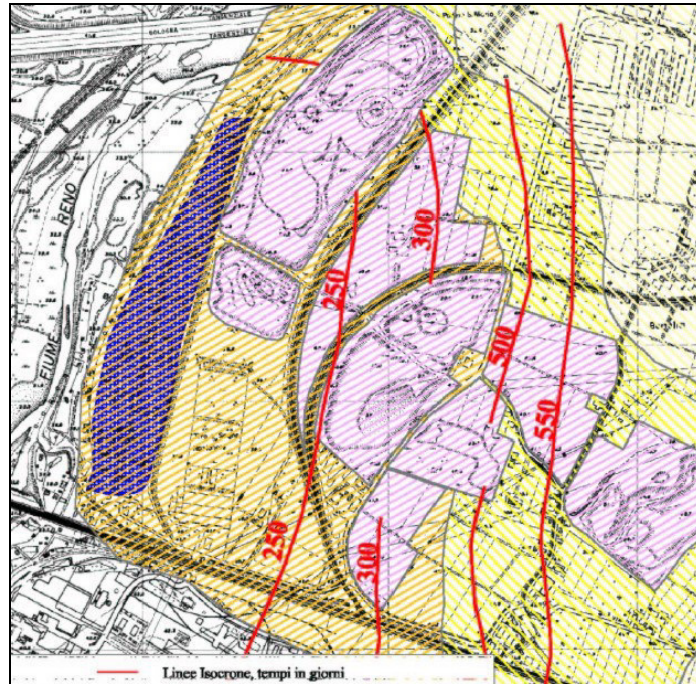
La ben nota situazione di depressurizzazione delle falde profonde, ha prodotto un cono di abbassamento del livello piezometrico che richiama, alle camicie dei pozzi del Tiro a Segno, le acque sotterranee da distanze comprese tra 2,5 e oltre 10 chilometri. La situazione idrogeologica locale dimostra come anche le falde superficiali risentano della depressurizzazione profonda: le linee di deflusso tendono a convergere verso il campo del Tiro a Segno. La possibilità di comunicazione tra le falde captate e la superficie, oltre ad avvenire attraverso la drenanza verticale e le zone di fuga, può verificarsi con una certa facilità lungo le camicie degli stessi pozzi: la cementazione non sempre garantisce rispetto agli alti valori di depressurizzazione provocati dal pompaggio.

Di conseguenza è importante valutare i tempi complessivi di arrivo alle camicie dei pozzi da parte di un eventuale fluido inquinante idrotrasportato, proveniente dagli acquiferi della zona. A questo scopo si sono sommati al TOT valutato in precedenza, i tempi di attraversamento nella zona insatura dell'acquifero A e B fino al raggiungimento della falda (Sup4, Sup2, oppure Sup1, secondo le situazioni locali), valutati in base al valore di conducibilità ($3,1 \cdot 10^{-3}$ m/s) ricavato da una prova in foro eseguita in un sondaggio eseguito pochi metri a SO di cava Bertalia.

A questi tempi si sono sommati i tempi di arrivo alle camicie di protezione dei pozzi HERA del Tiro a Segno con il metodo dei pozzi in linea per la falda Sup1. Per il calcolo si è utilizzato un diagramma che permette di risolvere lo spostamento in funzione del numero dei pozzi, della distanza tra di essi, dei parametri idrologici dell'acquifero e della portata emunta da ogni pozzo. In via cautelativa il calcolo è stato effettuato per la situazione relativa all'insieme delle falde profonde che alimentano i pozzi, riferendolo però alla superficie freatica (Sup1) assai più superficiale (circa 13 metri s.l.m.). La Img. 7.27 riporta i risultati della sommatoria di tutti i tempi di transito fino alle camicie dei pozzi, in forma grafica con le isocrone ottenute dal calcolo. Nella stessa Img. 7.27 è riportata anche la valutazione della vulnerabilità ottenuta con il calcolo del TOT (Img. 7.26): a questa figura si rimanda per la legenda dei simboli e dei tempi, sempre espressi in giorni.

La linea dei 300 giorni è stata assunta cautelativamente come quella relativa ad un anno. Per le zone di ex cava la valutazione dei tempi di arrivo è sempre inferiore ai 300 giorni fino alla linea dei 500 giorni. Le cave dismesse poste ad oriente della isocrona dei 500 giorni hanno tempi di arrivo sempre superiori ad un anno.

Img. 7.27 - Isocrone di arrivo ai pozzi HERA calcolate per il freatico. (Fonte: S.I.A. ZIS R 5.3 Bertali-Lazzaretto, 2006 - "Suolo, sottosuolo, acque". AIRIS S.r.l.)



7.4 Sintesi e conclusioni

La zona integrata di settore R5.3 – Bertalia Lazzaretto interessa una vasta porzione (circa 73 ettari) nel settore nord-ovest della città nel territorio nel quartiere Navile, ove è prevista la realizzazione di circa 215.000 mq di superficie utile, destinati ad usi residenziali, terziari, commerciali e pubblici; occupa un'ampia area pianeggiante di alta pianura, con debolissima pendenza verso NNO e con quote che variano da un massimo di 40 m s.l.m. nella fascia meridionale, ad un minimo di 38 m s.l.m. nella fascia settentrionale, sebbene la presenza di aree di ex cava, in parte ripristinate e colmate, rende comunque la superficie topografica alquanto irregolare.

La **morfologia** dell'area è legata alla paleo-dinamica fluviale e, nello specifico, i settori centrale ed occidentale del comparto ricadono all'interno del dosso fluviale del Fiume Reno, lasciando fuori dal limite di dosso soltanto il settore orientale.

Dal un punto di vista **geotecnico**, le indagini raccolte ed elaborate per il progetto definitivo del "People Mover", hanno evidenziato la presenza di terreni con ottime caratteristiche di resistenza geomeccanica lungo tutta la profondità indagata, ad esclusione dei terreni di riporto utilizzati per il tombamento delle aree estrattive.

Dal punto di vista **sismico**, l'analisi di risposta sismica locale ha evidenziato la presenza di due aree distinte, caratterizzate da differenti risposte sismiche locali al moto sismico atteso. La prima area è rappresentata dal terreno "naturale", ovvero non interessato da escavazioni di inertici e successivi tombamenti, e dalle aree di cava Bertalia e Agucchi, ovvero quelle coltivate in periodi relativamente più lontani, in corrispondenza delle quali il

processo di consolidamento dei riempimenti è stato relativamente più lungo, favorendo, verosimilmente, un maggior grado di addensamento rispetto ai riempimenti delle cave più "recenti" (Volta e Forni). Quest'area non ha mostrato effetti di amplificazione sismica bidimensionali. La seconda area è rappresentata dalle due discariche Forni e Volta, caratterizzate da valori di velocità delle onde S sensibilmente minori di quelli delle altre discariche, e da effetti 2D probabilmente legati a fenomeni di focalizzazione.

Per la prima area, alla progettazione esecutiva potrà essere sufficiente utilizzare i risultati dell'analisi di risposta sismica locale monodimensionale, in termini di spettro di risposta normalizzato, decidendo se utilizzare quello derivante dall'analisi che ha considerato il sottile strato di materiali fini posto in superficie (più conservativo) od il secondo. Per la seconda area, si consiglia l'utilizzo degli spettri di risposta normalizzati ottenuti dall'analisi 2D, anche in questo caso scegliendo se utilizzare quello maggiormente conservativo o l'altro, con le indicazioni riportate al capitolo 7.2 relative ai periodi propri degli edifici in progetto.

Per quanto riguarda lo **stato dell'area**, il comparto è interessato dalla presenza di vaste zone verdi, destinate all'attività agricole o alla fruizione pubblica e sono attualmente presenti diversi nuclei edificati, prevalentemente utilizzati a scopi residenziali; un'ampia zona del comparto è stata interessata dalla presenza di attività estrattive finalizzate all'escavazione di materiali inerti (ghiaie e sabbie) destinati alla commercializzazione.

Sia le aree di ex cava, che le aree interessate da insediamenti, definiscono **situazioni ambientali** potenzialmente a rischio per il suolo ed il sottosuolo; in realtà, la maggior parte delle zone edificate sono costituite da destinazioni di tipo residenziale, a cui non corrisponde un particolare rischio di contaminazione dei terreni e delle acque superficiali e sotterranee. Per quanto riguarda le attività produttive, viene segnalata solamente un'attività terziaria in posizione esterna al perimetro del Comparto ed un officina di sabbiatura metalli anticamente presente in adiacenza alla Cava Bertalia.

Le **attività estrattive** interne al Comparto sono invece tutte esaurite da più o meno tempo e si presentano con diversi aspetti morfologici e di destinazione; esse sono la cava Forni, la cava Volta, la cava Pigna 1, la cava Bertalia ed una cava posta in adiacenza di Via Agucchi (cava Agucchi). Se da un lato, in corrispondenza delle attività estrattive dismesse più recentemente (Cava Forni e Cava Volta), l'obbligo di utilizzo, nelle operazioni di tombamento, di materiali previsti nella convenzione estrattiva (Cava Volta), o di materiali ricompresi tra quelli previsti dalle N.T.A. del P.A.E. (Cava Forni), consentono di escludere un potenziale rischio di contaminazione o di ritenerlo comunque molto basso, per quanto riguarda le cave esaurite da maggior tempo le situazioni di potenziale rischio ambientale sono relative alla cava Bertalia, per la quale, nel corso delle indagini svolte nell'ambito del Piano di Caratterizzazione è stata verificata la presenza di contaminazione (principalmente da PCB e da PCE) all'interno del corpo di tombamento, escludendo però *"...la possibilità che il sito contribuisca alla contaminazione delle acque sotterranee..."*, alla porzione inferiore della cava Pigna 1 (profondità fino a -4m dal p.c.), mentre l'area interessata dalla ex Cava di Via Agucchi, è stata oggetto di un intervento di messa in sicurezza permanente, effettuato nell'ambito del progetto di bonifica complessivo del sito.

Per quanto concerne l'**interferenza delle aree di nuova edificazione con le aree di ex cava**, non è prevista alcuna edificazione in corrispondenza della ex **Cava Pigna 1** e perciò non si verificheranno interferenze con terreni eventualmente contaminati. In corrispondenza della

ex **Cava Volta** è prevista la costruzione di edifici residenziali con tipologia a torre; essi sono prevalentemente ubicati nelle zone dei franchi di rispetto, le quali non sono state interessate dalle attività di scavo e di tombamento. Non vi sono quindi interferenze particolari con terreni potenzialmente contaminati. Nella ex **cava Forni** è prevista la realizzazione di una rilevante quantità di edifici ad uso residenziale, terziario e pubblico. In considerazione dei controlli sulla qualità dei terreni di tombamento che saranno attuati in corso d'opera, si ritiene che non vi saranno problemi di compatibilità degli stessi con gli standard qualitativi dei terreni previsti per le destinazioni urbanistiche citate. In corrispondenza della ex **Cava Agucchi** non è prevista alcuna edificazione e perciò non ci saranno interferenze con terreni eventualmente contaminati. L'ultima interferenza tra gli edifici e le aree di cava è segnalata in corrispondenza della **cava Bertalia**, nella quale è prevista la realizzazione delle nuove strutture universitarie, caratterizzate dalla presenza di edifici aventi uno o due piani interrati. In questo caso si dovranno rispettare le prescrizioni contenute nell'Analisi di Rischio approvata dal Comune di Bologna con Delibera di Giunta n. 118, nella seduta del 27 maggio 2014 PG. n. 137627, precedentemente esplicitate, soprattutto relative alla matrice "acque sotterranee".

Per quanto riguarda gli **aspetti idrologici**, il comparto è attraversato dal tracciato del Canale della Ghisiliera che divide il comparto in due settori arealmente simili, scorrendo con direzione SSO-NNE in sub-aereo a partire da via del Lazzaretto fino a via Bertalia ed oltre; ad esso si allaccia il Canale Lama, che con direzione NO-SE borda il confine settentrionale di Cava Bertalia e del recente complesso della Scuola di Ingegneria e dell'Architettura. Tra le opere idrauliche di progetto è previsto l'interramento della Canaletta Lama nel suo tratto a cielo aperto, dal sifone presente sulla Via Terracini (in prossimità della nuova rotatoria) fino all'immissione diretta sul fianco dell'argine della Canaletta Ghisiliera. Il nuovo tracciato dell'interramento della canaletta Lama previsto dal Piano Particolareggiato era posizionato più a nord rispetto a quello attuale, in modo da rendere i lotti attualmente interessati dal passaggio della canaletta liberi da tale vincolo che limiterebbe significativamente, all'interno di essi, la materiale attuazione degli interventi edilizi privati; un ulteriore spostamento si è reso necessario per superare le interferenze con l'area destinata al People Mover.

La raccolta delle **acque meteoriche** del comparto Lazzaretto, in ragione delle dimensioni e della natura degli interventi previsti nel Piano nonché delle caratteristiche del territorio interessato, è stata prevista in due reti separate: una delle due reti raccoglierà le cosiddette "acque di prima pioggia" dalle superfici delle strade e dei parcheggi; tali acque saranno oggetto di un trattamento preliminare in quattro apposite vasche di prima pioggia (di diversa capacità) e solo dopo saranno inviate allo scarico, mentre l'altra rete raccoglierà le acque di origine meteorica provenienti dai coperti degli edifici (per la porzione che non verrà riutilizzata per usi compatibili) e dalle aree non soggette ad inquinamento, nonché le cosiddette acque "di seconda pioggia" da strade e parcheggi.

In conformità alle previsioni di Piano non sono previste vasche di laminazione che, in ragione della rilevante estensione del comparto, sarebbero risultate di notevole sviluppo superficiale e quindi poco opportune sotto il profilo ambientale ed avrebbero inoltre anche limitato in parte la potenzialità edificatoria; in luogo delle vasche è prevista la realizzazione di un nuovo canale di scarico di ampia sezione per le acque bianche e per quelle cosiddette di seconda pioggia da recapitare nel fiume Reno. A tal fine la sezione utile del canale è stata dimensionata in maniera tale da evitare la realizzazione di vasche di laminazione nel

comparto; la nuova condotta di scarico in Reno avrà una lunghezza di circa 1,5 km complessivi, dei quali circa 1 km al di fuori dell'area del comparto urbanistico.

Entrambe le suddette reti confluiranno quindi nella nuova condotta di scarico che conferirà le acque raccolte direttamente nel fiume Reno, contribuendo in tal modo alla corretta gestione delle acque meteoriche, che verranno restituite al sistema idrico superficiale, evitando di sovraccaricare il sistema fognario e il depuratore.

Al fine di perseguire misure di **risparmio idrico**, i progetti dei singoli interventi edilizi dovranno prevedere sistemi di captazione e accumulo delle acque meteoriche delle coperture ed il loro riutilizzo, attraverso una rete appositamente dedicata, per usi compatibili e comunque non potabili (alimentazione cassette di scarico WC, irrigazione aree verdi, ecc..).

La presenza di nuovi insediamenti determina, dal punto di vista idrogeologico, la possibilità di perdite e rotture delle **reti fognanti**, così come avviene in tutte le altre parti della città di Bologna, nell'area il bersaglio più sensibile è rappresentato dai pozzi idropotabili del campo di sollevamento del Tiro a Segno, dove sono attivi 12 pozzi collocati in senso sud-nord, su doppia fila, alla distanza di circa 100 metri l'uno dall'altro.

Sono pertanto stati valutati i tempi complessivi di arrivo alle camicie dei pozzi da parte di un eventuale fluido inquinante idroportato, proveniente dagli acquiferi della zona.

Le valutazioni eseguite hanno evidenziato che per le zone di ex cava la valutazione dei tempi di arrivo è sempre inferiore ai 300 giorni fino alla linea dei 500 giorni e che le cave dismesse poste ad oriente della isocrona dei 500 giorni hanno tempi di arrivo sempre superiori ad un anno.

ALLEGATI

- Rapporti dei rilievi di traffico
- Rapporti dei rilievi fonometrici certificati;
- Caratteristiche tecniche della catena di misura certificazione del fonometro;
- Flussi di traffico ferroviario da studio RFI per l'Alta Velocità
- Livelli acustici calcolati sui ricettori

Rapporti dei rilievi di traffico

Comune:

Bologna

Asse:

Via Terracini

Punto di rilevazione:

Tra via Sabena e via Manzi

Postazione:

T1

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

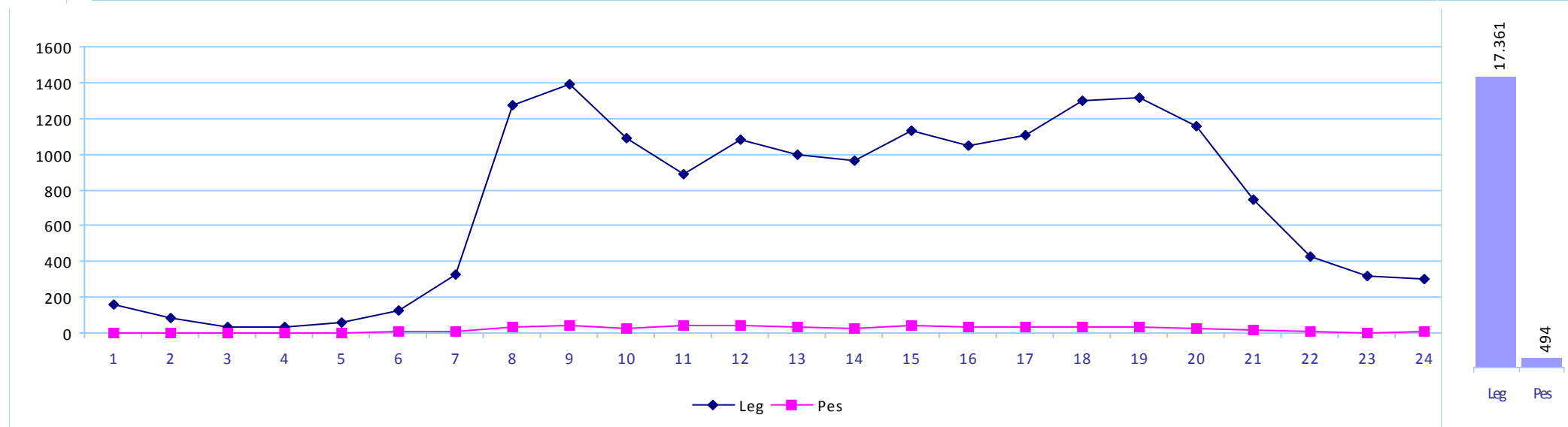
Mese: Ottobre

Giorno medio

Direzione: N

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	156	83	33	31	57	110	310	1.224	1.348	1.051	857	1.043	960	937	1.076	1.001	1.064	1.254	1.267	1.101	719	414	308	292			
Comm Leg	4	3	2	1	5	14	17	46	45	41	32	37	33	28	55	42	44	46	47	55	28	14	14	12			
Leg	160	86	35	32	62	124	327	1.270	1.393	1.092	889	1.080	993	965	1.131	1.043	1.108	1.300	1.314	1.156	747	428	322	304	17.361	723	97,2
Comm Pes	4	0	3	2	4	6	8	36	38	26	38	44	35	28	43	30	30	32	30	22	18	7	4	6			
Pes	4	0	3	2	4	6	8	36	38	26	38	44	35	28	43	30	30	32	30	22	18	7	4	6	494	21	2,8
Totale	164	86	38	34	66	130	335	1.306	1.431	1.118	927	1.124	1.028	993	1.174	1.073	1.138	1.332	1.344	1.178	765	435	326	310	17.855	744	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Terracini

Punto di rilevazione:

Tra via Sabena e via Manzi

Postazione:

T1

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

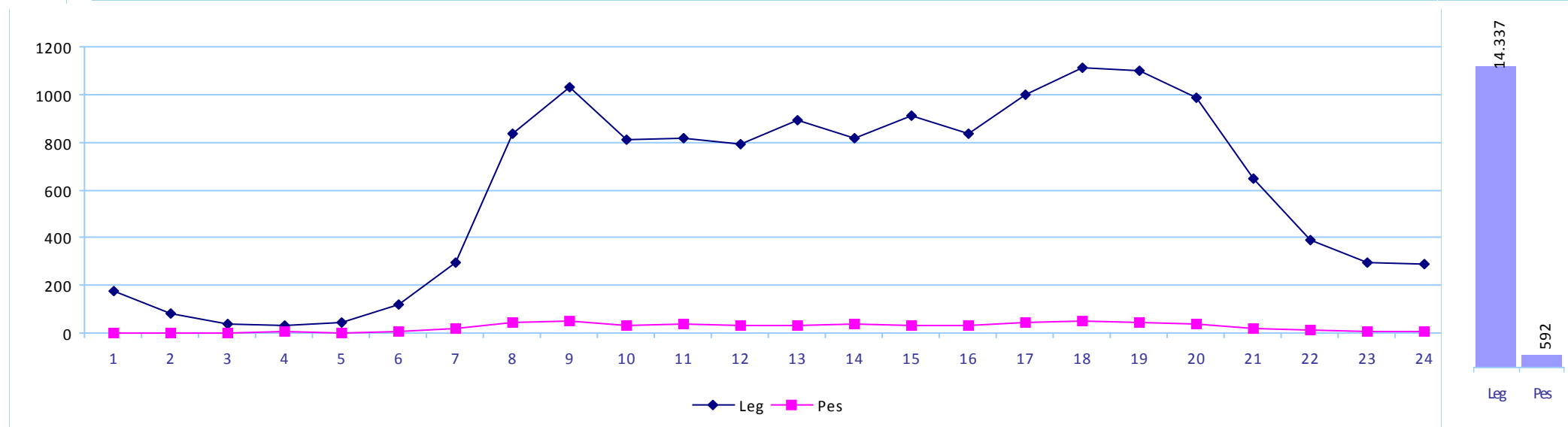
Mese: Ottobre

Giorno medio

Direzione: S

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	162	80	35	28	37	108	272	780	959	753	769	734	838	769	845	790	937	1.032	1.032	926	610	365	279	274			
Comm Leg	13	4	4	2	5	9	21	54	70	58	50	58	54	46	67	47	64	80	67	58	39	22	16	15			
Leg	175	84	39	30	42	117	293	834	1.029	811	819	792	892	815	912	837	1.001	1.112	1.099	984	649	387	295	289	14.337	597	96,0
Comm Pes	2	2	2	4	2	9	16	46	50	34	36	33	34	40	32	33	44	49	42	40	19	10	7	6			
Pes	2	2	2	4	2	9	16	46	50	34	36	33	34	40	32	33	44	49	42	40	19	10	7	6	592	25	4,0
Totale	177	86	41	34	44	126	309	880	1.079	845	855	825	926	855	944	870	1.045	1.161	1.141	1.024	668	397	302	295	14.929	622	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Terracini

Punto di rilevazione:

Tra via Sabena e via Manzi

Postazione:

T1

FLUSSI VEICOLARI

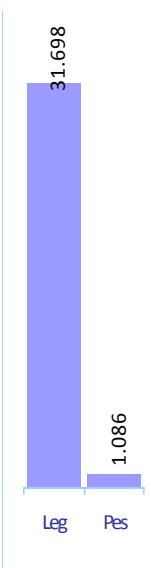
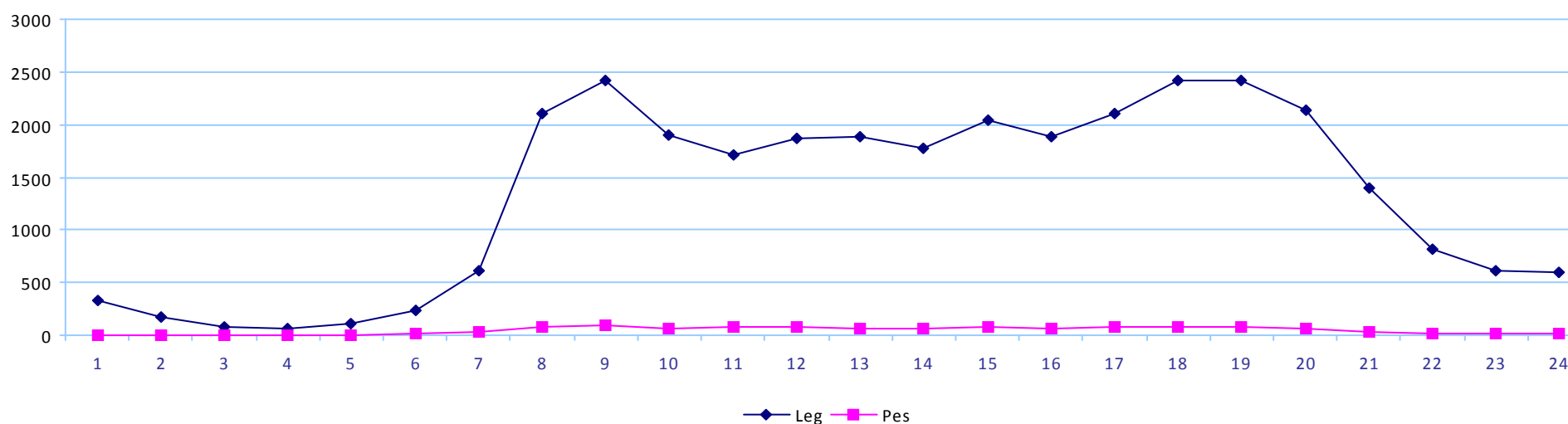
Anno: 2014

Mese: Ottobre

Giorno medio

Due Direzioni

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	318	163	68	59	94	218	582	2.004	2.307	1.804	1.626	1.777	1.798	1.706	1.921	1.791	2.001	2.286	2.299	2.027	1.329	779	587	566	30.110	1.255	
Comm Leg	17	7	6	3	10	23	38	100	115	99	82	95	87	74	122	89	108	126	114	113	67	36	30	27	1.588	66	
Leg	335	170	74	62	104	241	620	2.104	2.422	1.903	1.708	1.872	1.885	1.780	2.043	1.880	2.109	2.412	2.413	2.140	1.396	815	617	593	31.698	1.321	96,7
Comm Pes	6	2	5	6	6	15	24	82	88	60	74	77	69	68	75	63	74	81	72	62	37	17	11	12	1.086	45	
Pes	6	2	5	6	6	15	24	82	88	60	74	77	69	68	75	63	74	81	72	62	37	17	11	12	1.086	45	3,3
Totale	341	172	79	68	110	256	644	2.186	2.510	1.963	1.782	1.949	1.954	1.848	2.118	1.943	2.183	2.493	2.485	2.202	1.433	832	628	605	32.784	1.366	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Terracini

Punto di rilevazione:

tra via Zanardi e via Manzi

Postazione:

T2

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

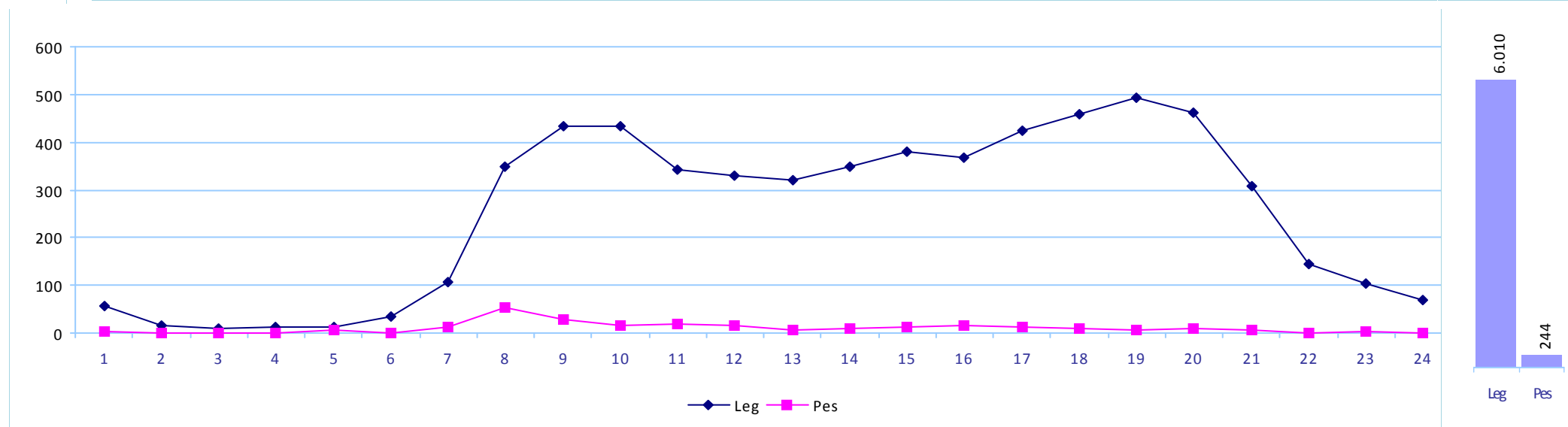
Mese: Ottobre

Giorno medio

Direzione: N

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	51	17	10	10	11	32	100	319	396	395	311	307	288	328	357	343	395	417	461	429	286	137	102	68			
Comm Leg	4	0	0	1	1	4	6	30	38	37	30	23	31	20	22	23	29	42	32	34	21	8	2	2			
Leg	55	17	10	11	12	36	106	349	434	432	341	330	319	348	379	366	424	459	493	463	307	145	104	70	6.010	250	96,1
Comm Pes	2	0	1	1	5	0	13	54	29	15	19	16	6	10	13	16	12	9	5	9	5	0	3	1			
Pes	2	0	1	1	5	0	13	54	29	15	19	16	6	10	13	16	12	9	5	9	5	0	3	1	244	10	3,9
Totale	57	17	11	12	17	36	119	403	463	447	360	346	325	358	392	382	436	468	498	472	312	145	107	71	6.254	261	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Terracini

Punto di rilevazione:

tra via Zanardi e via Manzi

Postazione:

T2

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

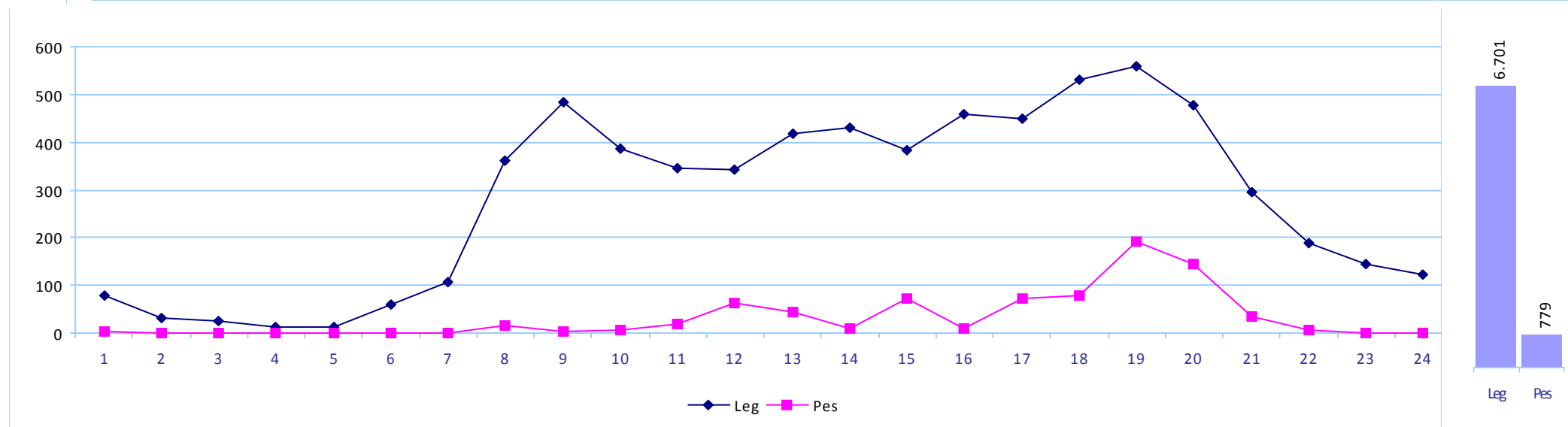
Mese: Ottobre

Giorno medio

Direzione: S

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	79	32	24	13	14	59	106	344	478	384	321	320	371	423	333	451	421	513	486	395	259	186	138	120			
Comm Leg	0	0	0	1	0	0	1	16	5	3	26	21	48	7	50	9	28	18	73	81	35	2	6	1			
Leg	79	32	24	14	14	59	107	360	483	387	347	341	419	430	383	460	449	531	559	476	294	188	144	121	6.701	279	89,6
Comm Pes	3	0	0	0	0	0	0	17	4	7	19	62	45	9	73	10	73	80	191	145	35	5	1	0			
Pes	3	0	0	0	0	0	0	17	4	7	19	62	45	9	73	10	73	80	191	145	35	5	1	0	779	32	10,4
Totale	82	32	24	14	14	59	107	377	487	394	366	403	464	439	456	470	522	611	750	621	329	193	145	121	7.480	312	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Terracini

Punto di rilevazione:

tra via Zanardi e via Manzi

Postazione:

T2

FLUSSI VEICOLARI

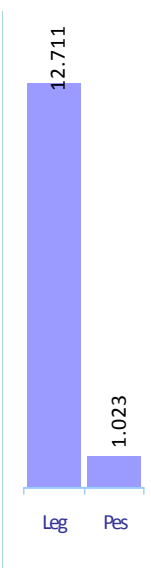
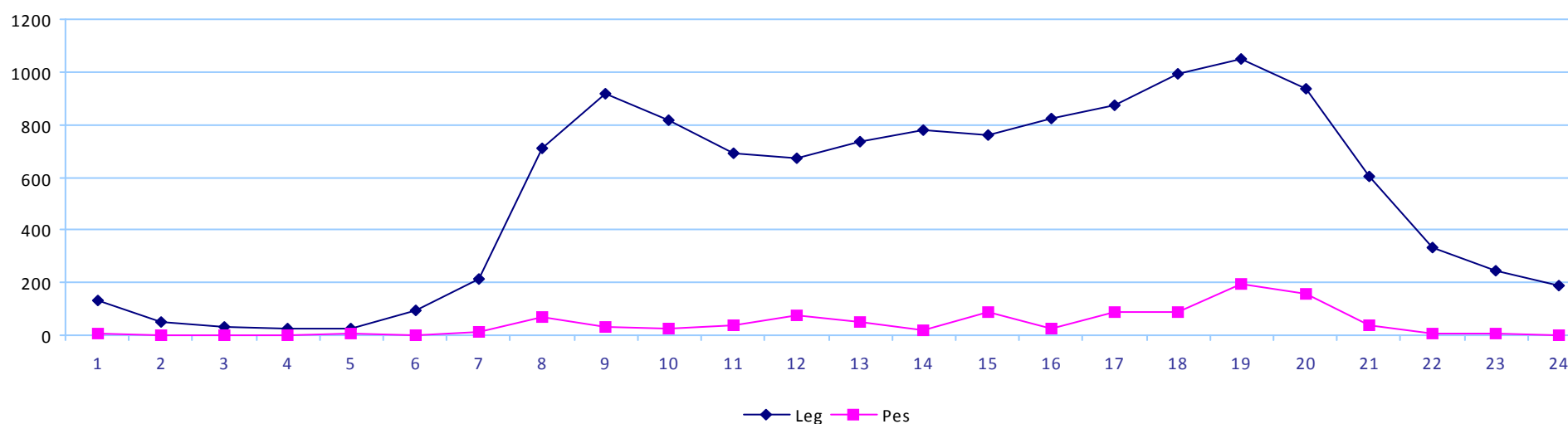
Anno: 2014

