COMMITTENTE

COMUNE DI GENOVA

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ALBERTO BITOSSI
IL DIRETTORE ESECUTORE DEL CONTRATTO
ANTONIO ROSSA

PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

PROGETTAZIONE

MANDANTARIA

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

MANDANTE

TECHNITAL

MANDANTE

ETS Engineering and Technical Services S.p.A.

MANDANTE

ABDR ARCHITETTI ASSOCIATI

Società TECHNITAL

SPECIALIZZAZIONE IMPATTO AMBIENTALE

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO RIMESSA STAGLIENO

APPENDICE 1 ALLO STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE
Dott. Ing. Luca Bernardini

SCALA: -

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
E21D	00	D	Z1	SD	IMOC00	002	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Angelotti	11/2021	A.Bettinetti	11/2021	M. Mariani	11/2021	A.Peresso 12/2021

Ord. Ingegneri Verona e Provincia A4780 Margherita Marinelli

File: E21D00DZ1SDIMOC00002A | n. Elab.:

Sommario

1. PREMESSA 4
2. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO 5
3. RILIEVI PROPEDEUTICI ALLA TARATURA DEI MODELLI DI CALCOLO 18
3.1 Rilievi acustici 18
3.1.1 Strumentazione utilizzata 18
3.1.2 Rilievi eseguiti e risultati ottenuti 22
4. STUDIO PREVISIONALE ACUSTICO 68
4.1 Modalità di esecuzione dello studio previsionale 68
4.1.1 Lo standard RLS90 69
4.2 I dati di input 70
4.2.1 Il modello geografico e i fabbricati 70
4.2.2 Le sorgenti di rumore 72
4.3 Caratterizzazione dei siti 74
4.4 Risultati della modellazione 76
4.4.1 Scenario demolizione e scavo 77
4.4.2 Scenario getti in calcestruzzo 78
4.4.3 Scenario finiture edili 79
4.4.4 Scenario esercizio 80
4.5 Considerazioni conclusive 81

1. PREMESSA

Il presente studio tratta la valutazione previsionale dell'impatto acustico connesso alle lavorazioni condotte nel cantiere relativo alla demolizione e ricostruzione a nuovo della rimessa di Staglieno nell'ambito del progetto denominato "*ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE*" e funzionale alla realizzazione della nuova filovia di Genova.

Lo studio viene condotto in ottemperanza alle normative nazionali e regionali applicabili per lo specifico caso e riportate per completezza al paragrafo seguente.

L'area di cantiere esaminata si trova lungo la valle del torrente Bisagno, non distante dallo svincolo autostradale di Genova est ed in prossimità dell'area cimiteriale monumentale di Staglieno. Il cantiere interessa la demolizione e ricostruzione dell'attuale fabbricato industriale ad uso rimessa con un nuovo fabbricato ad uso rimessa filobus ed autosilo. Stante l'assenza di aree disponibili circostanti, il cantiere avrà le sole dimensioni del fabbricato esistente ed il nuovo fabbricato sorgerà di fatto sull'impronta dell'attuale conservandone in sostanza le dimensioni esterne ma con una differente distribuzione funzionale in grado di accogliere anche un parcheggio auto a servizio del nodo intermodale della filovia.

Dal punto vista acustico si osserva che le diverse porzioni di territorio esaminate lungo il tracciato ricadono all'interno di differenti classi di appartenenza del Piano di Zonizzazione Acustica del territorio adottato dall'Amministrazione Comunale. Stante che ciascuna area di cantiere presenta caratteristiche proprie in termini di densità di urbanizzazione, distanza sorgente - ricettore, estensione del cantiere, tipologia e quantità di mezzi d'opera presenti, l'appartenenza dell'area ad una classe di maggiore tutela dal punto di vista acustico, impone maggiore attenzione anche nella valutazione di eventuali misure di mitigazione da attuare.

Nello specifico l'area in cui risulta ubicato il cantiere relativo alla rimessa di Staglieno risulta appartenere integralmente alla classe IV del Piano di Classificazione Acustica e confina sul retro dell'insediamento con un'area appartenente alla classe III.

Il complesso di attività di cui al presente report è stato oggetto del lavoro di un team costituito da Tecnici Competenti in Acustica Ambientale (TCAA) ed esperti di vibrazioni, coadiuvati anche da tecnici di campo per le fasi operative rappresentate dall'esecuzione dei rilievi acustici e vibrazionali finalizzati alla valutazione dello stato di fatto.

2. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

Il quadro di riferimento normativo applicabile in materia di acustica comprende sia la legislazione nazionale che quella regionale, oltre che quella comunale per l'adozione del Piano di Zonizzazione Acustica in recepimento questa di un decreto di carattere nazionale.

Le principali norme di legge nazionali in tema di inquinamento acustico applicabili sono le seguenti:

- D.P.C.M. 01.03.1991, *"Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"*
- Legge 26.10.1995 n. 447, *"Legge Quadro sull'inquinamento acustico"*
- D.P.C.M. 14.11.1997, *"Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"*
- D.M.A. 16.03.1998, *"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"*
- D.P.R. 18.11.1998 n. 459, *"Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della Legge 26 ottobre 1995, n.447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"*
- D.M. 29.11.2000, *"Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi e abbattimento del rumore"*
- DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002 n. 262, *"Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto"*
- D.P.R. 30.03.2004 n. 142, *"Regolamento di attuazione della Legge n. 447/95 sul rumore di origine veicolare*"
- DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005 n. 194, *"Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"*
- Direttiva 2005/88/CE del Parlamento Europeo e del consiglio del 14 dicembre 2005 che modifica la direttiva 2000/14/CE sul ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.
- DECRETO 24 luglio 2006, *"Modifiche dell'allegato I - Parte b, del Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno"*
- D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 *"Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161"*

Le principali norme di legge regionali in tema di inquinamento acustico applicabili sono le seguenti:

- Legge regionale 20 marzo 1998, n. 12 “Disposizioni in materia di inquinamento acustico.” Bollettino Ufficiale n. 6 del 15 aprile 1998
- Deliberazione della Giunta regionale n. 1585 del 23.12.1999 “Definizione dei criteri per la classificazione acustica e per la predisposizione e adozione dei piani comunali di risanamento acustico - Soppressione artt. 17 e 18 delle disposizioni approvate con DGR 1977 del 16.6.1995.”
- Deliberazione della Giunta regionale n. 534 del 28.5.1999 Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e di clima acustico ai sensi dell'art. 2, comma 2, l.r. 20.3.1998, n. 12.
- LEGGE REGIONALE 30 dicembre 1998 n. 38 BOLLETTINO UFFICIALE REGIONALE 20/01/1999 n. 1 – Disciplina della valutazione di impatto ambientale VIA
- delibera della Giunta regionale n.752 del 28 giugno 2011 “Modifica della delibera della Giunta regionale n.2510 del 18 dicembre 1998”
- decreto dirigenziale n.18 del 13 gennaio 2000 “Approvazione schede di rilevamento dell'inquinamento acustico. Soppressione allegato 3 alla delibera della Giunta regionale n.1977 del 1995”
- delibera della Giunta regionale n.1585 del 23 dicembre 1999 “Definizione dei criteri per la classificazione acustica e per la predisposizione ed adozione dei piani comunali di risanamento acustico - Soppressione artt.17 e 18 delle disposizioni approvate con delibera della Giunta regionale n.1977 del 16 giugno 1995”
- decreto dirigenziale n. 2874 del 14 dicembre 1999 “Definizione del tracciato record per la trasmissione dei dati acustici al sistema informativo regionale”
- delibera della Giunta regionale n. 2510 del 18 dicembre 1998 “Definizione degli indirizzi per la predisposizione di regolamenti comunali in materia di attività all'aperto e di attività temporanee di cui all'art. 2, comma2, lettera l), legge regionale n.12 del 1998 (Disposizioni in materia di inquinamento acustico)

Approfondimenti

Il **D.P.C.M. 1 marzo 1991** *“Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”* stabilisce i “...limiti di accettabilità di livelli di rumore validi su tutto il territorio nazionale, quali misure immediate ed urgenti di salvaguardia della qualità ambientale e della esposizione urbana al rumore, in attesa dell’approvazione di una Legge Quadro in materia

di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico, che fissi i limiti adeguati al progresso tecnologico ed alle esigenze emerse in sede di prima applicazione del presente decreto".

L'art. 2 stabilisce che ai fini della determinazione dei limiti massimi dei livelli sonori equivalenti, i comuni adottano una classificazione in zone del territorio comunale, riportata nella seguente tabella 1; tali limiti massimi dei livelli sonori equivalenti sono fissati in relazione alla diversa destinazione d'uso del territorio, e sono riportati nella seguente tabella 2.

Tab. 1 – Classificazione del territorio Comunale

CLASSE I *Aree particolarmente protette*	Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione; aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II *Aree destinate ad uso prevalentemente*	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
CLASSE III *Aree di tipo misto*	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine
CLASSE IV *Aree di intensa attività umana*	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie
CLASSE V *Aree prevalentemente industriali*	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
CLASSE VI *Aree esclusivamente industriali*	Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Tab. 2 - Limiti massimi diurni e notturni

CLASSE	DENOMINAZIONE	Limite diurno in dB(A)	Limite notturno in dB(A)
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

Per le zone non esclusivamente industriali, oltre ai limiti massimi in assoluto per il rumore, sono stabilite anche le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo (criterio differenziale): 5 dB (A) durante il periodo diurno; 3 dB (A) durante il periodo notturno. La misura deve essere effettuata all'interno degli ambienti abitativi e nel tempo di osservazione del fenomeno acustico.

Qualora il comune non avesse ancora provveduto alla zonizzazione acustica del proprio territorio, si applicherebbero per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti di accettabilità (art. 6).

Tab. 3 - Limiti art. 6 D.P.C.M. 1 Marzo 1991

Zonizzazione del territorio	Limite diurno in dB(A)	Limite notturno in dB(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n. 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

La **Legge 26 ottobre 1995 n. 447** "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*" stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

L'art 2 distingue i valori limite di immissione in:

a) valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
b) valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale e il rumore residuo.

Un aspetto innovativo della Legge Quadro è l'introduzione all'Art. 2, accanto ai valori limite di emissione e di immissione, dei valori di attenzione e dei valori di qualità. La Legge stabilisce inoltre che le Regioni, entro un anno dalla entrata in vigore, devono definire i criteri di

zonizzazione acustica del territorio comunale stabilendo il divieto di contatto diretto di aree, anche appartenenti a comuni confinanti, quando i valori di qualità si discostano in misura superiore a 5 dB(A) di livello sonoro equivalente.

L'Art. 6. indica che tra le Competenze dei comuni rientrano:

a) la classificazione del territorio comunale;
b) il coordinamento degli strumenti urbanistici già adottati;
c) l'adozione dei piani di risanamento;
d) il controllo del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie relative a nuovi impianti e infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili e infrastrutture, nonché dei provvedimenti di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive;
e) l'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dell'inquinamento acustico;
f) la rilevazione e il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli;
g) l'autorizzazione per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico e per spettacoli a carattere temporaneo ovvero mobile, nel rispetto delle prescrizioni indicate dal comune stesso.

Il **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri** del **14 novembre 1997** *"Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"* in attuazione dell'art. 3 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità, riferendoli alle classi di destinazione d'uso del territorio riportate nella tabella A allegata al decreto stesso.

I *valori limite di emissione* sono riferiti alle sorgenti fisse ed alle sorgenti mobili. I valori limite di emissione delle singole sorgenti fisse sono quelli indicati nella tabella 4 seguente e si applicano a tutte le aree del territorio ad esse circostanti, secondo la rispettiva classificazione in zone. I rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

Tab. 4 - Valori limite di emissione – Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I	aree particolarmente protette	45	35
II	aree prevalentemente residenziali	50	40
III	aree di tipo misto	55	45
IV	aree di intensa attività umana	60	50
V	aree prevalentemente industriali	65	55
VI	aree esclusivamente industriali	65	65

I *valori limite assoluti di immissione* riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti sono quelli indicati nella tabella 5.

Tab. 5 - Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
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

I *valori limite differenziali di immissione* sono: 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Tali valori non si applicano:

- nelle aree classificate nella classe VI (aree esclusivamente industriali);
- se il rumore misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno; se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse è inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno. In quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile;
- alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- alla rumorosità prodotta da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;

- alla rumorosità prodotta da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

I *valori di attenzione* espressi come livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A", riferiti al tempo a lungo termine (TL) sono:

a) se riferiti ad un'ora, i valori limite assoluti di immissione (vedere Tab. 5), aumentati di 10 dB per il periodo diurno e di 5 dB per il periodo notturno;
b) se relativi ai tempi di riferimento, i valori di cui alla tabella 5 (precedentemente riportata).

I *valori di qualità* di cui all'art. 2, comma 1, lettera h), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono indicati nella tabella seguente Tab 6.

Tab. 6 - Valori limite di qualità - Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I	aree particolarmente protette	47	37
II	aree prevalentemente residenziali	52	42
III	aree di tipo misto	57	47
IV	aree di intensa attività umana	62	52
V	aree prevalentemente industriali	67	57
VI	aree esclusivamente industriali	70	70

Il **Decreto Ministeriale del 16 marzo 1998** "*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*" stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore, in attuazione dell'art. 3, comma 1 lettera c) della Legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Il **D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142** stabilisce le disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare delle infrastrutture stradali, distinguendo queste ultime tra esistenti e di nuova realizzazione.

L'articolo 2 del decreto stabilisce che tali infrastrutture non sono soggette alle disposizioni del D.P.C.M. 14.11.1997 riguardanti i valori limite di emissione, i valori di attenzione e i valori di qualità.

L'articolo 3 definisce per tali infrastrutture delle fasce territoriali di pertinenza acustica, all'interno delle quali vengono stabiliti i valori limite di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura che sostituiscono quelli derivanti dalla classificazione acustica del territorio (stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.1997). Per la definizione dell'estensione delle fasce di pertinenza e dei valori limite, le

infrastrutture stradali vengono distinte in base alla classificazione stabilita dal D. Lgs 285/92 / Codice della strada), con ulteriori suddivisioni in “sottotipi ai fini acustici” ai sensi del D.M. 05.11.01, delle norme CNR 1980 e delle direttive PUT.

Tab. 7 - Limiti di immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione, Leq in dB(A)

Tipo di strada (secondo Codice della Strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo DM 5/11/01 norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di riposo (per le scuole vale il limite diurno)		Altri ricettori	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
A Autostrada		250	50	40	65	55
B Extraurbana principale		250	50	40	65	55
C Extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E urbana di quartiere		30	Definita dai Comuni nel rispetto dei valori riportati in tabella C del D.P.C.M. 14.11.1997 e comunque in modo uniforme alla Zonizzazione Acustica delle aree urbane, come prevista dall’art. 6 comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F locale		30				

Tab. 8 - Limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti, Leq in dB(A)

Tipo di strada (secondo Codice della Strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo norme Cnr 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di riposo (per le scuole vale il limite diurno)		Altri ricettori	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
A Autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)	50	40	65	55
B Extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia BA)	50	40	65	55
C Extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV (cnr 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)	50	40	65	55
	Cb (tutte le strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)	50	40	65	55
D Urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartirere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55

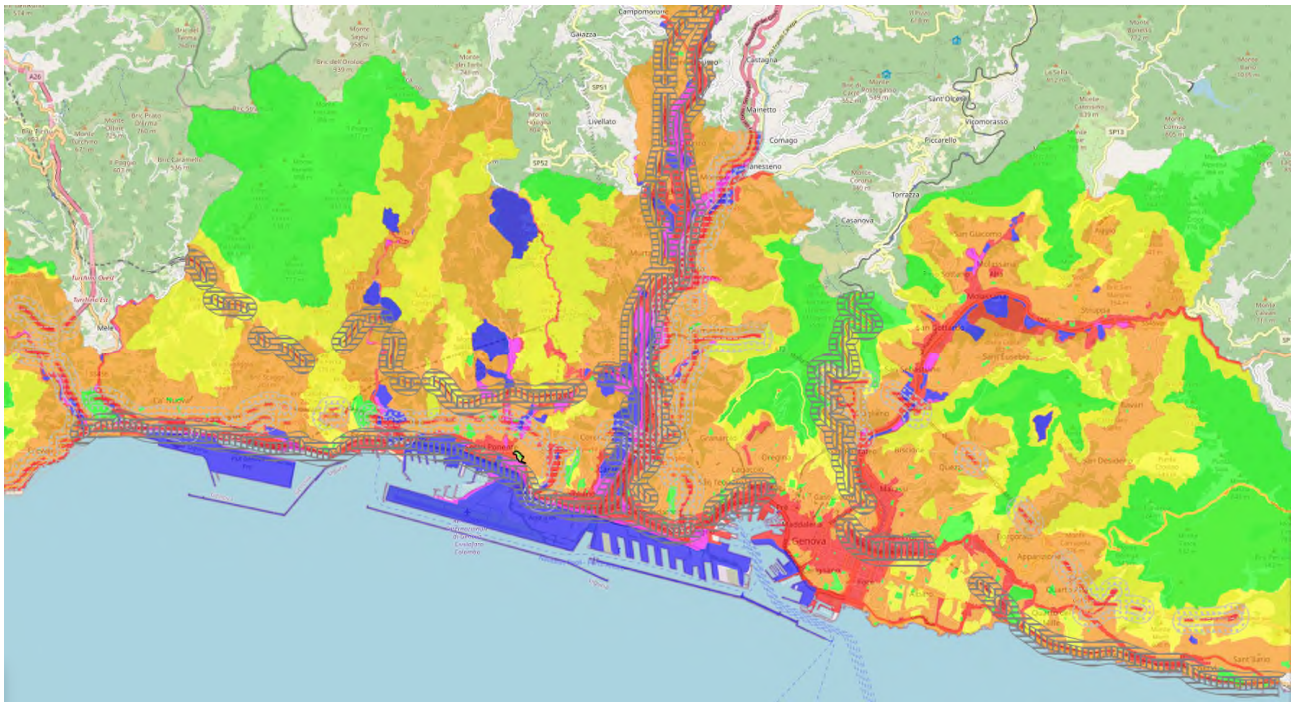
E Urbana di quartiere		30	Definita dai Comuni nel rispetto dei valori riportati in tabella C del D.P.C.M. 14.11.1997 e comunque in modo uniforme alla Zonizzazione Acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6 comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995
F Locale		30	

I valori devono essere verificati ad un metro dalla facciata degli edifici in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione dei ricettori. All'esterno delle fasce di pertinenza valgono invece gli usuali limiti derivanti dalla classificazione acustica del territorio.