Mese: Ottobre

Giorno medio

Due Direzioni

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	130	49	34	23	25	91	206	663	874	779	632	627	659	751	690	794	816	930	947	824	545	323	240	188	11.840	493	
Comm Leg	4	0	0	2	1	4	7	46	43	40	56	44	79	27	72	32	57	60	105	115	56	10	8	3	871	36	
Leg	134	49	34	25	26	95	213	709	917	819	688	671	738	778	762	826	873	990	1.052	939	601	333	248	191	12.711	530	92,6
Comm Pes	5	0	1	1	5	0	13	71	33	22	38	78	51	19	86	26	85	89	196	154	40	5	4	1	1.023	43	
Pes	5	0	1	1	5	0	13	71	33	22	38	78	51	19	86	26	85	89	196	154	40	5	4	1	1.023	43	7,4
Totale	139	49	35	26	31	95	226	780	950	841	726	749	789	797	848	852	958	1.079	1.248	1.093	641	338	252	192	13.734	572	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Manzi

Punto di rilevazione:

tra via Terracini e via Zanardi

Postazione:

T3

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

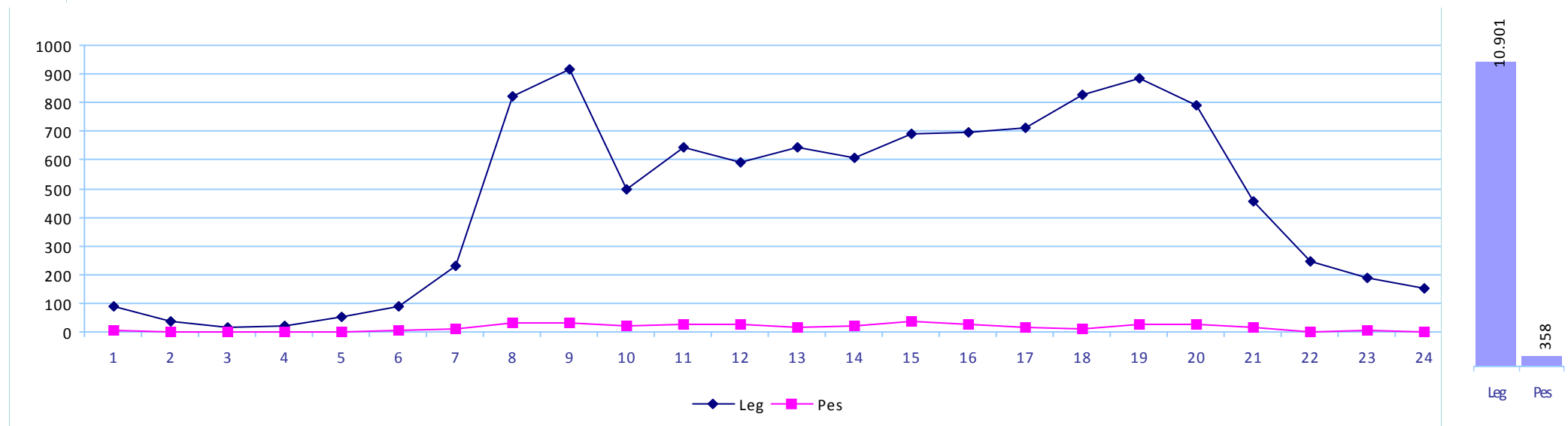
Mese: Ottobre

Giorno medio

Direzione: E

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	84	35	15	21	45	82	218	795	891	458	611	566	613	578	667	649	677	783	851	762	444	242	184	145			
Comm Leg	7	2	1	0	5	6	12	27	26	39	35	26	29	27	25	45	35	44	34	31	13	6	4	6			
Leg	91	37	16	21	50	88	230	822	917	497	646	592	642	605	692	694	712	827	885	793	457	248	188	151	10.901	454	96,8
Comm Pes	3	0	1	1	2	5	13	30	33	20	24	27	16	21	36	28	16	10	25	24	14	2	6	1			
Pes	3	0	1	1	2	5	13	30	33	20	24	27	16	21	36	28	16	10	25	24	14	2	6	1	358	15	3,2
Totale	94	37	17	22	52	93	243	852	950	517	670	619	658	626	728	722	728	837	910	817	471	250	194	152	11.259	469	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Manzi

Punto di rilevazione:

tra via Terracini e via Zanardi

Postazione:

T3

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

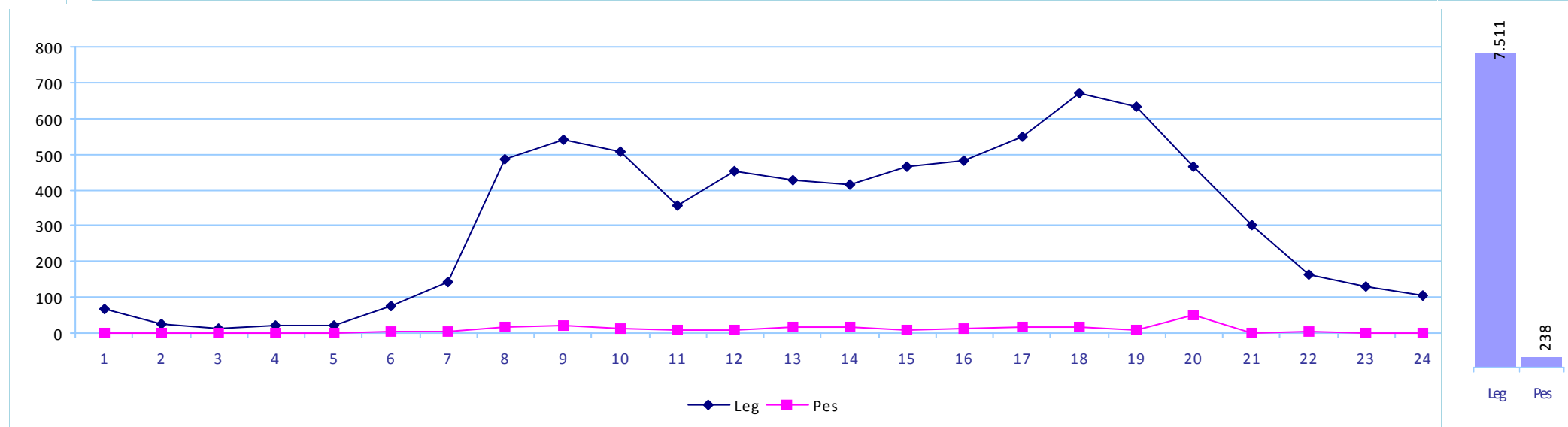
Mese: Ottobre

Giorno medio

Direzione: W

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	68	26	13	19	21	67	135	471	515	475	340	425	408	399	449	470	531	637	606	441	293	160	127	103			
Comm Leg	0	1	1	0	1	10	6	16	24	30	17	27	20	15	18	13	19	32	25	24	9	2	2	0			
Leg	68	27	14	19	22	77	141	487	539	505	357	452	428	414	467	483	550	669	631	465	302	162	129	103	7.511	313	96,9
Comm Pes	1	0	1	1	2	3	4	16	23	11	10	10	15	18	9	14	18	17	8	49	2	3	1	2			
Pes	1	0	1	1	2	3	4	16	23	11	10	10	15	18	9	14	18	17	8	49	2	3	1	2	238	10	3,1
Totale	69	27	15	20	24	80	145	503	562	516	367	462	443	432	476	497	568	686	639	514	304	165	130	105	7.749	323	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Manzi

Punto di rilevazione:

tra via Terracini e via Zanardi

Postazione:

T3

FLUSSI VEICOLARI

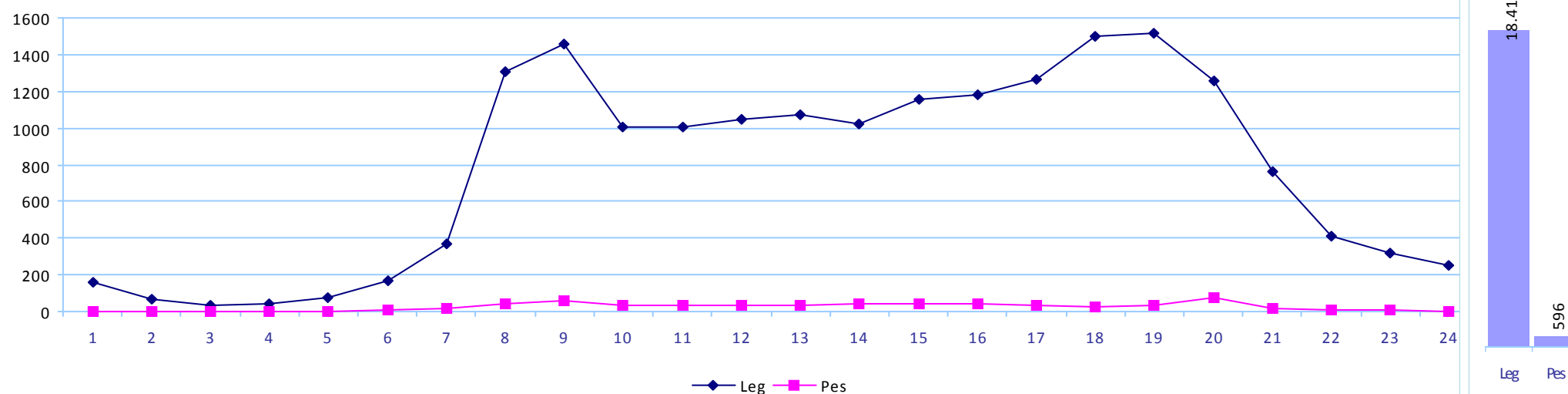
Anno: 2014

Mese: Ottobre

Giorno medio

Due Direzioni

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	152	61	28	40	66	149	353	1.266	1.406	933	951	991	1.021	977	1.116	1.119	1.208	1.420	1.457	1.203	737	402	311	248	17.615	734	
Comm Leg	7	3	2	0	6	16	18	43	50	69	52	53	49	42	43	58	54	76	59	55	22	8	6	6	797	33	
Leg	159	64	30	40	72	165	371	1.309	1.456	1.002	1.003	1.044	1.070	1.019	1.159	1.177	1.262	1.496	1.516	1.258	759	410	317	254	18.412	767	96,9
Comm Pes	4	0	2	2	4	8	17	46	56	31	34	37	31	39	45	42	34	27	33	73	16	5	7	3	596	25	
Pes	4	0	2	2	4	8	17	46	56	31	34	37	31	39	45	42	34	27	33	73	16	5	7	3	596	25	3,1
Totale	163	64	32	42	76	173	388	1.355	1.512	1.033	1.037	1.081	1.101	1.058	1.204	1.219	1.296	1.523	1.549	1.331	775	415	324	257	19.008	792	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Vittorio Sabena

Punto di rilevazione:

Circa 100 m dalla rotatoria con Terra

Postazione:

T4

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

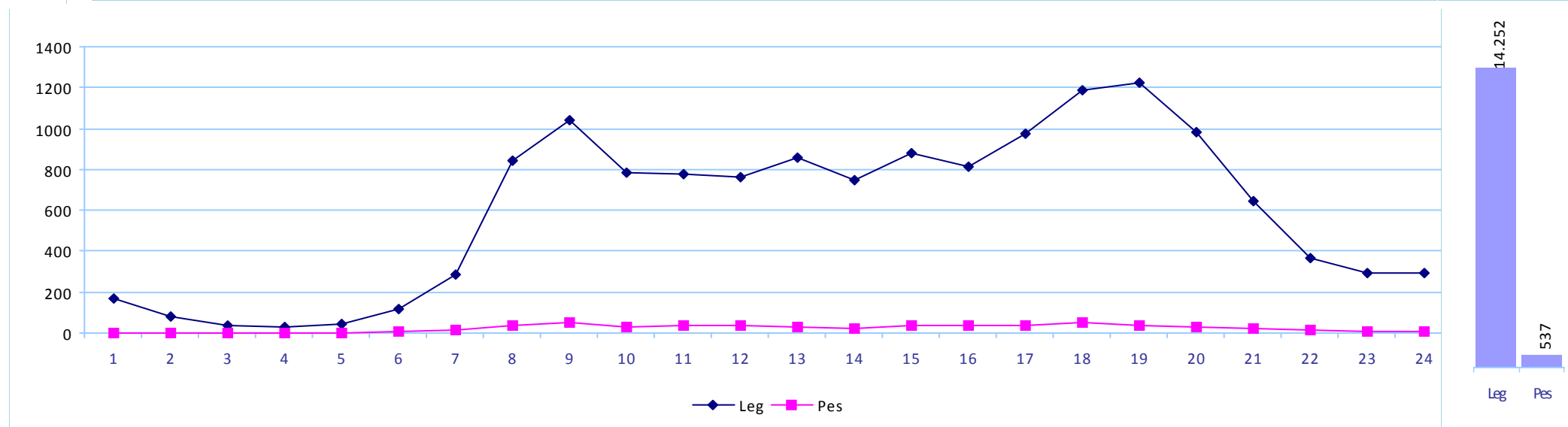
Mese: Ottobre

Giorno medio

Direzione: NW

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	168	82	37	28	36	110	276	816	1.010	754	752	741	830	719	843	780	947	1.152	1.199	958	626	362	283	287			
Comm Leg	2	2	2	2	5	6	9	30	33	30	26	22	30	27	35	34	31	36	26	26	18	8	10	6			
Leg	170	84	39	30	41	116	285	846	1.043	784	778	763	860	746	878	814	978	1.188	1.225	984	644	370	293	293	14.252	594	96,4
Comm Pes	1	0	0	2	0	4	14	38	51	32	33	33	32	23	39	34	40	51	38	31	20	12	5	4			
Pes	1	0	0	2	0	4	14	38	51	32	33	33	32	23	39	34	40	51	38	31	20	12	5	4	537	22	3,6
Totale	171	84	39	32	41	120	299	884	1.094	816	811	796	892	769	917	848	1.018	1.239	1.263	1.015	664	382	298	297	14.789	616	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Vittorio Sabena

Punto di rilevazione:

Circa 100 m dalla rotatoria con Terra

Postazione:

T4

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

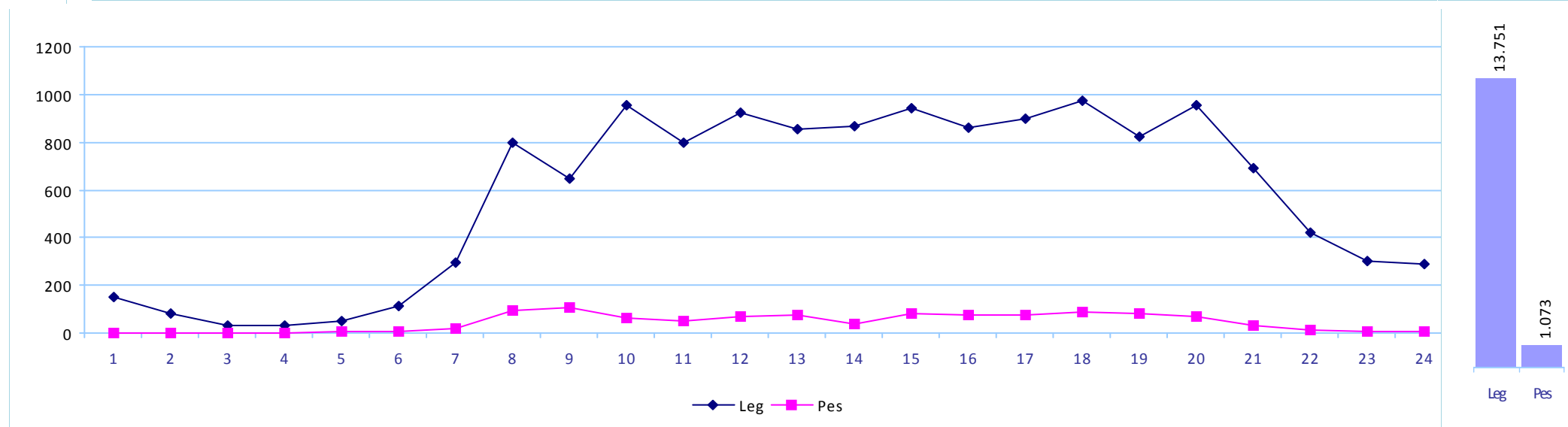
Mese: Ottobre

Giorno medio

Direzione: SE

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	141	69	30	28	42	100	265	698	556	862	698	817	762	778	848	764	794	862	736	884	636	386	274	269			
Comm Leg	12	10	4	4	8	12	30	99	88	90	99	106	94	92	94	99	104	112	86	73	56	32	26	22			
Leg	153	79	34	32	50	112	295	797	644	952	797	923	856	870	942	863	898	974	822	957	692	418	300	291	13.751	573	92,8
Comm Pes	3	3	2	1	4	9	20	94	104	65	53	69	76	39	80	78	78	91	82	70	34	10	4	4			
Pes	3	3	2	1	4	9	20	94	104	65	53	69	76	39	80	78	78	91	82	70	34	10	4	4	1.073	45	7,2
Totale	156	82	36	33	54	121	315	891	748	1.017	850	992	932	909	1.022	941	976	1.065	904	1.027	726	428	304	295	14.824	618	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Vittorio Sabena

Punto di rilevazione:

Circa 100 m dalla rotatoria con Terra

Postazione:

T4

FLUSSI VEICOLARI

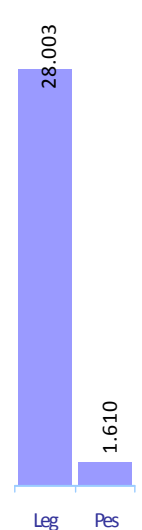
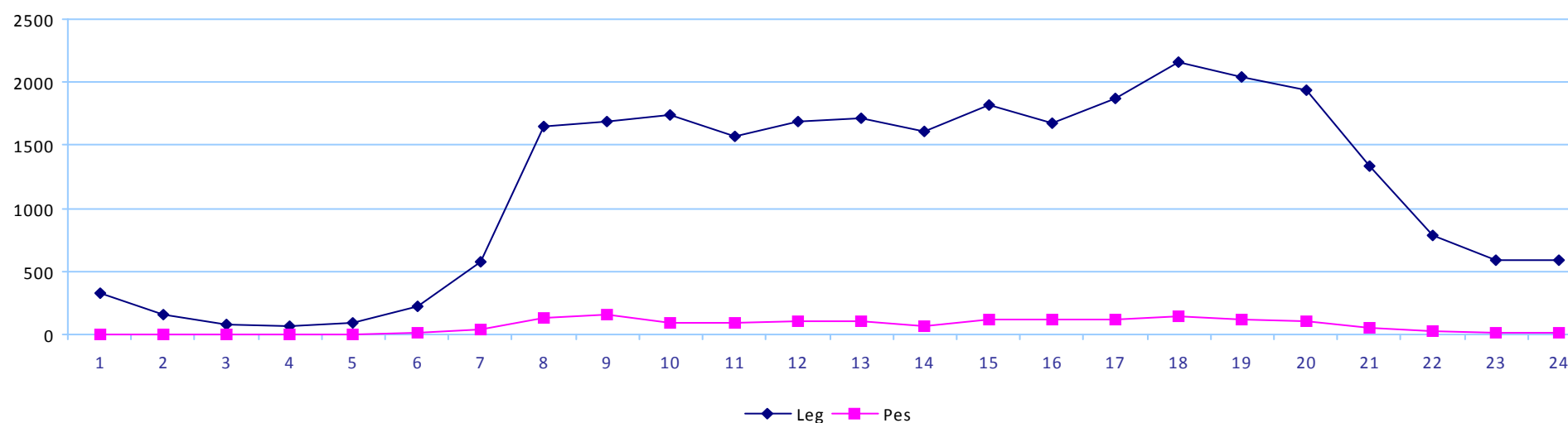
Anno: 2014

Mese: Ottobre

Giorno medio

Due Direzioni

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	309	151	67	56	78	210	541	1.514	1.566	1.616	1.450	1.558	1.592	1.497	1.691	1.544	1.741	2.014	1.935	1.842	1.262	748	557	556	26.095	1.087	
Comm Leg	14	12	6	6	13	18	39	129	121	120	125	128	124	119	129	133	135	148	112	99	74	40	36	28	1.908	80	
Leg	323	163	73	62	91	228	580	1.643	1.687	1.736	1.575	1.686	1.716	1.616	1.820	1.677	1.876	2.162	2.047	1.941	1.336	788	593	584	28.003	1.167	94,6
Comm Pes	4	3	2	3	4	13	34	132	155	97	86	102	108	62	119	112	118	142	120	101	54	22	9	8	1.610	67	
Pes	4	3	2	3	4	13	34	132	155	97	86	102	108	62	119	112	118	142	120	101	54	22	9	8	1.610	67	5,4
Totale	327	166	75	65	95	241	614	1.775	1.842	1.833	1.661	1.788	1.824	1.678	1.939	1.789	1.994	2.304	2.167	2.042	1.390	810	602	592	29.613	1.234	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Agucchi

Punto di rilevazione:

Circa 150 m a est della rotatoria

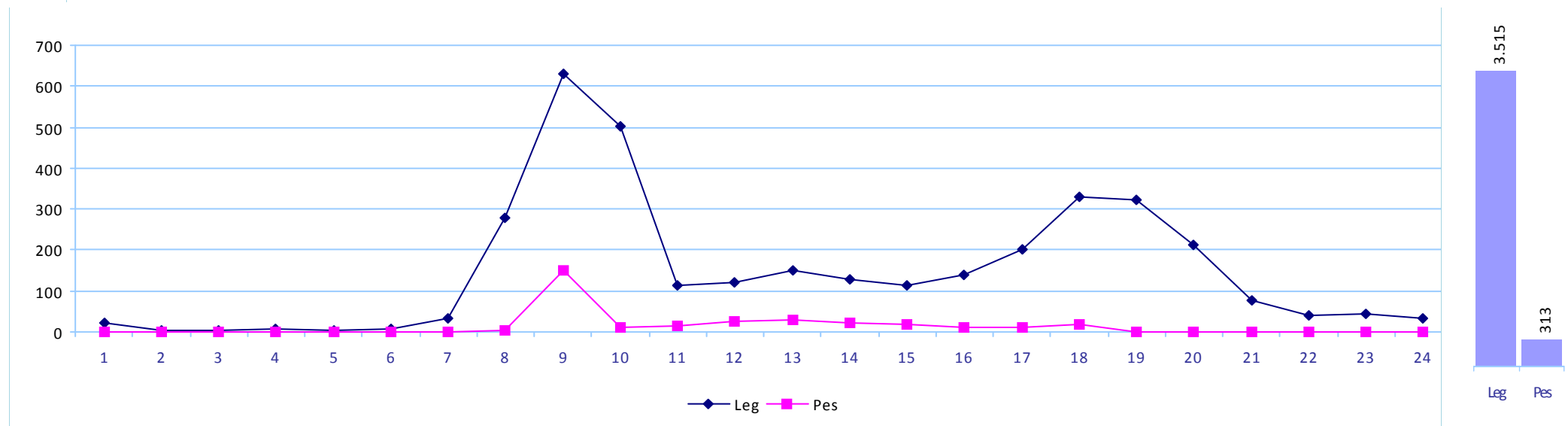
Postazione:

T5**FLUSSI VEICOLARI**Anno: **2014**Mese: **Settembre**

Giorno medio

Direzione: **E**N. corsie: **1**

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	23	3	2	7	5	6	32	277	577	500	95	101	107	105	95	137	187	304	320	213	76	38	44	33			
Comm Leg	0	0	0	0	0	2	0	0	54	1	20	20	42	22	20	3	14	26	1	1	0	1	0	1			
Leg	23	3	2	7	5	8	32	277	631	501	115	121	149	127	115	140	201	330	321	214	76	39	44	34	3.515	146	91,8
Comm Pes	0	0	0	0	0	0	1	4	149	10	16	24	29	21	17	11	12	18	0	1	0	0	0	0			
Pes	0	0	0	0	0	0	1	4	149	10	16	24	29	21	17	11	12	18	0	1	0	0	0	0	313	13	8,2
Totale	23	3	2	7	5	8	33	281	780	511	131	145	178	148	132	151	213	348	321	215	76	39	44	34	3.828	160	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Agucchi

Punto di rilevazione:

Circa 150 m a est della rotatoria

Postazione:

T5

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

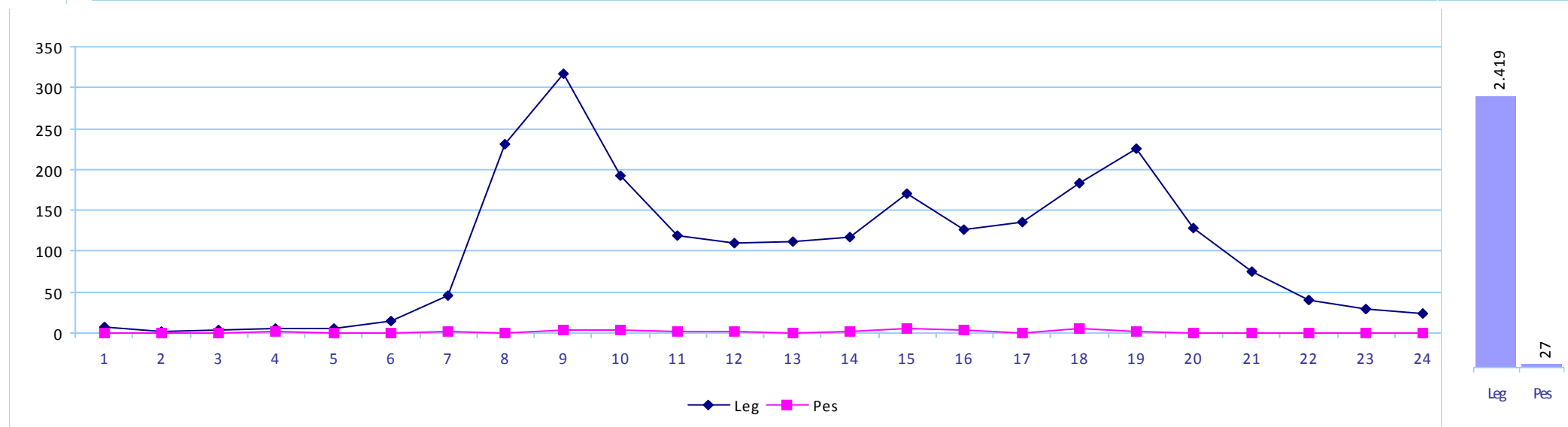
Mese: Settembre

Giorno medio

Direzione: W

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	6	1	2	5	4	12	43	220	304	179	115	105	108	112	164	121	129	175	215	124	72	39	29	24			
Comm Leg	2	0	1	0	1	2	2	11	13	13	4	5	3	5	7	5	7	9	11	5	4	1	0	0			
Leg	8	1	3	5	5	14	45	231	317	192	119	110	111	117	171	126	136	184	226	129	76	40	29	24	2.419	101	98,9
Comm Pes	0	0	0	1	0	0	1	0	3	4	2	1	0	1	5	3	0	5	1	0	0	0	0	0			
Pes	0	0	0	1	0	0	1	0	3	4	2	1	0	1	5	3	0	5	1	0	0	0	0	0	27	1	1,1
Totale	8	1	3	6	5	14	46	231	320	196	121	111	111	118	176	129	136	189	227	129	76	40	29	24	2.446	102	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Agucchi

Punto di rilevazione:

Circa 150 m a est della rotatoria

Postazione:

T5

FLUSSI VEICOLARI

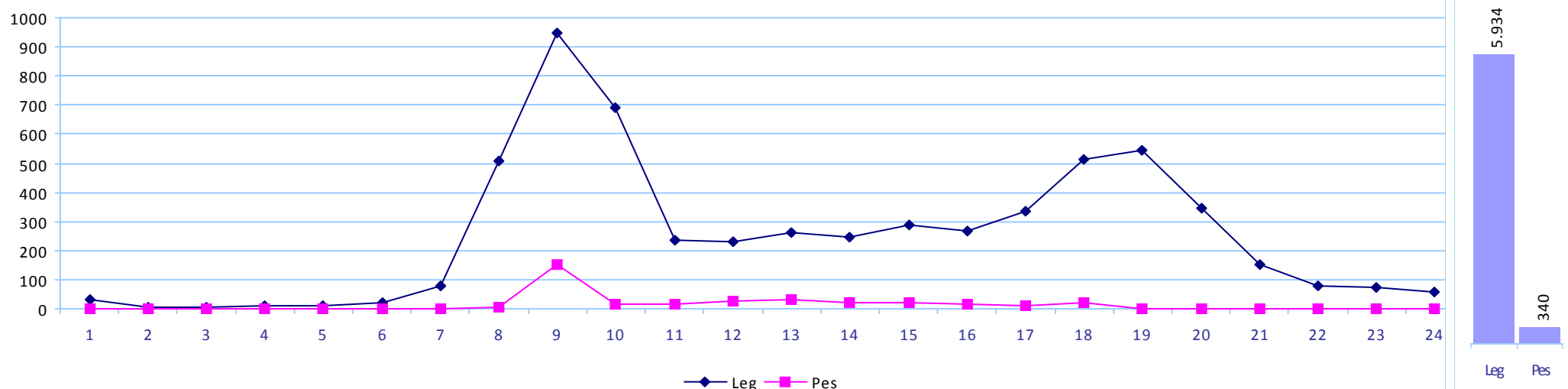
Anno: 2014

Mese: Settembre

Giorno medio

Due Direzioni

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	29	4	4	12	9	18	75	497	881	679	210	206	215	217	259	258	316	479	535	337	148	77	73	57	5.595	233	
Comm Leg	2	0	1	0	1	4	2	11	67	14	24	25	45	27	27	8	21	35	12	6	4	2	0	1	339	14	
Leg	31	4	5	12	10	22	77	508	948	693	234	231	260	244	286	266	337	514	547	343	152	79	73	58	5.934	247	94,6
Comm Pes	0	0	0	1	0	0	2	4	152	14	18	25	29	22	22	14	12	23	1	1	0	0	0	0	340	14	
Pes	0	0	0	1	0	0	2	4	152	14	18	25	29	22	22	14	12	23	1	1	0	0	0	0	340	14	5,4
Totale	31	4	5	13	10	22	79	512	1.100	707	252	256	289	266	308	280	349	537	548	344	152	79	73	58	6.274	261	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Dalla Volta

Punto di rilevazione:

Circa 70 m a ovest della rotatoria co

Postazione:

T6

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

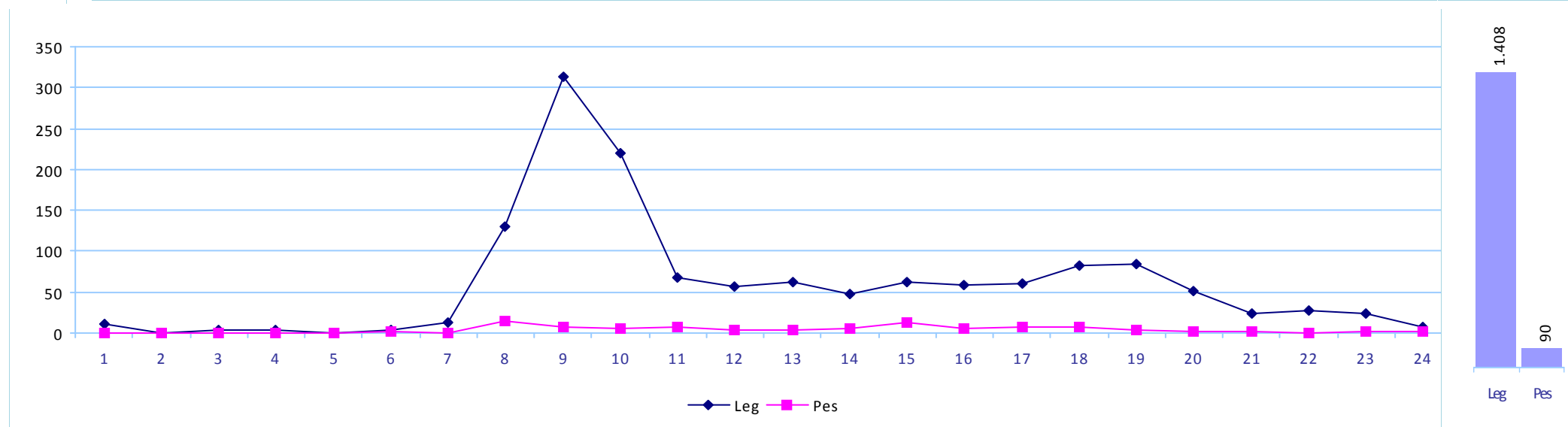
Mese: Settembre

Giorno medio

Direzione: E

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	11	0	3	3	0	2	10	125	300	208	62	50	56	42	59	55	55	78	82	49	22	26	23	6			
Comm Leg	0	0	0	0	0	2	3	5	13	11	5	7	6	5	3	4	5	5	2	2	1	1	0	1			
Leg	11	0	3	3	0	4	13	130	313	219	67	57	62	47	62	59	60	83	84	51	23	27	23	7	1.408	59	94,0
Comm Pes	0	0	0	0	0	1	0	14	7	6	7	4	4	6	12	5	7	7	4	2	2	0	1	1			
Pes	0	0	0	0	0	1	0	14	7	6	7	4	4	6	12	5	7	7	4	2	2	0	1	1	90	4	6,0
Totale	11	0	3	3	0	5	13	144	320	225	74	61	66	53	74	64	67	90	88	53	25	27	24	8	1.498	62	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Dalla Volta

Punto di rilevazione:

Circa 70 m a ovest della rotatoria co

Postazione:

T6

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

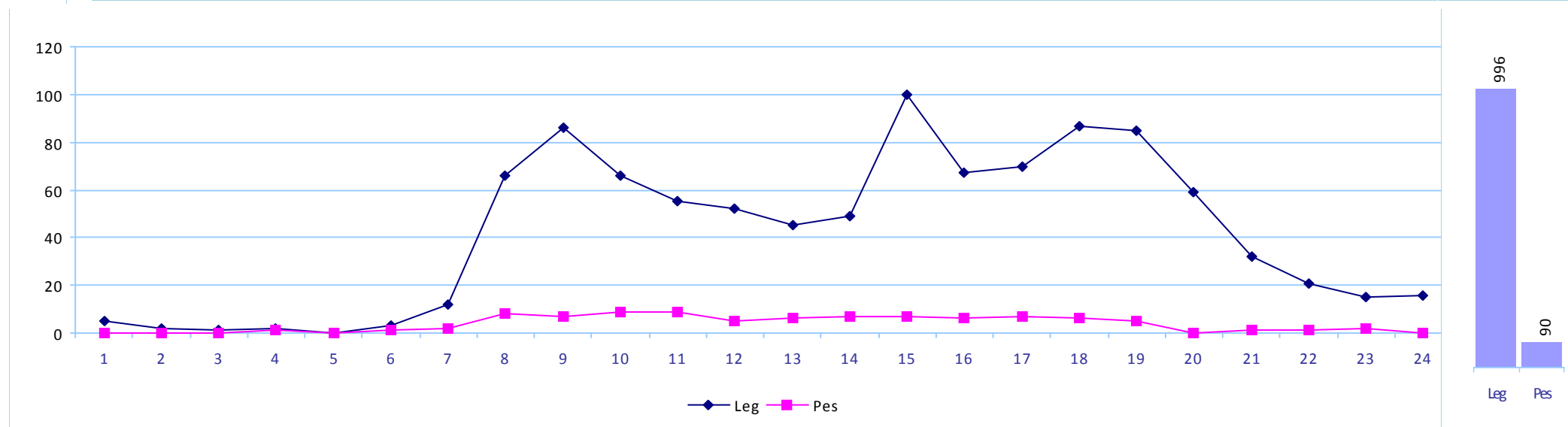
Mese: Settembre

Giorno medio

Direzione: W

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	5	2	1	2	0	3	12	66	85	62	51	47	41	45	98	66	69	79	85	58	32	19	15	16			
Comm Leg	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	5	4	4	2	1	1	8	0	1	0	2	0	0			
Leg	5	2	1	2	0	3	12	66	86	66	55	52	45	49	100	67	70	87	85	59	32	21	15	16	996	42	91,7
Comm Pes	0	0	0	1	0	1	2	8	7	9	9	5	6	7	7	6	7	6	5	0	1	1	2	0			
Pes	0	0	0	1	0	1	2	8	7	9	9	5	6	7	7	6	7	6	5	0	1	1	2	0	90	4	8,3
Totale	5	2	1	3	0	4	14	74	93	75	64	57	51	56	107	73	77	93	90	59	33	22	17	16	1.086	45	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Dalla Volta

Punto di rilevazione:

Circa 70 m a ovest della rotatoria co

Postazione:

T6

FLUSSI VEICOLARI

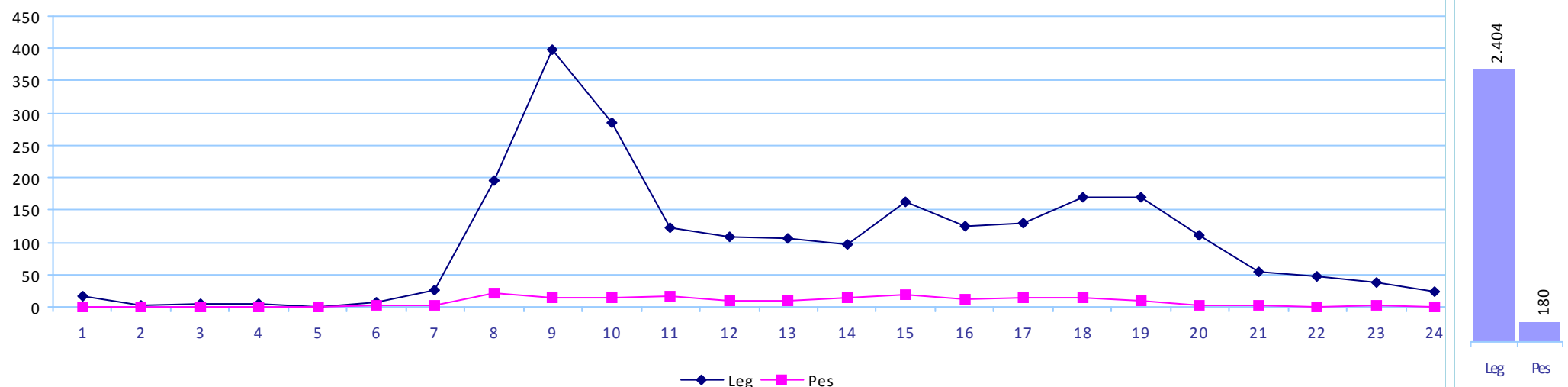
Anno: 2014

Mese: Settembre

Giorno medio

Due Direzioni

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	16	2	4	5	0	5	22	191	385	270	113	97	97	87	157	121	124	157	167	107	54	45	38	22	2.286	95	
Comm Leg	0	0	0	0	0	2	3	5	14	15	9	12	10	9	5	5	6	13	2	3	1	3	0	1	118	5	
Leg	16	2	4	5	0	7	25	196	399	285	122	109	107	96	162	126	130	170	169	110	55	48	38	23	2.404	100	93,0
Comm Pes	0	0	0	1	0	2	2	22	14	15	16	9	10	13	19	11	14	13	9	2	3	1	3	1	180	8	
Pes	0	0	0	1	0	2	2	22	14	15	16	9	10	13	19	11	14	13	9	2	3	1	3	1	180	8	7,0
Totale	16	2	4	6	0	9	27	218	413	300	138	118	117	109	181	137	144	183	178	112	58	49	41	24	2.584	108	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Agucchi

Punto di rilevazione:

Ciarca 300 m a nord dalla rotatoria

Postazione:

T7

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

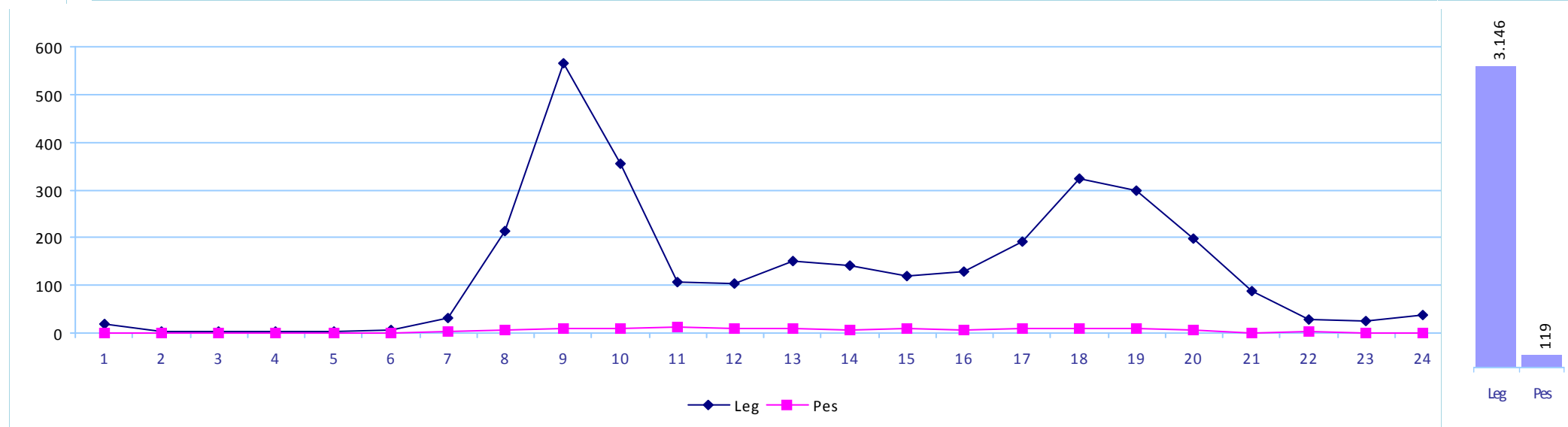
Mese: Settembre

Giorno medio

Direzione: N

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	17	4	2	4	2	5	29	204	554	347	101	102	143	139	114	124	188	316	294	188	85	29	25	35			
Comm Leg	2	0	0	0	0	0	1	9	11	9	5	2	8	2	5	6	5	8	6	11	2	0	0	3			
Leg	19	4	2	4	2	5	30	213	565	356	106	104	151	141	119	130	193	324	300	199	87	29	25	38	3.146	131	96,4
Comm Pes	0	0	0	0	0	0	4	7	9	10	13	9	9	6	9	7	9	8	9	5	1	2	1	1			
Pes	0	0	0	0	0	0	4	7	9	10	13	9	9	6	9	7	9	8	9	5	1	2	1	1	119	5	3,6
Totale	19	4	2	4	2	5	34	220	574	366	119	113	160	147	128	137	202	332	309	204	88	31	26	39	3.265	136	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Agucchi

Punto di rilevazione:

Circa 300 m a nord dalla rotatoria

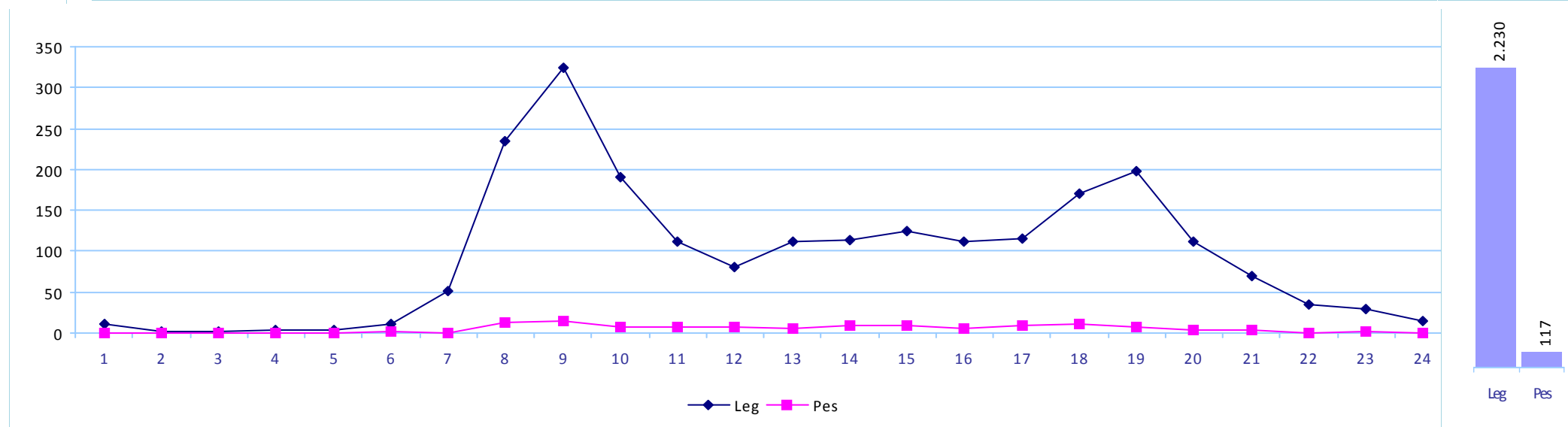
Postazione:

T7**FLUSSI VEICOLARI**Anno: **2014**Mese: **Settembre**

Giorno medio

Direzione: **S**N. corsie: **1**

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	10	1	1	3	4	11	42	222	300	172	103	74	100	105	115	101	110	152	186	108	67	35	27	14			
Comm Leg	1	1	0	0	0	0	9	13	25	18	9	7	11	8	9	11	5	19	12	3	3	0	2	1			
Leg	11	2	1	3	4	11	51	235	325	190	112	81	111	113	124	112	115	171	198	111	70	35	29	15	2.230	93	95,0
Comm Pes	0	0	0	0	0	1	0	12	14	8	8	8	5	10	9	5	10	11	8	3	3	0	2	0			
Pes	0	0	0	0	0	1	0	12	14	8	8	8	5	10	9	5	10	11	8	3	3	0	2	0	117	5	5,0
Totale	11	2	1	3	4	12	51	247	339	198	120	89	116	123	133	117	125	182	206	114	73	35	31	15	2.347	98	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Agucchi

Punto di rilevazione:

Ciarca 300 m a nord dalla rotatoria

Postazione:

T7

FLUSSI VEICOLARI

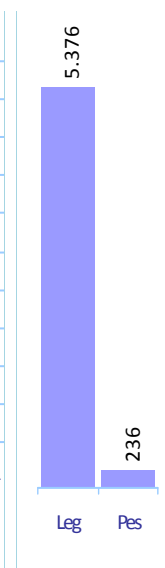
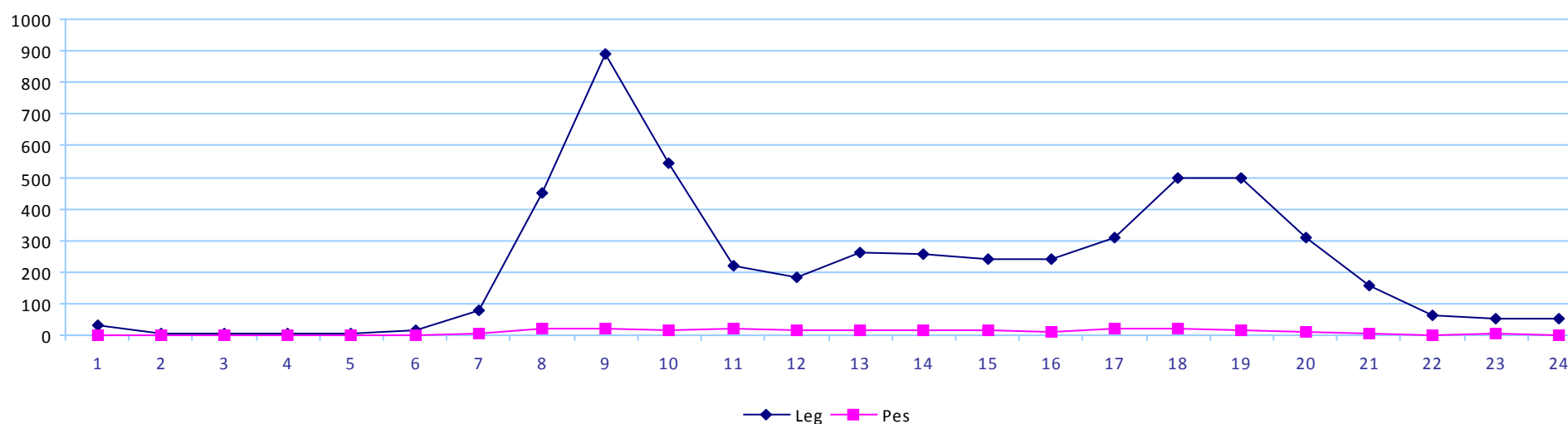
Anno: 2014

Mese: Settembre

Giorno medio

Due Direzioni

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	27	5	3	7	6	16	71	426	854	519	204	176	243	244	229	225	298	468	480	296	152	64	52	49	5.114	213	
Comm Leg	3	1	0	0	0	0	10	22	36	27	14	9	19	10	14	17	10	27	18	14	5	0	2	4	262	11	
Leg	30	6	3	7	6	16	81	448	890	546	218	185	262	254	243	242	308	495	498	310	157	64	54	53	5.376	224	95,8
Comm Pes	0	0	0	0	0	1	4	19	23	18	21	17	14	16	18	12	19	19	17	8	4	2	3	1	236	10	
Pes	0	0	0	0	0	1	4	19	23	18	21	17	14	16	18	12	19	19	17	8	4	2	3	1	236	10	4,2
Totale	30	6	3	7	6	17	85	467	913	564	239	202	276	270	261	254	327	514	515	318	161	66	57	54	5.612	234	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Agucchi

Punto di rilevazione:

Circa 40 m a nord di via di Bertalia

Postazione:

T8

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

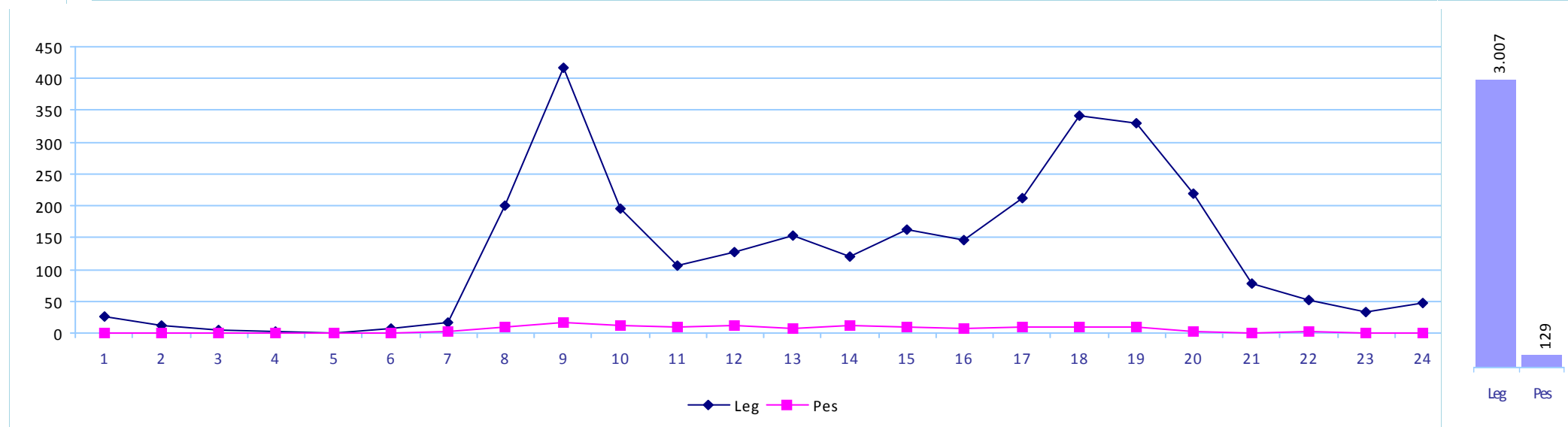
Mese: Ottobre

Giorno medio

Direzione: N

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	24	11	4	2	0	8	16	194	404	192	97	122	145	114	158	143	204	332	321	210	76	50	32	46			
Comm Leg	2	0	0	0	0	0	0	6	14	4	8	5	7	6	4	4	8	10	10	8	2	2	0	2			
Leg	26	11	4	2	0	8	16	200	418	196	105	127	152	120	162	147	212	342	331	218	78	52	32	48	3.007	125	95,9
Comm Pes	0	0	0	0	0	0	2	10	17	12	9	11	8	12	9	6	10	10	9	2	0	2	0	0			
Pes	0	0	0	0	0	0	2	10	17	12	9	11	8	12	9	6	10	10	9	2	0	2	0	0	129	5	4,1
Totale	26	11	4	2	0	8	18	210	435	208	114	138	160	132	171	153	222	352	340	220	78	54	32	48	3.136	131	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Agucchi

Punto di rilevazione:

Circa 40 m a nord di via di Bertalia

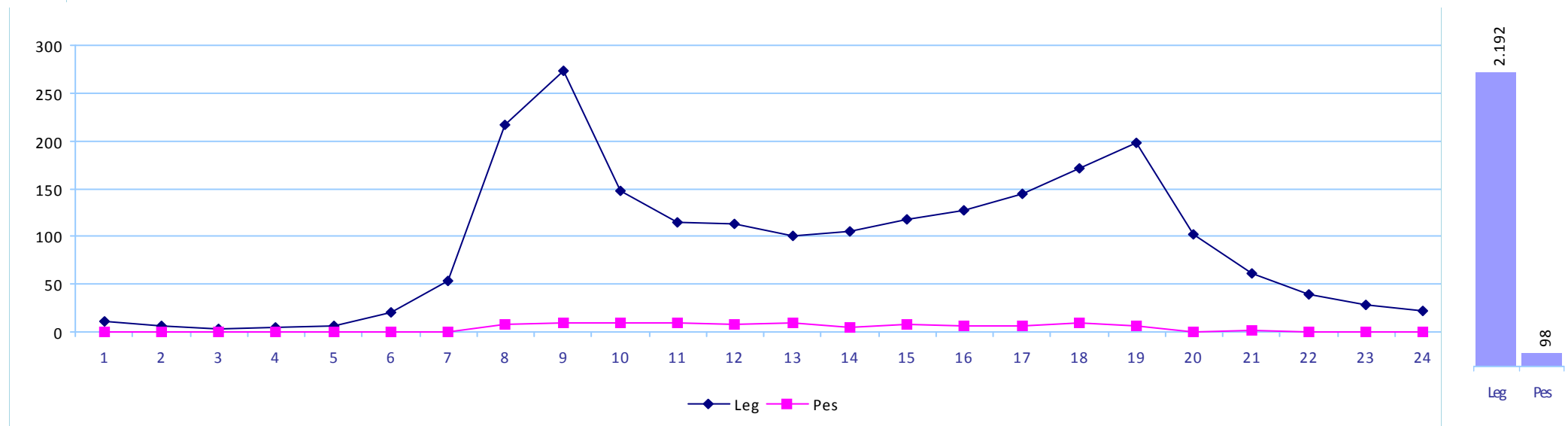
Postazione:

T8**FLUSSI VEICOLARI**Anno: **2014**Mese: **Ottobre**

Giorno medio

Direzione: **S**N. corsie: **1**

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	10	7	3	4	6	20	52	210	264	140	107	107	96	103	110	126	135	164	192	98	59	38	27	22			
Comm Leg	1	0	0	0	1	0	2	6	10	8	8	6	4	3	8	2	10	7	6	4	2	2	2	0			
Leg	11	7	3	4	7	20	54	216	274	148	115	113	100	106	118	128	145	171	198	102	61	40	29	22	2.192	91	95,7
Comm Pes	0	0	0	0	0	0	0	8	10	10	10	8	10	4	8	6	6	10	6	0	2	0	0	0			
Pes	0	0	0	0	0	0	0	8	10	10	10	8	10	4	8	6	6	10	6	0	2	0	0	0	98	4	4,3
Totale	11	7	3	4	7	20	54	224	284	158	125	121	110	110	126	134	151	181	204	102	63	40	29	22	2.290	95	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Agucchi

Punto di rilevazione:

Circa 40 m a nord di via di Bertalia

Postazione:

T8

FLUSSI VEICOLARI

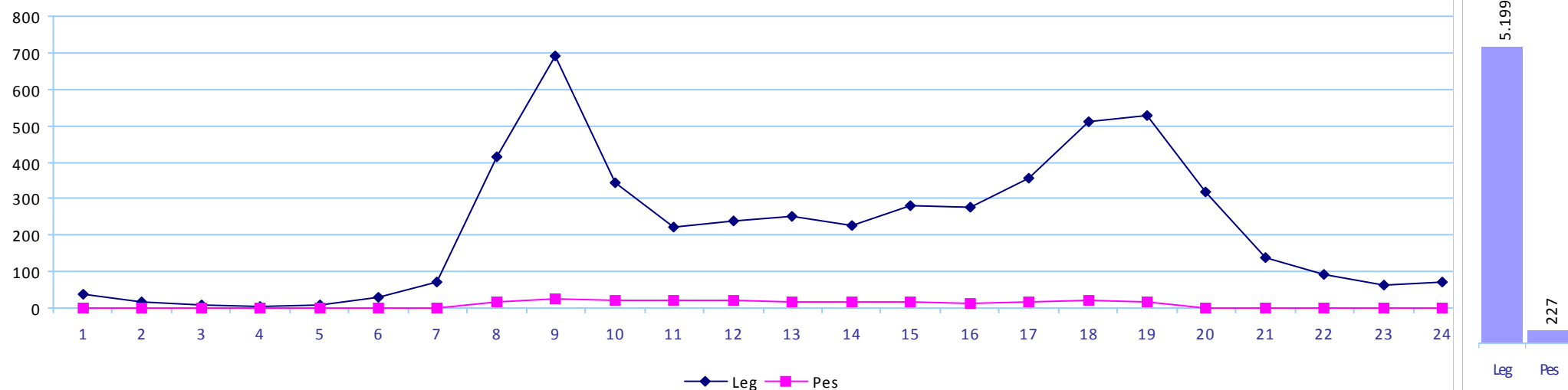
Anno: 2014

Mese: Ottobre

Giorno medio

Due Direzioni

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	34	18	7	6	6	28	68	404	668	332	204	229	241	217	268	269	339	496	513	308	135	88	59	68	5.005	209	
Comm Leg	3	0	0	0	1	0	2	12	24	12	16	11	11	9	12	6	18	17	16	12	4	4	2	2	194	8	
Leg	37	18	7	6	7	28	70	416	692	344	220	240	252	226	280	275	357	513	529	320	139	92	61	70	5.199	217	95,8
Comm Pes	0	0	0	0	0	0	2	18	27	22	19	19	18	16	17	12	16	20	15	2	2	2	0	0	227	9	
Pes	0	0	0	0	0	0	2	18	27	22	19	19	18	16	17	12	16	20	15	2	2	2	0	0	227	9	4,2
Totale	37	18	7	6	7	28	72	434	719	366	239	259	270	242	297	287	373	533	544	322	141	94	61	70	5.426	226	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via di Bertalia

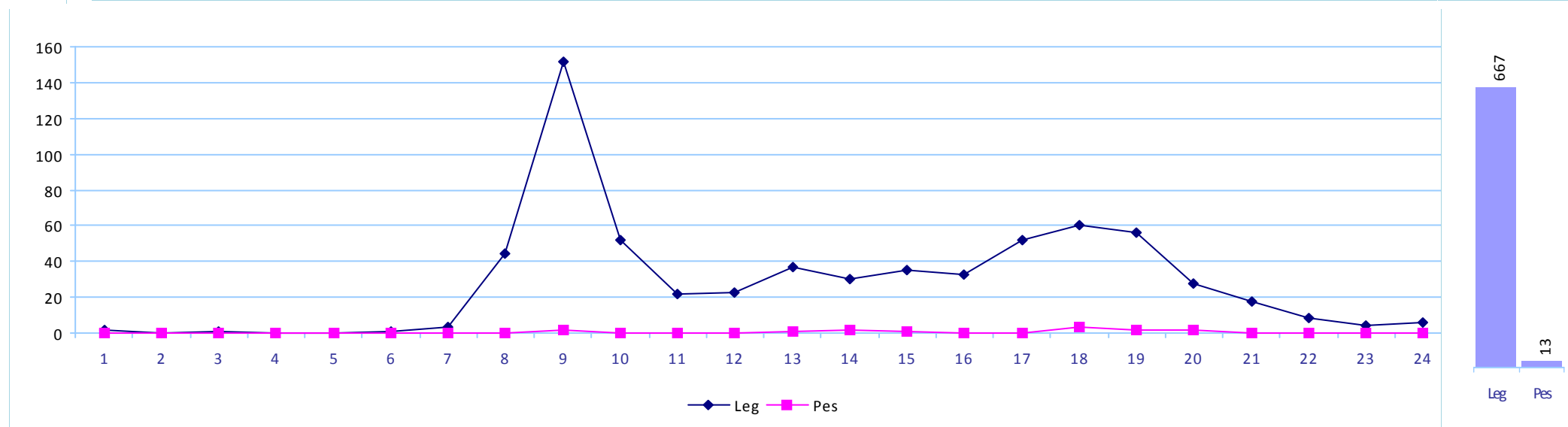
Punto di rilevazione:

Circa a 60 m da via Agucchi

Postazione:

T9**FLUSSI VEICOLARI**

Anno:	2014			Mese:	Ottobre			Giorno medio																Direzione:	E			N. corsie: 1		
Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%			
Auto	2	0	1	0	0	1	2	44	142	48	19	20	35	29	34	31	50	58	54	26	17	8	4	6						
Comm Leg	0	0	0	0	0	0	1	0	10	4	3	3	2	1	1	2	2	2	2	2	1	0	0	0						
Leg	2	0	1	0	0	1	3	44	152	52	22	23	37	30	35	33	52	60	56	28	18	8	4	6	667	28	98,1			
Comm Pes	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	2	1	0	0	3	2	2	0	0	0	0						
Pes	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	2	1	0	0	3	2	2	0	0	0	0	13	1	1,9			
Totale	2	0	1	0	0	1	3	44	154	52	22	23	38	32	36	33	52	63	58	30	18	8	4	6	680	28	100,0			



Comune:

Bologna

Asse:

Via di Bertalia

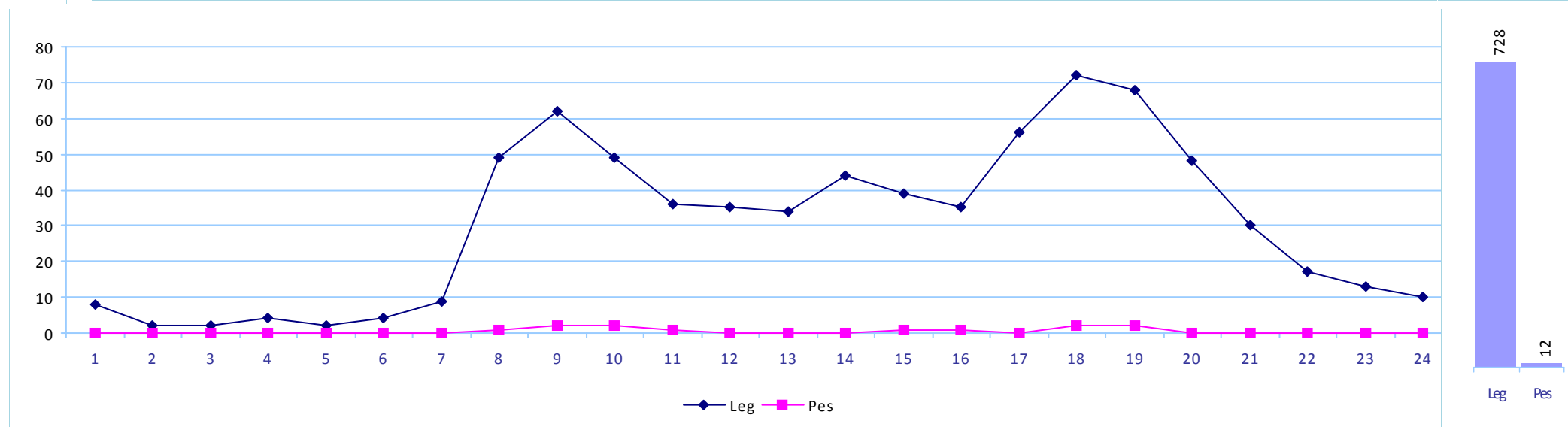
Punto di rilevazione:

Circa a 60 m da via Agucchi

Postazione:

T9**FLUSSI VEICOLARI**

Anno:	2014			Mese:	Ottobre				Giorno medio																Direzione:				W	N. corsie: 1		
Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%					
Auto	8	2	2	4	2	4	8	47	60	47	34	35	34	44	39	34	50	70	66	46	29	16	13	10								
Comm Leg	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	0	0	0	0	1	6	2	2	2	1	1	0	0								
Leg	8	2	2	4	2	4	9	49	62	49	36	35	34	44	39	35	56	72	68	48	30	17	13	10	728	30	98,4					
Comm Pes	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	0								
Pes	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	0	12	1	1,6					
Totale	8	2	2	4	2	4	9	50	64	51	37	35	34	44	40	36	56	74	70	48	30	17	13	10	740	31	100,0					



Comune:

Bologna

Asse:

Via di Bertalia

Punto di rilevazione:

Circa a 60 m da via Agucchi

Postazione:

T9

FLUSSI VEICOLARI

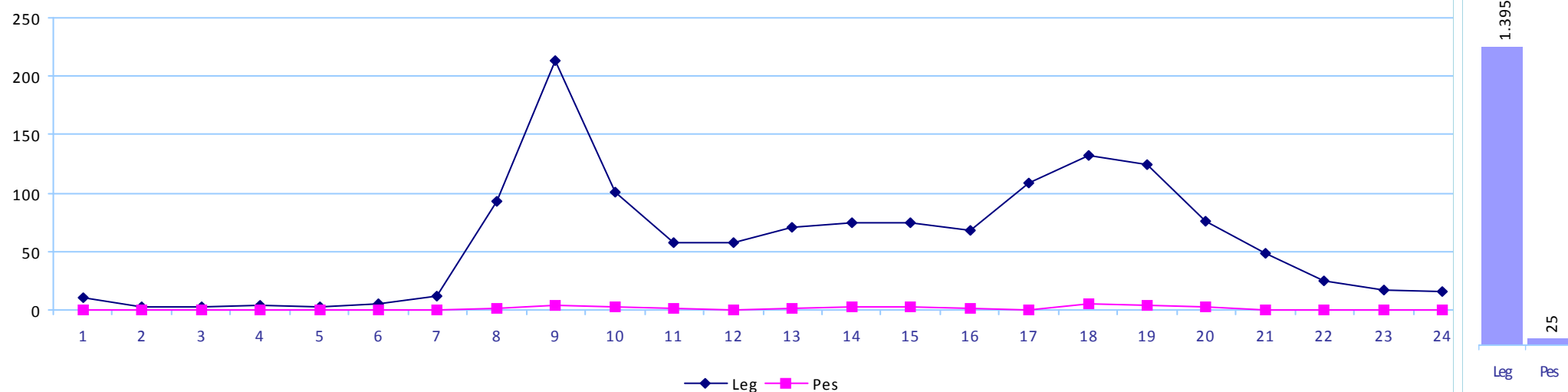
Anno: 2014

Mese: Ottobre

Giorno medio

Due Direzioni

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	10	2	3	4	2	5	10	91	202	95	53	55	69	73	73	65	100	128	120	72	46	24	17	16	1.335	56	
Comm Leg	0	0	0	0	0	0	2	2	12	6	5	3	2	1	1	3	8	4	4	4	2	1	0	0	60	3	
Leg	10	2	3	4	2	5	12	93	214	101	58	58	71	74	74	68	108	132	124	76	48	25	17	16	1.395	58	98,2
Comm Pes	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2	1	0	1	2	2	1	0	5	4	2	0	0	0	0	25	1	
Pes	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2	1	0	1	2	2	1	0	5	4	2	0	0	0	0	25	1	1,8
Totale	10	2	3	4	2	5	12	94	218	103	59	58	72	76	76	69	108	137	128	78	48	25	17	16	1.420	59	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Zanardi

Punto di rilevazione:

a sud di via del Pane

Postazione:

T10

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

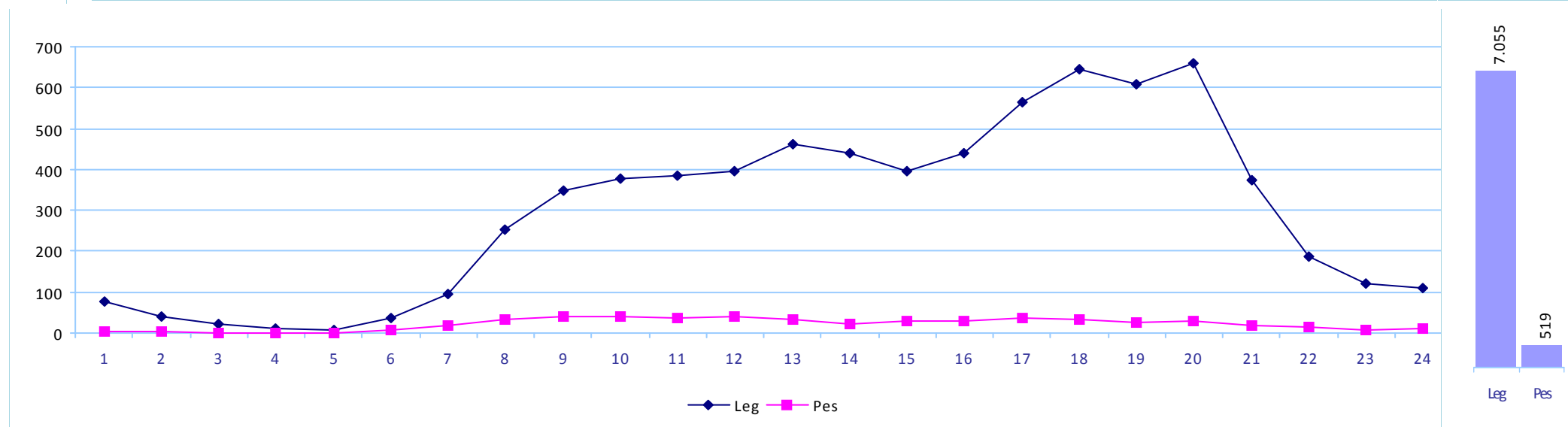
Mese: Ottobre

Giorno medio

Direzione: N

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	72	38	19	8	7	33	88	237	327	346	354	369	446	419	380	415	539	629	586	626	352	177	108	104			
Comm Leg	6	2	2	3	2	3	9	16	23	30	32	25	17	19	17	23	25	15	23	32	22	11	12	7			
Leg	78	40	21	11	9	36	97	253	350	376	386	394	463	438	397	438	564	644	609	658	374	188	120	111	7.055	294	93,1
Comm Pes	5	2	1	0	1	6	17	34	39	42	38	42	34	23	30	30	37	34	26	29	20	13	6	10			
Pes	5	2	1	0	1	6	17	34	39	42	38	42	34	23	30	30	37	34	26	29	20	13	6	10	519	22	6,9
Totale	83	42	22	11	10	42	114	287	389	418	424	436	497	461	427	468	601	678	635	687	394	201	126	121	7.574	316	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Zanardi