L'art. 6 prevede che qualora i valori riportati nelle precedenti tabelle, o (al di fuori delle fasce di pertinenza) i valori stabiliti dalla tabella C del D.P.C.M. 14.11.1997, non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzi l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti (da verificare al centro delle stanze con finestre chiuse):

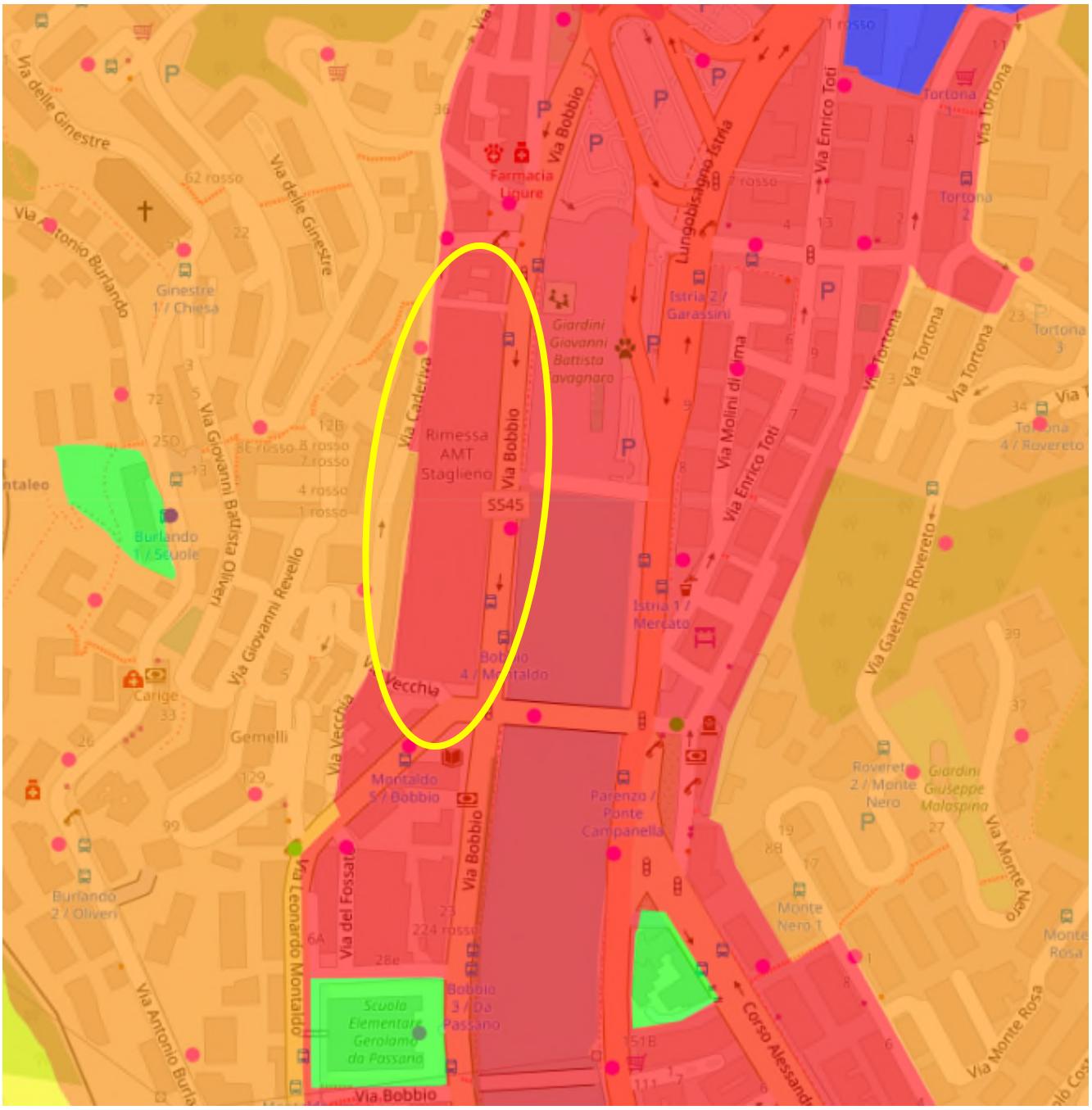
- 35 dB(A) in periodo notturno per ospedali, case di riposo e case di cura
- 40 dB(A) in periodo notturno per gli altri ricettori
- 45 dB(A) in periodo diurno per le scuole

Il comune di Genova ha provveduto ad effettuare la classificazione acustica del proprio territorio adottata definitivamente con deliberazione n. 234 del 24 aprile 2002. In base a tale classificazione le aree interessate dai diversi cantieri nell'ambito dell'intervento risultano ripartite su differenti classi di appartenenza.



Classificazione acustica del territorio			Limiti di					
Classi di destinazione d'uso del territorio			immissione		emissione		qualità	
	Classe	Tipologia	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
VERDE	I	aree particolarmente protette	50	40	45	35	47	37
GIALLO	II	aree ad uso prevalentemente residenziale	55	45	50	40	52	42
ARANCIONE	III	aree di tipo misto	60	50	55	45	57	47
ROSSO	IV	aree di intensa attività umana	65	55	60	50	62	52
VIOLA	V	aree prevalentemente industriali	70	60	65	55	67	57
BLU	VI	aree esclusivamente industriali	70	70	65	65	70	70

Planimetria di insieme e legenda del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Genova



Planimetria di dettaglio dell'area di Staglieno del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Genova

La Direttiva 2005/88/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 14 dicembre 2005 che modifica la direttiva 2000/14/CE sul ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto. Di seguito viene illustrata la tabella riassuntiva dei livelli di potenza sonora ammessi in aggiornamento alla precedente tabella di cui alla Direttiva 200/14/CE del Parlamento Europeo. Si evidenzia che l'elenco delle macchine ed attrezzature contemplate non è esaustivo e ricomprende solo una modesta quota parte del complesso di macchinari ed attrezzature normalmente impiegate in cantieri analoghi a quello esaminato.

«Tipo di macchina e attrezzatura	Potenza netta installata P in kW Potenza elettrica P_{el} in kW (1) Massa dell'apparecchio m in kg Ampiezza di taglio L in cm	Livello ammesso di potenza sonora in dB/1 pW	
		Fase I A partire dal 3 gennaio 2002	Fase II A partire dal 3 gennaio 2006
Mezzi di compattazione (rulli vibranti, piastre vibranti e vibrocostipatori)	P ≤ 8	108	105 (2)
	8 < P ≤ 70	109	106 (2)
	P > 70	89 + 11 lg P	86 + 11 lg P (2)
Apripista, pale caricatrici e terne cingolati	P ≤ 55	106	103 (2)
	P > 55	87 + 11 lg P	84 + 11 lg P (2)
Apripista, pale caricatrici e terne gommati; dumper; compattatori di rifiuti con pala caricatrice; carrelli elevatori con motore a combustione interna con carico a sbalzo; gru mobili; mezzi di compattazione (rulli statici); vibrofinitrici; compressori idraulici	P ≤ 55	104	101 (2) (3)
	P > 55	85 + 11 lg P	82 + 11 lg P (2) (3)
Escavatori, montacarichi per materiali da cantiere, argani, motozappe	P ≤ 15	96	93
	P > 15	83 + 11 lg P	80 + 11 lg P
Martelli demolitori tenuti a mano	m ≤ 15	107	105
	15 < m < 30	94 + 11 lg m	92 + 11 lg m (2)
	m ≥ 30	96 + 11 lg m	94 + 11 lg m
Gru a torre		98 + lg P	96 + lg P
Gruppi elettrogeni e gruppi elettrogeni di saldatura	P_{el} ≤ 2	97 + lg P_{el}	95 + lg P_{el}
	2 < P_{el} ≤ 10	98 + lg P_{el}	96 + lg P_{el}
	10 > P_{el}	97 + lg P_{el}	95 + lg P_{el}
Motocompressori	P ≤ 15	99	97
	P > 15	97 + 2 lg P	95 + 2 lg P
Tosaerba, tagliaerba elettrici e tagliabordi elettrici	L ≤50	96	94 (2)
	50 < L ≤ 70	100	98
	70 < L ≤ 120	100	98 (2)
	L > 120	105	103 (2)

(1) P_{el} per gruppi elettrogeni di saldatura: corrente convenzionale di saldatura moltiplicata per la tensione convenzionale a carico relativa al valore più basso del fattore di utilizzazione del tempo indicato dal fabbricante.
P_{el} per gruppi elettrogeni: potenza principale conformemente a ISO 8528-1:1993, punto 13.3.2.

(2) I valori della fase II sono meramente indicativi per i seguenti tipi di macchine e attrezzature:
- rulli vibranti con operatore a piedi;
- piastre vibranti (> 3 kW);
- vibrocostipatori;
- apripista (muniti di cingoli d'acciaio);
- pale caricatrici (munite di cingoli d'acciaio > 55 kW);
- carrelli elevatori con motore a combustione interna con carico a sbalzo;
- vibrofinitrici dotate di rasiera con sistema di compattazione;
- martelli demolitori con motore a combustione interna tenuti a mano (15 < m < 30)
- tosaerba, tagliaerba elettrici e tagliabordi elettrici.

I valori definitivi dipenderanno dall'eventuale modifica della direttiva a seguito della relazione di cui all'articolo 20, paragrafo 1. Qualora la direttiva non subisse alcuna modifica, i valori della fase I si applicheranno anche nella fase II.

(3) Per le gru mobili dotate di un solo motore, i valori della fase I si applicano fino al 3 gennaio 2008. Dopo tale data si applicano i valori della fase II.

Nel verificare il rispetto del livello di potenza sonora ammesso, il livello di potenza sonora misurato deve essere approssimato al numero intero (se la differenza è inferiore a 0,5, arrotondare per difetto; se la differenza è superiore o uguale a 0,5, arrotondare per eccesso).»

3. RILIEVI PROPEDEUTICI ALLA TARATURA DEI MODELLI DI CALCOLO

Al fine di conferire al modello previsionale un maggiore grado di affidabilità, nell'ambito della redazione dello studio specialistico, si è provveduto a fare riferimento a valori sperimentali derivanti da una campagna di rilievi acustici finalizzata alla caratterizzazione dello stato di fatto in un congruo numero di punti.

Il piano delle misure ha previsto complessivamente l'esecuzione di rilievi speditivi di rumore le cui risultanze sono state utilizzate per la taratura del modello di calcolo previsionale acustico.

Complessivamente sono stati eseguiti n. 60 rilievi acustici distribuiti lungo tutta la linea di progetto. Nello specifico i rilievi funzionali alla caratterizzazione dell'area della rimessa di Staglieno sono i rilievi R51 ed R52. Nelle planimetrie allegate le postazioni di rilievo acustico vengono indicate con cerchi in colore azzurro.

3.1 Rilievi acustici

Sono stati eseguiti rilievi di rumore in corrispondenza di n. 60 postazioni distribuite lungo il tracciato in posizioni ritenute rappresentative di classi omogenee di ricettori e di suolo urbano o in corrispondenza di punti significativi quali ad esempio i parcheggi di interscambio o le officine di rimessa ubicate lungo il tracciato.

Le misure sono state eseguite con un fonometro integratore di classe 1 montato su cavalletto di tipo fotografico posizionato a lato strada in corrispondenza del marciapiedi o in facciata ai fabbricati frontisti della linea e comunque a piano strada e mantenuto in postazione per un periodo di 15 minuti.

3.1.1 Strumentazione utilizzata

I fonometri utilizzati sono due differenti modelli di fonometro integratore, entrambi di classe 1, del medesimo produttore Larson & Davis ed in particolare:

Fonometro LD 831, conforme alle richieste del D.M. 16 Marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" oltre che alle norma IEC-601272 2002-1 Classe 1, IEC-60651 2001 Tipo 1, IEC-60804 2000-10 Tipo 1, IEC 61252 2002, IEC 61260 1995 Classe 0, ANSI S1.4 1983 e S1.43 1997 Tipo 1, ANSI S1.11 2004, Direttiva 2002/96/CE, WEEE e Direttiva 2002/95/CE, RoHS.

Le principali specifiche tecniche della strumentazione utilizzata sono qui di seguito elencate:

- Possibilità di rilievo contemporaneo di 58 diversi parametri fonometrici con costanti di tempo (slow, fast, impulse e picco) parallele e con ponderazioni A, C e Lin. contemporanee. Gamma dinamica maggiore di 110 dB.

- Analizzatore in tempo reale in ottave e terzi di ottava.
- Microfono da ½ pollice da esterni a campo libero tipo PCB 377A02 della Larson & Davis (S/N 120293).
- Correzione elettronica “incidenza casuale” per microfoni a campo libero.
- Calibratore Larson & Davis CAL200, conforme alla IEC 942 Classe 1 che fornisce due possibili segnali a tono puro con livello rispettivamente di 94 dB e 114 dB a 1000 Hz (S/N 1074).
- Cavalletto treppiede per microfono con cavo di prolunga lunghezza 5-10-15 m.
- Di seguito si riportano le caratteristiche della catena di misura utilizzata:
- Risposta in frequenza: 4 Hz ÷ 20 KHz
- Gamma dinamica: 15 ÷ 143 dB
- Range di temperatura: -10°C ÷ +50°C
- Umidità relativa massima: 90% a 40°C



Fonometro Larson Davis 831

Fonometro LxT, conforme alle richieste del D.M. 16 Marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico” oltre che alle norma IEC-601272 2002-1 Classe 1, IEC-60651 2001 Tipo 1, IEC-60804 2000-10 Tipo 1, IEC 61252 2002, IEC 61260 1995 Classe 0, ANSI

S1.4 1983 e S1.43 1997 Tipo 1, ANSI S1.11 2004, Direttiva 2002/96/CE, WEEE e Direttiva 2002/95/CE, RoHS.

Le principali specifiche tecniche della strumentazione utilizzata sono qui di seguito elencate:

- Possibilità di rilievo contemporaneo di diversi parametri fonometrici con costanti di tempo (slow, fast, impulse e picco) parallele e con ponderazioni A, C e Lin. contemporanee. Gamma dinamica maggiore di 102 dB.
- Analizzatore in tempo reale in ottave e terzi di ottava.
- Microfono da ½ pollice da esterni a campo libero tipo PCB 377A02 della Larson & Davis (S/N 120293).
- Correzione elettronica “incidenza casuale” per microfoni a campo libero.
- Calibratore CAL200 della Larson & Davis, conforme alla IEC 942 Classe 1 che fornisce due possibili segnali a tono puro con livello rispettivamente di 94 dB e 114 dB a 1000 Hz (S/N 1074).
- Cavalletto treppiede per microfono con cavo di prolunga lunghezza 5-10-15 m.

Di seguito si riportano le caratteristiche della catena di misura utilizzata:

- Risposta in frequenza: 6,3 Hz ÷ 20 KHz
- Gamma dinamica: 17 ÷ 118 dB
- Range di temperatura: -10°C ÷ +50°C
- Umidità relativa massima: 95% a 40°C



Fonometro Larson Davis LxT

La strumentazione utilizzata soddisfa inoltre i disposti della legge 26.10.1995 n. 447, Legge quadro sull'inquinamento acustico e dei successivi decreti attuativi.

La strumentazione viene sottoposta a taratura periodica almeno ogni due anni presso laboratorio Accredia. La strumentazione viene ricontrollata e calibrata prima e dopo ogni ciclo di misura (scarto tra le due calibrazioni al massimo di $\pm$ 0,5 dB(A)).

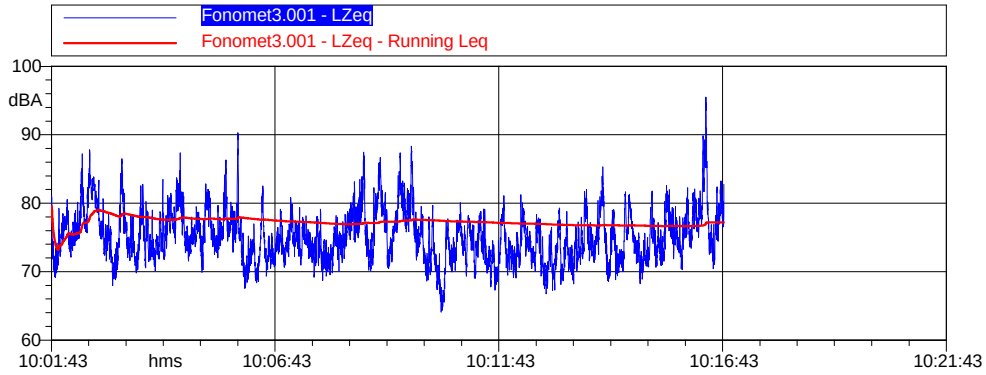
L'errore casuale relativo alle misurazioni eseguite, non è stato valutato in senso strettamente statistico - riferito alla deviazione standard su una popolazione significativa di campionamenti - ritenendolo non applicabile nell'ambito dell'indagine fonometrica.