Punto di rilevazione:

a sud di via del Pane

Postazione:

T10

FLUSSI VEICOLARI

Anno: 2014

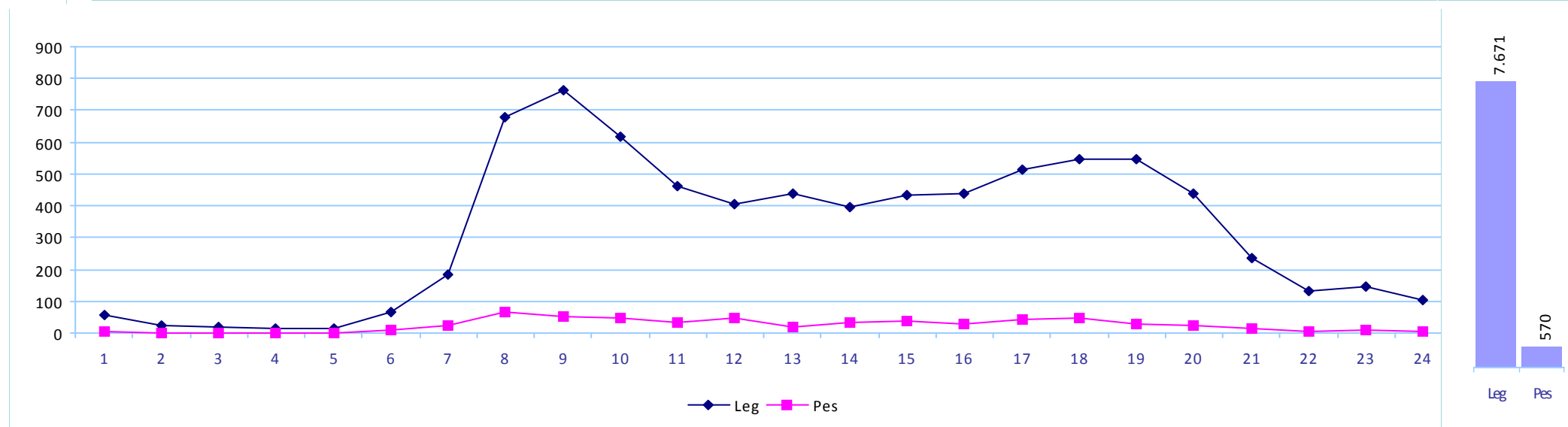
Mese: Ottobre

Giorno medio

Direzione: S

N. corsie: 1

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	58	23	16	12	12	62	170	632	713	580	438	385	416	371	413	417	479	521	514	416	218	126	136	102			
Comm Leg	0	1	1	3	0	3	16	47	50	37	24	21	21	23	21	21	34	25	33	22	17	8	10	3			
Leg	58	24	17	15	12	65	186	679	763	617	462	406	437	394	434	438	513	546	547	438	235	134	146	105	7.671	320	93,1
Comm Pes	5	0	1	0	1	8	23	64	53	45	32	45	20	34	36	28	43	48	27	23	12	6	11	5			
Pes	5	0	1	0	1	8	23	64	53	45	32	45	20	34	36	28	43	48	27	23	12	6	11	5	570	24	6,9
Totale	63	24	18	15	13	73	209	743	816	662	494	451	457	428	470	466	556	594	574	461	247	140	157	110	8.241	343	100,0



Comune:

Bologna

Asse:

Via Zanardi

Punto di rilevazione:

a sud di via del Pane

Postazione:

T10

FLUSSI VEICOLARI

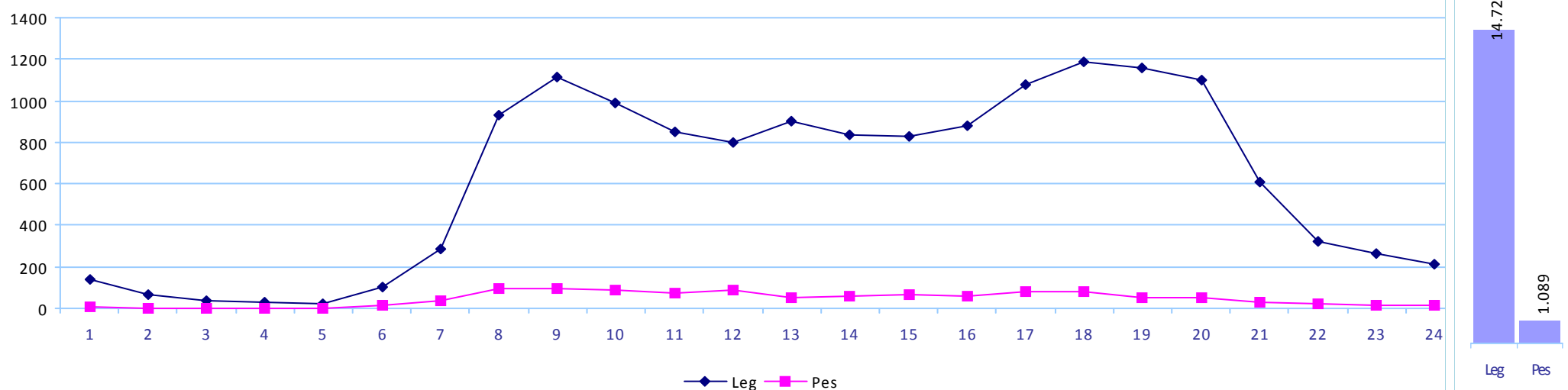
Anno: 2014

Mese: Ottobre

Giorno medio

Due Direzioni

Ore:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totale	Media	%
Auto	130	61	35	20	19	95	258	869	1.040	926	792	754	862	790	793	832	1.018	1.150	1.100	1.042	570	303	244	206	13.909	580	
Comm Leg	6	3	3	6	2	6	25	63	73	67	56	46	38	42	38	44	59	40	56	54	39	19	22	10	817	34	
Leg	136	64	38	26	21	101	283	932	1.113	993	848	800	900	832	831	876	1.077	1.190	1.156	1.096	609	322	266	216	14.726	614	93,1
Comm Pes	10	2	2	0	2	14	40	98	92	87	70	87	54	57	66	58	80	82	53	52	32	19	17	15	1.089	45	
Pes	10	2	2	0	2	14	40	98	92	87	70	87	54	57	66	58	80	82	53	52	32	19	17	15	1.089	45	6,9
Totale	146	66	40	26	23	115	323	1.030	1.205	1.080	918	887	954	889	897	934	1.157	1.272	1.209	1.148	641	341	283	231	15.815	659	100,0



HI-STAR® Mod. NC-97

ANALIZZATORE DI TRAFFICO

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- **Nuova Capacità di Conteggio bidirezionale**
Conteggio automatico del traffico in entrambe le direzioni
- **Memoria Estesa**
Oltre 600 intervalli di tempo
- **Maggiore Durata batterie**
Da 14 a 21 giorni senza ricarica
- **Verifica On-Line Opzionale**
Verifica del funzionamento sul posto
- **Gestione computerizzata delle batterie**
Controllo automatico del ciclo di ricarica
- **Calcolo delle velocità e lunghezze**
Maggiore accuratezza di classificazione e velocità
- **Dimensioni ridotte**
Solo 165x140x16 mm
- **Classi programmabili**
15 Classi di velocità, 8 Classi di lunghezza
- **Software di Gestione dati di traffico**
Windows 3.1, NT e 95/98
- **Raccolta dei Dati in qualsiasi postazione**
Intersezioni, Svolte, Autostrade



CONTEGGIO BIDIREZIONALE

L'NC-97 può determinare automaticamente la direzione di marcia di ogni veicolo. L'NC-97 tuttavia è in grado di classificare solo i veicoli che transitano nella direzione segnata dalla freccia mentre i veicoli che transitano nella direzione opposta vengono solo conteggiati.

MEMORIA

La memoria di NC-97 è di 64 Kbyte mentre il numero degli intervalli di tempo possibili per ogni rilevazione (period) è 600.

CONTROLLO DI RICARICA DELLA BATTERIA

Un problema comune ai dispositivi che utilizzano batterie Ni-Cd è probabilmente quello della sovraccarica. Nell'NC-97 un circuito speciale controlla il ciclo di ricarica e i periodi di scarica della batteria. Il microprocessore interno, scaricando la batteria prima di ogni ciclo di ricarica, mantiene quindi la batteria alla sua massima capacità. Questo consente inoltre di lasciare in carica l'NC-97 senza limite di tempo e senza danneggiare così le celle.

NUOVA TECNOLOGIA

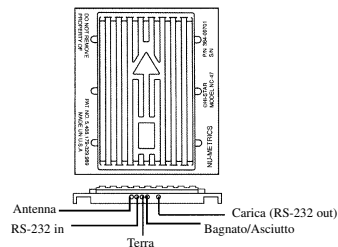
L'analizzatore di traffico NC-97 utilizza i nuovi sensori GMR (Giant Magnetoresistive) che consentono una maggiore accuratezza nel calcolo della lunghezza veicolare e sono inoltre eccezionalmente lineari su una ampia gamma di campi magnetici e temperature.

VERIFICA ON-LINE (OPZIONALE)

L'NC-97 incorpora un trasmettitore a 433,92 MHz (1.0 milliwatt), che, quando attivato, trasmette una stringa di dati di 7byte per ogni veicolo transitante. Tale stringa di dati comprende: Intestazione (data/ora inizio e fine rilevazione, corsia, località, ecc.), I.D. (numero di serie dell'unità), Velocità, Lunghezza e CRC. L'unità è dotata di un'antenna costituita da 153mm di filo collegabile ad uno dei pin esterni del contatore. Il ricevitore tascabile, che racchiude un piccolo processore a 8-bit ed un circuito ricevitore a chip singolo, è dotato di una porta RS-232 che consente il collegamento ad un computer portatile per monitorare e registrare la velocità e la lunghezza di ogni veicolo.

HI-STAR® Mod. NC-97

ANALIZZATORE DI TRAFFICO



SPECIFICHE TECNICHE:

Sensore: Chip Magnetico GMR

Alimentazione: Ni-Cad 3,6 Volt 850mah

Peso: 56,7 g

Dimensioni: 165 x 140 x 16 mm

Temperatura di funzionamento: -30°C +75°C

Max Conteggio: 5 Veicoli/Secondo

Lunghezza: 8 classi

Velocità: 15 classi

Intervallo di conteggio: 1 a 120 min.

Memoria: 64K/byte

Programmazione: RS-232 9600 Baud

Durata batteria: max 21 giorni

Precisione: Conteggio:

Veicoli in movimento >99,0%±1 Veicolo

Veicoli fermi >96,0%±1 Veicolo

Classificazione velocità: ± 4,2%

Classificazione lunghezza: ± 8%

Verifica On-Line (opzionale): 300 a 400 MHz. Trasmissione dati a 1200 Baud

Formato trasmissione dati per veicolo: Totale=7 byte. Velocità - classe - CRC



COPERTURA PROTETTIVA

CLASSIFICAZIONE

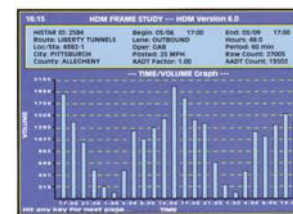
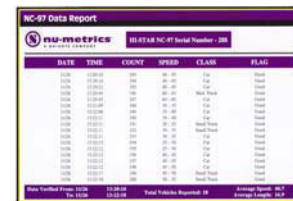
Sono disponibili 15 prestabilite classi di velocità e 8 prestabilite classi di lunghezza. I valori delle classi di velocità e lunghezza possono essere tuttavia modificati in funzione del flusso di traffico da analizzare.

INSTALLAZIONE FACILE E VELOCE

Per una sicura e veloce installazione dell'NC-97 è stata realizzata una speciale copertura Protettiva in poliuretano. La copertura, costruita in un materiale speciale in elastomer, è in grado di preservare l'unità dal forte impatto di mezzi pesanti. E inoltre impermeabile all'olio, alla benzina e ad altri composti chimici e resistente alle radiazioni ultraviolette. Una volta posizionata sopra l'NC-97, la resistente copertura può essere facilmente fissata alla pavimentazione stradale, in pochissimi secondi, e può essere inoltre rimossa altrettanto velocemente, una volta completata la rilevazione, utilizzando una semplice leva.

SOFTWARE DI GESTIONE DATI HDM

Il software HDM permette di importare i dati delle rilevazioni di traffico dai contatori Hi-Star per l'analisi dei conteggi, velocità, lunghezza, occupazione, presenza, temperatura, condizione del manto stradale, Gap ed Headway. Con i dati di traffico raccolti si possono generare rapporti e grafici di grande valore. Per una migliore analisi dei rapporti, gli intervalli di registrazione "period" (da 1 a 120 minuti) precedentemente impostati, possono essere successivamente modificati. Per produrre nuovi rapporti, si possono unire o attaccare differenti rilevazioni, o sottrarne una dall'altra per evidenziare una differenza nel flusso di traffico. La novità che riguarda il software di gestione HDM è rappresentata dalla nuova Versione per Windows 95/98 e Windows NT che racchiude in un unico pacchetto completo la sezione di programmazione e quella di analisi.



Rapporti dei rilievi fonometrici certificati;

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

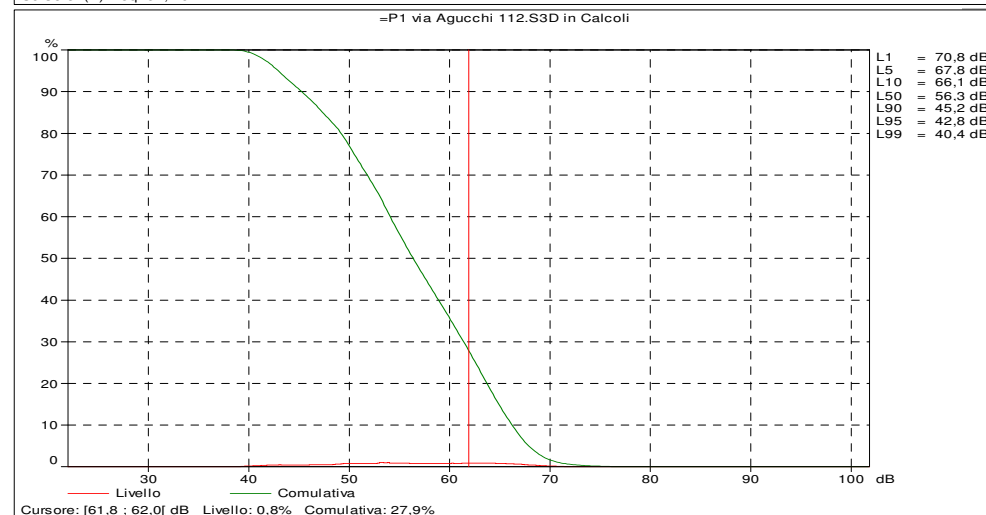
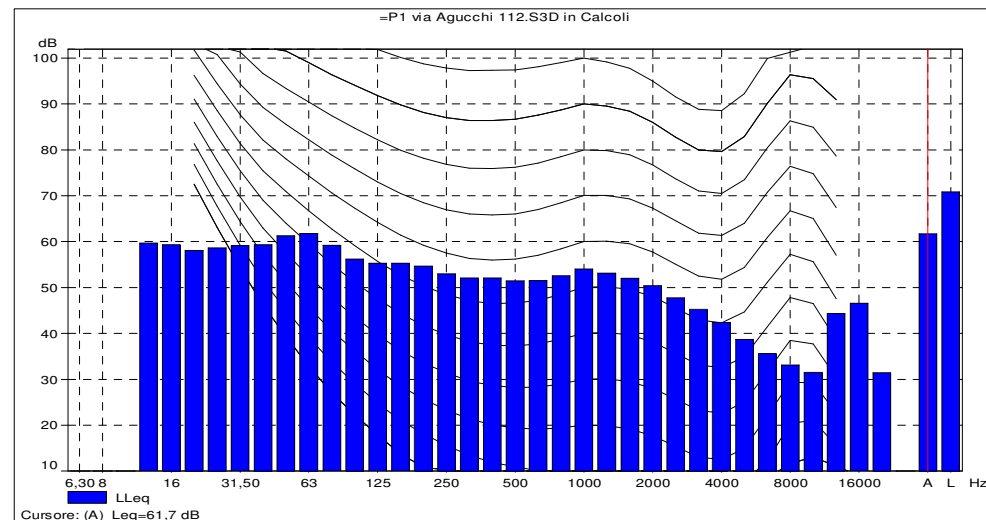
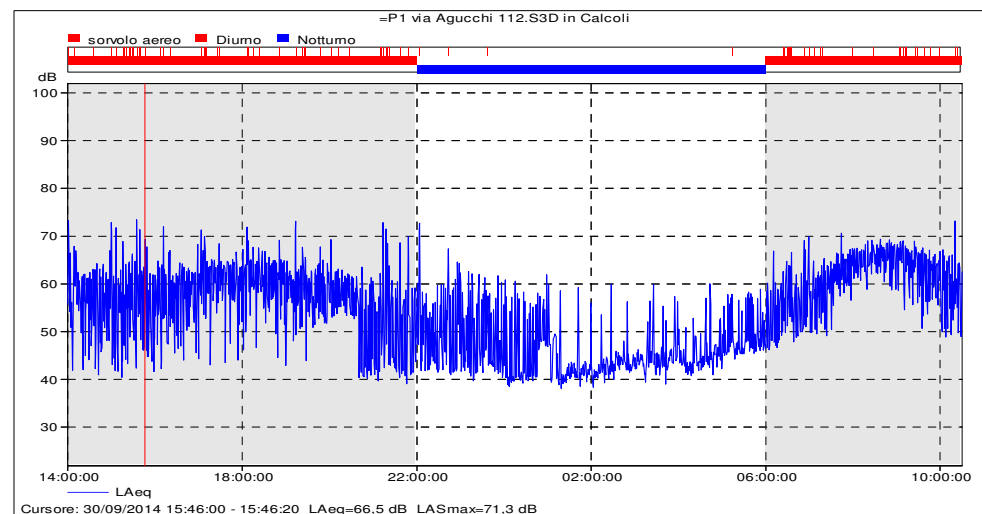
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P1, periodo diurno 30-09

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA		
Strumento e applicazione:	2260, BZ7206 versione 2.2	
Larghezza banda:	1/3 ottava	
N. picchi:	140,0 dB	
Campo:	21,9-101,9 dB	
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	S, F, I	A, L
Picco in banda larga (-, filtri):	F	A
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F	L
Velocità campionamento:	20 s	
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	Tutti	Tutti
Parametri spettrali:	Tutti	Tutti

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P1 TRD	Frazione diurna	2 m	30/09/2014 14:00	12:30:20	81,9	37,2	66,1	56,3	42,8	61,7
P1 TRD	Valore epurato da sorvoli	2 m	30/09/2014 14:00	11:23:00	79,8	37,2	65,7	55,8	42,6	61,1



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 1

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

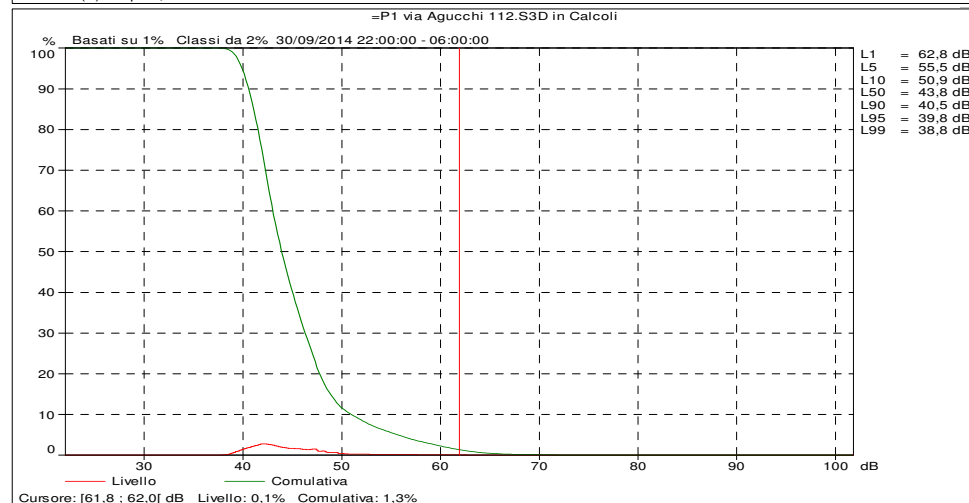
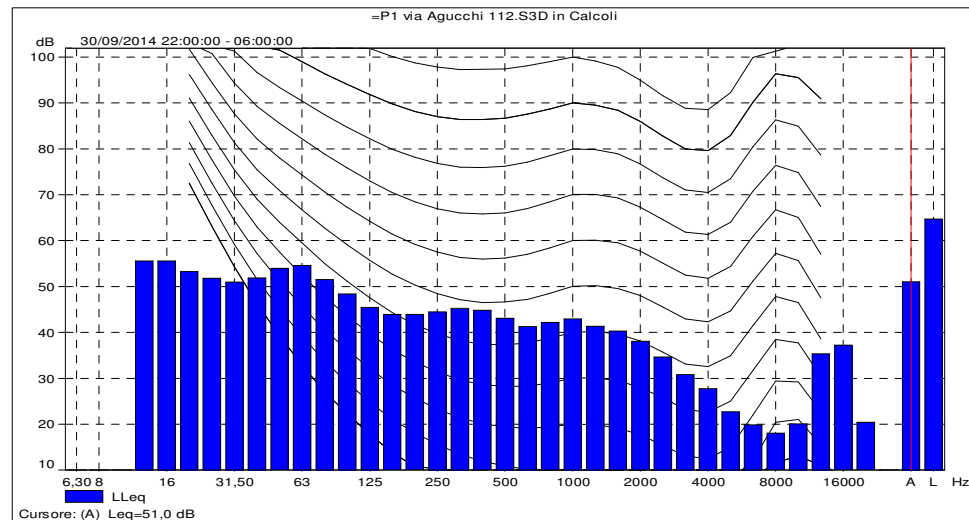
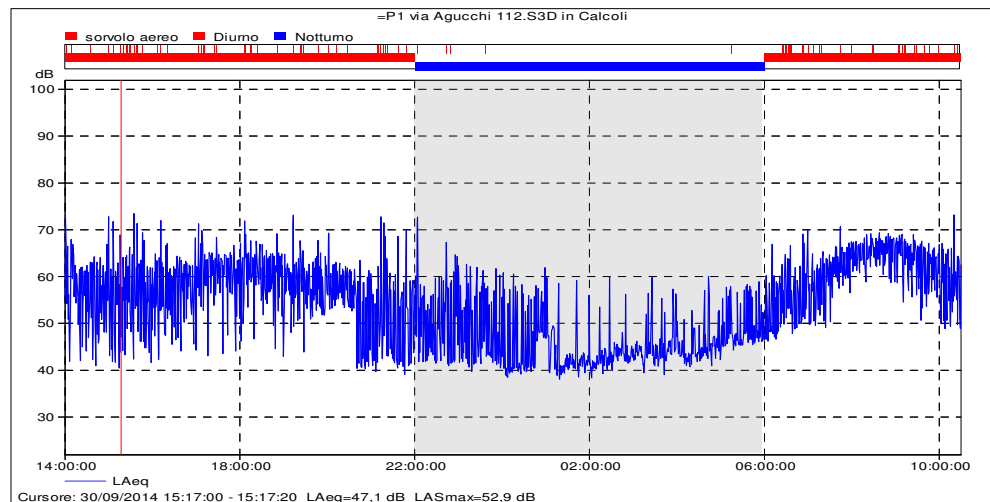
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P1, periodo notturno 30-09

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA		
Strumento e applicazione:	2260, BZ7206 versione 2.2	
Larghezza banda:	1/3 ottava	
N. picchi:	140.0 dB	
Campo:	21,9-101,9 dB	
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	S, F, I	A, L
Picco in banda larga (-, filtri):	F	A
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F	L
Velocità campionamento:	20 s	
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	Tutti	Tutti
Parametri spettrali:	Tutti	Tutti

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P1 TRN	Valore totale	2 m	30/09/2014 22:00	08:00:00	80,1	36,5	50,9	43,8	39,8	51,0
P1 TRN	Valore epurato da sorvoli	2 m	30/09/2014 22:00	07:56:00	77,6	36,5	50,5	43,8	39,8	49,9



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 2

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

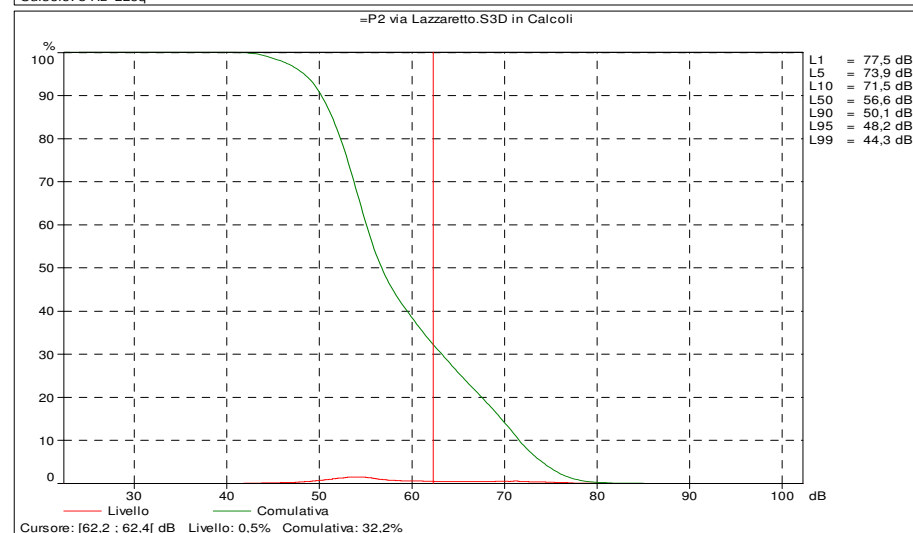
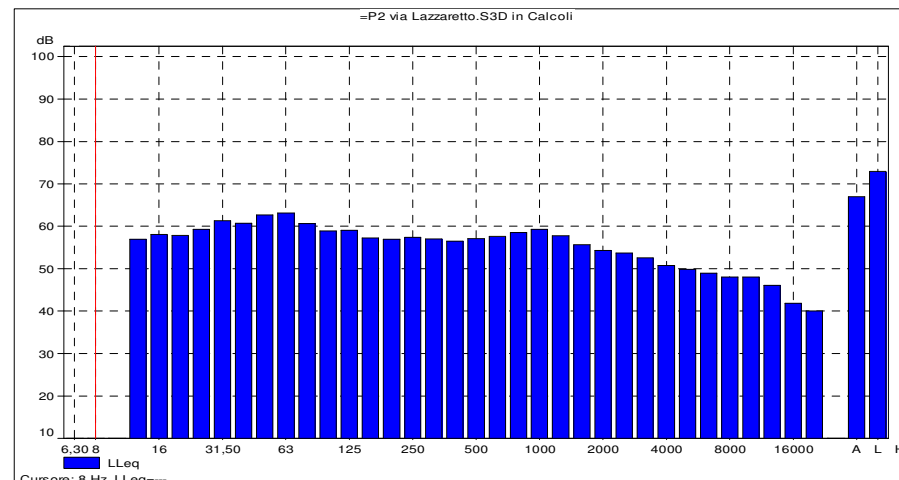
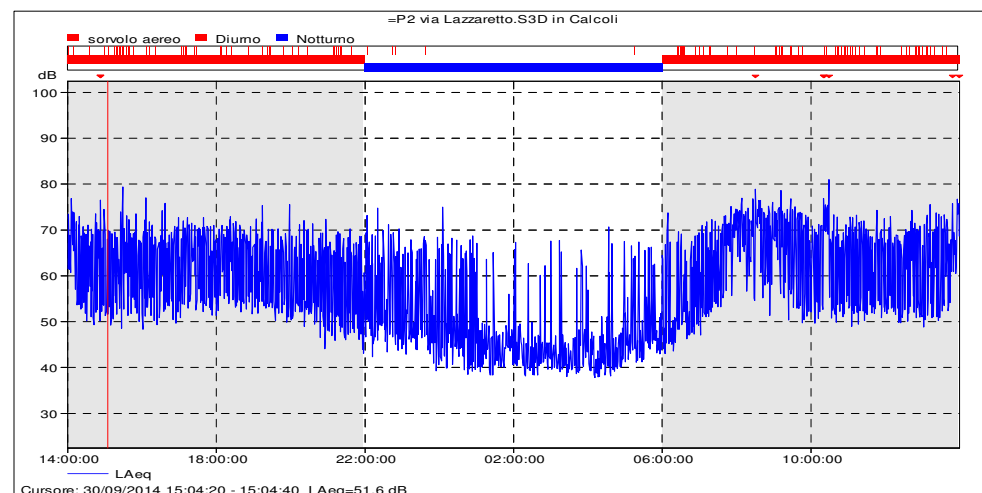
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P2, periodo diurno 30-09

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA		
Strumento e applicazione:	2260, BZ7206 versione 2.2	
Larghezza banda:	1/3 ottava	
N. picchi:	140.0 dB	
Campo:	21,9-101,9 dB	
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	S, F, I	A, L
Picco in banda larga (-, filtri):	F	A
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F	L
Velocità campionamento:	20 s	
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	Tutti	Tutti
Parametri spettrali:	Tutti	Tutti

Post. Mis.	Periodo	h fon. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P2 TRD	Frazione diurna	2 m	30/09/2014 14:00	16:00:00	97,8	39,7	71,5	56,6	48,2	67,0
P2 TRD	Valore epurato da sorvoli	2 m	30/09/2014 14:00	14:27:40	97,8	39,7	71,4	56,2	48,0	66,8



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 3

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

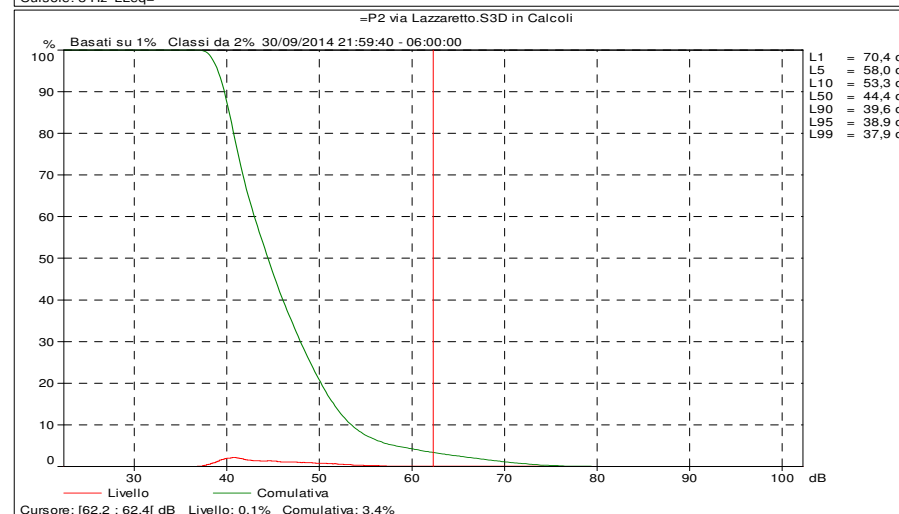
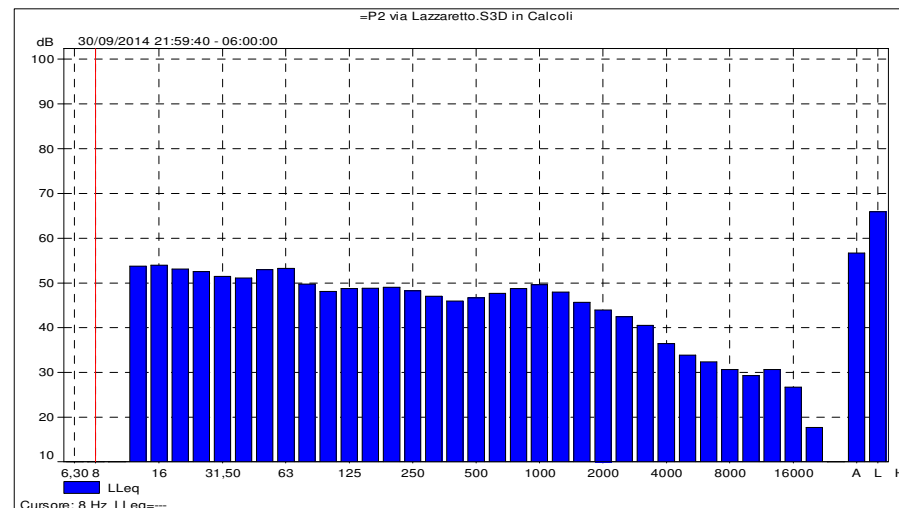
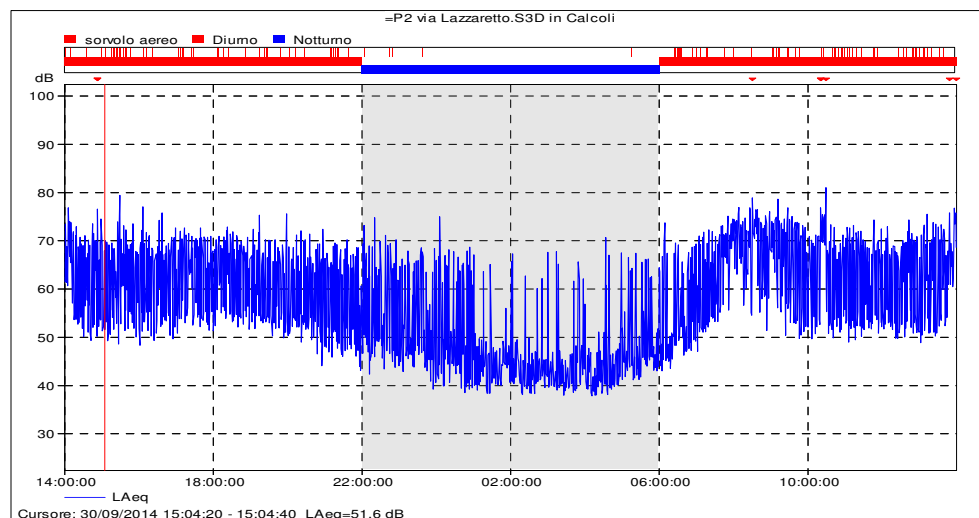
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P2, periodo notturno 30-09

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA		
Strumento e applicazione:	2260, BZ7206 versione 2.2	
Larghezza banda:	1/3 ottava	
N. picchi:	140.0 dB	
Campo:	21,9-101,9 dB	
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	S, F, I	A, L
Picco in banda larga (-, filtri):	F	A
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F	L
Velocità campionamento:	20 s	
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	Tutti	Tutti
Parametri spettrali:	Tutti	Tutti

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P2 TRN	Valore totale	2 m	30/09/2014 21:59	08:00:20	87,4	36,1	53,3	44,4	38,9	56,6
P2 TRN	Valore epurato da sorvoli	2 m	30/09/2014 21:59	07:56:20	87,4	36,1	53,1	44,3	38,9	56,4



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 4



Firma del tecnico competente rilevatore

AIRIS
TECNICO ACUSTICO COMPETENTE
Dott. Juri Albertazzi

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

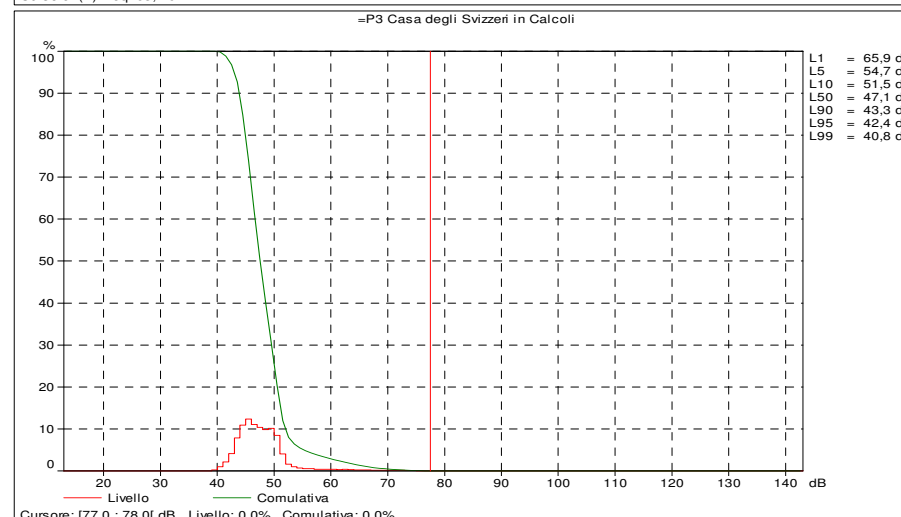
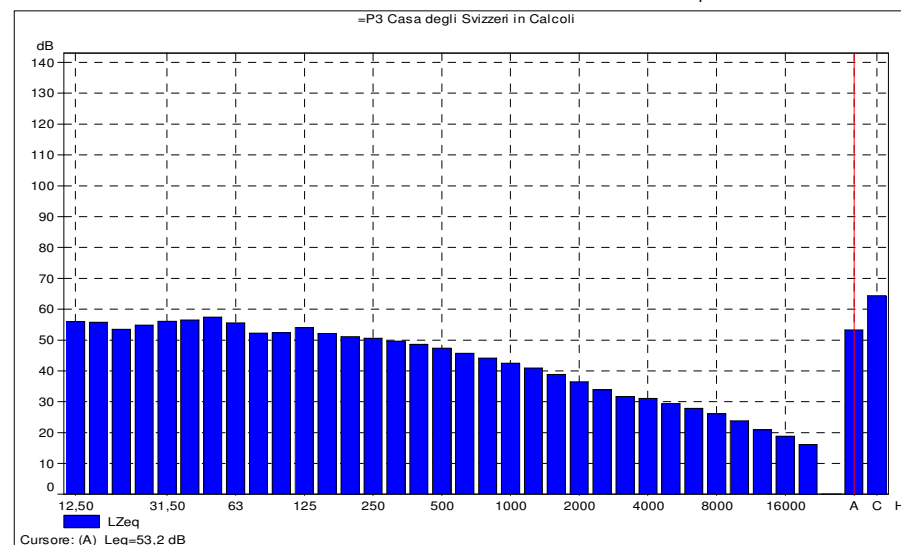
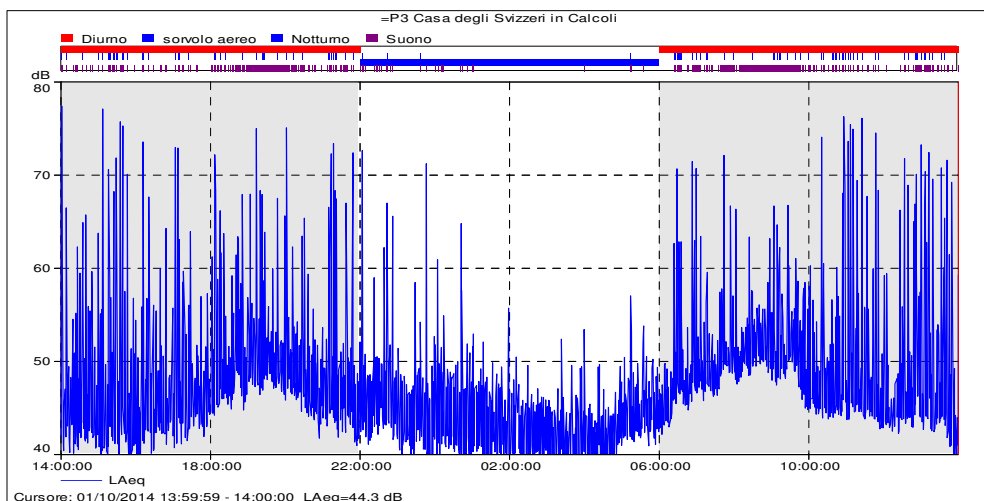
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P3, periodo diurno 30-09

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA	
Strumento e applicazione:	2250, BZ7224 versione 1.1
Larghezza banda:	1/3 ottava
N. picchi:	140,0 dB
Campo:	20,0-100,0 dB
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	F, S, I A, Z
Picco in banda larga (-, filtri):	- Z
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F, S Z
Velocità campionamento:	1 s Trigger 65 dB con Reg.ne sonora
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	no Tutti
Parametri spettrali:	LZeq LZFmax, LZFmin

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P3 TRD	Frazione diurna	2 m	30/09/2014 14:00	16:00:00	80,0	37,9	51,5	47,1	42,4	53,2
P3 TRD	Valore epurato da sorvoli	2 m	30/09/2014 14:00	15:34:30	69,9	37,9	51,0	46,9	42,4	48,6



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 5



Firma del tecnico competente rilevatore

AIRIS
TECNICO ACUSTICO COMPETENTE
Dott. Juri Albertazzi

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

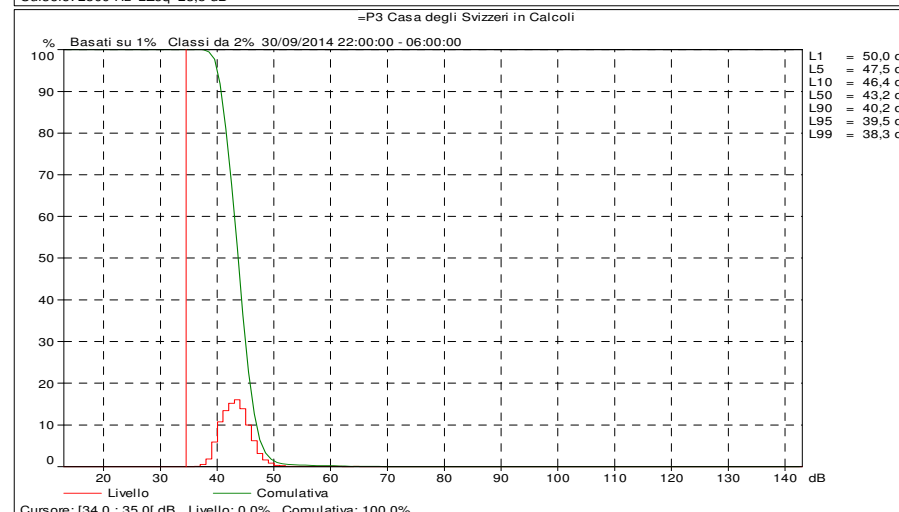
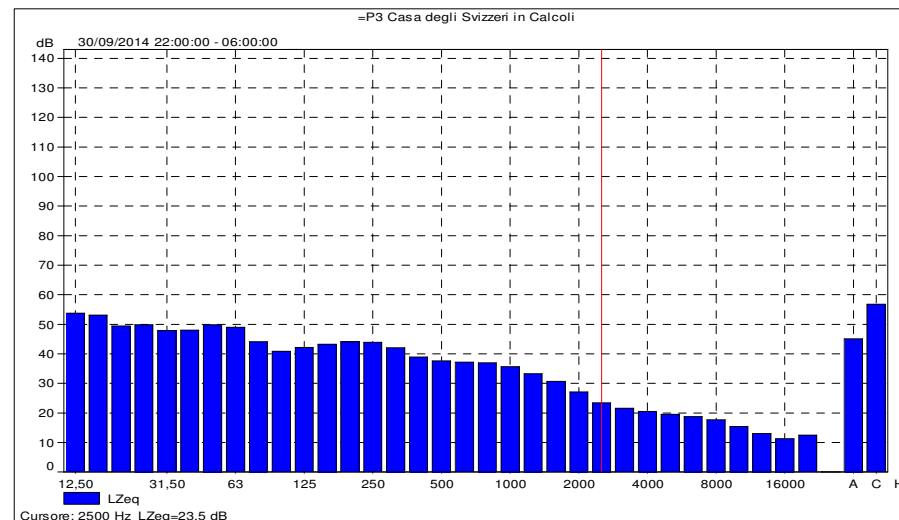
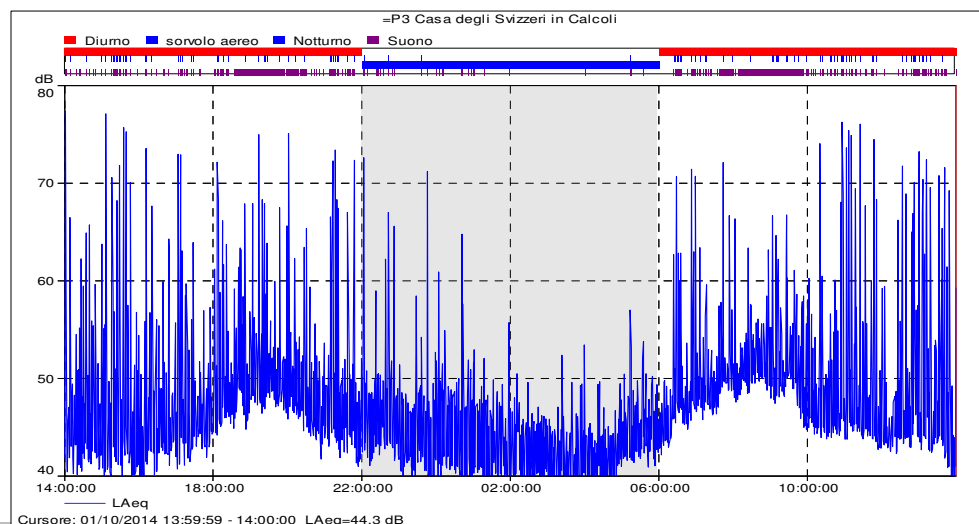
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P3, periodo notturno 30-09

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA		
Strumento e applicazione:	2250, BZ7224 versione 1.1	
Larghezza banda:	1/3 ottava	
N. picchi:	140,0 dB	
Campo:	20,0-100,0 dB	
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	F, S, I	A, Z
Picco in banda larga (-, filtri):	-	
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F, S	Z
Velocità campionamento:	1 s	Trigger 65 dB con Reg.ne sonora
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	no	
Parametri spettrali:	LZeq	LZFmax, LZFmin

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P3 TRN	Valore totale	2 m	30/09/2014 22:00	08:00:00	74,3	35,7	46,4	43,2	39,5	45,1
P3 TRN	Valore epurato da sorvoli	2 m	30/09/2014 22:00	07:55:19	60,7	35,7	46,3	43,1	39,4	43,8



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 6

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

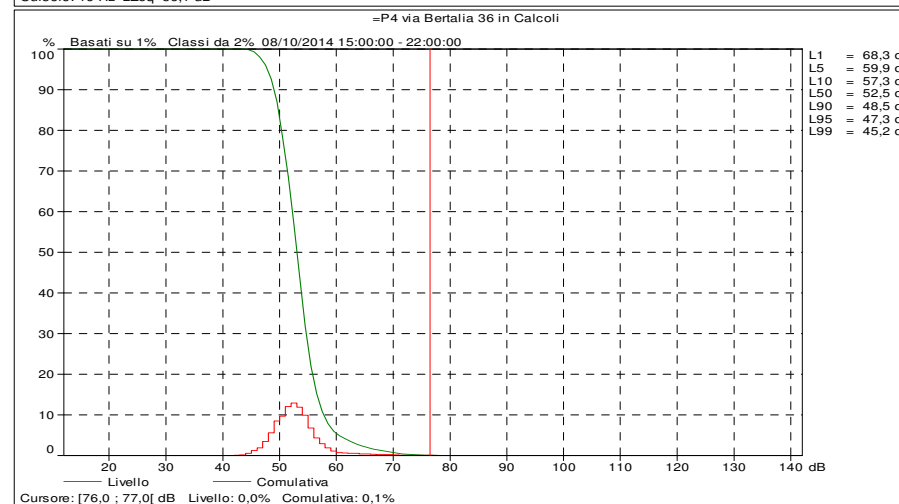
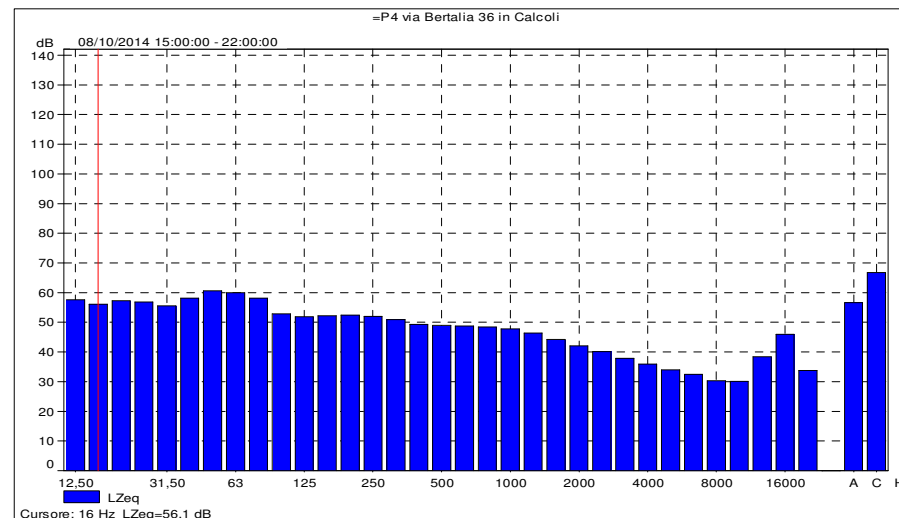
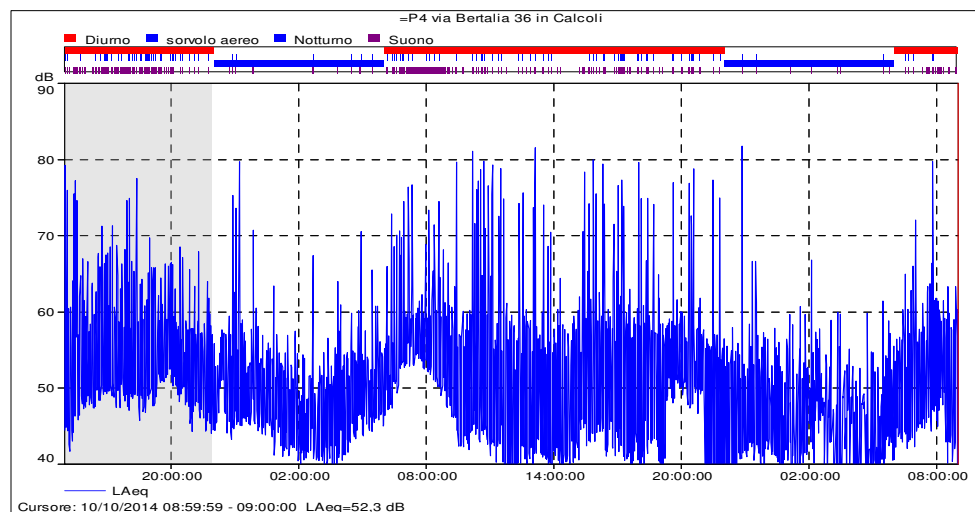
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P4, periodo diurno 1° giorno 8-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA	
Strumento e applicazione:	2250, BZ7224 versione 1.1
Larghezza banda:	1/3 ottava
N. picchi:	140,0 dB
Campo:	20,0-100,0 dB
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	F, S, I A, Z
Picco in banda larga (-, filtri):	- Z
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F, S Z
Velocità campionamento:	1 s Trigger 65 dB con Reg.ne sonora
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	no Tutti
Parametri spettrali:	LZeq LZFmax, LZFmin

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAEq dB(A)
P4 TRD 1°g	Frazione diurna	2 m	08/10/2014 15:00	07:00:00	81,8	41,0	57,3	52,5	47,3	56,6
P4 TRD 1°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	08/10/2014 15:00	06:44:30	79,6	41,0	56,5	52,4	47,2	55,5



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 7



Firma del tecnico competente rilevatore

AIRIS
TECNICO ACUSTICO COMPETENTE
Dott. Juri Albertazzi

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

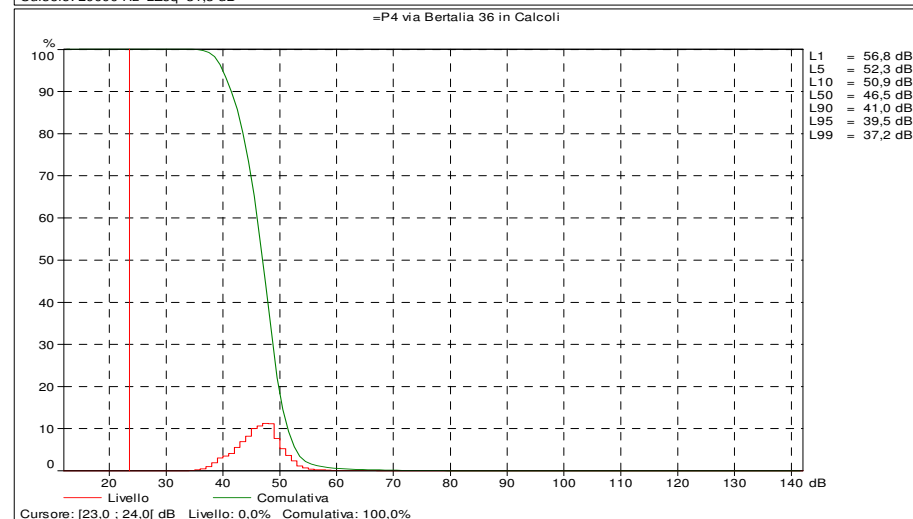
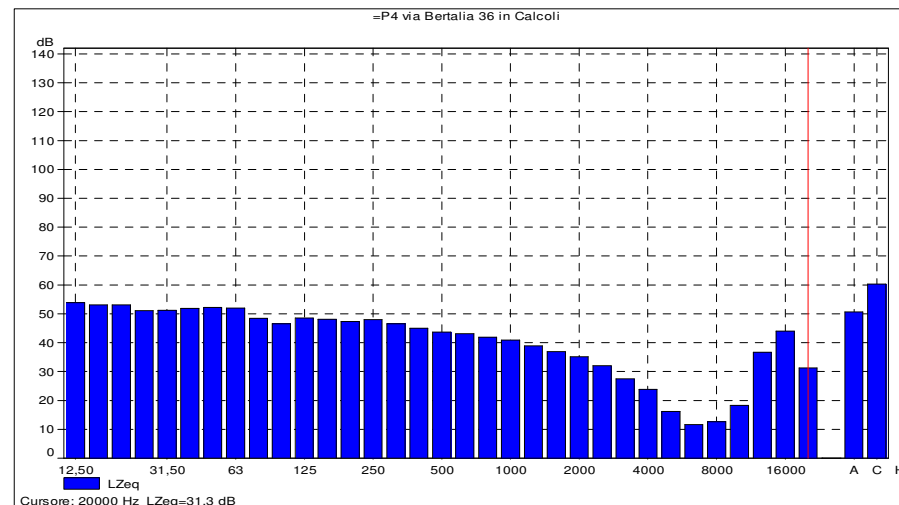
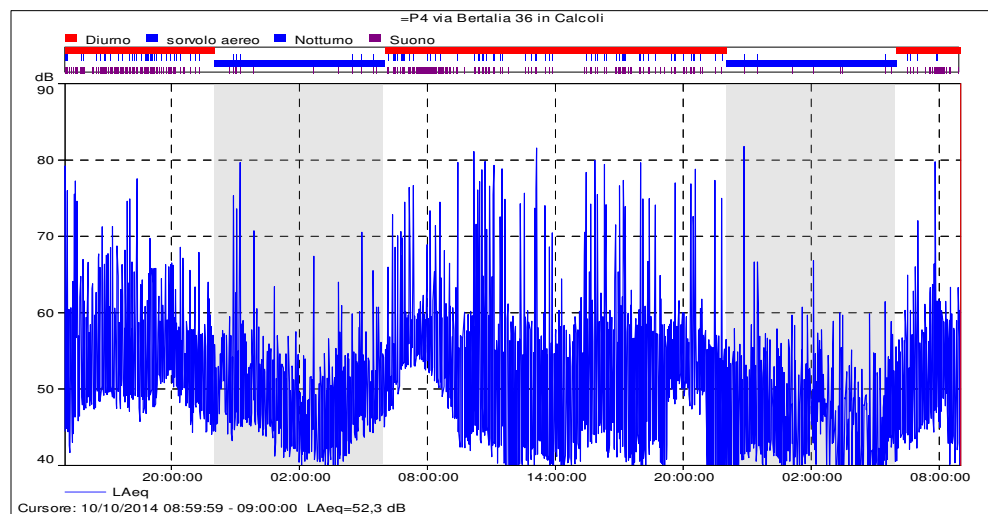
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P4, periodo notturno 1° giorno 8-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA			
Strumento e applicazione:	2250, BZ7224 versione 1.1		
Larghezza banda:	1/3 ottava		
N. picchi:	140,0 dB		
Campo:	20,0-100,0 dB		
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	F, S, I		A, Z
Picco in banda larga (-, filtri):	-		Z
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F, S		Z
Velocità campionamento:	1 s	Trigger 65 dB con Reg.ne sonora	
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	no		Tutti
Parametri spettrali:	LZeq		LZFmax, LZFmin

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	L _{Aeq} dB(A)
P4 TRN 1°g	Valore totale	2 m	08/10/2014 22:00	08:00:00	80,8	37,8	51,8	47,9	43,1	51,7
P4 TRN 1°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	08/10/2014 22:00	07:56:12	68,0	37,8	51,7	47,9	43,1	49,2



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 8

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

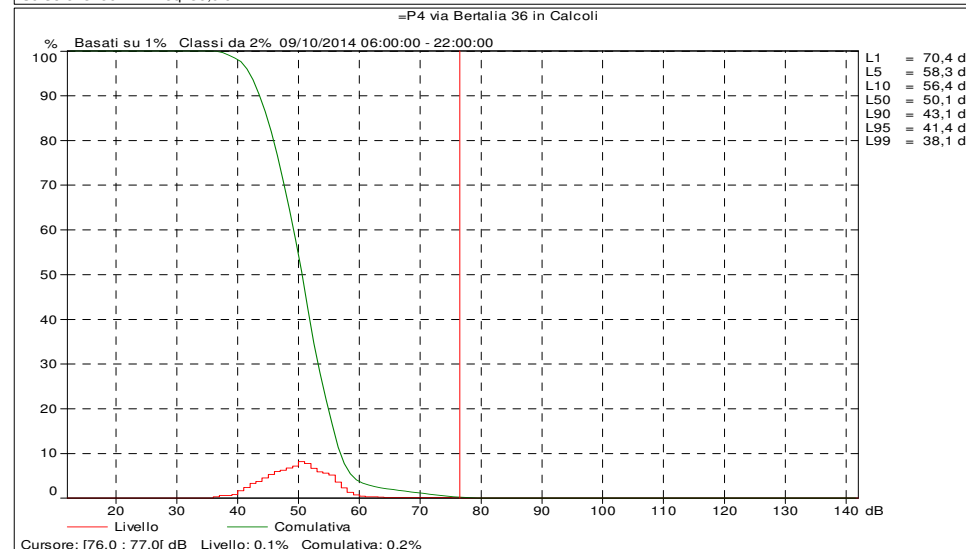
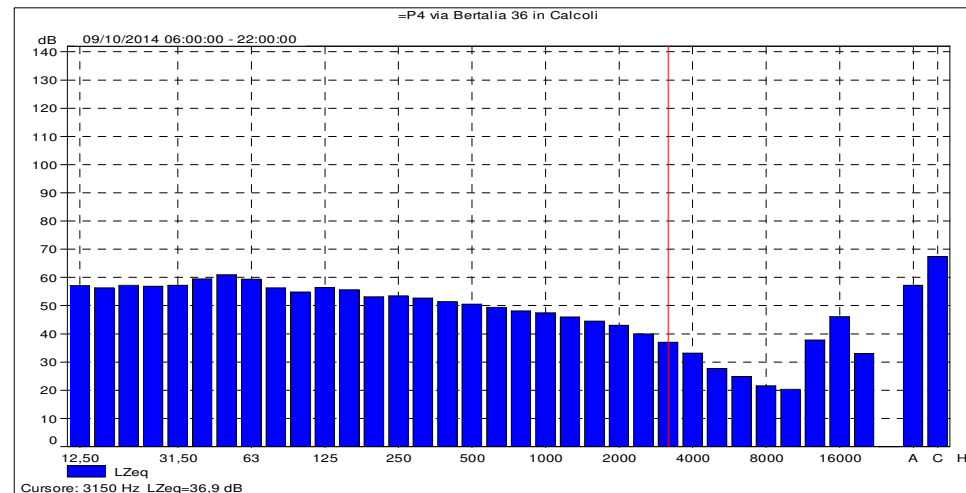
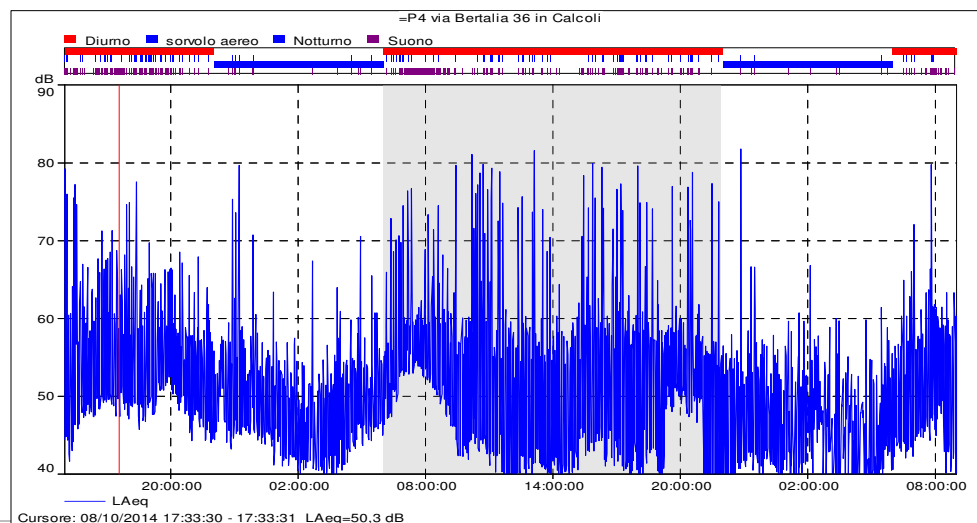
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P4, periodo diurno 2° giorno 9-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA									
Strumento e applicazione:	2250, BZ7224 versione 1.1								
Larghezza banda:	1/3 ottava								
N. picchi:	140,0 dB								
Campo:	20,0-100,0 dB								
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	F, S, I A, Z								
Picco in banda larga (-, filtri):	- Z								
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F, S Z								
Velocità campionamento:	1 s Trigger 65 dB con Reg.ne sonora								
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	no Tutti								
Parametri spettrali:	LZeq LZFmax, LZFmin								

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	L _{Aeq} dB(A)
P4 TRD 2°g	Valore totale	2 m	09/10/2014 06:00	16:00:00	83,7	34,6	56,4	50,1	41,4	57,2
P4 TRD 2°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	09/10/2014 06:00	15:27:56	81,2	34,6	55,7	49,9	41,3	52,3



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 9



Firma del tecnico competente rilevatore

AIRIS
TECNICO ACUSTICO COMPETENTE
Dott. Juri Albertazzi

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

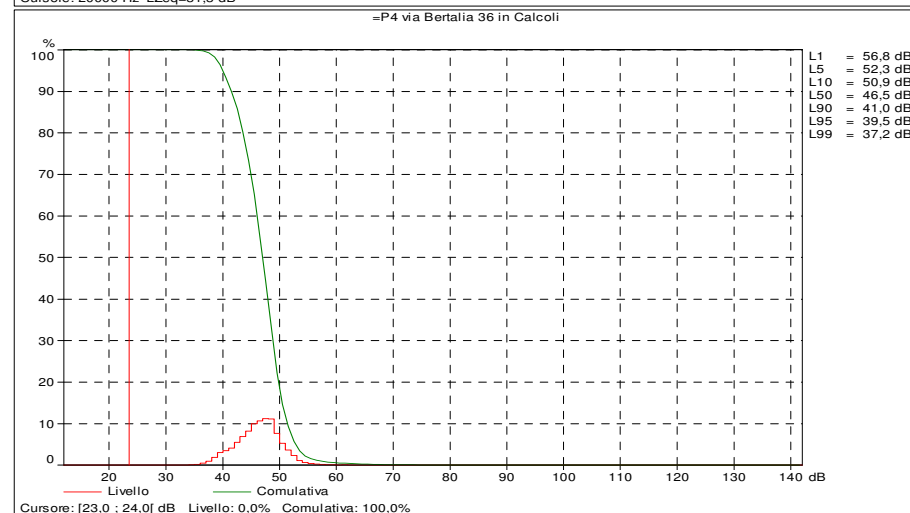
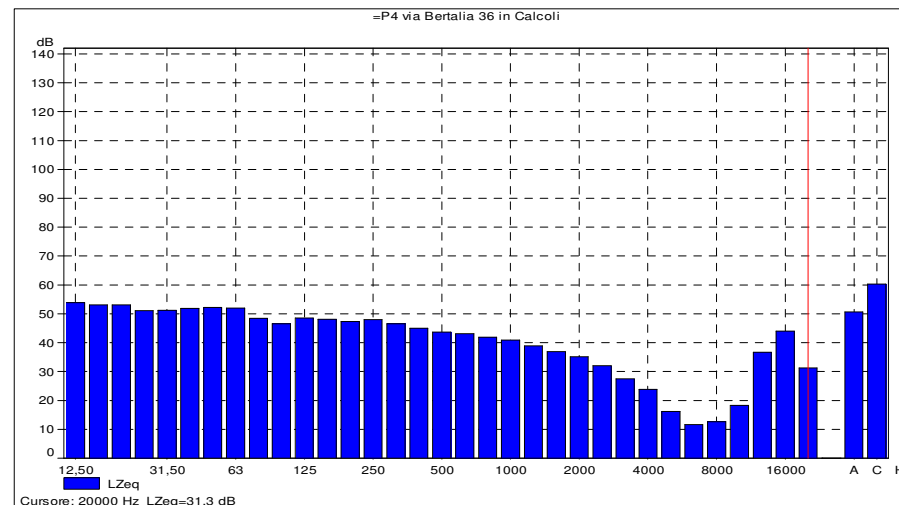
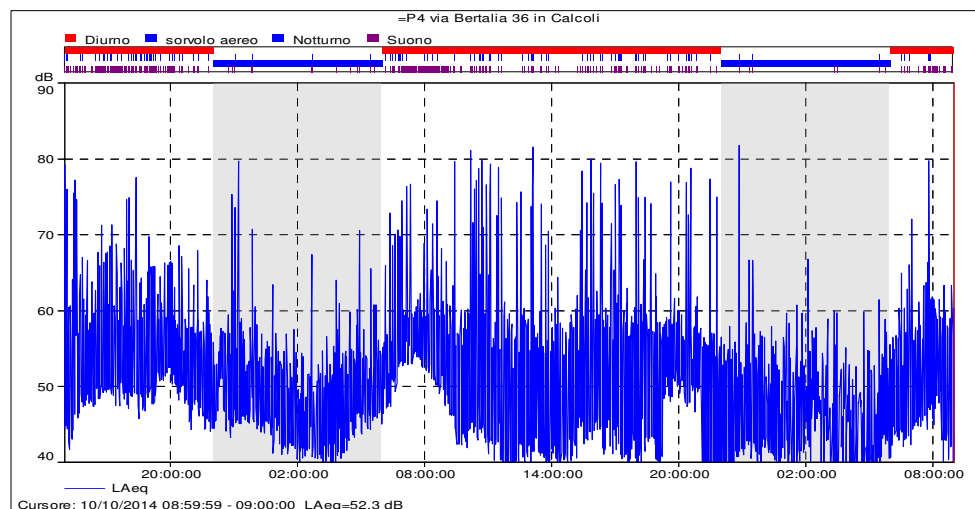
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P4, periodo notturno 2° giorno 9-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA			
Strumento e applicazione:	2250, BZ7224 versione 1.1		
Larghezza banda:	1/3 ottava		
N. picchi:	140,0 dB		
Campo:	20,0-100,0 dB		
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	F, S, I		A, Z
Picco in banda larga (-, filtri):	-		Z
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F, S		Z
Velocità campionamento:	1 s		Trigger 65 dB con Reg.ne sonora
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	no		Tutti
Parametri spettrali:	LZeq		LZFmax, LZFmin

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	L _{Aeq} dB(A)
P4 TRN 2°g	Valore totale	2 m	09/10/2014 22:00	08:00:00	82,4	32,8	49,0	44,6	38,4	49,3
P4 TRN 2°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	09/10/2014 22:00	07:58:49	68,1	32,8	49,0	44,6	38,4	46,3