3.1.2 Rilievi eseguiti e risultati ottenuti

Sono stati condotti complessivamente n. 60 rilievi come da programma. I punti di misura sono stati selezionati a partire dall'analisi condotta in sede di redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale, avendo cura di caratterizzare l'intero sviluppo della linea per poter disporre di un quadro dello stato di fatto effettivamente rappresentativo.

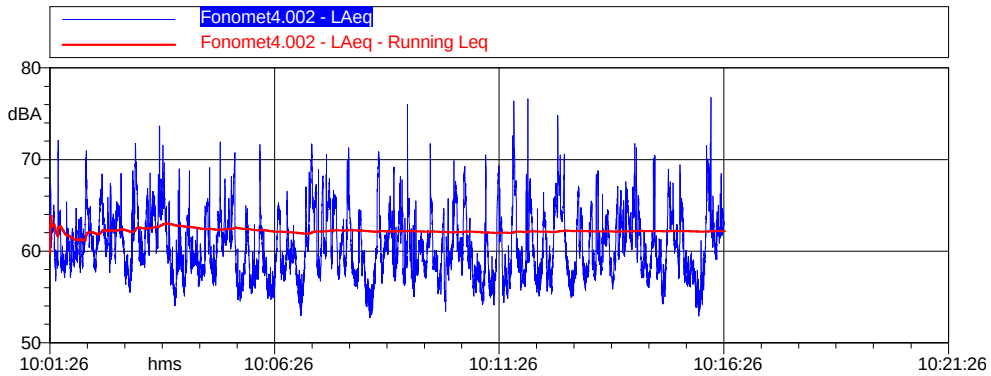
Di seguito si riportano gli esiti dei rilievi condotti per ciascuno dei quali viene riprodotta la time history sintetica unitamente al valore del livello equivalente L_{eq} rilevato.

3.1.2.1 Punto R1



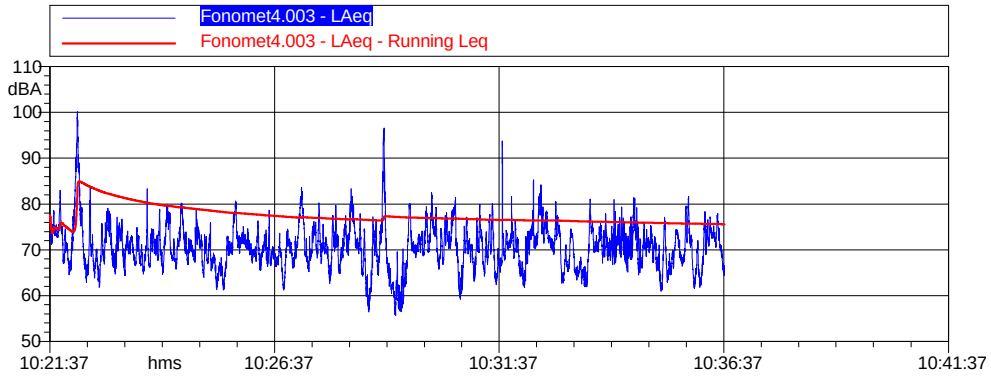
Leq = 62.3 dB(A)

3.1.2.2 Punto R2



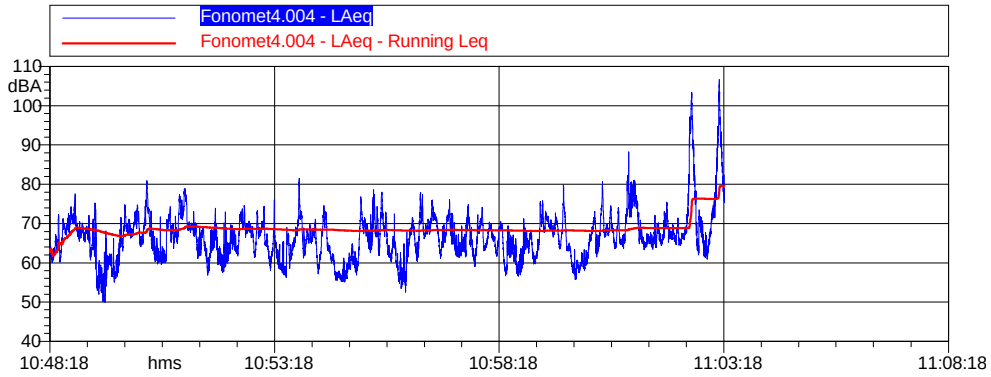
Leq = 62.5 dB(A)

3.1.2.3 Punto R3



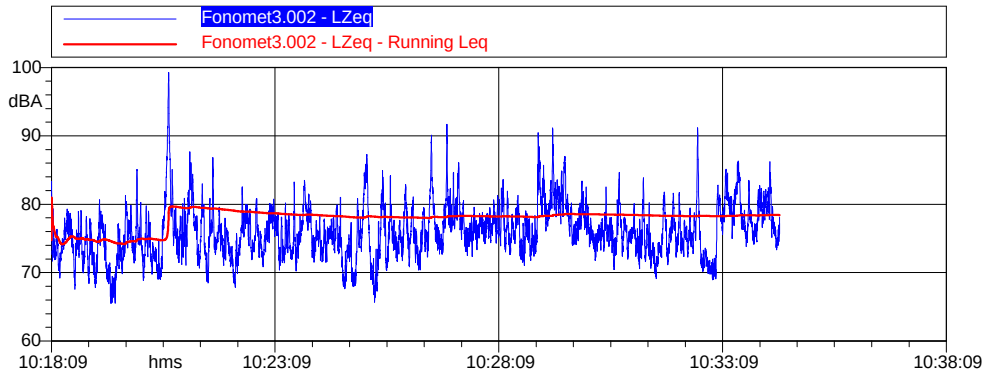
Leq = 76.2 dB(A)

3.1.2.4 Punto R4



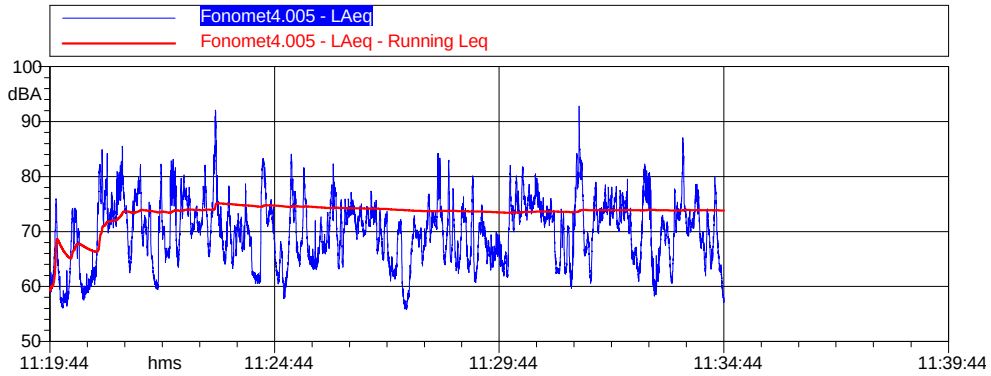
Leq = 68.9 dB(A)

3.1.2.5 Punto R5



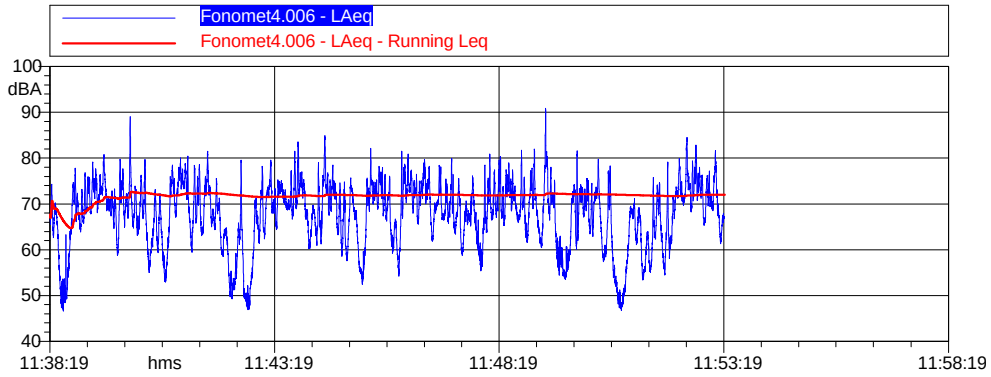
Leq = 66.6 dB(A)

3.1.2.6 Punto R6



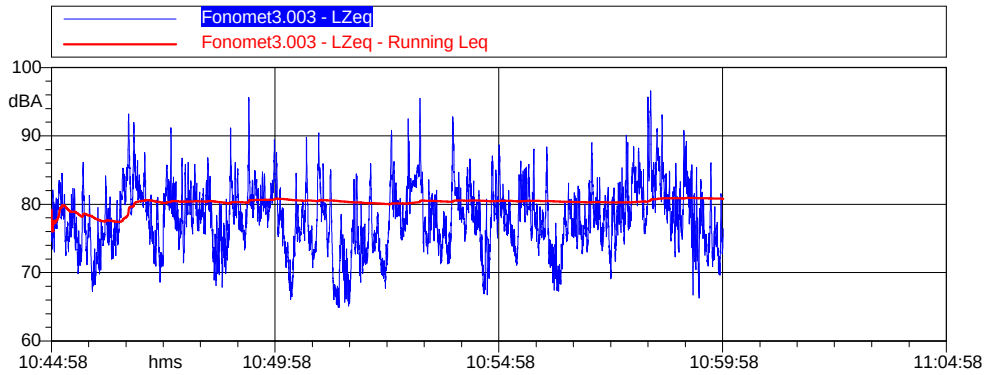
Leq = 74.2 dB(A)

3.1.2.7 Punto R7



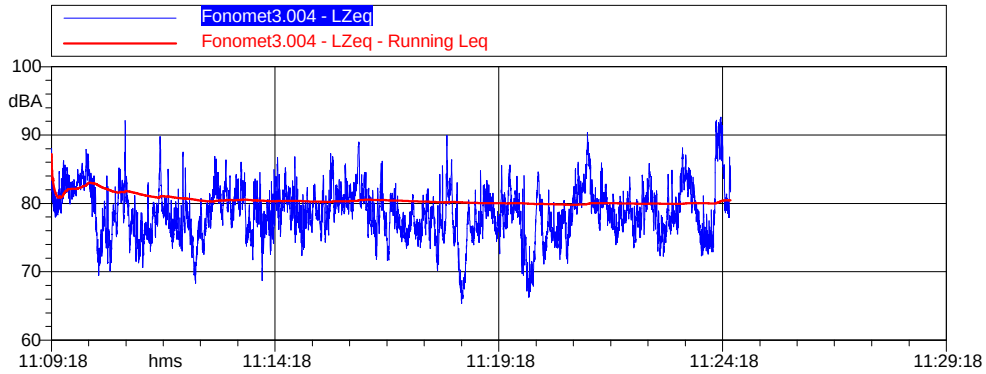
Leq = 72.4 dB(A)

3.1.2.8 Punto R8



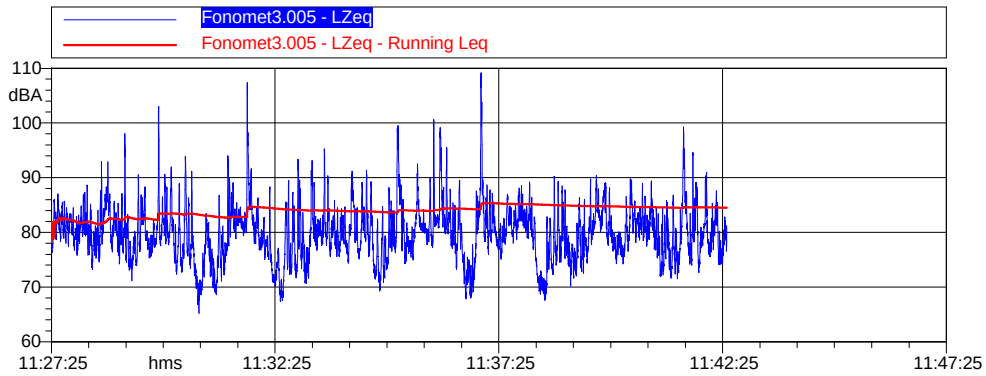
Leq = 68.7 dB(A)

3.1.2.9 Punto R9



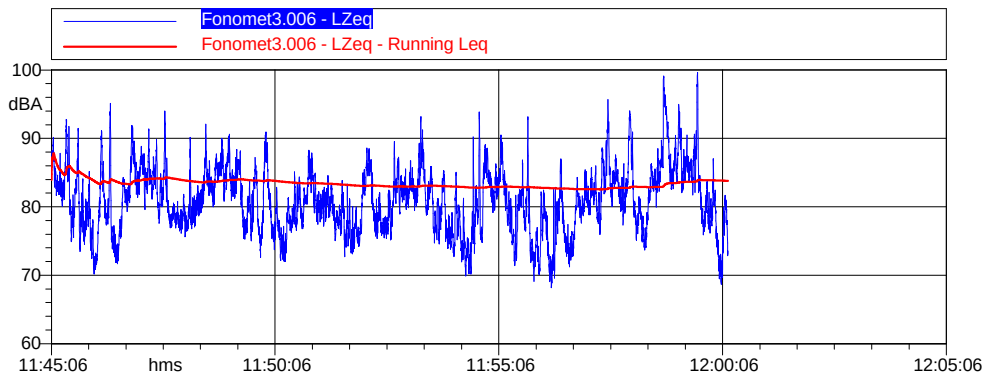
Leq = 68.7 dB(A)

3.1.2.10 Punto R10



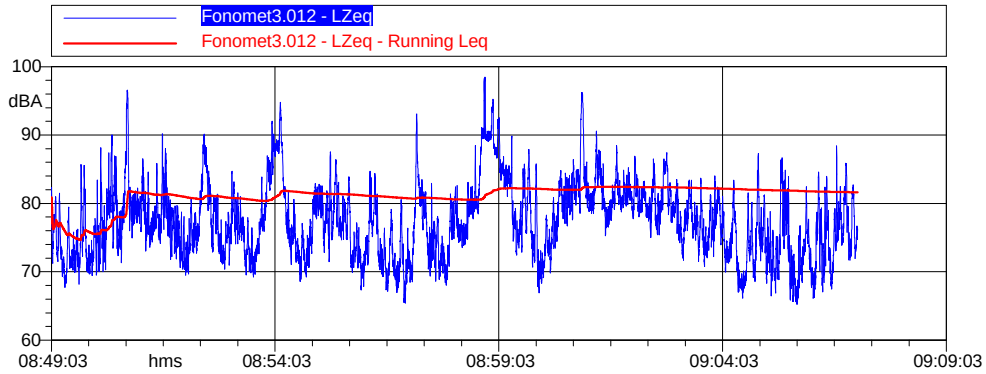
Leq = 71.4 dB(A)

3.1.2.11 Punto R11



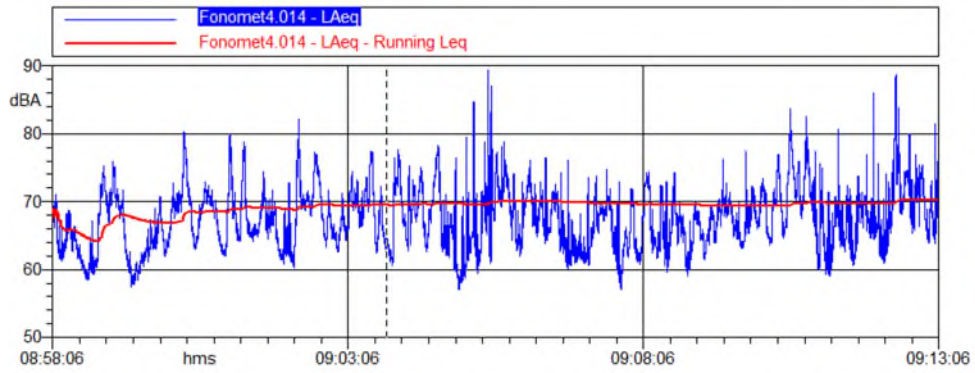
Leq = 70.0 dB(A)