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 10

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

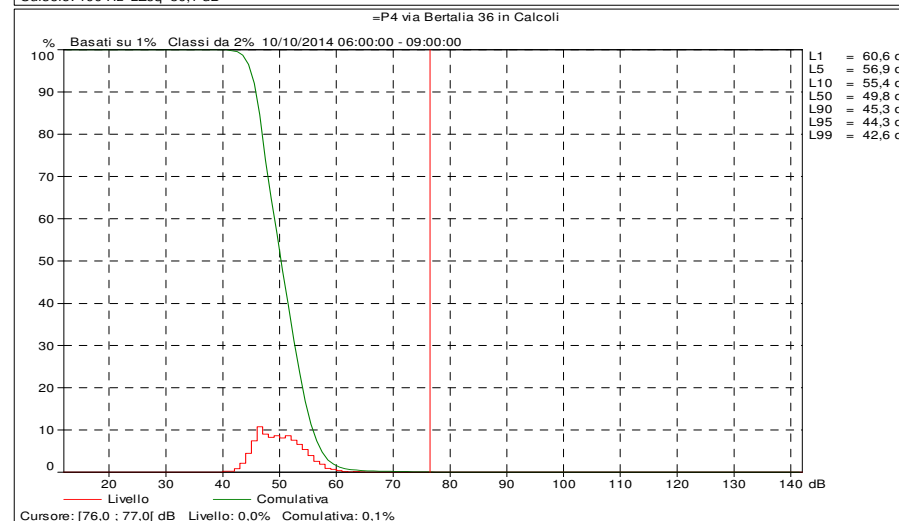
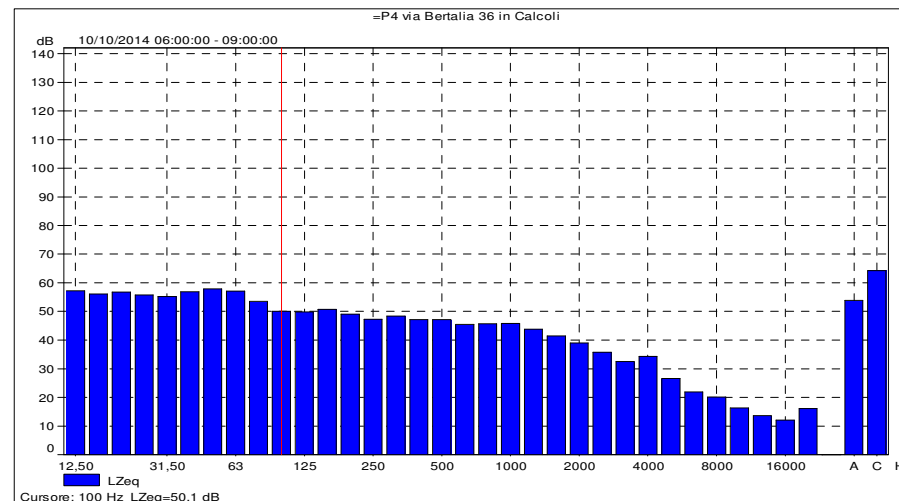
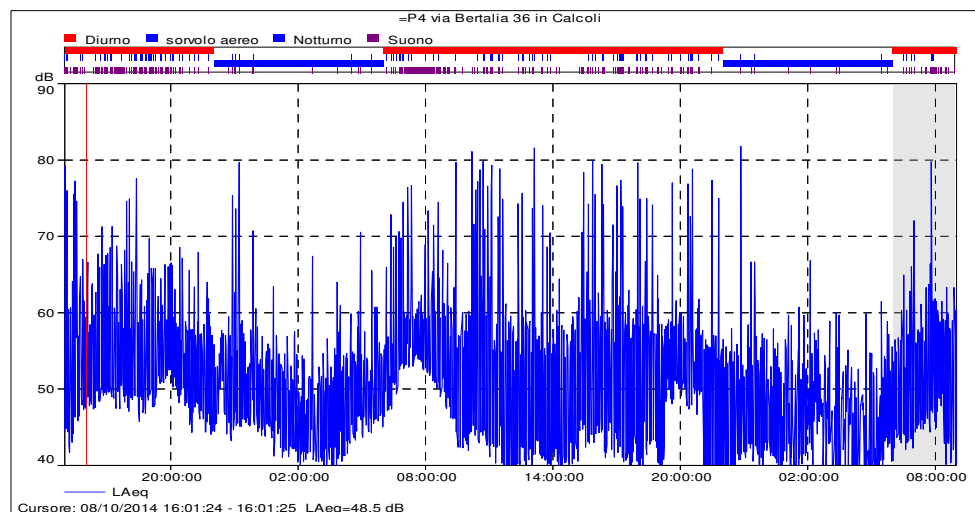
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P4, periodo diurno 3° giorno giorno 10-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA			
Strumento e applicazione:	2250, BZ7224 versione 1.1		
Larghezza banda:	1/3 ottava		
N. picchi:	140,0 dB		
Campo:	20,0-100,0 dB		
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	F, S, I		A, Z
Picco in banda larga (-, filtri):	-		Z
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F, S		Z
Velocità campionamento:	1 s	Trigger 65 dB con Reg.ne sonora	
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	no		Tutti
Parametri spettrali:	LZeq		LZFmax, LZFmin

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAEq dB(A)
P4 TRD 3°g	Frazione diurna	2 m	10/10/2014 06:00	03:00:00	81,1	38,6	55,4	49,8	44,3	53,8
P4 TRD 3°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	10/10/2014 06:00	02:57:51	70,1	38,6	55,1	49,7	44,3	51,7



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 11

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

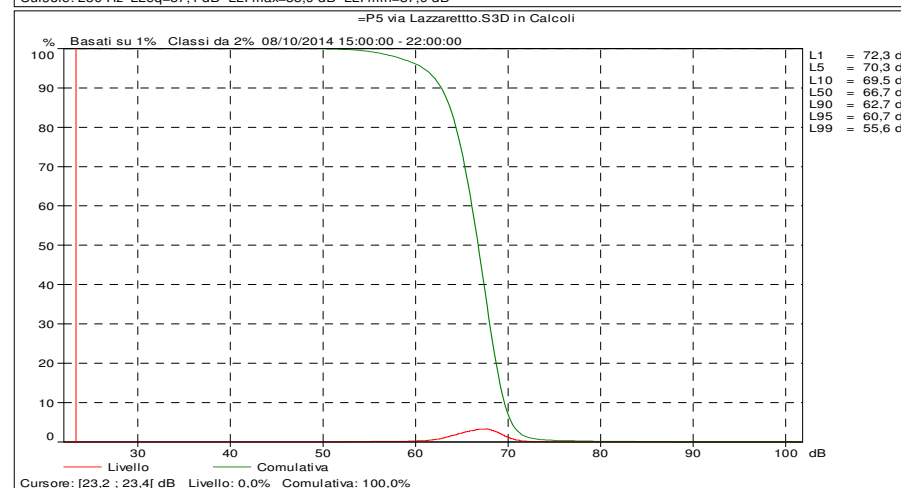
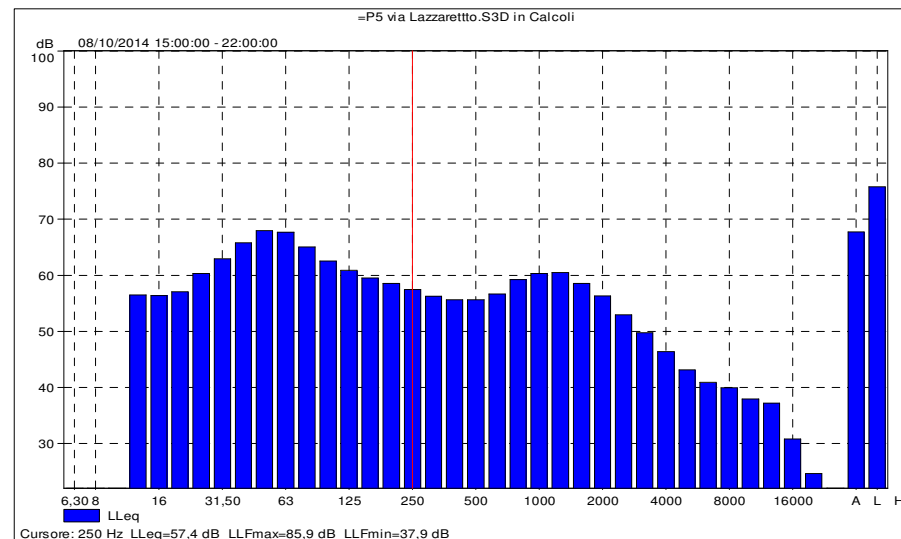
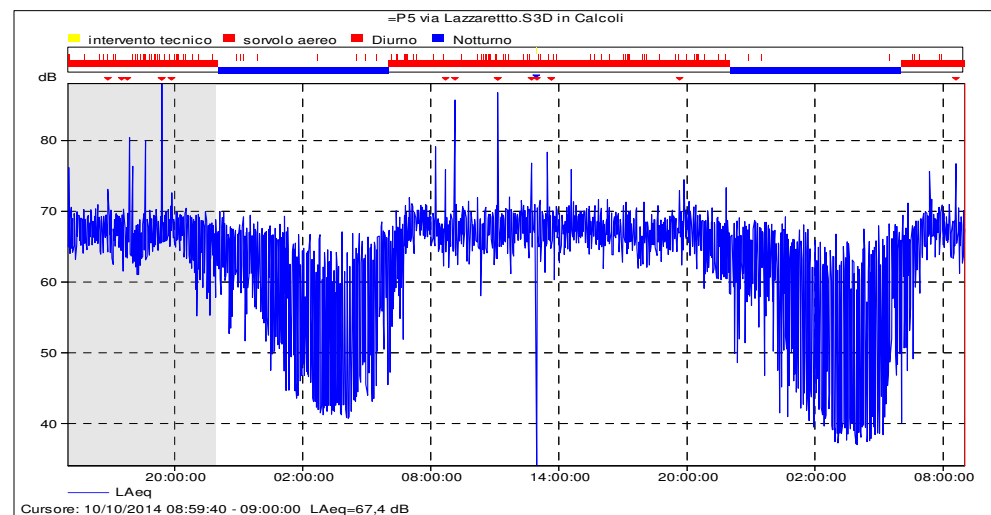
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P5, periodo diurno 1° giorno 8-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA									
Strumento e applicazione:	2260, BZ7206 versione 2.2								
Larghezza banda:	1/3 ottava								
N. picchi:	140,0 dB								
Campo:	21,9-101,9 dB								
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	S, F, I								A, L
Picco in banda larga (-, filtri):	F								A
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F								L
Velocità campionamento:	20 s								
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	Tutti								Tutti
Parametri spettrali:	Tutti								Tutti

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P5 TRD 1°g	Frazione diurna	2 m	08/10/2014 15:00	07:00:00	98,0	45,3	69,5	66,7	60,7	67,7
P5 TRD 1°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	08/10/2014 15:00	06:35:20	98,0	45,3	69,5	66,6	60,6	67,7



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 12

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

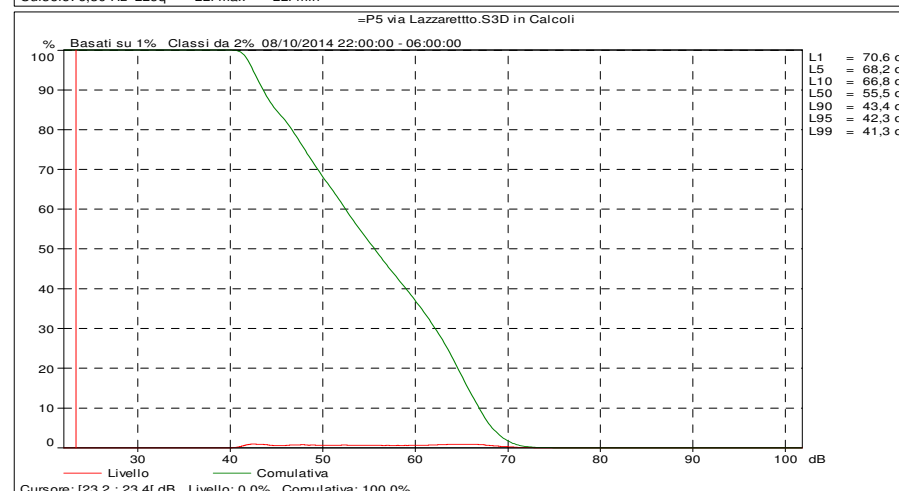
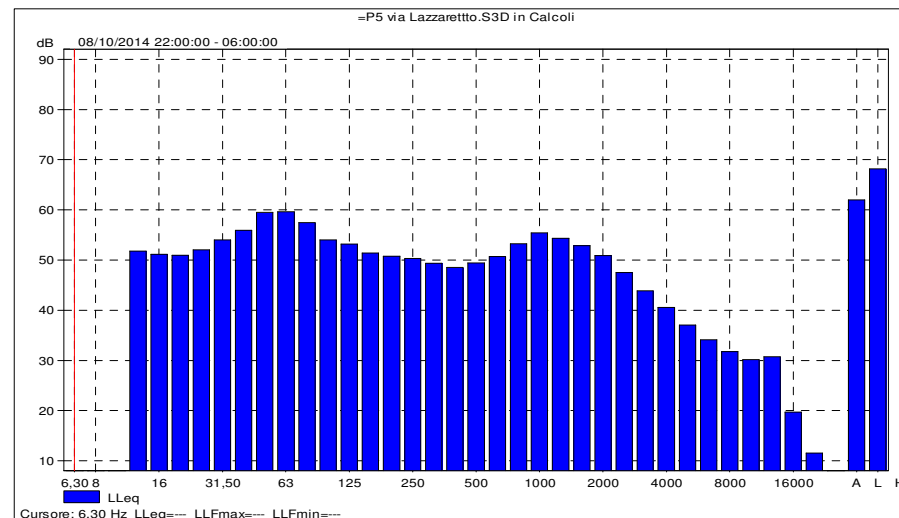
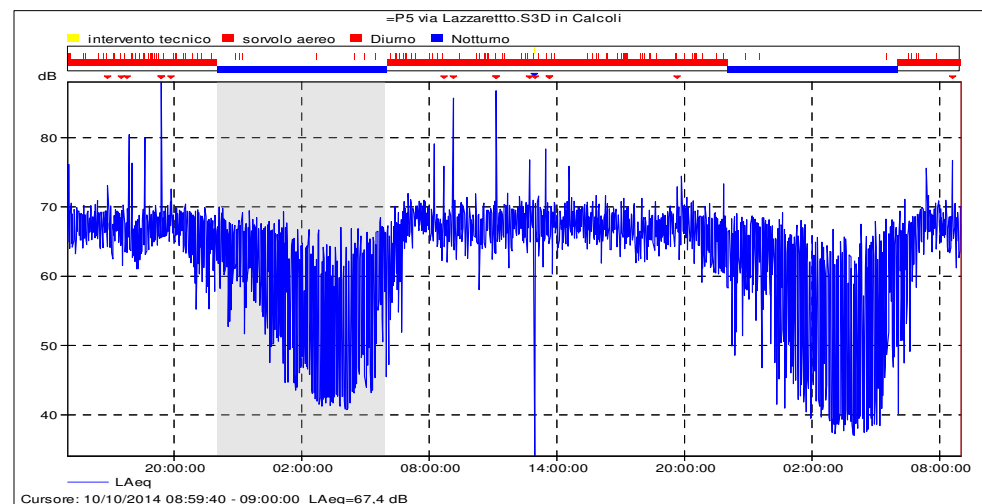
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P5, periodo notturno 1° giorno 8-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA			
Strumento e applicazione:	2260, BZ7206 versione 2.2		
Larghezza banda:	1/3 ottava		
N. picchi:	140,0 dB		
Campo:	21,9-101,9 dB		
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	S, F, I	A, L	
Picco in banda larga (-, filtri):	F	A	
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F	L	
Velocità campionamento:	20 s		
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	Tutti	Tutti	
Parametri spettrali:	Tutti	Tutti	

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P5 TRN 1°g	Valore totale	2 m	08/10/2014 22:00	08:00:00	82,1	39,4	66,8	55,5	42,3	61,9
P5 TRN 1°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	08/10/2014 22:00	07:55:20	82,1	39,4	66,7	55,4	42,3	61,9



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 13

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

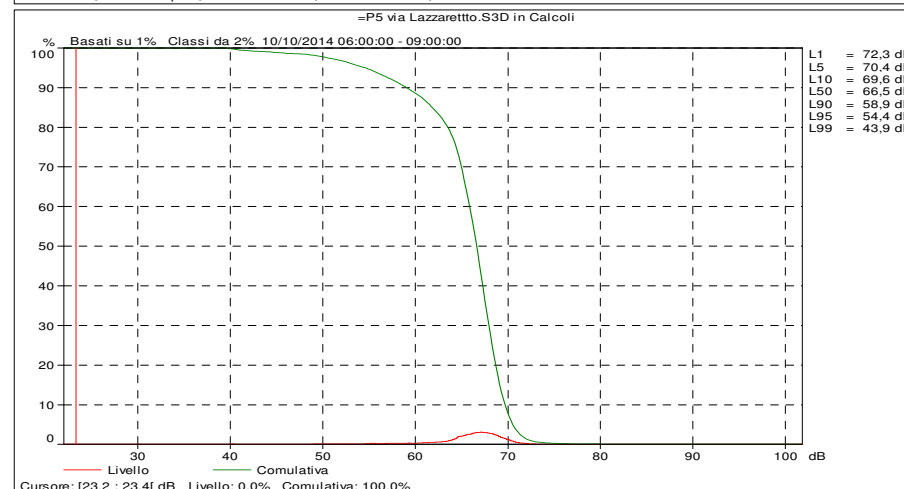
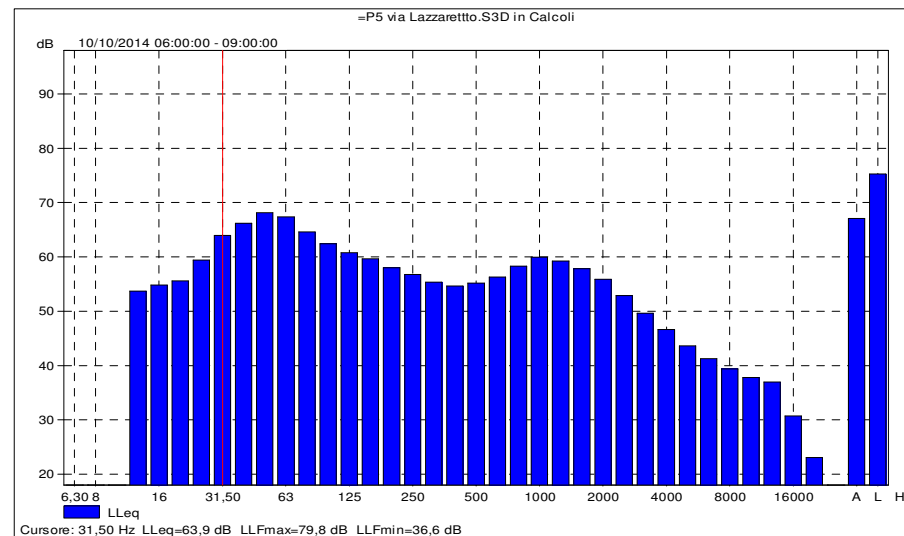
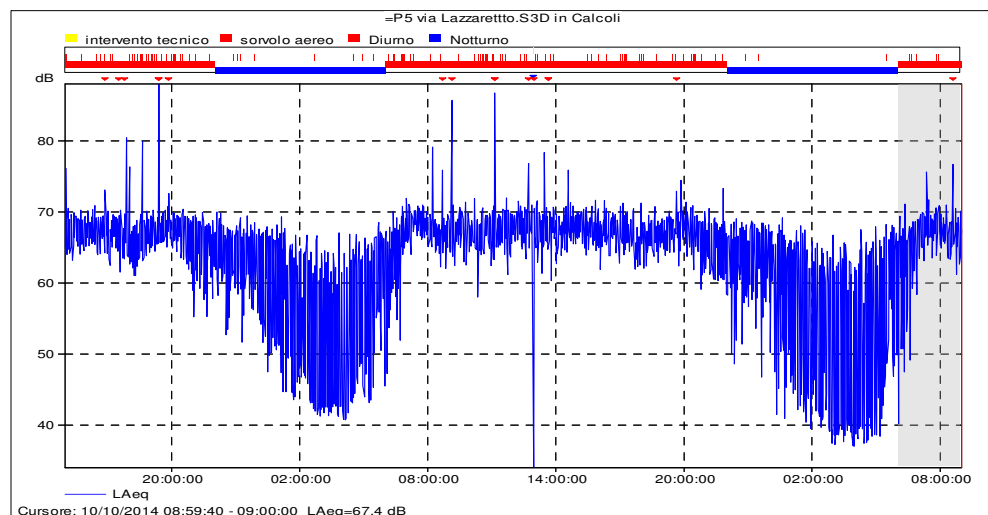
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P5, periodo diurno 2° giorno 09-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA		
Strumento e applicazione:	2260, BZ7206 versione 2.2	
Larghezza banda:	1/3 ottava	
N. picchi:	140.0 dB	
Campo:	21,9-101,9 dB	
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	S, F, I	A, L
Picco in banda larga (-, filtri):	F	A
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F	L
Velocità campionamento:	20 s	
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	Tutti	Tutti
Parametri spettrali:	Tutti	Tutti

Post. Mis.	Periodo	h fon. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	L _{Aeq} dB(A)
P5 TRD 2°g	Valore totale	2 m	09/10/2014 06:00	15:57:20	98,9	45,1	69,8	67,1	60,8	67,9
P5 TRD 2°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	09/10/2014 06:00	15:18:20	98,9	45,1	69,8	67,1	60,8	67,8



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 14

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

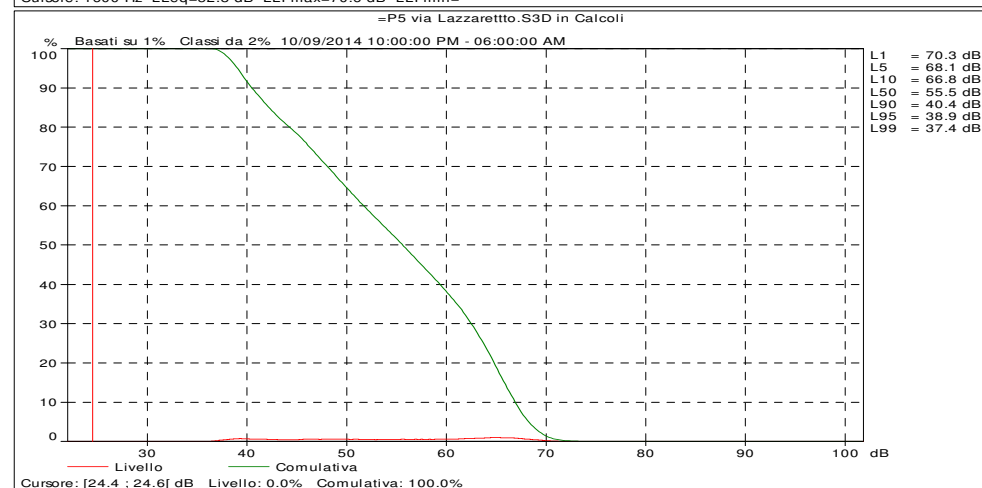
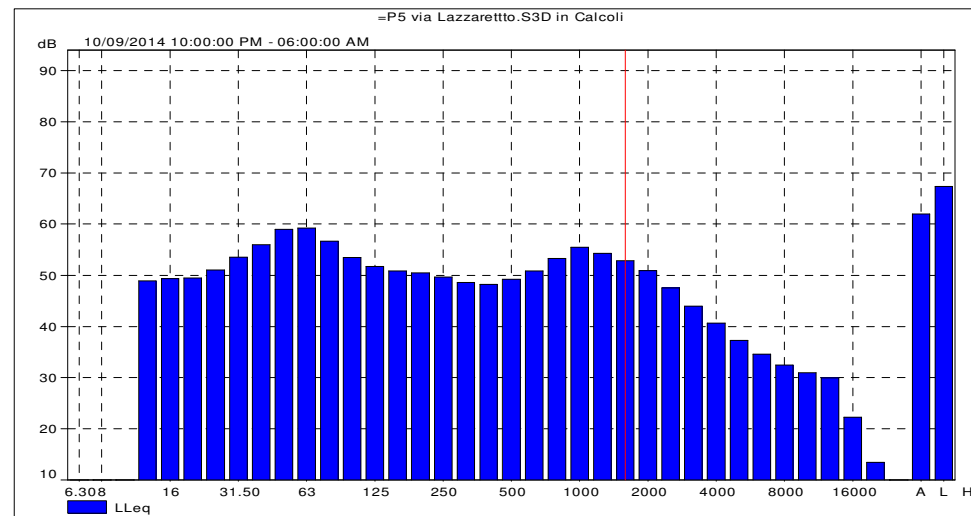
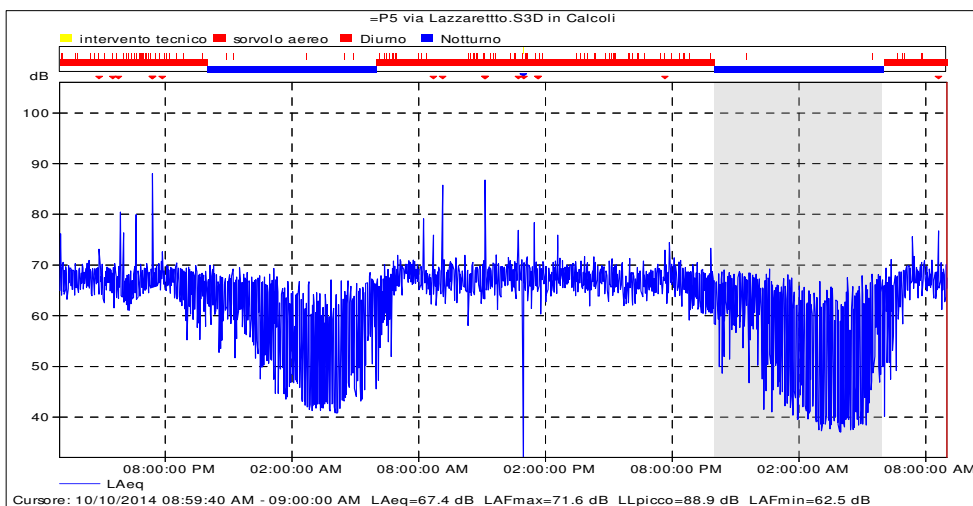
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P5, periodo notturno 2° giorno 09-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA		
Strumento e applicazione:	2260, BZ7206 versione 2.2	
Larghezza banda:	1/3 ottava	
N. picchi:	140.0 dB	
Campo:	21,9-101,9 dB	
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	S, F, I	A, L
Picco in banda larga (-, filtri):	F	A
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F	L
Velocità campionamento:	20 s	
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	Tutti	Tutti
Parametri spettrali:	Tutti	Tutti

Post. Mis.	Periodo	h fon. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	L _{Aeq} dB(A)
P5 TRN 2°g	Valore totale	2 m	10/9/2014 22:00	8:00:00	79.6	35.6	66.8	55.5	38.9	61.9
P5 TRN 2°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	10/9/2014 22:00	7:58:40	79.6	35.6	66.8	55.5	38.9	61.9



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 15

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

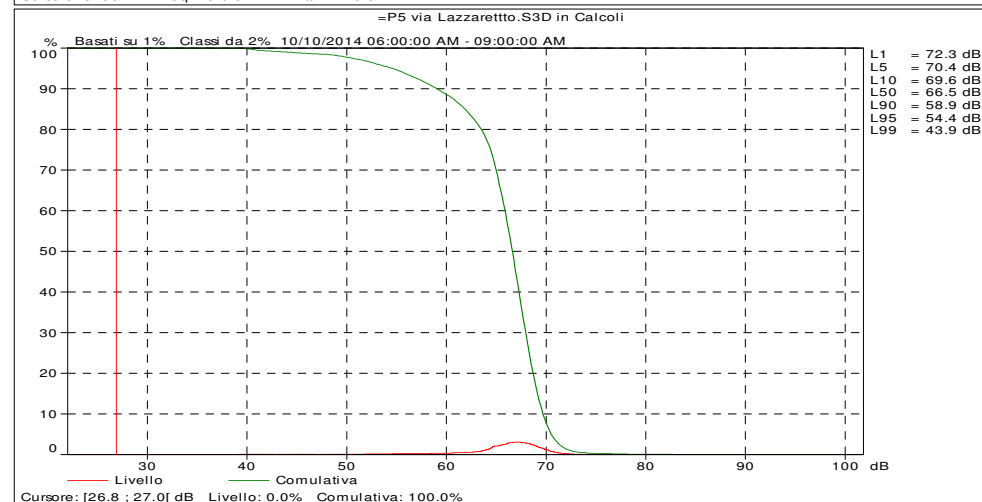
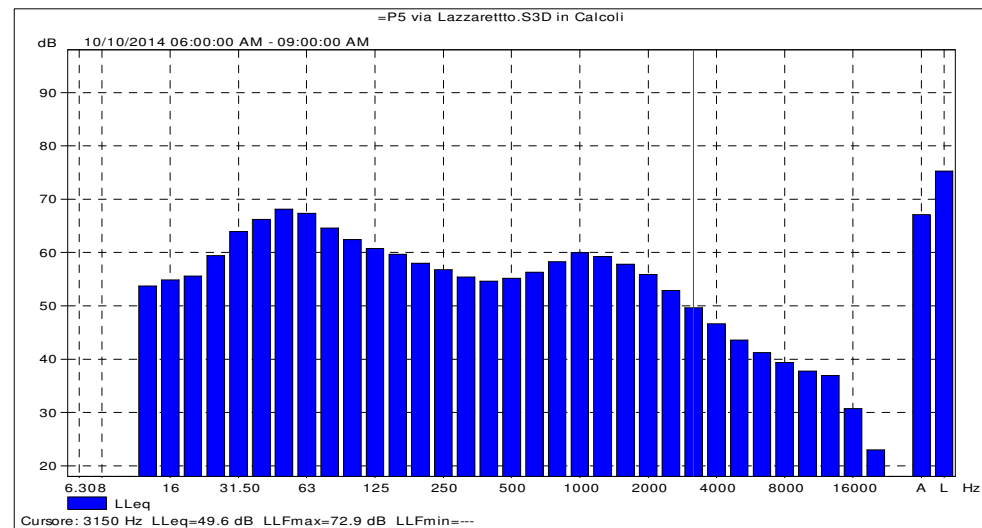
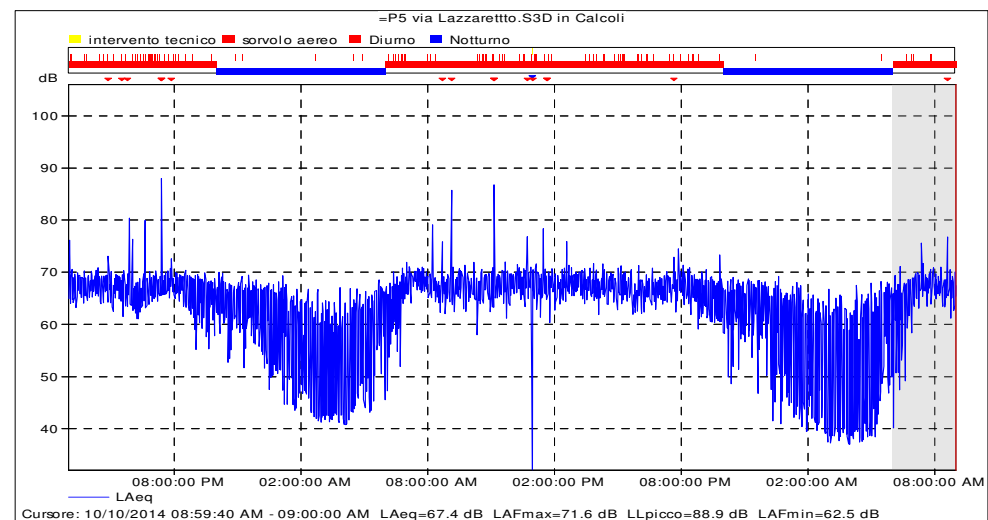
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P5, periodo diurno 3° giorno 10-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA			
Strumento e applicazione:	2260, BZ7206 versione 2.2		
Larghezza banda:	1/3 ottava		
N. picchi:	140.0 dB		
Campo:	21,9-101,9 dB		
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	S, F, I	A, L	
Picco in banda larga (-, filtri):	F	A	
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F	L	
Velocità campionamento:	20 s		
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	Tutti		
Parametri spettrali:	Tutti		

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	L _{Aeq} dB(A)
P5 TRD 3°g	Frazione diurna	2 m	10/10/2014 6:00	3:00:00	87.5	38.7	69.6	66.5	54.4	67.1
P5 TRD 3°g	Valore epurato da sorvoli	2 m	10/10/2014 6:00	2:57:20	87.5	38.7	69.6	66.5	54.4	67.1



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 16

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

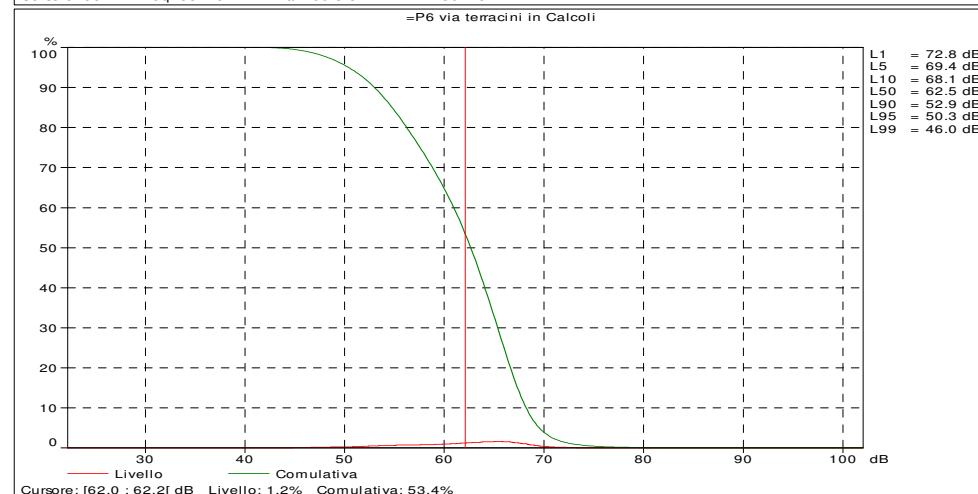
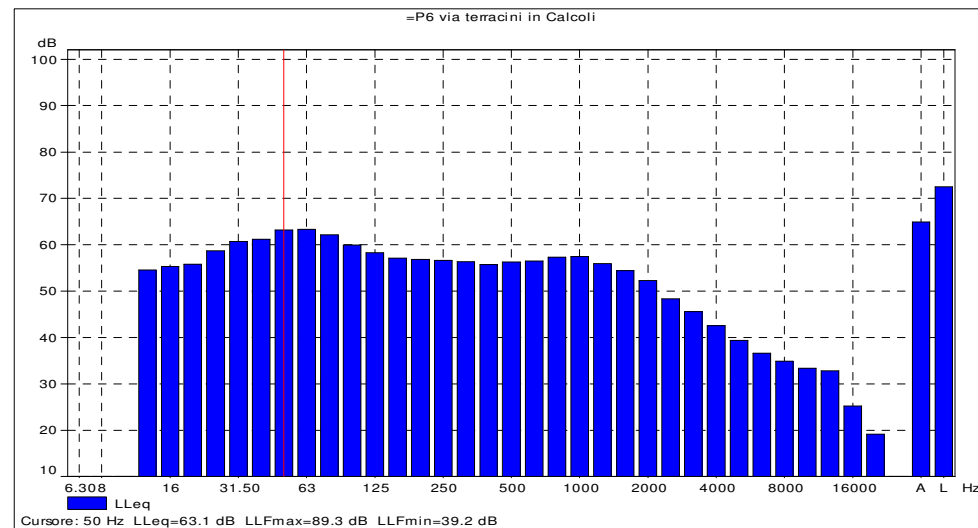
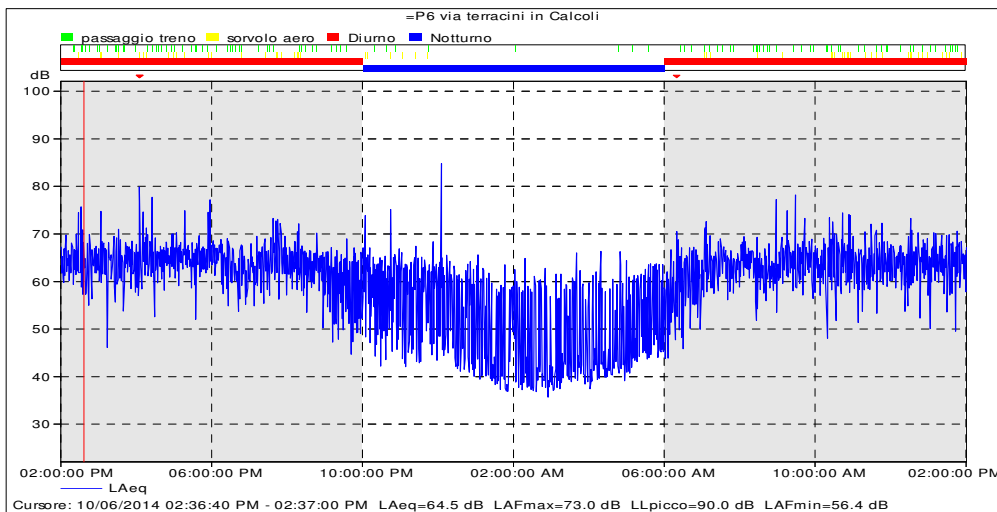
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P6, periodo diurno 06-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA		
Strumento e applicazione:	2260, BZ7206 versione 2.2	
Larghezza banda:	1/3 ottava	
N. picchi:	140.0 dB	
Campo:	21,9-101,9 dB	
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	S, F, I	A, L
Picco in banda larga (-, filtri):	F	A
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F	L
Velocità campionamento:	20 s	
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	Tutti	Tutti
Parametri spettrali:	Tutti	Tutti

Post. Mis.	Periodo	h fon. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P6 TRD	Valore totale	2 m	10/6/2014 14:00	16:00:20	91.3	40.3	68.1	62.5	50.3	64.9
P6 TRD	Valore epurato da sorvoli e treni	2 m	10/6/2014 14:00	14:31:40	87.5	40.5	67.9	62.5	50.3	64.4



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 17

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

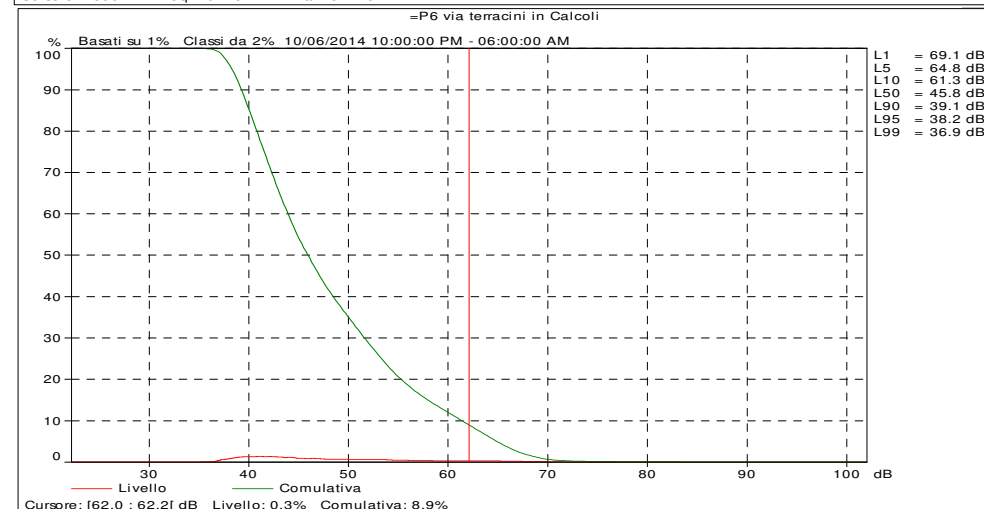
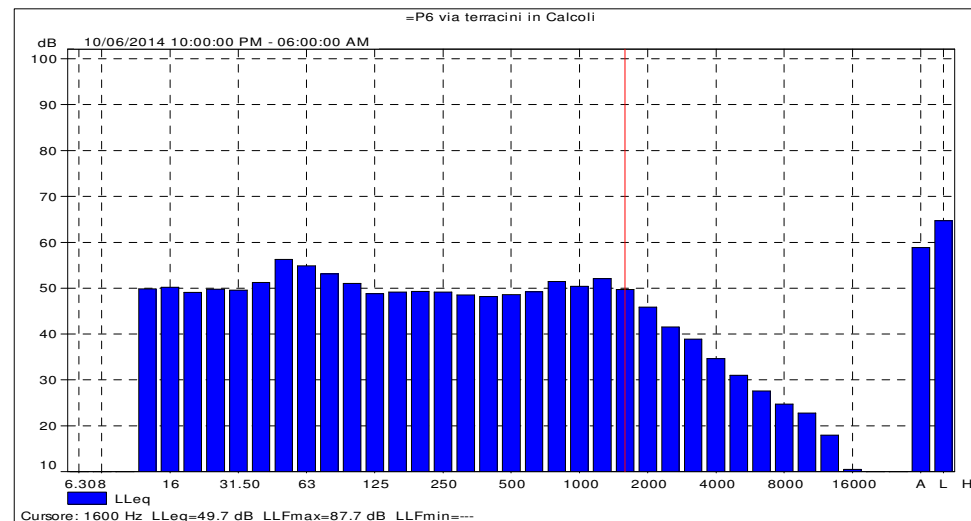
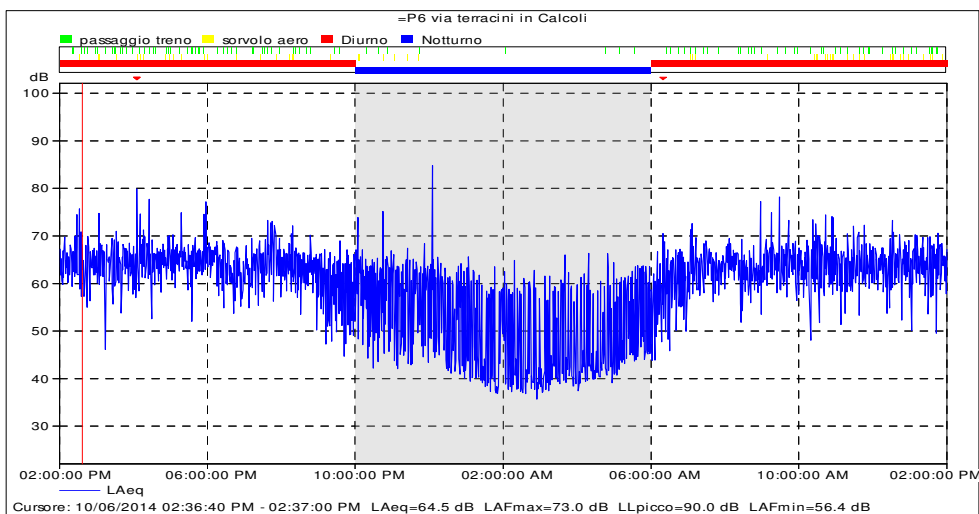
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P6, periodo notturno 06-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA									
Strumento e applicazione:	2260, BZ7206 versione 2.2								
Larghezza banda:	1/3 ottava								
N. picchi:	140.0 dB								
Campo:	21,9-101,9 dB								
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	S, F, I								A, L
Picco in banda larga (-, filtri):	F								A
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F								L
Velocità campionamento:	20 s								
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	Tutti								Tutti
Parametri spettrali:	Tutti								Tutti

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	LAeq dB(A)
P6 TRN	Valore epurato da estemporanei	2 m	06/10/2014 22:00	07:55:40	83,6	34,4	61,0	45,7	38,2	56,9
P6 TRN	Valore epurato da sorvoli e treni	2 m	06/10/2014 22:00	07:49:00	83,6	34,4	60,8	45,6	38,2	56,8



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 18

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

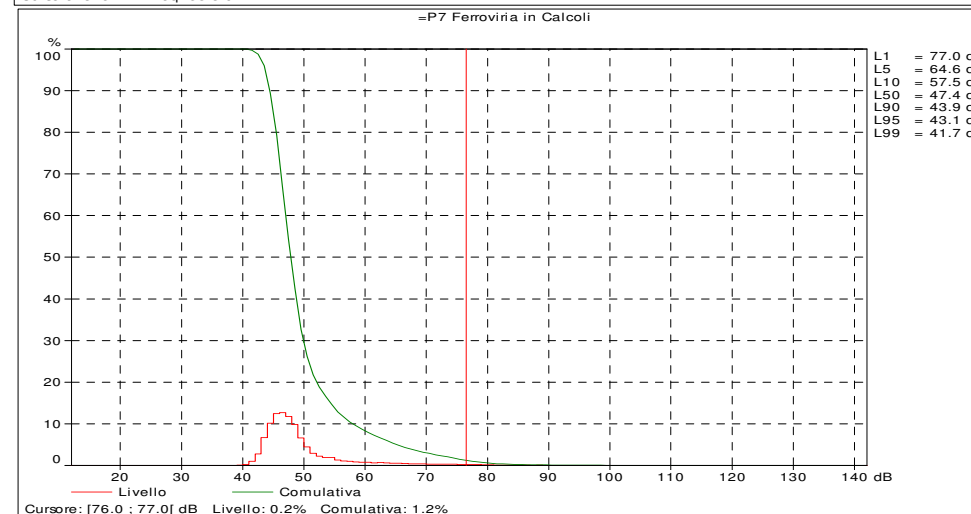
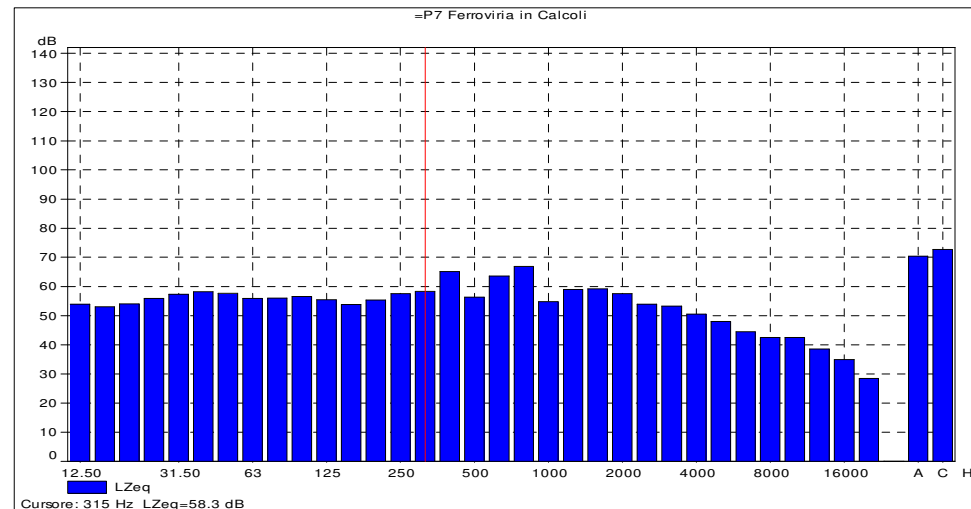
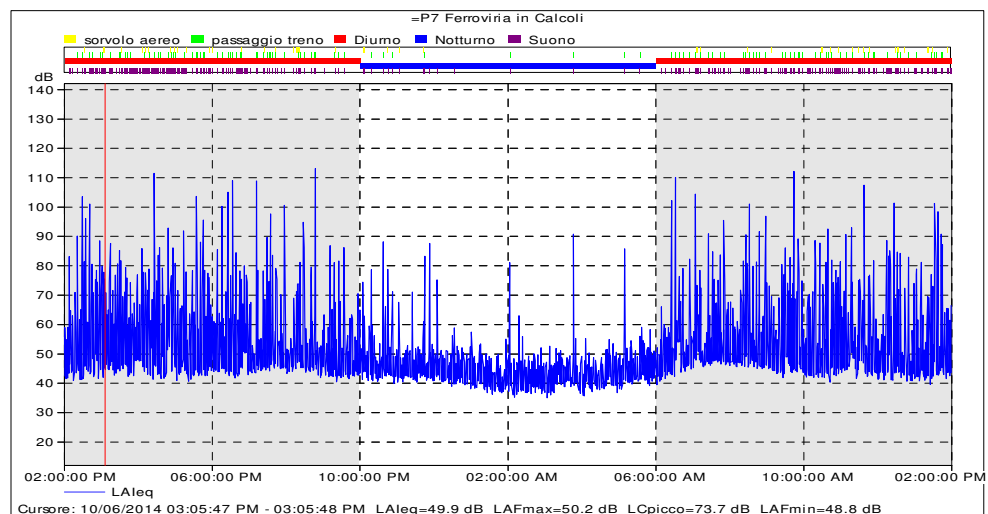
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P7, periodo diurno 06-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA									
Strumento e applicazione:	2250, BZ7224 versione 1.1								
Larghezza banda:	1/3 ottava								
N. picchi:	140.0 dB								
Campo:	20,0-100,0 dB								
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	F, S, I A, Z								
Picco in banda larga (-, filtri):	- Z								
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F, S Z								
Velocità campionamento:	1 s Trigger 65 dB con Reg.ne sonora								
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	no Tutti								
Parametri spettrali:	LZeq LZFmax, LZFmin								

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	L _{Aeq} dB(A)
P7 TRD	Valore totale	2 m	10/6/2014 14:00	16:00:01	113.2	38.4	57.5	47.4	43.1	70.4
P7 TRD	Valore epurato da sorvoli e treni	2 m	10/6/2014 14:00	14:51:24	101.7	38.4	53.2	47.1	43.1	56.4



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 19



Firma del tecnico competente rilevatore

AIRIS
TECNICO ACUSTICO COMPETENTE
Dott. Juri Albertazzi

STUDIO ACUSTICO RELATIVA AD AREA LAZZARETTO COMUNE DI BOLOGNA (BO)

Codice Commessa
14085SAVA

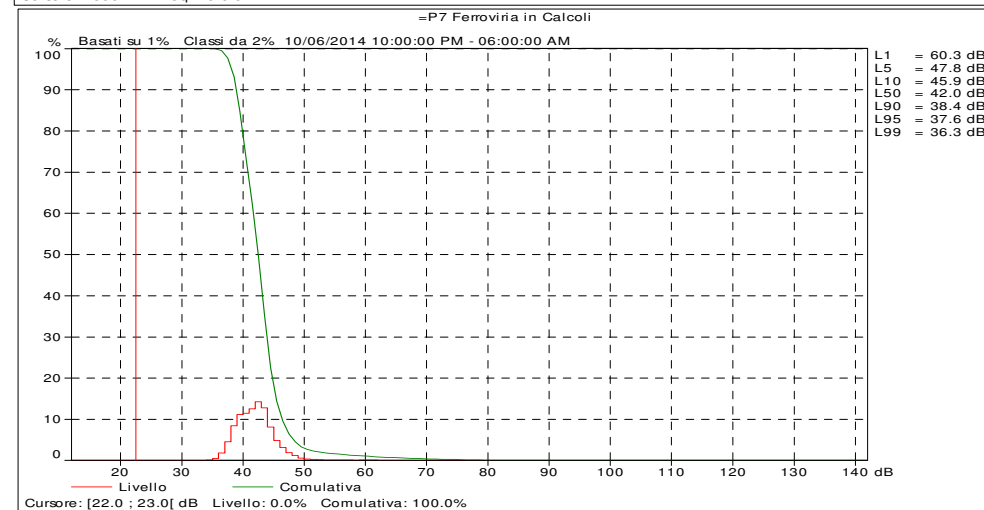
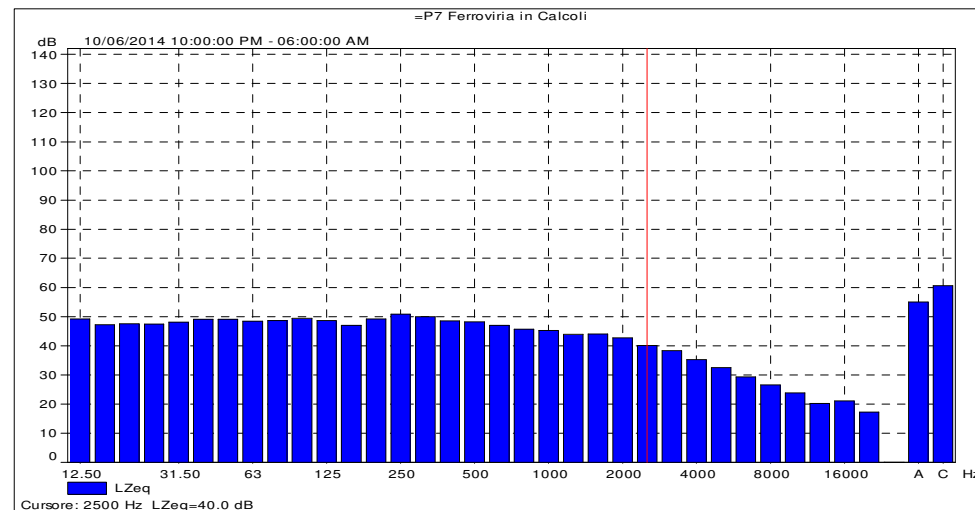
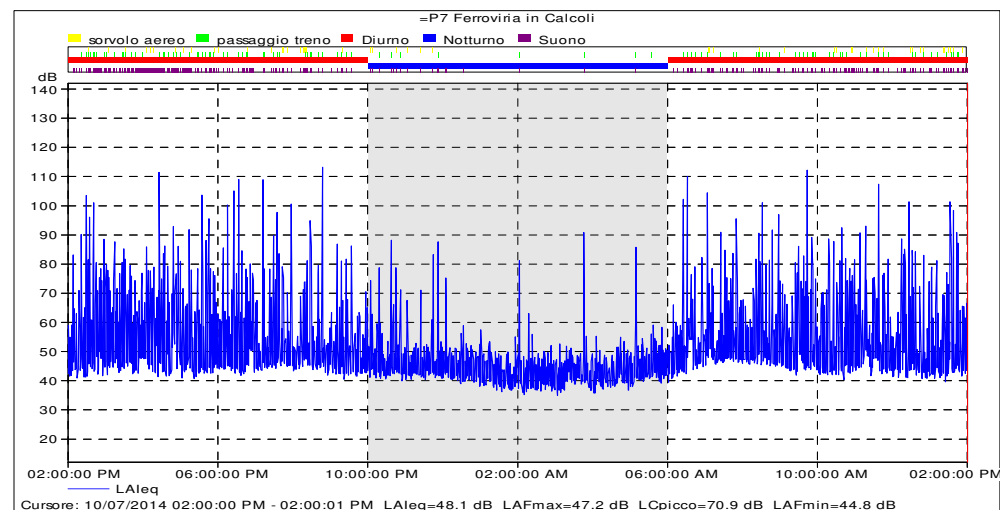
STRUMENTAZIONE: Il fonometro e il calibratore utilizzati per i rilievi sono modello **Bruel&Kjaer di classe I** e conformi a quanto richiesto dal decreto del 16.3.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



Postazione P7, periodo notturno 06-10

STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI MISURA									
Strumento e applicazione:	2250, BZ7224 versione 1.1								
Larghezza banda:	1/3 ottava								
N. picchi:	140.0 dB								
Campo:	20,0-100,0 dB								
Misure in banda larga (Cost. tempo, filtri):	F, S, I								A, Z
Picco in banda larga (-, filtri):	-								Z
Parametri spettro (Cost. tempo, filtri):	F, S								Z
Velocità campionamento:	1 s								Trigger 65 dB con Reg.ne sonora
Registrazione BL (Statistiche complete, Parametri):	no								Tutti
Parametri spettrali:	LZeq								LZFmax, LZFmin

Post. Mis.	Periodo	h fono. sul p.c.	Data - Ora di inizio	Tempo trascorso	LAFMax dB(A)	LAFMin dB(A)	LAF10 dB(A)	LAF50 dB(A)	LAF95 dB(A)	L _{Aeq} dB(A)
P7 TRN	Valore totale	2 m	10/6/2014 22:00	8:00:00	90.9	33.9	45.9	42.0	37.6	55.0
P7 TRN	Valore epurato da sorvoli e treni	2 m	10/6/2014 22:00	7:53:44	84.4	33.9	45.7	41.9	37.6	45.3



I risultati dei rilievi vengono presentati ai sensi del decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - allegato D.

I rilievi sono stati svolti dai tecnici competenti dott. Juri Albertazzi e Ing. Davide Carini, abilitato ai sensi dell'art. 2 comma 6 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n° 447/95.

Report di Misura N° 14015- 20



Firma del tecnico competente rilevatore

AIRIS
TECNICO ACUSTICO COMPETENTE
Dott. Juri Albertazzi

Caratteristiche della catena di misura certificazione del fonometro;

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 224 14-1566-FON
Certificate of Calibration

- data di emissione
date of issue
2014/02/07

- cliente
customer
**Airis Srl
Via del Porto, 1
Bologna - BO**

- destinatario
receiver
**Airis Srl
Via del Porto, 1
Bologna - BO**

- richiesta
application
Prot. 140130/03

- in data
date
2014/01/30

Si riferisce a
Referring to
- oggetto
item
**Misuratore di livello di
pressione sonora**

- costruttore
manufacturer
Bruel & Kjaer

- modello
model
2260

- matricola
serial number
2413557

- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item
2014/02/03

- data delle misure
date of measurements
2014/02/07

- registro di laboratorio
laboratory reference
1566

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accertamento LAT N° 224 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 224 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Paolo Zambusi

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 224 14-1791-FIL
Certificate of Calibration

- Data di emissione
date of issue
2014/04/24

- Cliente
Customer
**Airis Srl
Via del Porto, 1
Bologna - BO**

- destinatario
addressee
**Airis Srl
Via del Porto, 1
Bologna - BO**

- richiesta
application
Prot. 140422/01

- in data
date
2014/04/22

Si riferisce a
referring to
- oggetto
item
**FILTRI in banda di
1/3 di ottava
Bruel Kjaer**

- costruttore
manufacturer
2260

- modello
model
2320980

- matricola
serial number
2320980

- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item
2014/04/24

- data delle misure
date of measurements
2014/04/24

- registro di laboratorio
laboratory reference
1791

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accertamento LAT N° 224 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 224 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Paolo Zambusi

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 224 13-1186-FON
Certificate of Calibration

- **Data di emissione**
date of issue
2013/07/10

- **Cliente**
Customer
Airis Srl
Via del Porto, 1
Bologna - BO

- **destinatario**
addressee
Airis Srl
Via del Porto, 1
Bologna - BO

- **richiesta**
application
Prot. 130708/01

- **in data**
date
2013/07/08

Si riferisce a
referring to

- **oggetto**
item
Misuratore di livello di
pressione sonora
Brue! Kjaer

- **costruttore**
manufacturer
2250

- **modello**
model
2479725

- **matricola**
serial number
2013/07/10

- **data di ricevimento oggetto**
date of receipt of item
2013/07/10

- **data delle misure**
date of measurements
1186

- **registro di laboratorio**
laboratory reference

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 224 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 224 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Paolo Zambusi

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 224 12-660-FON
Certificate of Calibration

- **data di emissione**
date of issue
2012/10/17

- **cliente**
customer
AIRIS SRL
Via del Porto, 1
Bologna

- **destinatario**
receiver
AIRIS SRL
Via del Porto, 1
Bologna

- **richiesta**
application
Prot. 121015/03

- **in data**
date
2012/10/15

Si riferisce a
Referring to

- **oggetto**
item
Misuratore di livello di
pressione sonora
BRUEL & KJAER

- **costruttore**
manufacturer
2260

- **modello**
model
2001671

- **matricola**
serial number
2012/10/17

- **data di ricevimento oggetto**
date of receipt of item
2012/10/17

- **data delle misure**
date of measurements
660

- **registro di laboratorio**
laboratory reference

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 224 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 224 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Paolo Zambusi

Certificate of Calibration and Conformance

Certificate Number 2013-182391

Instrument Model CAL200, Serial Number 10781, was calibrated on 18NOV2013. The instrument meets factory specifications per Procedure D0001.8190, IEC 60942:2003.

New Instrument
Date Calibrated: 18NOV2013
Calibration due:

Calibration Standards Used

MANUFACTURER	MODEL	SERIAL NUMBER	INTERVAL	CAL DUE	TRACEABILITY NO.
Larsen Davis	2559	2504	12 Months	03JAN2014	19848-1
PCB	1502B02FJ15PSIA	1342	12 Months	14JAN2014	5441014715
Larsen Davis	2900	0981	12 Months	06APR2014	2013-172252
Larsen Davis	MTS1000/2201	0111	12 Months	22AUG2014	58082213
Larsen Davis	PRM902	0480	12 Months	23AUG2014	2013-179869
Hewlett Packard	34401A	3145A10352	12 Months	03SEP2014	6214490
Larsen Davis	PRM915	0112	12 Months	09OCT2014	2013-180644

Reference Standards are traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST)

Calibration Environmental Conditions

Environmental test conditions as shown on calibration report.

Affirmations

This Certificate attests that this instrument has been calibrated under the stated conditions with Measurement and Test Equipment (MATE) Standards traceable to the U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST). All of the Measurement Standards have been calibrated to their manufacturers' specified accuracy / uncertainty. Evidence of traceability and accuracy is on file at Provo Engineering & Manufacturing Center. An acceptable accuracy ratio between the Standard(s) and the item calibrated has been maintained. This instrument meets or exceeds the manufacturer's published specification unless noted.

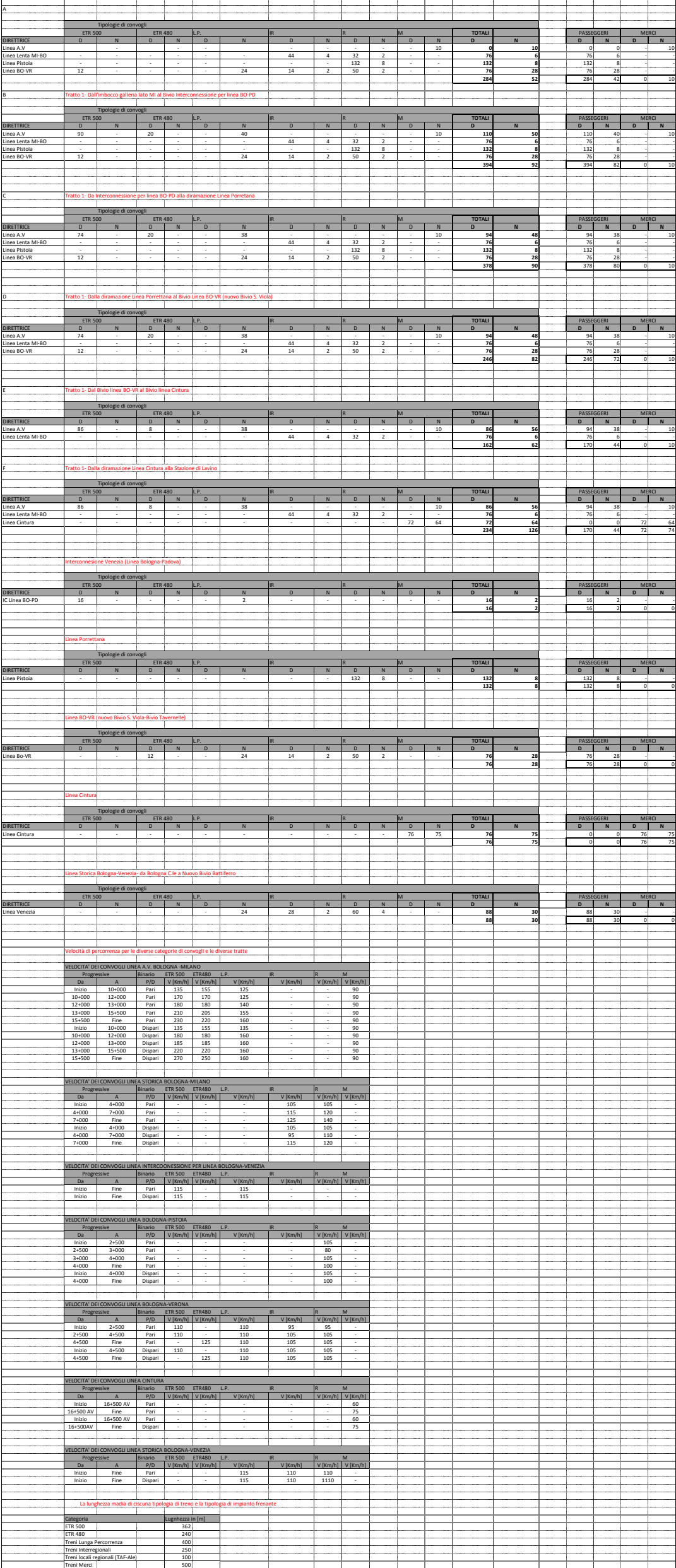
The collective uncertainty of the Measurement Standard used does not exceed 25% of the applicable tolerance for each characteristic calibrated unless otherwise noted.

The results documented in this certificate relate only to the item(s) calibrated or tested. A one year calibration is recommended, however calibration interval assignment and adjustment are the responsibility of the end user. This certificate may not be reproduced, except in full, without the written approval of the issuer.