3.1.2.12 Punto R12



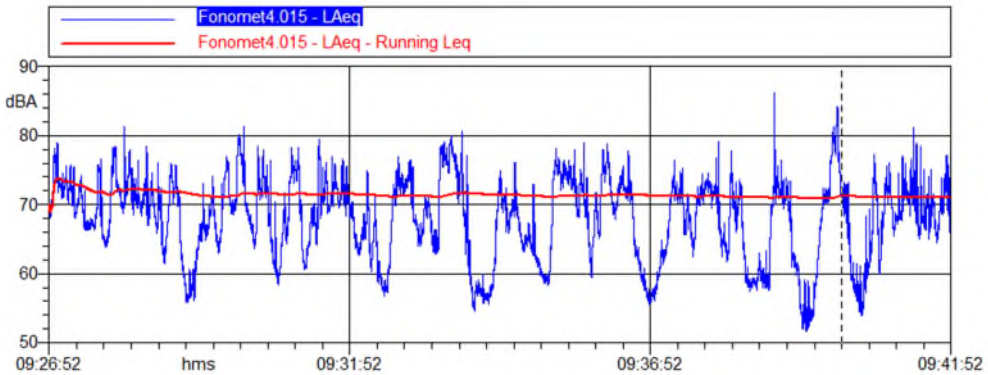
Leq = 63.9 dB(A)

3.1.2.13 Punto R13



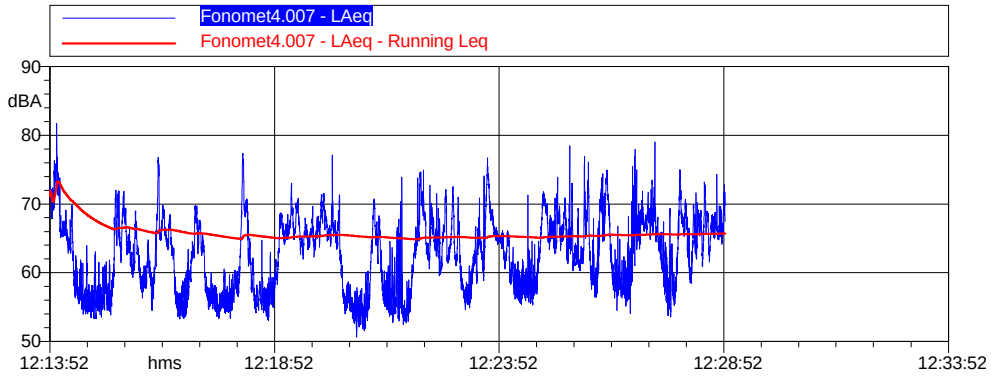
Leq = 70.3 dB(A)

3.1.2.14 Punto R14



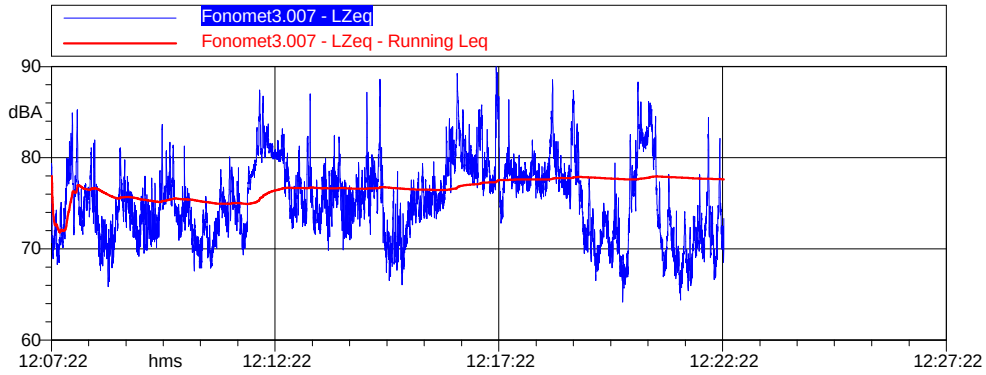
Leq = 71.8 dB(A)

3.1.2.15 Punto R15



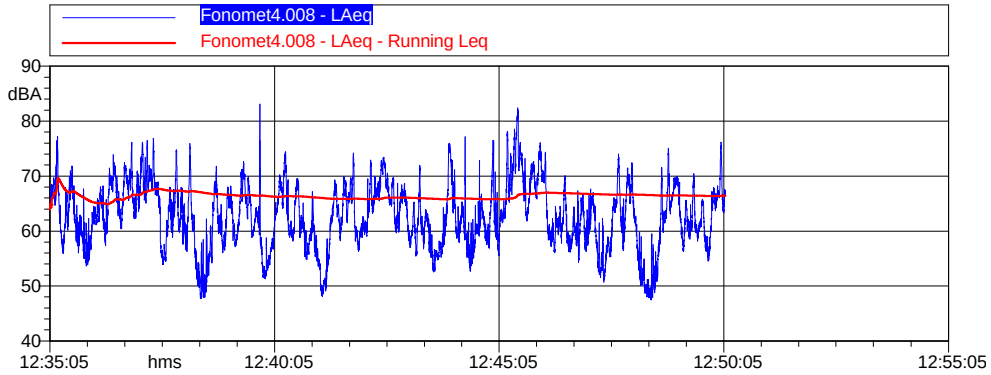
Leq = 66.2 dB(A)

3.1.2.16 Punto R16



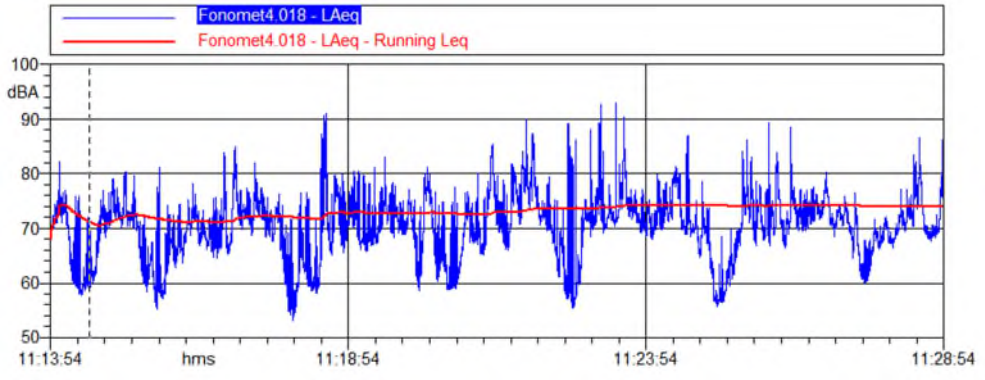
Leq = 63.3 dB(A)

3.1.2.17 Punto R17



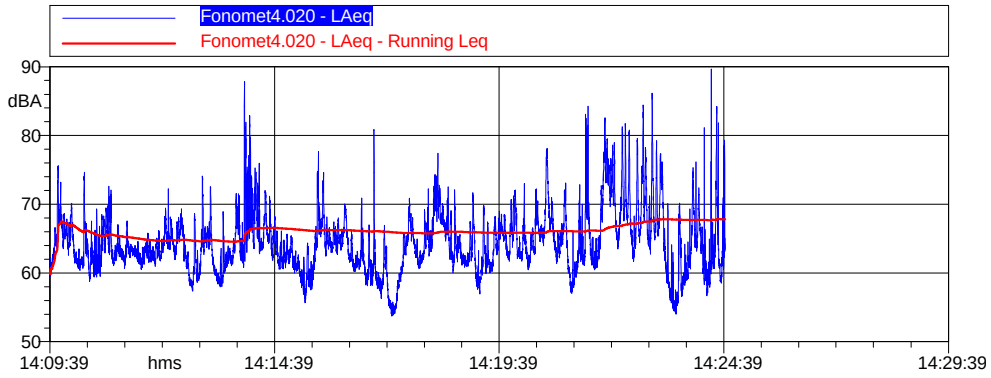
Leq = 66.8 dB(A)

3.1.2.18 Punto R18



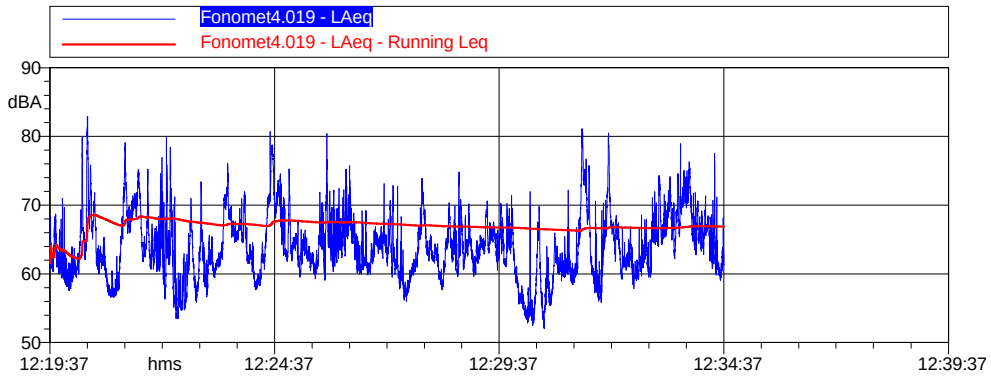
Leq = 74.3 dB(A)

3.1.2.19 Punto R19



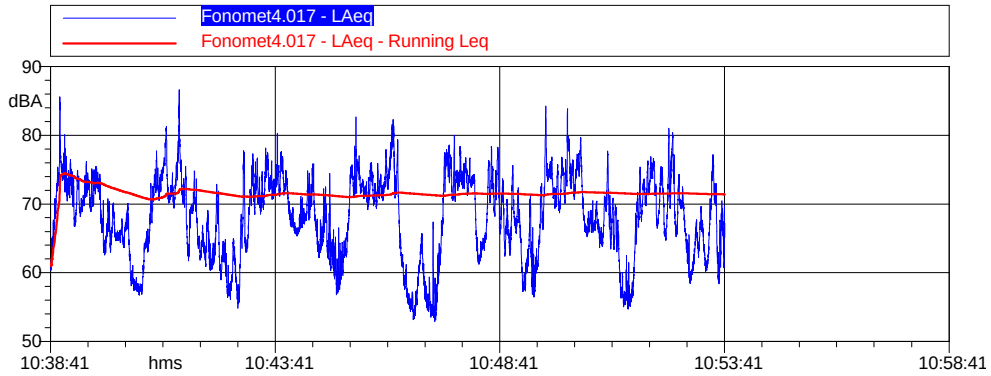
Leq = 67.6 dB(A)

3.1.2.20 Punto R20



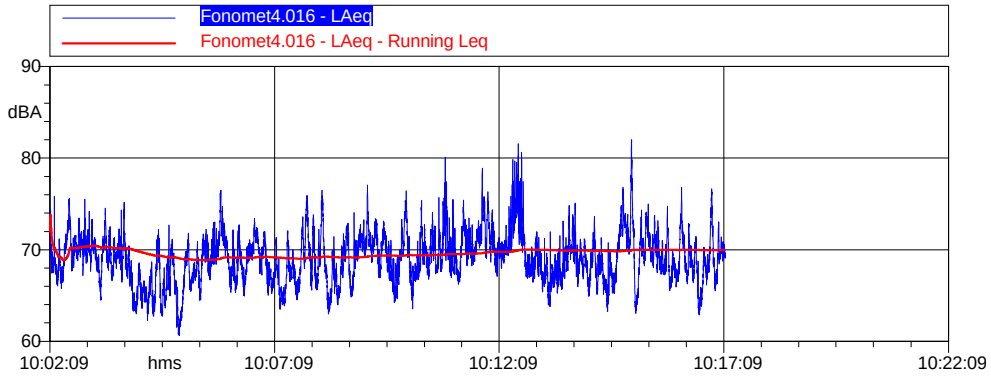
Leq = 67.0 dB(A)

3.1.2.21 Punto R21



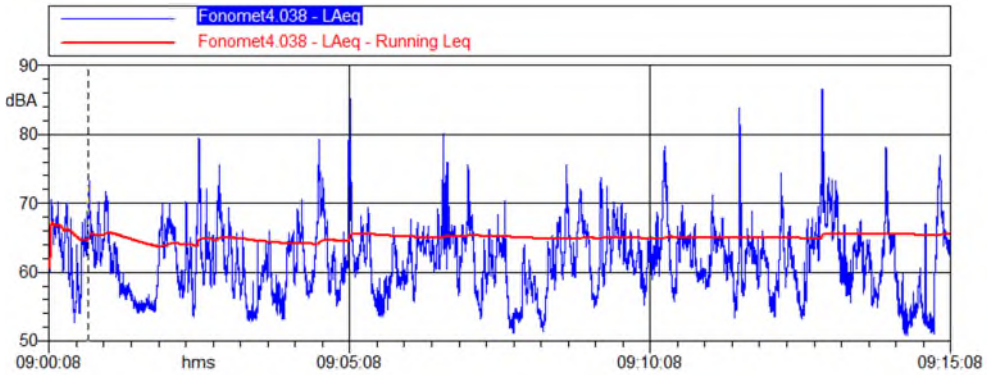
Leq = 72.0 dB(A)

3.1.2.22 Punto R22



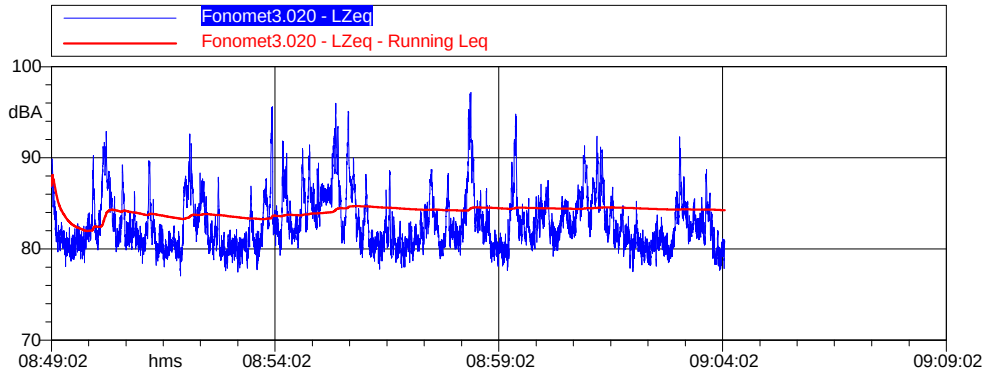
Leq = 70.0 dB(A)

3.1.2.23 Punto R23



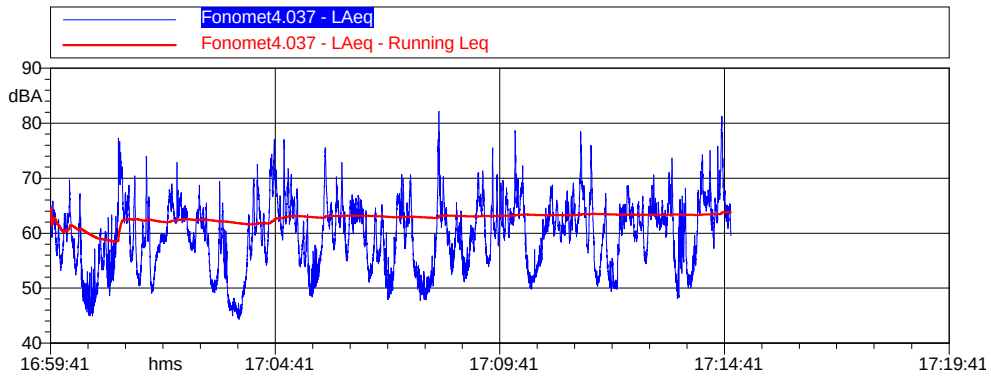
Leq = 65.7 dB(A)

3.1.2.24 Punto R24



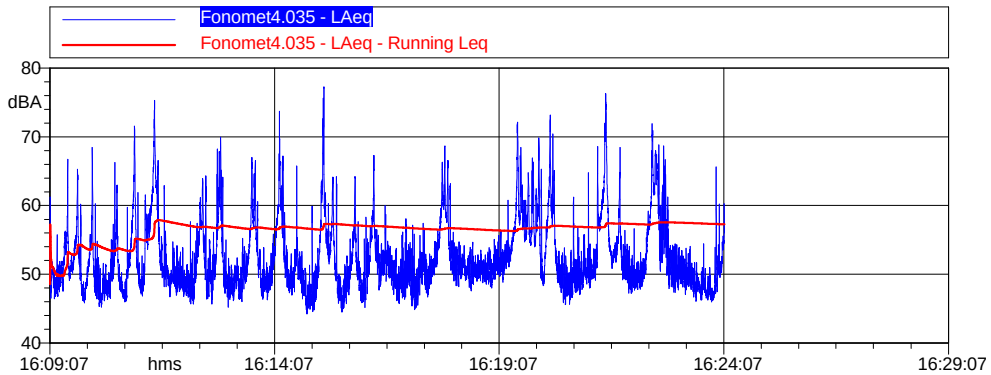
Leq = 71.0 dB(A)

3.1.2.25 Punto R25



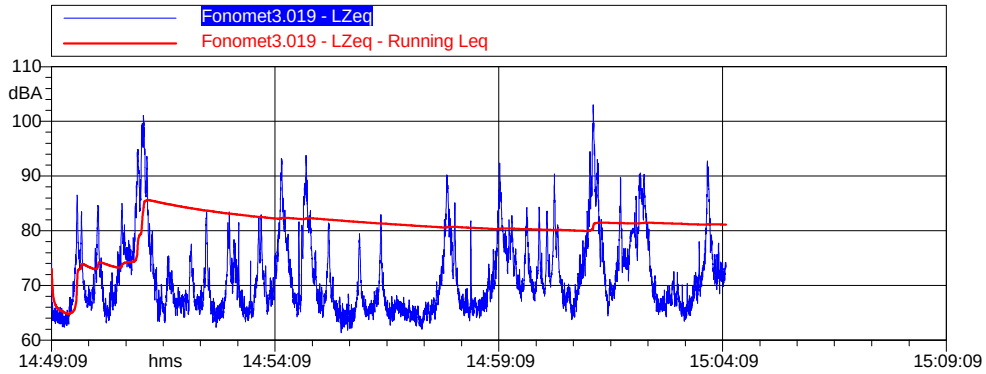
Leq = 63.8 dB(A)

3.1.2.26 Punto R26



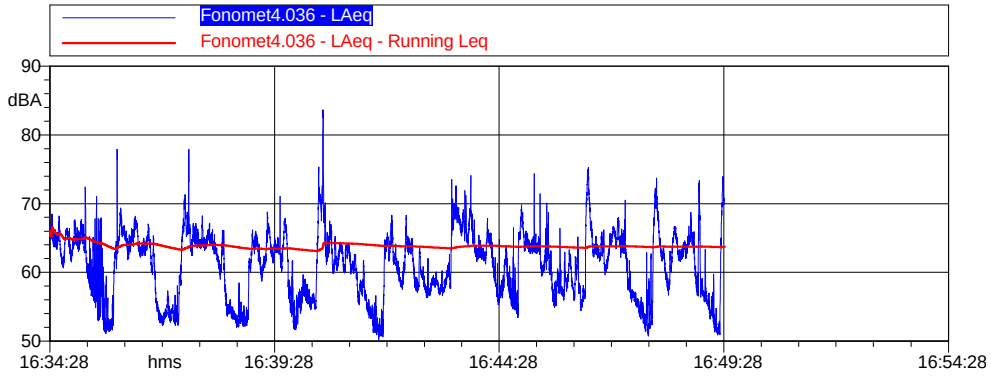
Leq = 57.7 dB(A)

3.1.2.27 Punto R27



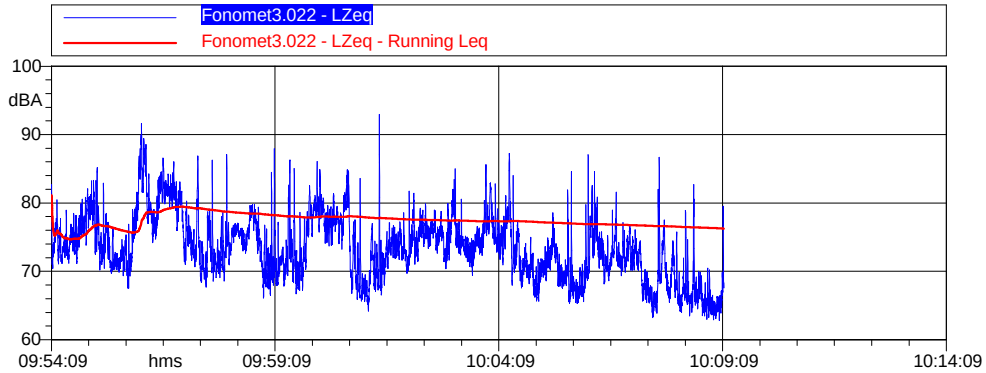
Leq = 60.2 dB(A)

3.1.2.28 Punto R28



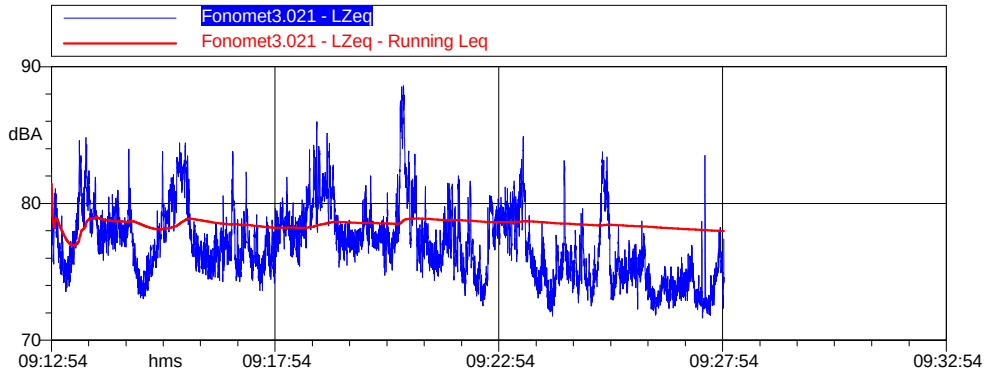
Leq = 64.1 dB(A)

3.1.2.29 Punto R29



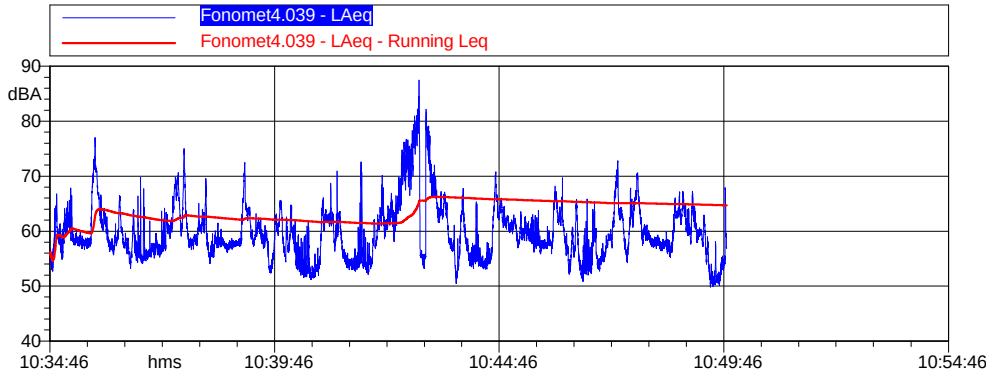
Leq = 61.7 dB(A)

3.1.2.30 Punto R30



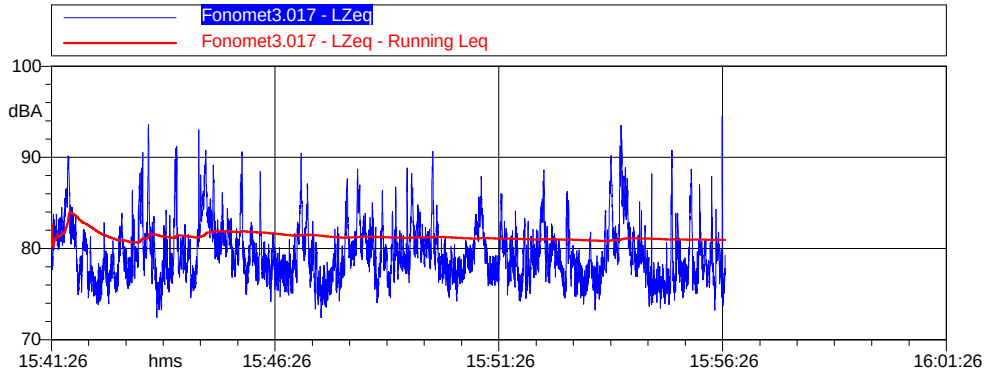
Leq = 70.0 dB(A)

3.1.2.31 Punto R31



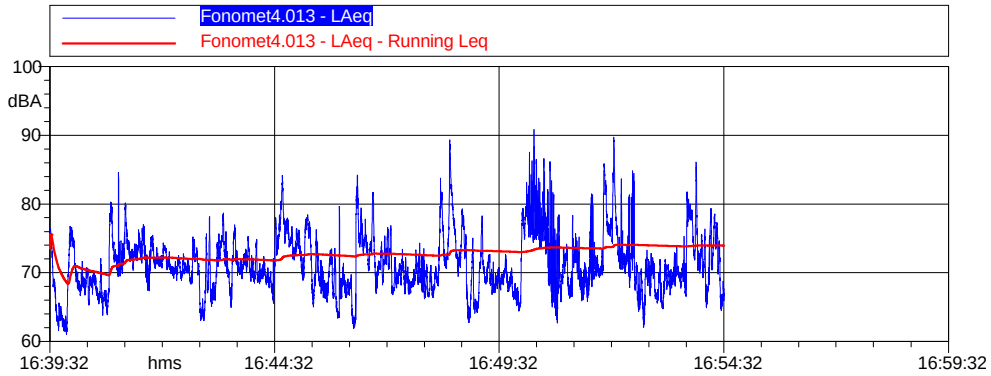
Leq = 65.8 dB(A)

3.1.2.32 Punto R32



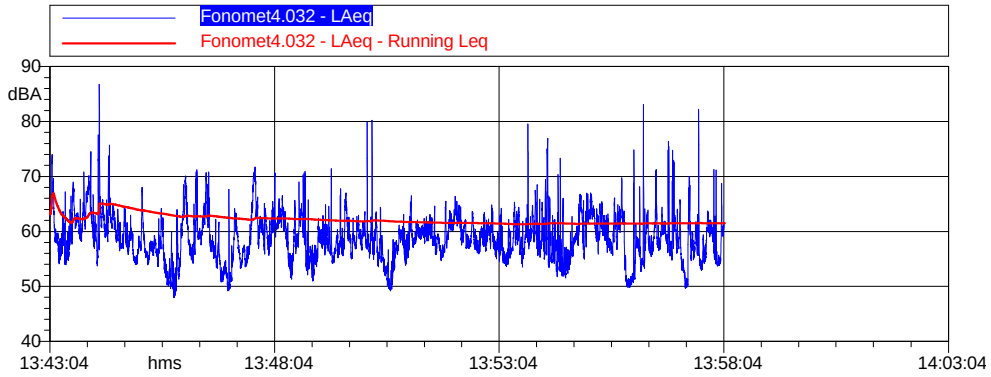
Leq = 67.4 dB(A)

3.1.2.33 Punto R33



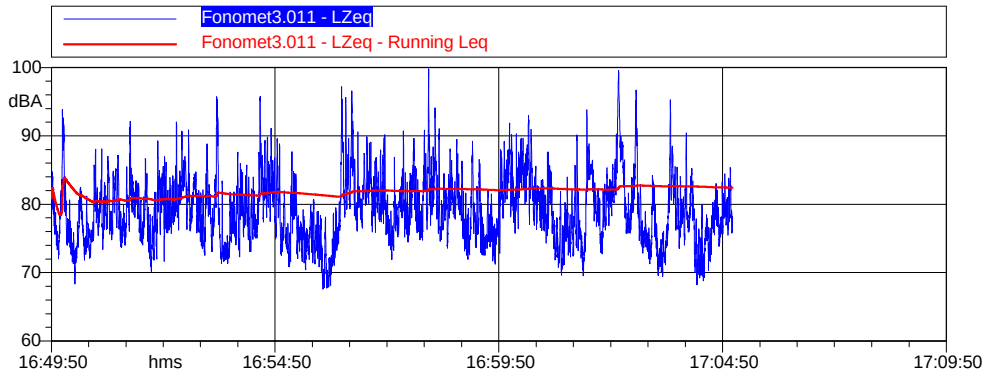
Leq = 74.2 dB(A)

3.1.2.34 Punto R34



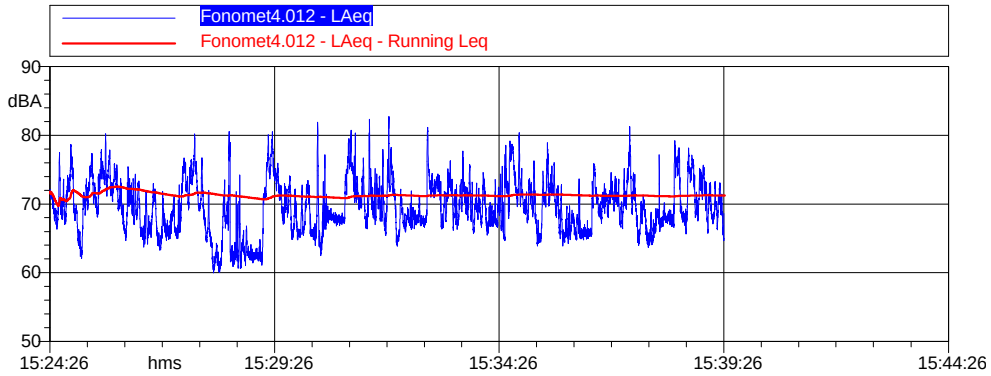
Leq = 62.1 dB(A)

3.1.2.35 Punto R35



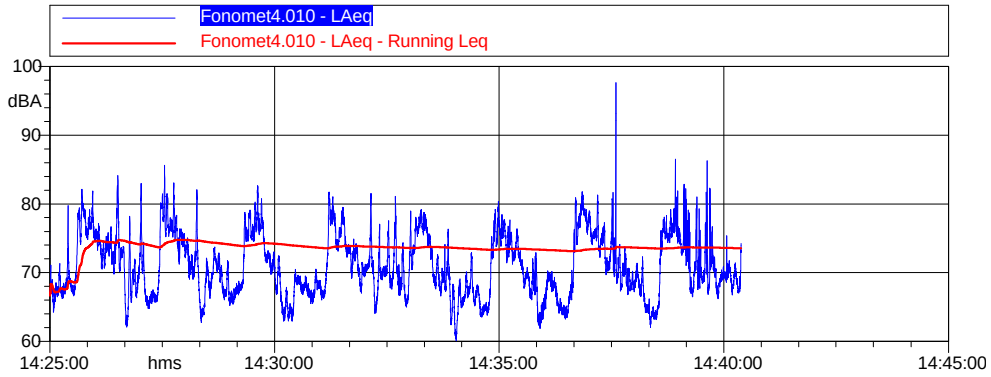
Leq = 65.4 dB(A)

3.1.2.36 Punto R36



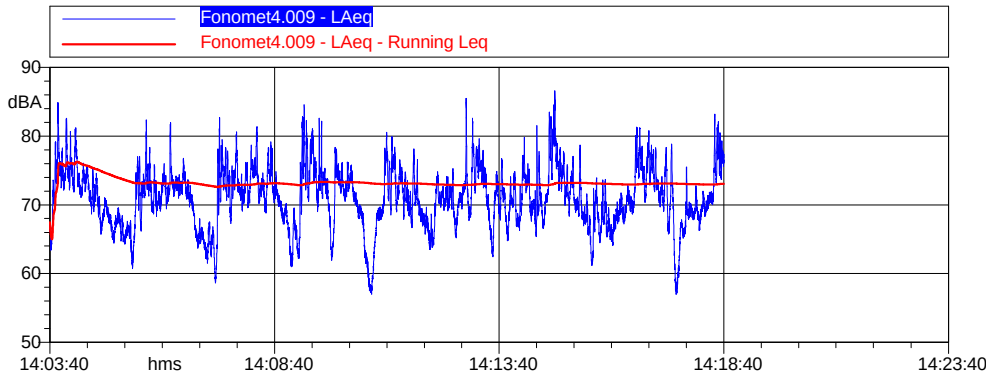
Leq = 71.9 dB(A)

3.1.2.37 Punto R37



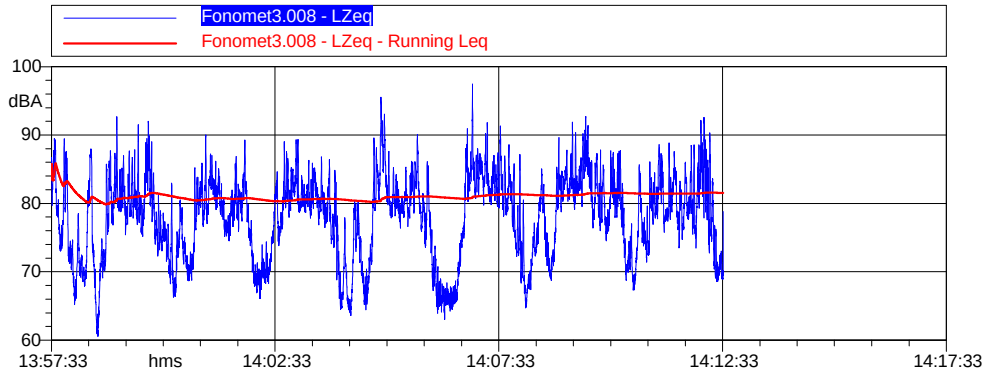
Leq = 74.1 dB(A)

3.1.2.38 Punto R38



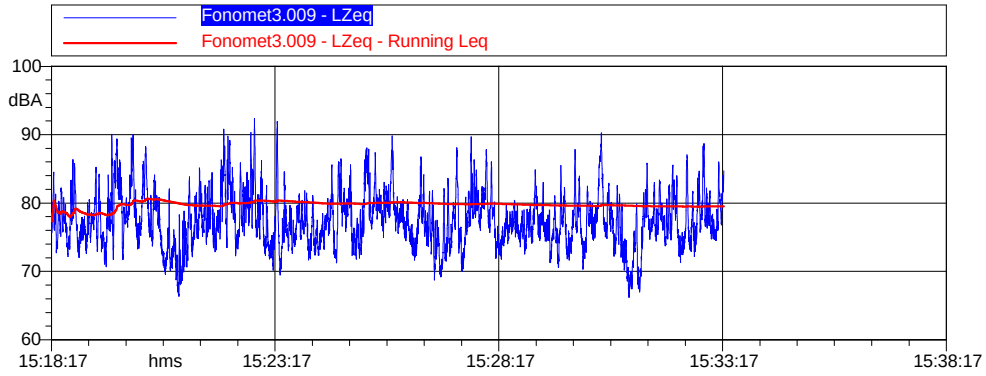
Leq = 73.8 dB(A)