Signed:

Scott Montgomery
Technician: Scott Montgomery

Flussi di traffico ferroviario da studio RFI per l'Alta Velocità



Livelli acustici calcolati sui ricettori

AIRIS S.r.l. - Ingegneria per l'Ambiente - Bologna 1 di 1

RICETTORI P.P. APPROVATO - SCENARIO TENDENZIALE

Ricettore	Piano	Limiti						TENDENZIALE																		sforamenti					
								livelli calcolati																							
		zonizzazione		fascia strada		fascia ferrovia		strade		ferrovia		aeroporto		residuo stradale		residuo ferroviario		rumore complessivo		zonizzazione		fascia stradale		fascia ferroviaria							
		Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N						
1	PT	65	55					52.9	45.2	45.3	37.6	56	45	56.4	45.7	57.7	48.1	58.0	48.5	-	-										
1	1	65	55					53.8	45.8	45.4	37.7	56	45	56.4	45.7	58.1	48.5	58.3	48.8	-	-										
1	2	65	55					54.1	46.1	45.6	37.9	56	45	56.4	45.8	58.2	48.6	58.4	49.0	-	-										
1	3	65	55					54.3	46.2	45.8	38.3	56	45	56.4	45.8	58.2	48.6	58.5	49.0	-	-										
1	4	65	55					54.5	46.4	47.0	40.6	56	45	56.5	46.3	58.3	48.8	58.6	49.4	-	-										
2	PT	65	55					53.6	41.9	41.8	35.7	56	45	56.2	45.5	58.0	46.7	58.1	47.1	-	-										
2	1	65	55					53.9	43.0	43.4	37.5	56	45	56.2	45.7	58.1	47.1	58.2	47.6	-	-										
2	2	65	55					54.2	44.9	45.5	39.9	56	45	56.4	46.2	58.2	47.9	58.4	48.6	-	-										
2	3	65	55					54.6	46.6	48.2	42.9	56	45	56.7	47.1	58.4	48.9	58.8	49.9	-	-										
3	PT	65	55					55.6	48.3	47.5	40.8	57	45	57.5	46.4	59.3	49.9	59.6	50.4	-	-										
3	1	65	55					55.9	48.8	47.9	41.2	57	45	57.5	46.5	59.5	50.3	59.8	50.8	-	-										
3	2	65	55					56.1	48.9	48.0	41.4	57	45	57.5	46.6	59.6	50.4	59.9	50.9	-	-										
3	3	65	55					56.1	48.9	48.7	42.6	57	45	57.6	47.0	59.6	50.4	59.9	51.0	-	-										
4	PT	65	55					53.5	47.5	49.8	45.0	56	45	56.9	48.0	57.9	49.5	58.6	50.8	-	-										
4	1	65	55					54.1	48.1	50.2	45.3	56	45	57.0	48.2	58.2	49.9	58.8	51.2	-	-										
4	2	65	55					54.3	48.2	50.2	45.3	56	45	57.0	48.2	58.2	49.9	58.9	51.2	-	-										
4	3	65	55					54.7	48.5	50.7	45.8	56	45	57.1	48.4	58.4	50.1	59.1	51.4	-	-										
5	PT	65	55					46.6	39.7	46.8	42.9	54	43	54.8	46.0	54.7	44.7	55.4	46.9	-	-										
5	1	65	55					48.3	40.6	48.6	44.6	54	43	55.1	46.9	55.0	45.0	55.9	47.8	-	-										
5	2	65	55					50.6	41.4	49.2	45.4	54	43	55.2	47.3	55.6	45.3	56.5	48.3	-	-										
5	3	65	55					52.1	41.8	49.5	45.7	54	43	55.3	47.6	56.2	45.4	57.0	48.6	-	-										
5	4	65	55					53.6	42.5	49.4	45.6	54	43	55.3	47.5	56.8	45.8	57.5	48.7	-	-										
5	5	65	55					54.8	43.2	49.6	45.8	54	43	55.4	47.6	57.4	46.1	58.1	49.0	-	-										
5	6	65	55					55.6	43.8	50.0	46.0	54	43	55.4	47.8	57.9	46.4	58.5	49.2	-	-										
6	PT	65	55					55.7	43.7	44.3	36.3	54	43	54.4	43.8	57.9	46.4	58.1	46.8	-	-										
6	1	65	55					55.3	43.8	46.2	40.0	54	43	54.7	44.8	57.7	46.4	58.0	47.3	-	-										
7	PT	65	55					51.3	39.5	44.2	38.9	56	45	56.3	46.0	57.3	46.1	57.5	46.8	-	-										
7	1	65	55					51.9	39.9	44.6	39.5	56	45	56.3	46.1	57.4	46.2	57.6	47.0	-	-										
7	2	65	55					52.0	40.1	45.1	40.1	56	45	56.3	46.2	57.4	46.2	57.7	47.2	-	-										
7	3	65	55					52.0	40.2	45.6	40.8	56	45	56.4	46.4	57.4	46.2	57.7	47.3	-	-										
7	4	65	55					52.1	41.0	47.1	42.5	56	45	56.5	46.9	57.5	46.4	57.9	47.9	-	-										
8	PT	60	50					51.7	41.6	45.4	41.7	53	42	53.7	44.8	55.4	44.8	55.8	46.5	-	-										
8	1	60	50					54.0	45.0	49.7	45.1	53	42	54.7	46.9	56.5	46.8	57.4	49.0	-	-										
9	PT	60	50					49.1	41.7	46.2	42.2	53	43	53.8	45.6	54.5	45.4	55.1	47.1	-	-										
9	1	60	50					51.8	44.5	49.3	44.6	53	43	54.5	46.9	55.4	46.8	56.4	48.9	-	-										
10	PT	60	50					56.1	43.5	48.2	45.5	52	41	53.5	46.8	57.5	45.4	58.0	48.5	-	-										
10	1	60	50					56.7	44.2	48.9	46.1	52	41	53.7	47.3	58.0	45.9	58.5	49.0	-	-										
10	2	60	50					56.7	44.2	49.2	46.5	52	41	53.8	47.6	58.0	45.9	58.5	49.2	-	-										
10	3	60	50					56.5	44.2	49.4	46.6	52	41	53.9	47.7	57.8	45.9	58.4	49.3	-	-										
10	4	60	50					56.2	43.9	49.8	47.0	52	41	54.0	48.0	57.6	45.7	58.2	49.4	-	-										
10	5	60	50					56.0	43.9	50.5	47.5	52	41	54.3	48.4	57.4	45.7	58.2	49.7	-	-										
11	PT	60	50					42.5	34.1	41.2	36.9	53	42	53.3	43.2	53.4	42.7	53.6	43.7	-	-										
11	1	60	50					43.8	35.4	43.4	39.8	53	42	53.4	44.0	53.5	42.9	53.9	44.6	-											

RICETTORI P.P. APPROVATO - SCENARIO TENDENZIALE																											
Ricettore	Piano	Limiti						TENDENZIALE														sforamenti					
		zonizzazione		fascia strada		fascia ferrovia		strade		ferrovia		aeroporto		residuo stradale		residuo ferroviario		rumore complessivo		zonizzazione		fascia stradale		fascia ferroviaria			
		Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N		
33	1	65	55					55.1	42.3	46.4	42.8	52	41	53.1	45.0	56.8	44.7	57.2	46.9	-	-						
34	PT	60	50					50.9	38.4	42.4	37.6	53	41	53.4	42.6	55.1	42.9	55.3	44.0	-	-						
34	1	60	50					50.9	38.5	44.3	39.1	53	41	53.6	43.2	55.1	42.9	55.4	44.5	-	-						
34	2	60	50					50.6	38.4	46.0	39.8	53	41	53.8	43.5	55.0	42.9	55.5	44.6	-	-						
35	PT	65	55					50.1	44.4	48.0	43.2	54	43	55.0	46.1	55.5	46.8	56.2	48.4	-	-						
35	1	65	55					50.9	44.8	48.4	43.5	54	43	55.1	46.3	55.7	47.0	56.5	48.6	-	-						
35	2	65	55					51.7	45.0	48.6	43.7	54	43	55.1	46.4	56.0	47.1	56.7	48.7	-	-						
35	3	65	55					52.2	45.2	48.5	43.5	54	43	55.1	46.3	56.2	47.2	56.9	48.8	-	-						
35	4	65	55					52.9	45.4	48.4	43.2	54	43	55.0	46.1	56.5	47.4	57.1	48.8	-	-						
35	5	65	55					53.7	45.6	48.6	43.5	54	43	55.1	46.3	56.9	47.5	57.5	49.0	-	-						
35	6	65	55					54.6	45.9	49.1	44.1	54	43	55.2	46.6	57.3	47.7	57.9	49.3	-	-						
36	PT	60	50	65	55			48.7	37.4	49.8	46.6	52	41	54.0	47.6	53.7	42.6	55.1	48.0	-	-	-	-				
36	1	60	50	65	55			49.0	37.8	50.0	46.8	52	41	54.1	47.8	53.8	42.7	55.3	48.2	-	-	-	-				
36	2	60	50	65	55			49.4	38.1	50.2	47.0	52	41	54.2	48.0	53.9	42.8	55.4	48.4	-	-	-	-				
36	3	60	50	65	55			49.8	38.6	50.4	47.2	52	41	54.3	48.1	54.0	43.0	55.6	48.6	-	-	-	-				
36	4	60	50	65	55			50.2	39.0	50.6	47.4	52	41	54.4	48.3	54.2	43.1	55.8	48.8	-	-	-	-				
36	5	60	50	65	55			50.5	39.4	51.1	47.9	52	41	54.6	48.7	54.3	43.3	56.0	49.2	-	-	-	-				
36	6	60	50	65	55			50.9	40.0	51.7	48.5	52	41	54.8	49.2	54.5	43.6	56.3	49.7	-	-	-	-				
37	PT	60	50	65	55			49.3	38.9	49.6	46.7	51	41	53.4	47.7	53.2	43.1	54.8	48.2	-	-	-	-				
37	1	60	50	65	55			49.5	39.2	49.9	47.0	51	41	53.5	48.0	53.3	43.2	55.0	48.5	-	-	-	-				
37	2	60	50	65	55			49.9	39.6	50.3	47.4	51	41	53.7	48.3	53.5	43.3	55.2	48.8	-	-	-	-				
37	3	60	50	65	55			50.0	39.7	50.4	47.5	51	41	53.7	48.4	53.6	43.4	55.3	48.9	-	-	-	-				
37	4	60	50	65	55			50.3	39.9	50.6	47.7	51	41	53.8	48.5	53.7	43.5	55.4	49.1	-	-	-	-				
37	5	60	50	65	55			50.6	40.2	51.1	48.2	51	41	54.0	48.9	53.8	43.6	55.6	49.5	-	-	-	-				
37	6	60	50	65	55			50.9	40.7	51.6	48.6	51	41	54.3	49.3	54.0	43.9	55.9	49.9	-	-	-	-				
38	PT	60	50	65	55			50.4	42.0	49.9	46.3	51	40	53.5	47.2	53.7	44.1	55.2	48.3	-	-	-	-				
38	1	60	50	65	55			50.7	42.3	50.1	46.5	51	40	53.6	47.4	53.9	44.3	55.4	48.5	-	-	-	-				
38	2	60	50	65	55			51.0	42.6	50.3	46.7	51	40	53.7	47.5	54.0	44.5	55.5	48.7	-	-	-	-				
38	3	60	50	65	55			51.2	42.8	50.5	46.9	51	40	53.8	47.7	54.1	44.7	55.7	48.9	-	-	-	-				
38	4	60	50	65	55			51.5	43.1	50.7	47.1	51	40	53.9	47.9	54.3	44.8	55.9	49.1	-	-	-	-				
38	5	60	50	65	55			51.8	43.5	51.0	47.4	51	40	54.0	48.1	54.4	45.1	56.1	49.4	-	-	-	-				
38	6	60	50	65	55			52.1	43.7	51.5	47.9	51	40	54.2	48.5	54.6	45.2	56.3	49.7	-	-	-	-				
38	7	60	50	65	55			52.3	43.3	51.6	48.3	51	40	54.3	48.9	54.7	44.9	56.4	49.9	-	-	-	-				
38	8	60	50	65	55			52.7	43.5	51.8	48.5	51	40	54.4	49.1	54.9	45.1	56.6	50.1	-	-	-	-				
39	PT	65	55					48.8	40.9	43.2	39.6	56	44	56.2	45.4	56.8	45.7	56.9	46.7	-	-						
39	1	65	55					49.7	41.7	44.2	40.5	56	44	56.3	45.6	56.9	46.0	57.1	47.1	-	-						
39	2	65	55					50.5	42.5	45.1	41.4	56	44	56.3	45.9	57.1	46.3	57.3	47.5	-	-						
39	3	65	55					51.2	43.4	45.8	41.9	56	44	56.4	46.1	57.2	46.7	57.5	48.0	-	-						
39	4	65	55					51.7	44.1	46.2	42.3	56	44	56.4	46.2	57.4	47.1	57.7	48.3	-	-						
39	5	65	55					51.9	44.3	46.4	42.5	56	44	56.5	46.3	57.4	47.2	57.8	48.4	-	-						
39	6	65	55					52.1	44.4	46.7	42.8	56	44	56.5	46.4	57.5	47.2	57.8	48.5	-	-						
39	7	65	55					52.2																			

RICETTORI P.P. APPROVATO - SCENARIO TENDENZIALE

Ricettore	Piano	Limiti						TENDENZIALE																		sforamenti					
								livelli calcolati																							
		zonizzazione		fascia strada		fascia ferrovia		strade		ferrovia		aeroporto		residuo stradale		residuo ferroviario		rumore complessivo													
		Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N						
60	PT	60	50					54.9	41.9	42.3	38.8	53	42	53.4	43.7	57.0	45.0	57.2	45.9	-	-										
60	1	60	50					54.3	41.6	44.3	40.8	53	42	53.6	44.4	56.7	44.8	57.0	46.2	-	-										
60	2	60	50					53.4	40.9	46.2	42.9	53	42	53.8	45.5	56.2	44.5	56.6	46.8	-	-										
60	3	60	50					52.6	39.9	46.4	43.1	53	42	53.9	45.6	55.8	44.1	56.3	46.6	-	-										
60	4	60	50					52.0	39.5	47.0	43.7	53	42	54.0	45.9	55.5	43.9	56.1	46.8	-	-										
60	5	60	50					51.6	39.3	47.8	44.6	53	42	54.2	46.5	55.4	43.9	56.1	47.3	-	-										
60	6	60	50					51.6	39.9	49.2	46.0	53	42	54.5	47.4	55.4	44.1	56.3	48.1	-	-										
61	PT	60	50					47.4	38.7	42.4	37.3	53	42	53.4	43.3	54.0	43.7	54.3	44.6	-	-										
61	1	60	50					47.8	39.8	43.2	38.5	53	42	53.4	43.6	54.1	44.0	54.5	45.1	-	-										
61	2	60	50					48.2	40.9	44.8	40.8	53	42	53.6	44.5	54.2	44.5	54.7	46.0	-	-										
61	3	60	50					48.9	41.5	46.2	42.7	53	42	53.8	45.4	54.4	44.8	55.0	46.9	-	-										
61	4	60	50					49.3	42.1	47.4	44.0	53	42	54.1	46.1	54.6	45.1	55.3	47.6	-	-										
61	5	60	50					49.8	42.6	48.6	45.1	53	42	54.3	46.9	54.7	45.3	55.6	48.2	-	-										
62	PT	65	55					57.1	44.0	44.5	41.7	52	41	52.7	44.4	58.3	45.7	58.4	47.2	-	-										
62	1	65	55					56.5	43.4	45.5	42.5	52	41	52.9	44.8	57.8	45.4	58.0	47.2	-	-										
62	2	65	55					55.5	42.5	46.0	42.9	52	41	53.0	45.1	57.1	44.8	57.4	47.0	-	-										
62	3	65	55					54.7	41.9	47.0	43.9	52	41	53.2	45.7	56.6	44.5	57.0	47.2	-	-										
62	4	65	55					54.4	42.1	49.2	45.9	52	41	53.8	47.1	56.4	44.6	57.1	48.3	-	-										
63	PT	65	55			65	55	58.2	44.8	41.9	35.7	52	41	52.4	42.1	59.1	46.3	59.2	46.7	-	-		-	-							
63	1	65	55			65	55	57.6	44.4	43.5	37.2	52	41	52.6	42.5	58.6	46.0	58.8	46.5	-	-		-	-							
63	2	65	55			65	55	56.1	43.1	44.8	37.9	52	41	52.8	42.7	57.5	45.2	57.8	45.9	-	-		-	-							
63	3	65	55			65	55	55.0	42.6	46.9	41.5	52	41	53.2	44.3	56.8	44.9	57.2	46.5	-	-		-	-							
63	4	65	55			65	55	56.0	45.0	49.7	46.3	52	41	54.0	47.4	57.4	46.4	58.1	49.4	-	-		-	-							
63	5	65	55			65	55	55.9	45.6	49.4	45.9	52	41	53.9	47.1	57.4	46.9	58.0	49.4	-	-		-	-							
63	6	65	55			65	55	56.0	45.5	49.7	46.1	52	41	54.0	47.3	57.4	46.8	58.1	49.5	-	-		-	-							
63	7	65	55			65	55	55.8	45.6	49.7	46.1	52	41	54.0	47.3	57.3	46.9	58.0	49.5	-	-		-	-							
63	8	65	55			65	55	55.8	45.7	49.9	46.3	52	41	54.1	47.4	57.3	46.9	58.0	49.7	-	-		-	-							
64	PT	65	55			65	55	51.7	39.5	41.1	35.7	52	41	52.3	42.1	54.8	43.3	55.0	44.0	-	-		-	-							
64	1	65	55			65	55	51.6	39.7	43.4	37.9	52	41	52.6	42.7	54.8	43.4	55.1	44.5	-	-		-	-							
64	2	65	55			65	55	51.0	39.6	45.5	39.9	52	41	52.9	43.5	54.5	43.4	55.0	45.0	-	-		-	-							
64	3	65	55			65	55	50.8	40.1	46.5	40.2	52	41	53.1	43.6	54.5	43.6	55.1	45.2	-	-		-	-							
65	PT	60	50					49.4	37.3	40.8	37.2	52	41	52.3	42.5	53.9	42.5	54.1	43.6	-	-										
65	1	60	50					49.8	37.7	42.7	39.1	52	41	52.5	43.2	54.1	42.7	54.4	44.3	-	-										
65	2	60	50					49.8	37.9	44.9	41.3	52	41	52.8	44.1	54.0	42.7	54.5	45.1	-	-										
65	3	60	50					49.8	38.5	47.9	44.1	52	41	53.4	45.8	54.1	42.9	55.0	46.6	-	-										
66	PT	65	55			65	55	50.7	38.1	38.6	32.5	51	40	51.2	40.7	53.9	42.2	54.0	42.6	-	-		-	-							
66	1	65	55			65	55	50.8	38.1	39.4	33.2	51	40	51.3	40.8	53.9	42.2	54.0	42.7	-	-		-	-							
66	2	65	55			65	55	50.4	37.8	40.3	34.1	51	40	51.4	41.0	53.7	42.1	53.9	42.7	-	-		-	-							
66	3	65	55			65	55	50.0	37.6	41.9	35.4	51	40	51.5	41.3	53.5	42.0	53.8	42.8	-	-		-	-							
66	4	65	55			65	55	49.7	37.5	44.4	37.4	51	40	51.9	41.9	53.4	42.0	53.9	43.3	-	-		-	-							
66	5	65	55			65	55	49.9	38.2	47.1	39.4	51	40	52.5	42.7	53.5	42.2	54.4	44.0	-	-		-	-							
67	PT	65	55	65	55	65	55	59.6	48.8	48.9	46.4	50	39	52.5	47.1	60.0	49.2	60.3	51.0	-	-	-	-								

Ricettore	Piano	Limiti						FUTURO																	
								livelli calcolati												sforamenti					
		zonizzazione		fascia strada		fascia ferrovia		strade		ferrovia		aeroporto		residuo stradale		residuo ferroviario		rumore complessivo		zonizzazione		fascia stradale		fascia ferroviaria	
		Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N
1	PT	65	55					54.2	46.4	44.7	37.2	56	45	56.3	45.7	58.2	48.8	58.4	49.1	-	-				
1	1	65	55					55.3	47.4	44.9	37.3	56	45	56.3	45.7	58.7	49.3	58.8	49.6	-	-				
1	2	65	55					55.6	47.7	44.9	37.4	56	45	56.3	45.7	58.8	49.6	59.0	49.8	-	-				
1	3	65	55					55.8	47.8	45.1	37.5	56	45	56.3	45.7	58.9	49.6	59.1	49.9	-	-				
1	4	65	55					55.9	47.9	45.3	38.0	56	45	56.4	45.8	58.9	49.7	59.1	50.0	-	-				
1	5	65	55					55.9	47.9	46.4	39.9	56	45	56.4	46.2	59.0	49.7	59.2	50.1	-	-				
2	PT	65	55					54.2	42.3	41.5	35.6	56	45	56.1	45.5	58.2	46.9	58.3	47.2	-	-				
2	1	65	55					54.5	43.4	43.0	37.4	56	45	56.2	45.7	58.3	47.3	58.5	47.7	-	-				
2	2	65	55					54.8	45.1	45.2	39.7	56	45	56.3	46.1	58.4	48.1	58.6	48.7	-	-				
2	3	65	55					55.2	46.8	48.0	42.8	56	45	56.6	47.1	58.6	49.0	59.0	49.9	-	-				
3	PT	65	55					57.9	49.4	47.6	40.9	57	45	57.5	46.4	60.5	50.8	60.7	51.2	-	-				
3	1	65	55					58.6	50.1	47.8	41.2	57	45	57.5	46.5	60.9	51.3	61.1	51.7	-	-				
3	2	65	55					59.0	50.4	48.0	41.5	57	45	57.5	46.6	61.1	51.5	61.3	51.9	-	-				
3	3	65	55					59.3	50.5	48.6	42.6	57	45	57.6	47.0	61.3	51.6	61.5	52.1	-	-				
4	PT	65	55					58.7	49.1	50.0	45.2	56	45	57.0	48.1	60.6	50.5	61.0	51.6	-	-				
4	1	65	55					59.8	49.8	50.2	45.3	56	45	57.0	48.2	61.3	51.0	61.6	52.1	-	-				
4	2	65	55					60.7	50.3	50.2	45.3	56	45	57.0	48.2	62.0	51.4	62.3	52.4	-	-				
4	3	65	55					61.1	50.6	50.7	45.7	56	45	57.1	48.4	62.2	51.6	62.5	52.6	-	-				
5	PT	65	55					58.4	45.4	48.1	43.7	54	43	55.0	46.4	59.7	47.4	60.0	48.9	-	-				
5	1	65	55					59.9	46.6	48.7	44.5	54	43	55.1	46.8	60.9	48.2	61.1	49.7	-	-				
5	2	65	55					60.0	46.7	49.1	44.9	54	43	55.2	47.1	61.0	48.3	61.2	49.9	-	-				

Ricettore	Piano	Limiti						FUTURO																	
								livelli calcolati												sforamenti					
		zonizzazione		fascia strada		fascia ferrovia		strade		ferrovia		aeroporto		residuo stradale		residuo ferroviario		rumore complessivo		zonizzazione		fascia stradale		fascia ferroviaria	
		Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N
26	4	65	55					58.3	47.7	47.2	40.6	52	41	53.2	43.8	59.2	48.5	59.5	49.2	-	-				
26	5	65	55					57.9	47.5	47.4	41.0	52	41	53.3	44.0	58.9	48.3	59.2	49.1	-	-				
26	6	65	55					57.6	47.3	48.1	42.4	52	41	53.5	44.8	58.6	48.2	59.0	49.2	-	-				
27	PT	65	55					53.3	46.2	45.5	37.3	56	45	56.4	45.7	57.9	48.6	58.1	48.9	-	-				
27	1	65	55					54.0	46.9	45.5	37.4	56	45	56.4	45.7	58.1	49.1	58.4	49.4	-	-				
27	2	65	55					54.5	47.4	45.4	37.3	56	45	56.4	45.7	58.3	49.3	58.5	49.6	-	-				
27	3	65	55					54.7	47.4	45.4	37.2	56	45	56.4	45.7	58.4	49.3	58.6	49.6	-	-				
27	4	65	55					55.1	47.9	46.0	38.0	56	45	56.4	45.8	58.6	49.7	58.8	50.0	-	-				
27	5	65	55					55.3	48.0	46.1	38.3	56	45	56.4	45.8	58.7	49.7	58.9	50.0	-	-				
27	6	65	55					55.4	48.0	46.5	38.9	56	45	56.5	45.9	58.7	49.8	59.0	50.1	-	-				
27	7	65	55					55.5	48.0	47.2	40.3	56	45	56.5	46.3	58.8	49.8	59.1	50.2	-	-				
28	PT	65	55					42.9	32.0	43.6	40.1	54	43	54.4	44.8	54.3	43.3	54.7	45.0	-	-				
28	1	65	55					46.9	38.2	47.2	43.1	54	43	54.8	46.0	54.8	44.2	55.5	46.7	-	-				
28	2	65	55					52.6	43.2	49.4	44.4	54	43	55.3	46.8	56.3	46.1	57.1	48.3	-	-				
28	3	65	55					55.7	44.6	49.9	45.0	54	43	55.4	47.1	57.9	46.9	58.6	49.1	-	-				
29	PT	65	55					60.0	47.6	48.1	45.2	52	41	53.5	46.6	60.7	48.5	60.9	50.2	-	-				
29	1	65	55					60.0	47.6	48.8	46.0	52	41	53.7	47.2	60.6	48.4	60.9	50.4	-	-				
29	2	65	55					59.5	47.2	49.6	46.6	52	41	54.0	47.7	60.2	48.1	60.6	50.4	-	-				
30	PT	65	55					44.5	34.3	44.0	40.8	53	42	53.5	44.5	53.6	42.7	54.0	44.9	-	-				
30	1	65	55					45.6	35.5	45.5	42.3	53	42	53.7	45.2	53.7	42.9	54.3	45.6	-	-				
30	2	65	55					46.7	36.8	46.6	43.4	53	42	53.9	45.8	53.9	43.1	54.6							

Ricettore	Piano	Limiti						FUTURO																	
								livelli calcolati												sforamenti					
		zonizzazione		fascia strada		fascia ferrovia		strade		ferrovia		aeroporto		residuo stradale		residuo ferroviario		rumore complessivo		zonizzazione		fascia stradale		fascia ferroviaria	
		Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N
52	PT	65	55					59.6	47.2	48.6	45.2	52	41	53.6	46.6	60.3	48.1	60.6	49.9	-	-				
52	1	65	55					59.1	46.9	49.1	45.8	52	41	53.8	47.0	59.9	47.9	60.2	49.9	-	-				
52	2	65	55					58.3	46.4	49.7	46.3	52	41	54.0	47.4	59.2	47.5	59.7	49.9	-	-				
53	PT	65	55					54.3	42.0	40.6	37.6	53	42	53.2	43.3	56.7	45.0	56.8	45.7	-	-				
53	1	65	55					53.9	41.6	42.5	39.6	53	42	53.4	44.0	56.5	44.8	56.6	46.0	-	-				
53	2	65	55					53.1	40.9	44.8	41.8	53	42	53.6	44.9	56.1	44.5	56.4	46.4	-	-				
53	3	65	55					52.4	40.3	47.2	44.2	53	42	54.0	46.2	55.7	44.2	56.3	47.2	-	-				
53	4	65	55					52.0	39.8	47.8	44.9	53	42	54.2	46.7	55.5	44.1	56.2	47.5	-	-				
53	5	65	55					51.7	39.7	48.5	45.5	53	42	54.3	47.1	55.4	44.0	56.2	47.8	-	-				
53	6	65	55					51.7	40.1	49.1	45.8	53	42	54.5	47.3	55.4	44.2	56.3	48.1	-	-				
54	PT	65	55					58.3	46.0	40.5	37.8	53	42	53.2	43.4	59.4	47.4	59.4	47.9	-	-				
54	1	65	55					57.9	45.7	42.2	39.4	53	42	53.3	43.9	59.1	47.3	59.2	47.9	-	-				
54	2	65	55					56.7	44.7	44.3	41.3	53	42	53.5	44.7	58.3	46.6	58.4	47.7	-	-				
54	3	65	55					55.9	44.5	47.0	43.6	53	42	54.0	45.9	57.7	46.5	58.0	48.3	-	-				
54	4	65	55					55.4	44.9	47.4	43.9	53	42	54.1	46.1	57.3	46.7	57.8	48.5	-	-				
54	5	65	55					54.8	44.8	47.9	44.3	53	42	54.2	46.3	57.0	46.6	57.5	48.6	-	-				
54	6	65	55					54.4	44.6	48.8	45.3	53	42	54.4	46.9	56.8	46.5	57.4	48.9	-	-				
55	PT	65	55					59.0	49.2	44.4	39.0	56	45	56.3	46.0	60.8	50.6	60.9	50.9	-	-				
55	1	65	55					58.8	49.4	45.0	40.0	56	45	56.3	46.2	60.7	50.7	60.8	51.1	-	-				
55	2	65	55					58.3	49.2	46.1	41.7	56	45	56.4	46.7	60.3	50.6	60.5	51.1	-	-				
55	3	65	55					58.2	49.7	49.1	44.6	56	45	56.8	47.8	60.3	50.9	60.6							

Ricettore	Piano	Limiti						FUTURO																	
								livelli calcolati												sforamenti					
		zonizzazione		fascia strada		fascia ferrovia		strade		ferrovia		aeroporto		residuo stradale		residuo ferroviario		rumore complessivo		zonizzazione		fascia stradale		fascia ferroviaria	
		Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N
69	5	65	55					51.4	40.8	48.5	37.1	52	41	53.6	42.5	54.7	43.9	55.7	44.7	-	-				
69	6	65	55					52.3	41.7	49.5	41.0	52	41	54.0	44.0	55.1	44.4	56.2	46.0	-	-				
70	PT	60	50					48.9	37.0	40.3	33.1	53	42	53.2	42.5	54.4	43.2	54.6	43.6	-	-				
70	1	60	50					50.2	38.2	41.6	34.7	53	42	53.3	42.7	54.8	43.5	55.0	44.0	-	-				
70	2	60	50					50.7	38.8	43.1	36.9	53	42	53.4	43.2	55.0	43.7	55.3	44.5	-	-				
70	3	60	50					51.0	39.2	46.0	40.8	53	42	53.8	44.4	55.1	43.8	55.6	45.6	-	-				
70	4	60	50					50.3	39.1	48.1	44.2	53	42	54.2	46.2	54.9	43.8	55.7	47.0	-	-				
70	5	60	50					50.4	39.4	48.0	43.6	53	42	54.2	45.9	54.9	43.9	55.7	46.8	-	-				
70	6	60	50					50.6	39.8	48.3	43.9	53	42	54.3	46.1	55.0	44.0	55.8	47.0	-	-				
70	7	60	50					50.9	40.2	48.8	44.4	53	42	54.4	46.4	55.1	44.2	56.0	47.3	-	-				
70	8	60	50					51.1	40.5	49.3	44.8	53	42	54.5	46.7	55.2	44.3	56.2	47.6	-	-				
71	PT	65	55					39.0	28.9	40.0	32.4	52	41	52.3	41.6	52.2	41.3	52.5	41.8	-	-				
71	1	65	55					40.9	30.7	43.5	34.5	52	41	52.6	41.9	52.3	41.4	52.9	42.2	-	-				
71	2	65	55					43.1	32.8	47.0	37.0	52	41	53.2	42.5	52.5	41.6	53.6	42.9	-	-				
71	3	65	55					45.4	34.8	48.2	39.1	52	41	53.5	43.2	52.9	41.9	54.1	43.8	-	-				
71	4	65	55					47.8	37.3	49.2	41.9	52	41	53.8	44.5	53.4	42.5	54.8	45.2	-	-				
71	5	65	55					49.7	39.3	50.3	43.8	52	41	54.2	45.6	54.0	43.2	55.5	46.5	-	-				
71	6	65	55					51.9	41.7	50.9	44.2	52	41	54.5	45.9	55.0	44.4	56.4	47.3	-	-				
72	PT	65	55			65	55	58.1	45.2	42.5	38.9	51	40	51.6	42.5	58.9	46.4	59.0	47.1	-	-		-	-	
72	1	65	55			65	55	57.8	44.9	43.3	39.6	51	40	51.7	42.8	58.6	46.1	58.7	47.0	-	-		-	-	
72	2	65	55			65	55	57.0	44.3	44.3	40.5	51	40	51.8	43.3	58									

RICETTORI P.P. VARIANTE -SCENARIO FUTURO DI PROGETTO																										
Ricettore	Piano	Limiti						FUTURO																		
								livelli calcolati												sforamenti						
		zonizzazione		fascia strada		fascia ferrovia		strade		ferrovia		aeroporto		residuo stradale		residuo ferroviario		rumore complessivo		zonizzazione		fascia stradale		fascia ferroviaria		
Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	
307	2	60	50			65	55	59.0	47.5	49.7	35.9	56	44	56.9	44.6	60.7	49.1	61.1	49.3	0.7	-			-	-	
307	3	60	50			65	55	59.8	48.2	50.3	36.5	56	44	57.0	44.7	61.3	49.6	61.6	49.8	1.3	-			-	-	
307	4	60	50			65	55	60.0	48.5	50.9	37.6	56	44	57.2	44.9	61.5	49.8	61.8	50.1	1.5	-			-	-	
308	PT	60	50					52.2	43.4	42.8	38.8	54	43	54.3	44.4	56.2	46.2	56.4	46.9	-	-					
308	1	60	50					53.2	44.9	43.7	39.7	54	43	54.4	44.7	56.6	47.0	56.9	47.8	-	-					
308	2	60	50					53.7	45.2	44.3	40.4	54	43	54.4	44.9	56.8	47.3	57.1	48.1	-	-					
308	3	60	50					53.9	45.4	44.9	41.1	54	43	54.5	45.2	57.0	47.4	57.2	48.3	-	-					
308	4	60	50					54.1	45.5	45.4	41.8	54	43	54.6	45.5	57.1	47.4	57.3	48.5	-	-					
308	5	60	50					54.3	45.5	46.0	42.5	54	43	54.6	45.7	57.1	47.4	57.5	48.6	-	-					
308	6	60	50					54.4	45.5	46.5	43.1	54	43	54.7	46.0	57.2	47.5	57.6	48.8	-	-					
308	7	60	50					54.6	45.5	46.8	43.5	54	43	54.8	46.2	57.3	47.5	57.7	48.9	-	-					
308	8	60	50					54.7	45.6	47.0	43.7	54	43	54.8	46.3	57.4	47.5	57.8	49.0	-	-					
308	9	60	50					54.9	45.6	47.1	43.7	54	43	54.8	46.4	57.5	47.5	57.9	49.0	-	-					
308	10	60	50					55.1	45.7	47.4	43.9	54	43	54.9	46.5	57.6	47.6	58.0	49.1	-	-					
309	PT	60	50					43.9	32.7	37.9	30.4	55	44	55.1	44.2	55.3	44.3	55.4	44.5	-	-					
309	1	60	50					44.7	33.6	38.9	31.6	55	44	55.1	44.2	55.4	44.4	55.5	44.6	-	-					
309	2	60	50					45.2	34.2	39.9	32.7	55	44	55.1	44.3	55.4	44.4	55.6	44.7	-	-					
309	3	60	50					45.6	34.6	41.2	34.0	55	44	55.2	44.4	55.5	44.5	55.6	44.8	-	-					
309	4	60	50					46.1	35.1	42.7	35.7	55	44	55.3	44.6	55.5	44.5	55.7	45.1	-	-					
309	5	60	50					46.8	35.9	44.9	37.6	55	44	55.4	44.9	55.6	44.6	56.0	45.4	-	-					
309	6	60	50					47.8	37.1	46.7	38.8	55	44	55.6	45.1	55.8	44.8	56.3	45.8	-	-					
309	7	60	50					49.9	39.1	49.9	39.6	55	44	56.2	45.4	56.2	45.2	57.1	46.3	-	-					
309	8	60	50					53.5	42.4	51.2	40.4	55	44	56.5	45.6	57.3	46.3	58.3	47.3	-	-					
309	9	60	50					55.1	44.0	51.8	41.0	55	44	56.7	45.8	58.1	47.0	59.0	48.0	-	-					
309	10	60	50					56.1	45.0	52.0	41.7	55	44	56.8	46.0	58.6	47.5	59.5	48.5	-	-					
310	PT	60	50					53.2	42.4	46.9	34.2	56	44	56.5	44.4	57.8	46.3	58.2	46.5	-	-					
310	1	60	50					53.5	42.8	47.3	34.4	56	44	56.5	44.5	57.9	46.4	58.3	46.7	-	-					
310	2	60	50					53.8	43.1	47.5	34.6	56	44	56.6	44.5	58.0	46.6	58.4	46.8	-	-					
310	3	60	50					54.0	43.3	47.8	34.7	56	44	56.6	44.5	58.1	46.7	58.5	47.0	-	-					
310	4	60	50					54.2	43.6	48.1	34.9	56	44	56.7	44.5	58.2	46.8	58.6	47.1	-	-					
310	5	60	50					54.4	43.8	48.5	35.2	56	44	56.7	44.5	58.3	46.9	58.7	47.2	-	-					
310	6	60	50					54.7	44.1	48.9	35.4	56	44	56.8	44.6	58.4	47.0	58.9	47.3	-	-					
310	7	60	50					55.0	44.3	49.2	35.7	56	44	56.8	44.6	58.5	47.2	59.0	47.5	-	-					
310	8	60	50					55.2	44.6	49.6	36.1	56	44	56.9	44.6	58.6	47.3	59.1	47.6	-	-					
310	9	60	50					55.5	44.8	49.9	36.4	56	44	56.9	44.7	58.8	47.4	59.3	47.8	-	-					
310	10	60	50					55.7	45.0	50.3	37.4	56	44	57.0	44.9	58.9	47.5	59.4	47.9	-	-					
311	PT	60	50					46.2	38.6	42.5	38.7	56	44	56.2	45.1	56.4	45.1	56.6	46.0	-	-					
311	1	60	50					46.8	39.2	42.7	39.1	56	44	56.2	45.2	56.5	45.2	56.7	46.2	-	-					
311	2	60	50					47.0	39.6	43.0	39.4	56	44	56.2	45.3	56.5	45.3	56.7	46.3	-	-					
311	3	60	50					47.2	39.8	43.2	39.7	56	44	56.2	45.4	56.5	45.4	56.7	46.4	-	-					
311	4	60	50					47.3	40.0	43.4	39.9	56	44	56.2	45.4	56.5	45.4	56.8	46.5	-	-					
311	5	60	50					47.4	40.1	43.5	40.0	56	44	56.2	45.5	56.6	45.5	56.8	46.6	-	-					
311	6	60	50					47.6	40.3	43.5	39.9	56	44	56.2	45.4	56.6	45.5	56.8	46.6	-	-					
311	7	60	50					47.7	40.4	43.7	40.1	56	44	56.2	45.5	56.6	45.6	56.8	46.7	-	-					
311	8	60	50					48.0	40.6	44.2	40.5	56	44	56.3	45.6	56.6	45.6	56.9	46.8	-	-					
312	PT	60	50					45.9	38.4	40.3	35.9	55	43	55.1	43.8	55.5	44.3	55.6	44.9	-	-					
312	1	60	50					47.6	40.3	40.7	36.4	55	43	55.2	43.9	55.7	44.9	55.9	45.5	-	-					
312	2	60	50					47.9	40.8	41.1	36.9	55	43	55.2	44.0	55.8	45.0	55.9	45.7	-	-					
312	3	60	50					48.0	40.9	41.4	37.4	55	43	55.2	44.1	55.8	45.1	55.9	45.8	-	-					
312	4	60	50					48.0	40.9	41.9	38.0	55	43	55.2	44.2	55.8	45.1	56.0	45.8	-	-					
312	5	60	50					48.0	40.8	42.6	38.9	55	43	55.2	44.4	55.8	45.0	56.0	46.0	-	-					
312	6	60	50					47.9	40.6	42.9	39.1	55	43	55.3	44.5	55.8	45.0	56.0	46.0	-	-					
312	7	60	50																							