3.1.2.39 Punto R39



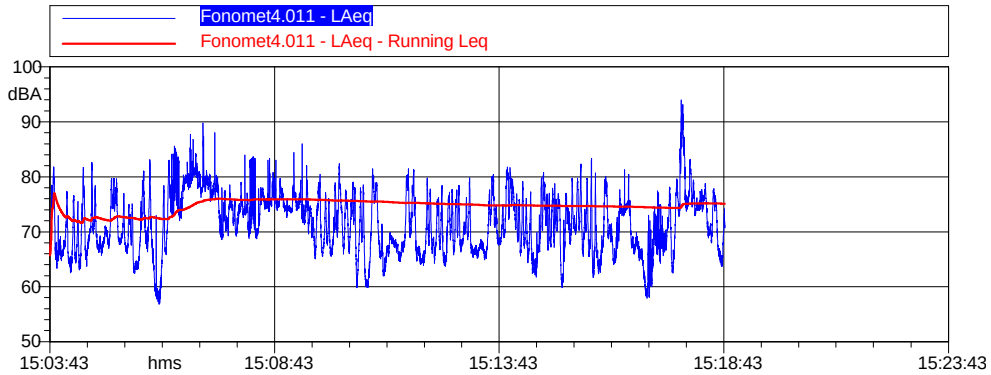
Leq = 67.0 dB(A)

3.1.2.40 Punto R40



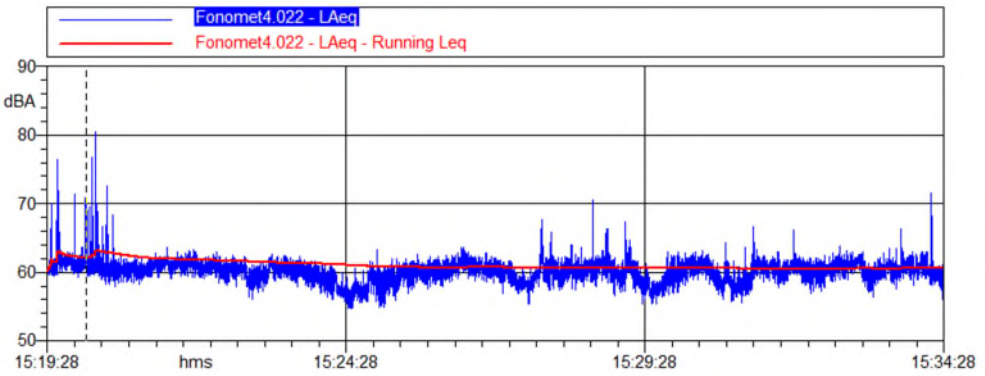
Leq = 67.4 dB(A)

3.1.2.41 Punto R41



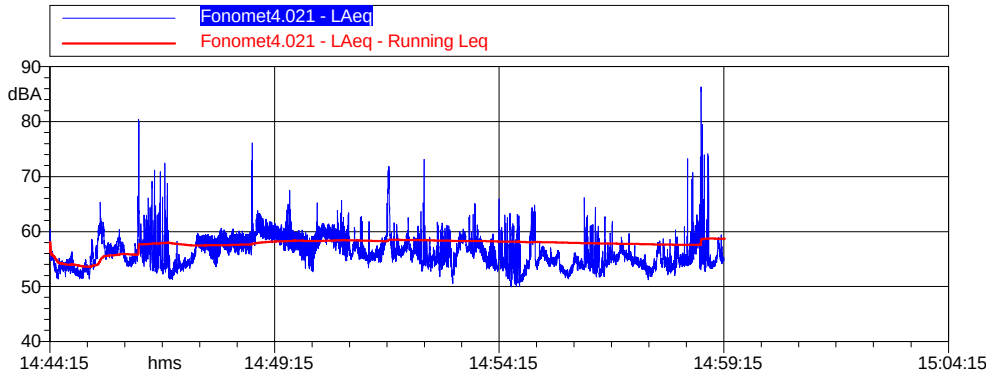
Leq = 75.5 dB(A)

3.1.2.42 Punto R42



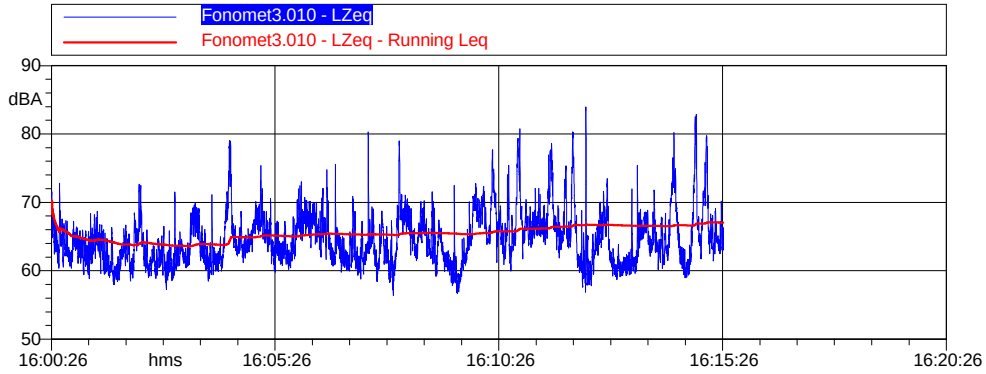
Leq = 60.3 dB(A)

3.1.2.43 Punto R43



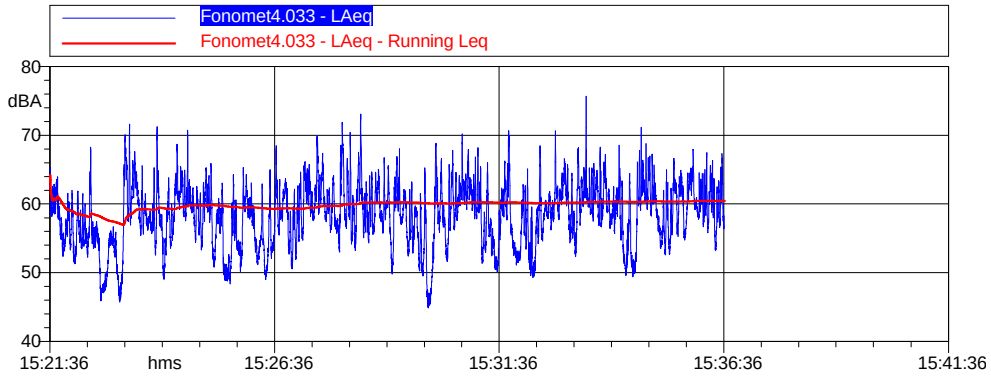
Leq = 58.3 dB(A)

3.1.2.44 Punto R44



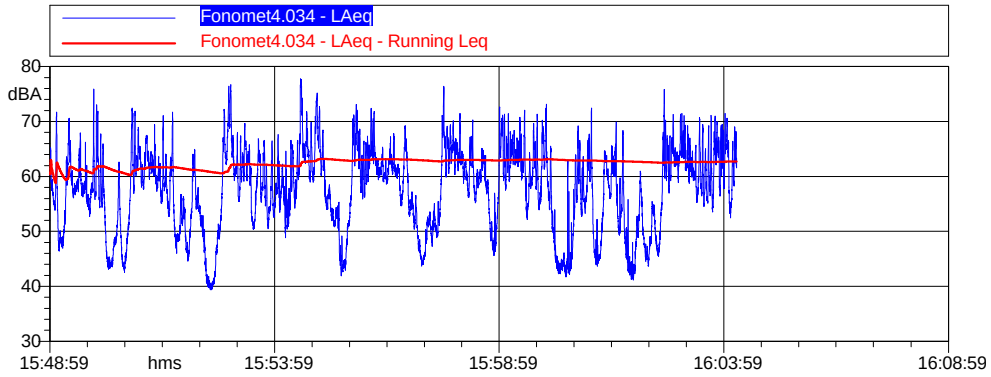
Leq = 53.8 dB(A)

3.1.2.45 Punto R45



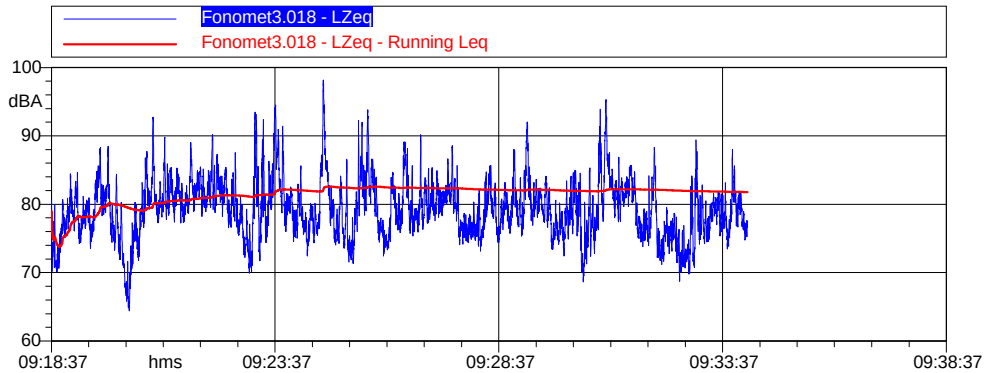
Leq = 60.6 dB(A)

3.1.2.46 Punto R46



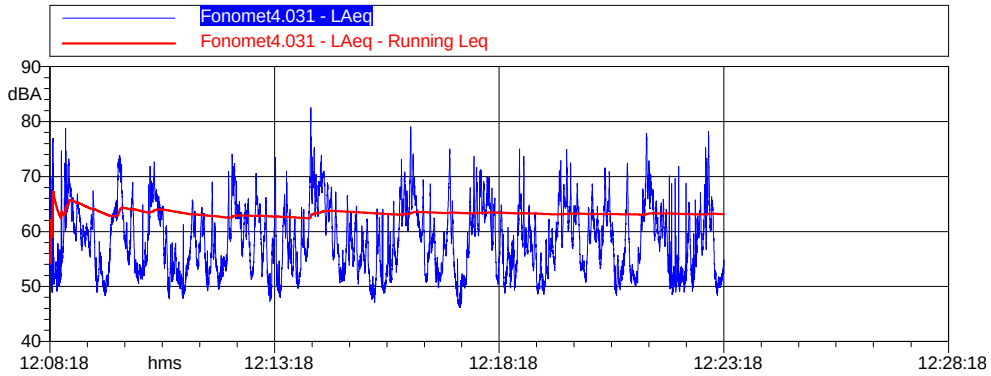
Leq = 62.7 dB(A)

3.1.2.47 Punto R47



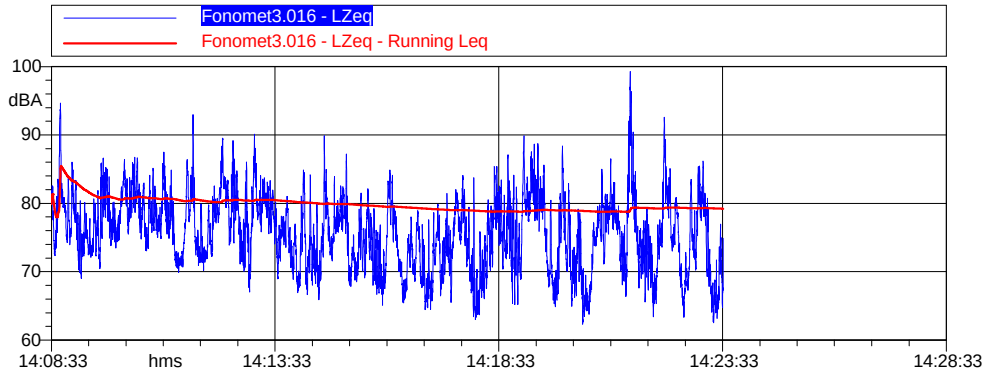
Leq = 67.7 dB(A)

3.1.2.48 Punto R48



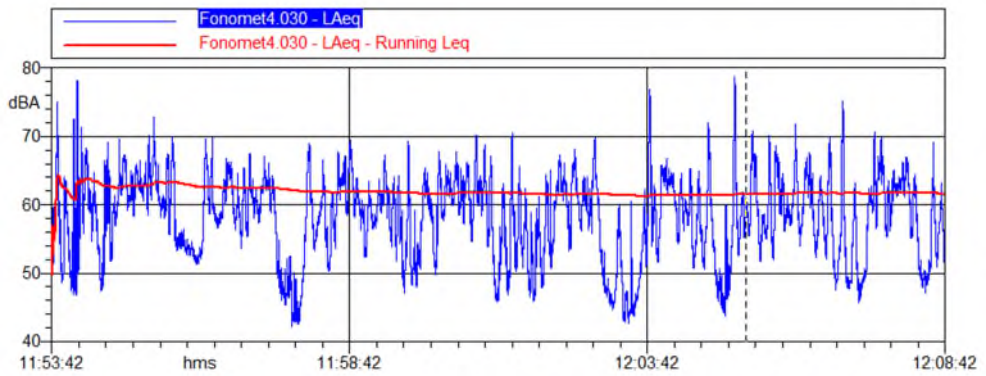
Leq = 63.8 dB(A)

3.1.2.49 Punto R49



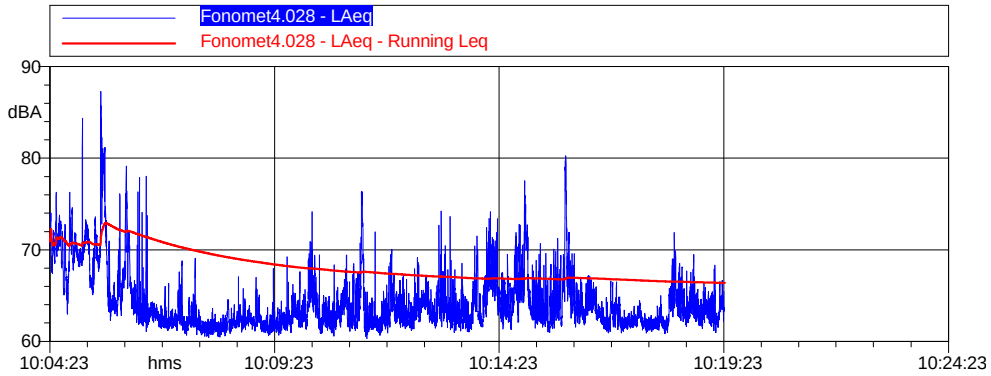
Leq = 64.4 dB(A)

3.1.2.50 Punto R50



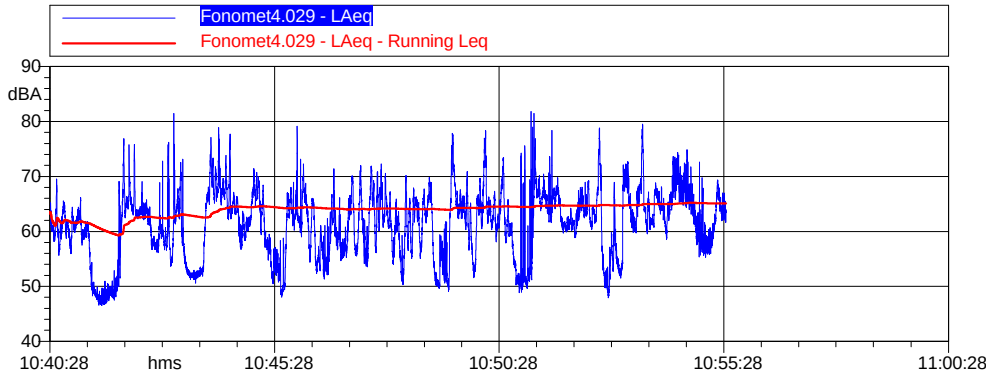
Leq = 62.2 dB(A)

3.1.2.51 Punto R51



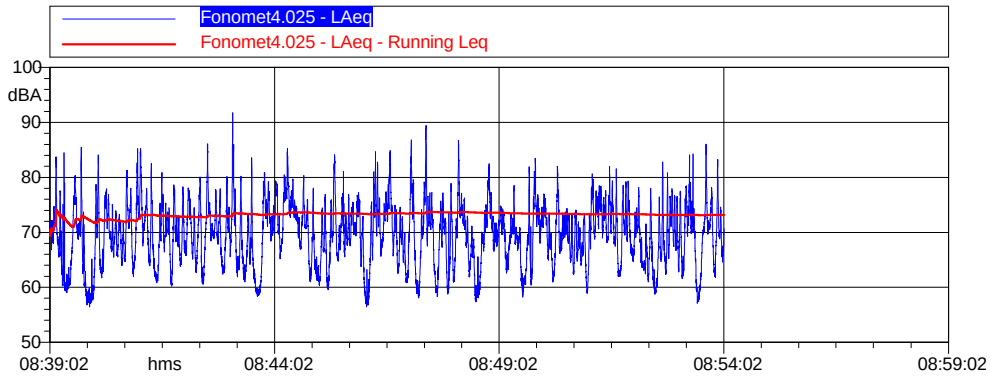
Leq = 66.4 dB(A)

3.1.2.52 Punto R52



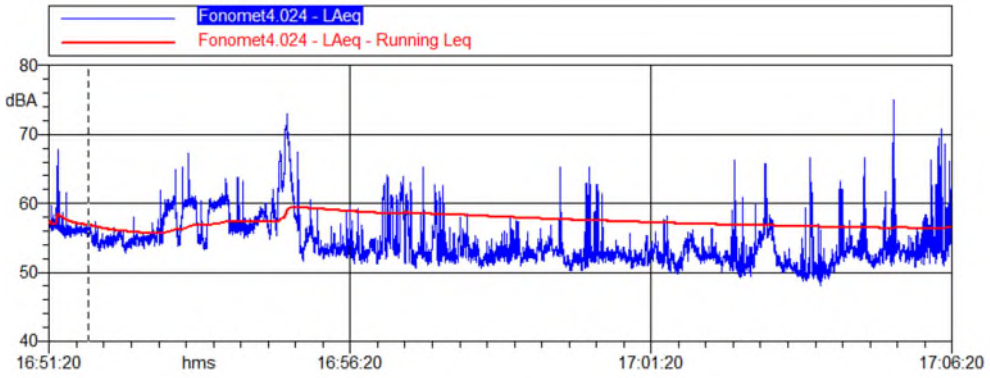
Leq = 65.7 dB(A)

3.1.2.53 Punto R53



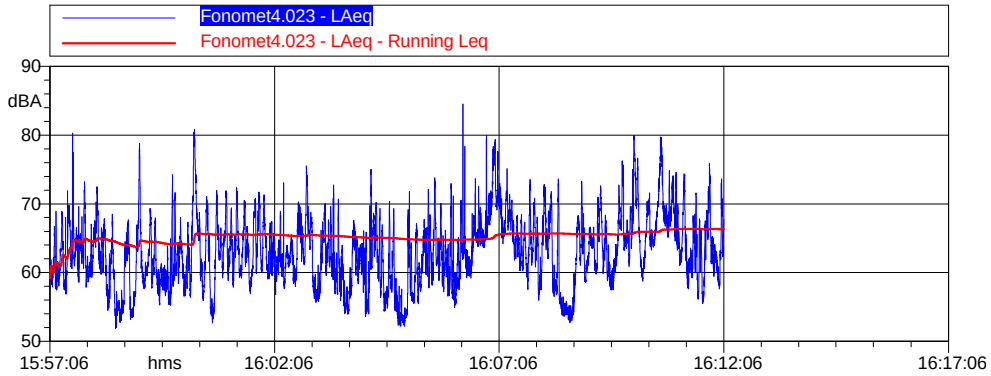
Leq = 73.1 dB(A)

3.1.2.54 Punto R54



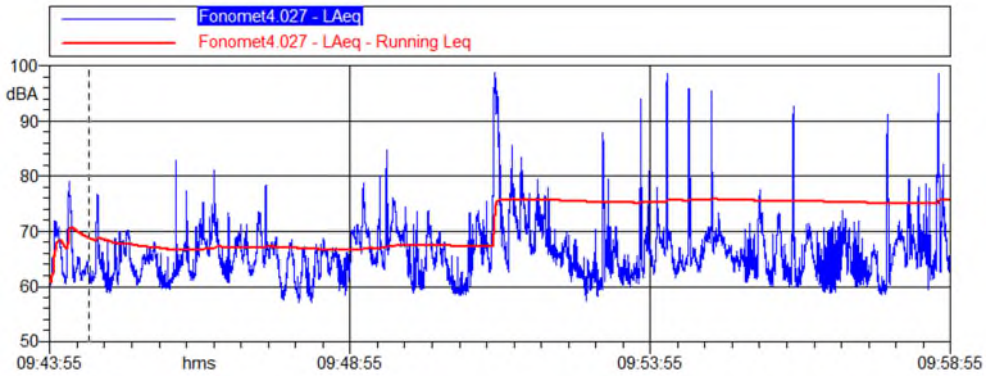
Leq = 56.9 dB(A)

3.1.2.55 Punto R55



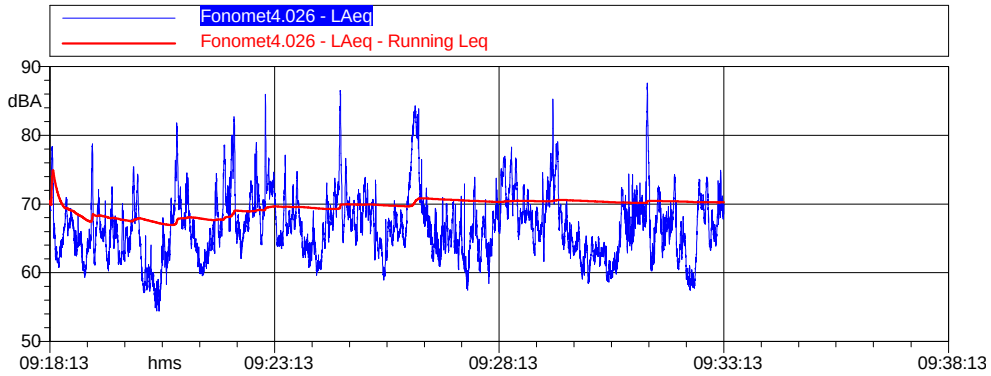
Leq = 66.9 dB(A)

3.1.2.56 Punto R56



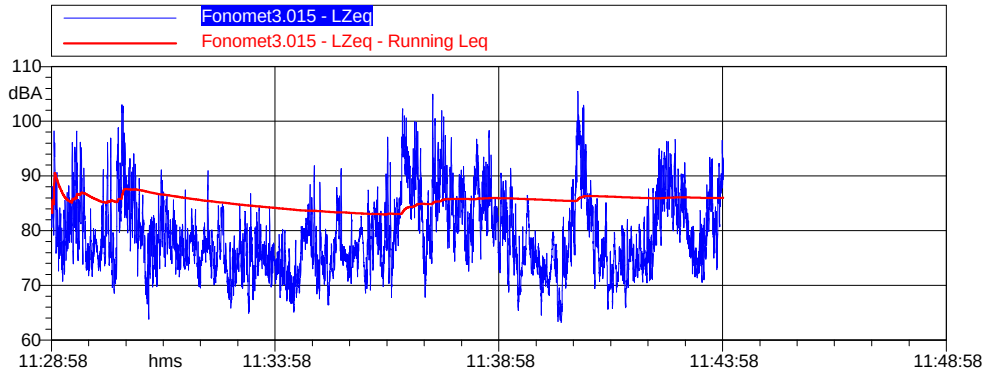
Leq = 75.8 dB(A)

3.1.2.57 Punto R57



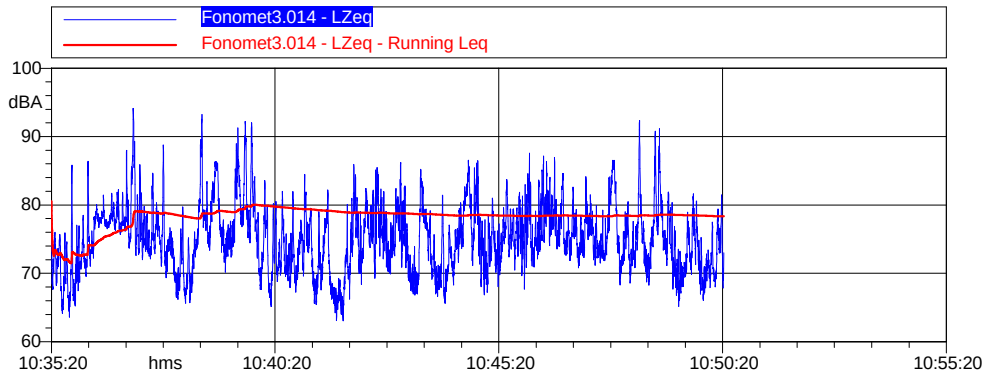
Leq = 70.6 dB(A)

3.1.2.58 Punto R58



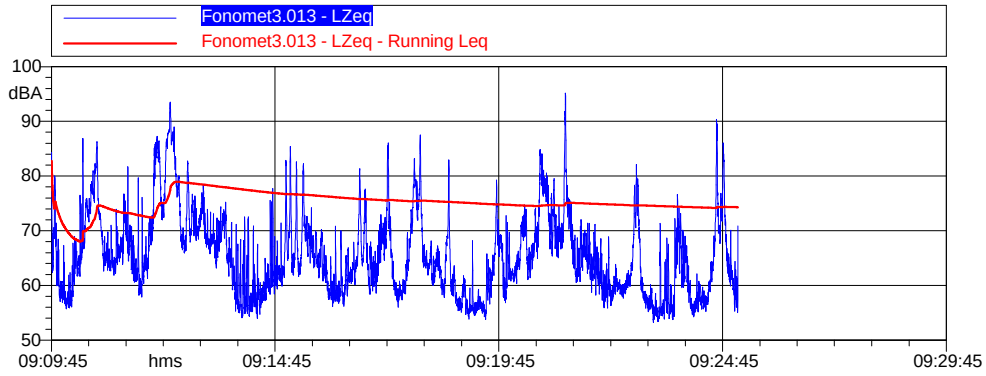
Leq = 60.6 dB(A)

3.1.2.59 Punto R59

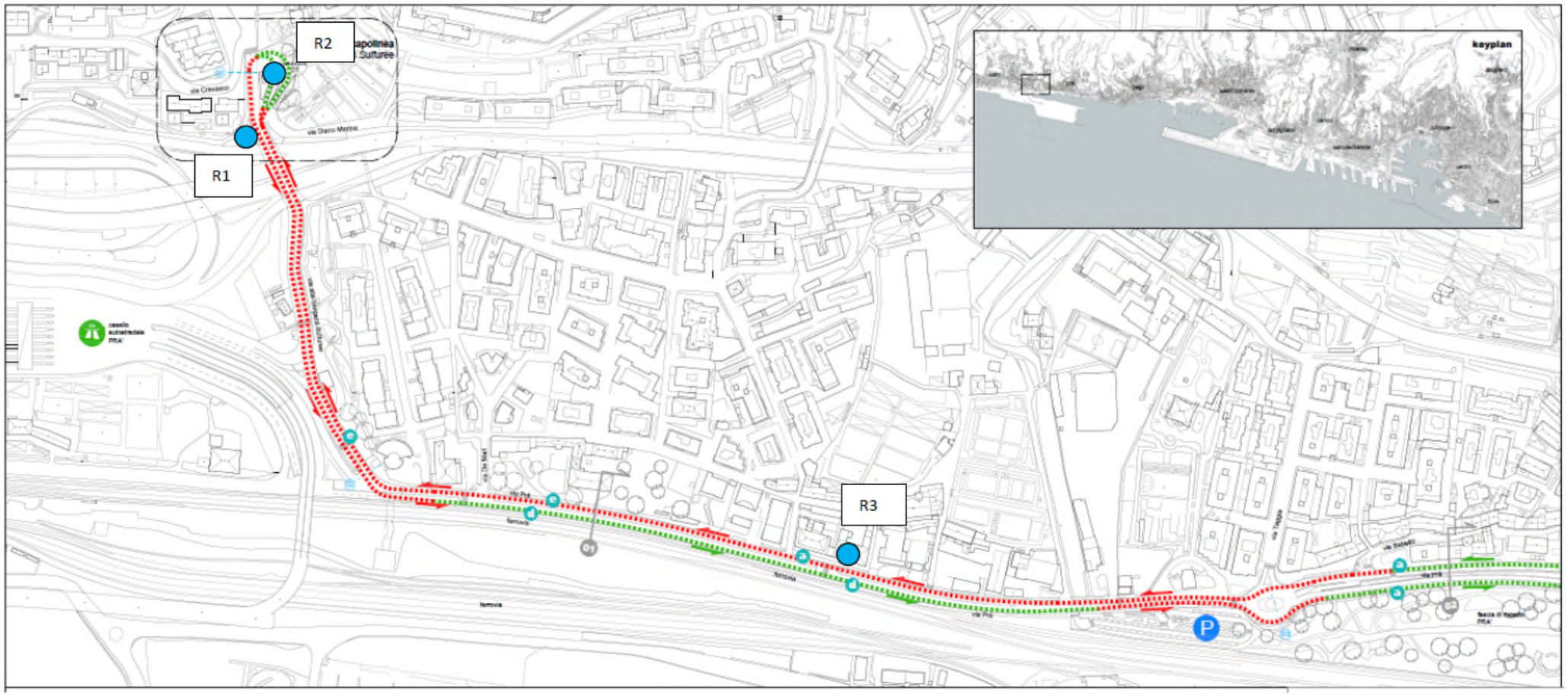


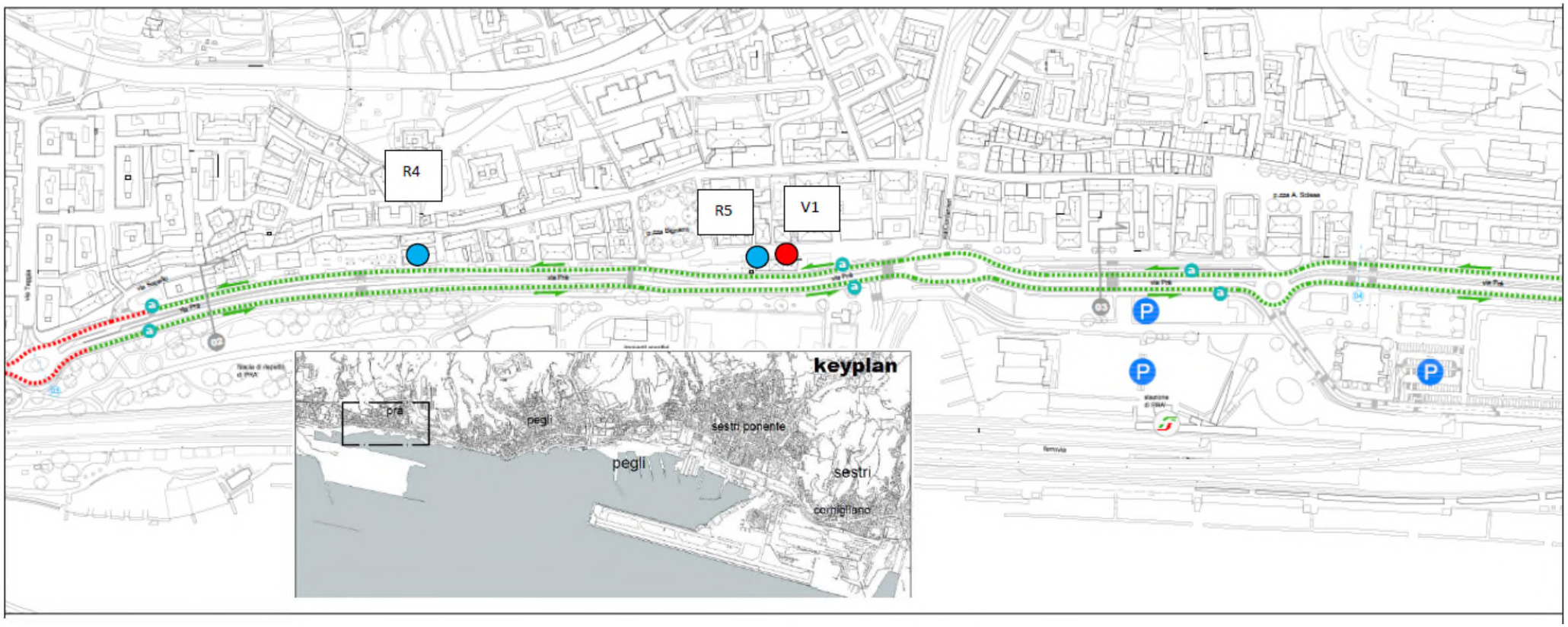
Leq = 64.3 dB(A)

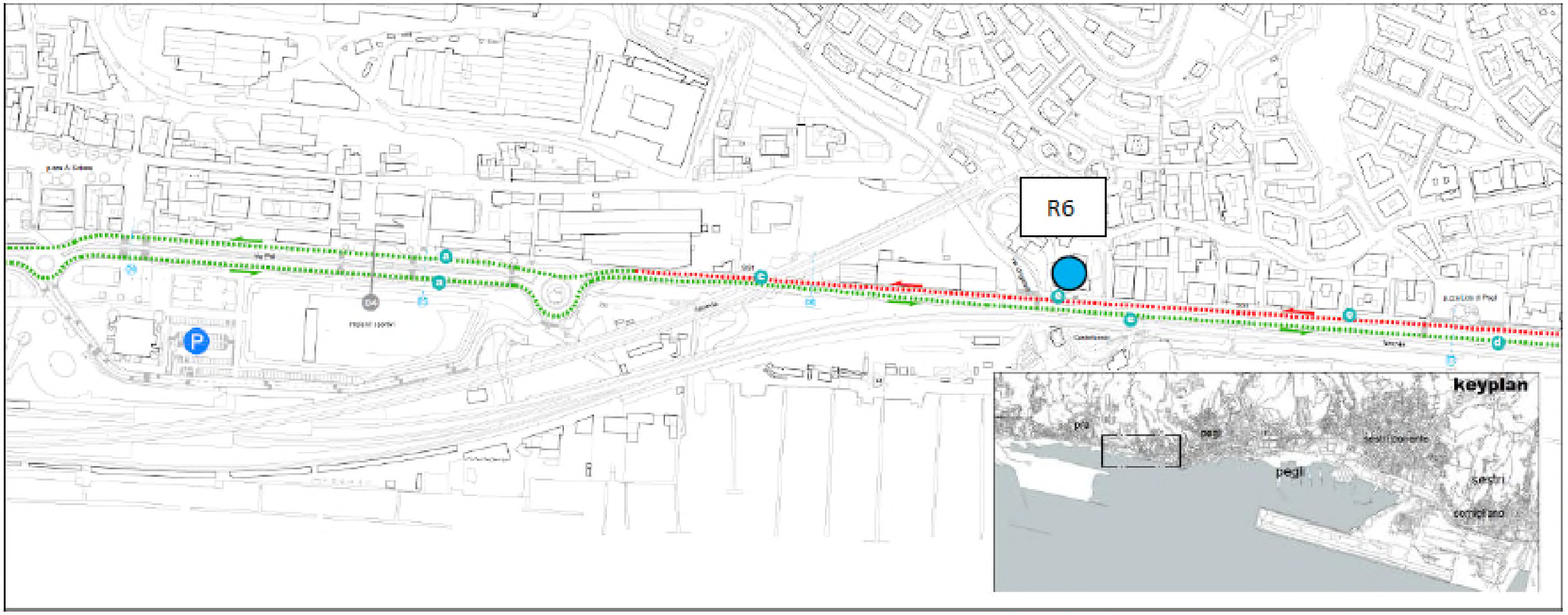
3.1.2.60 Punto R60

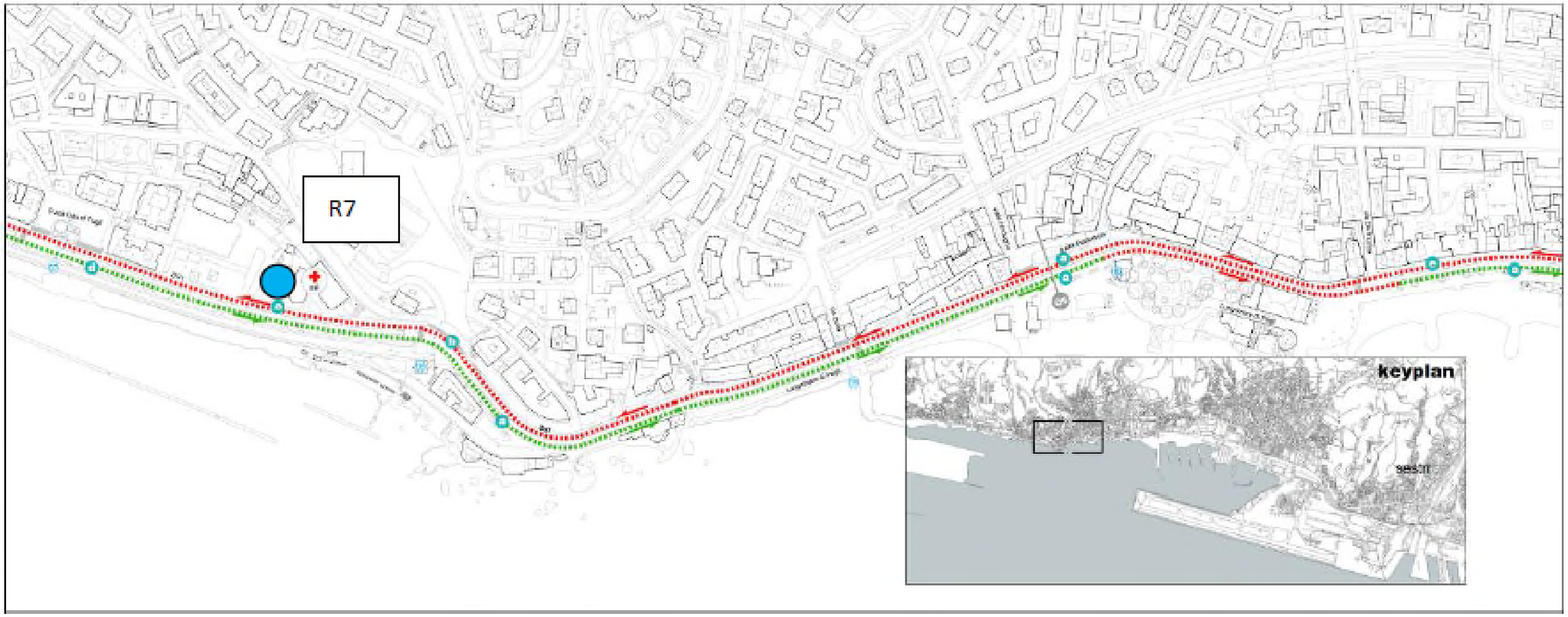


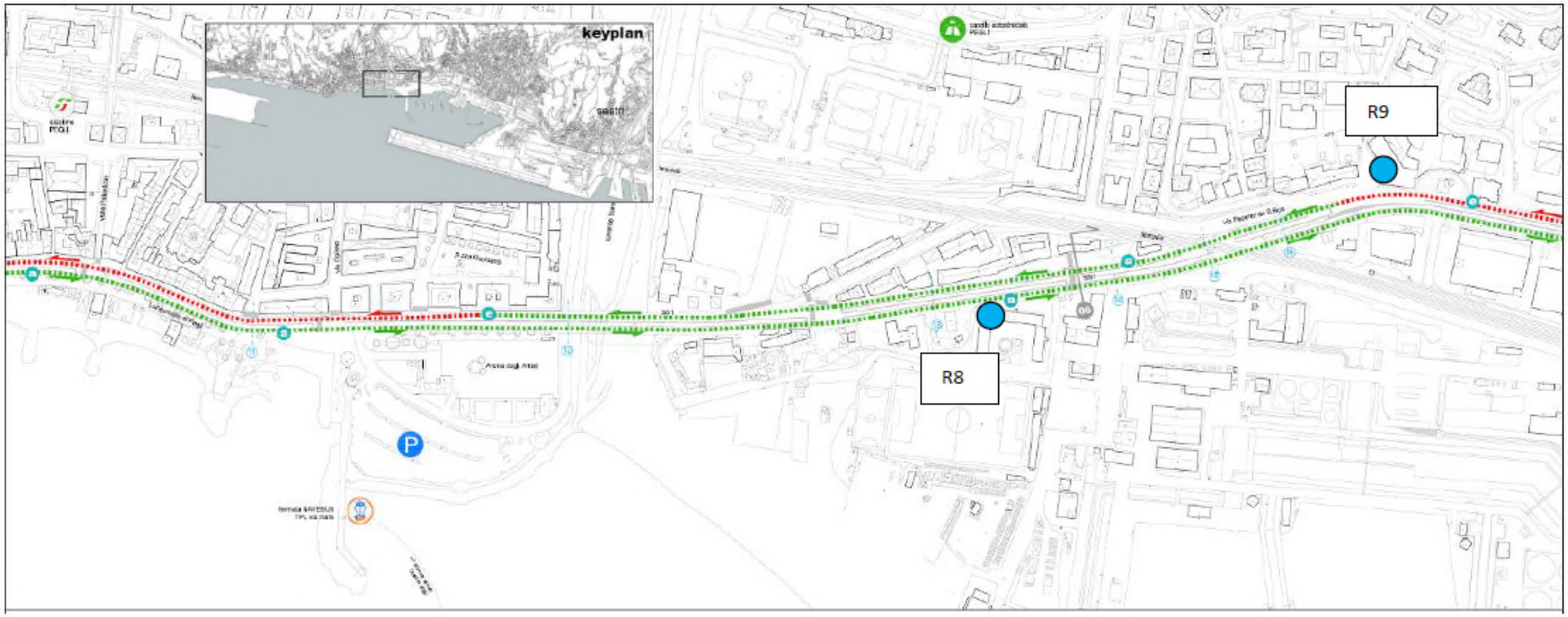
Leq = 55.7 dB(A)

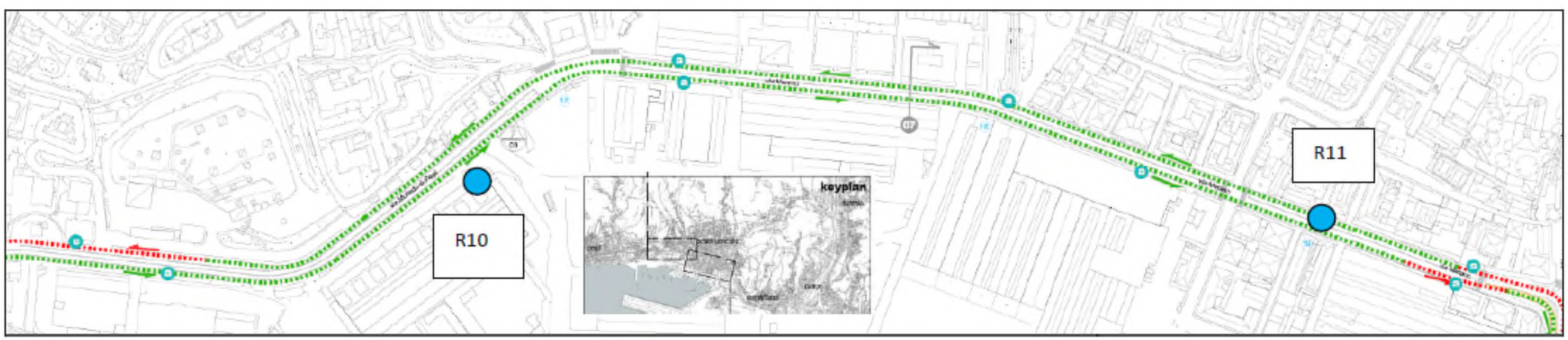

R2
Capolinea Sulturee
via Cravasco
via Diano Marina
R1
keyplan
R3
P

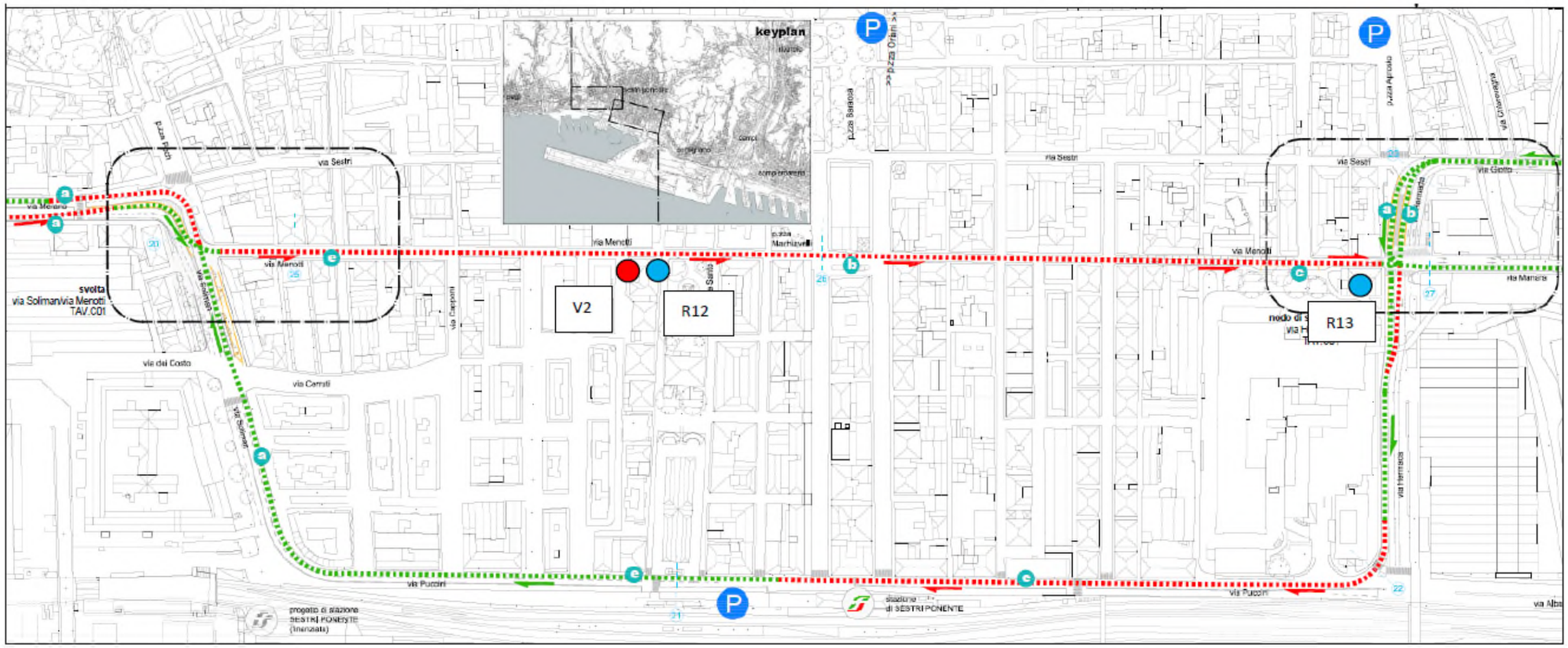

R4
R5
V1
keyplan
prà
pegli
sestri ponente
pegli
sestri
cornigliano

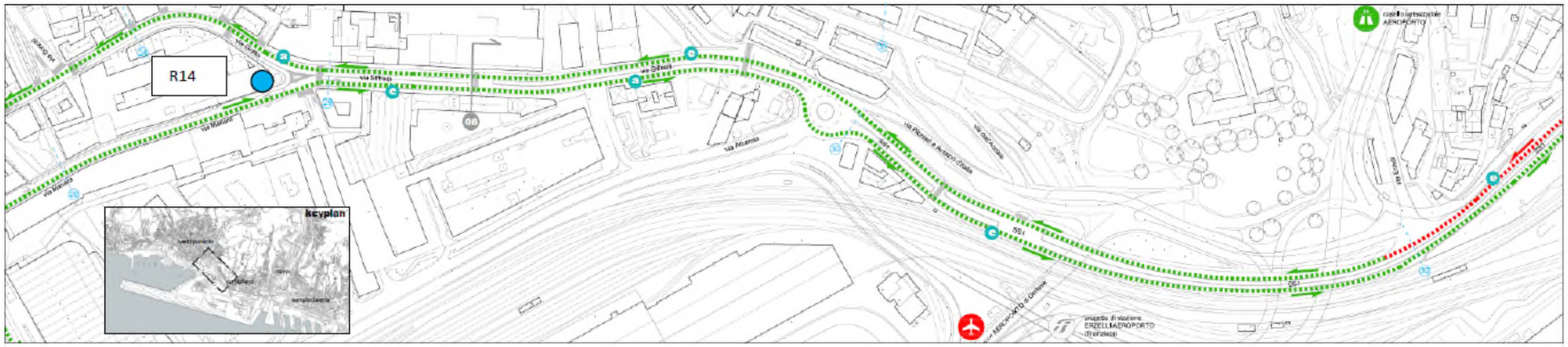

R6
keyplan
pali
pali
pali
pali


R7
keyplan

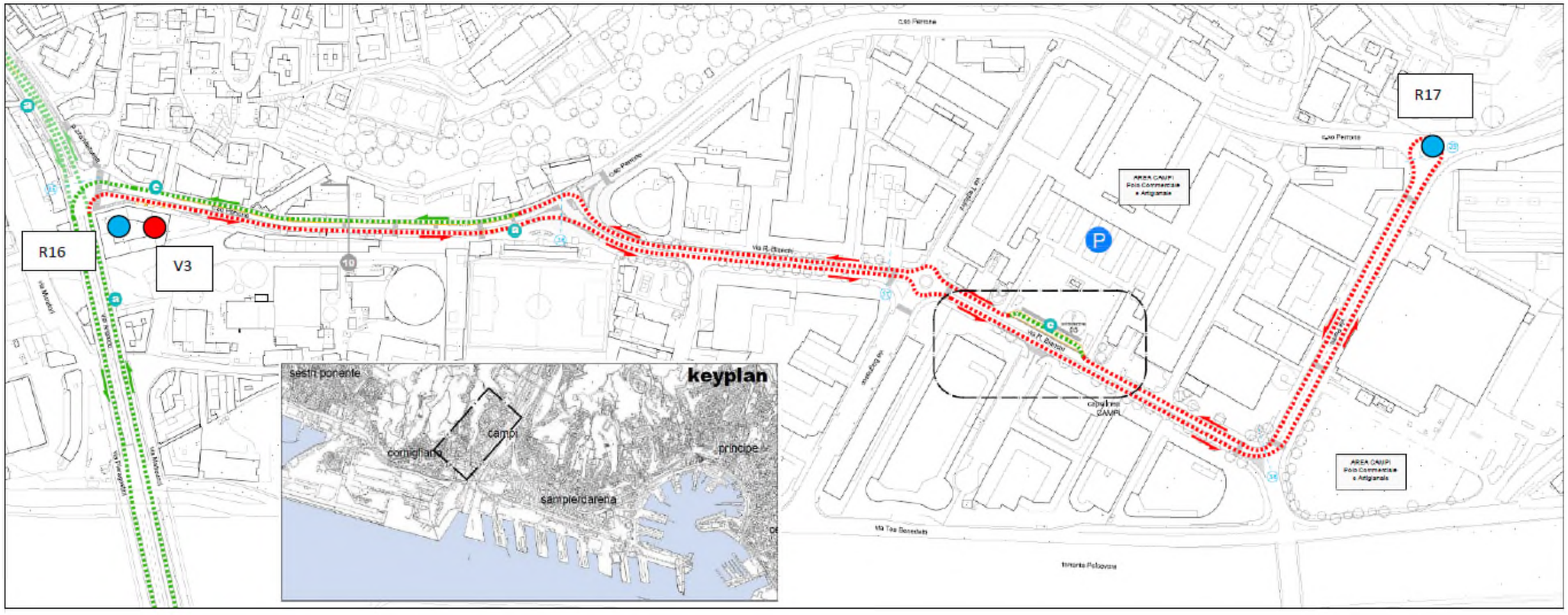

keyplan
R9
R8

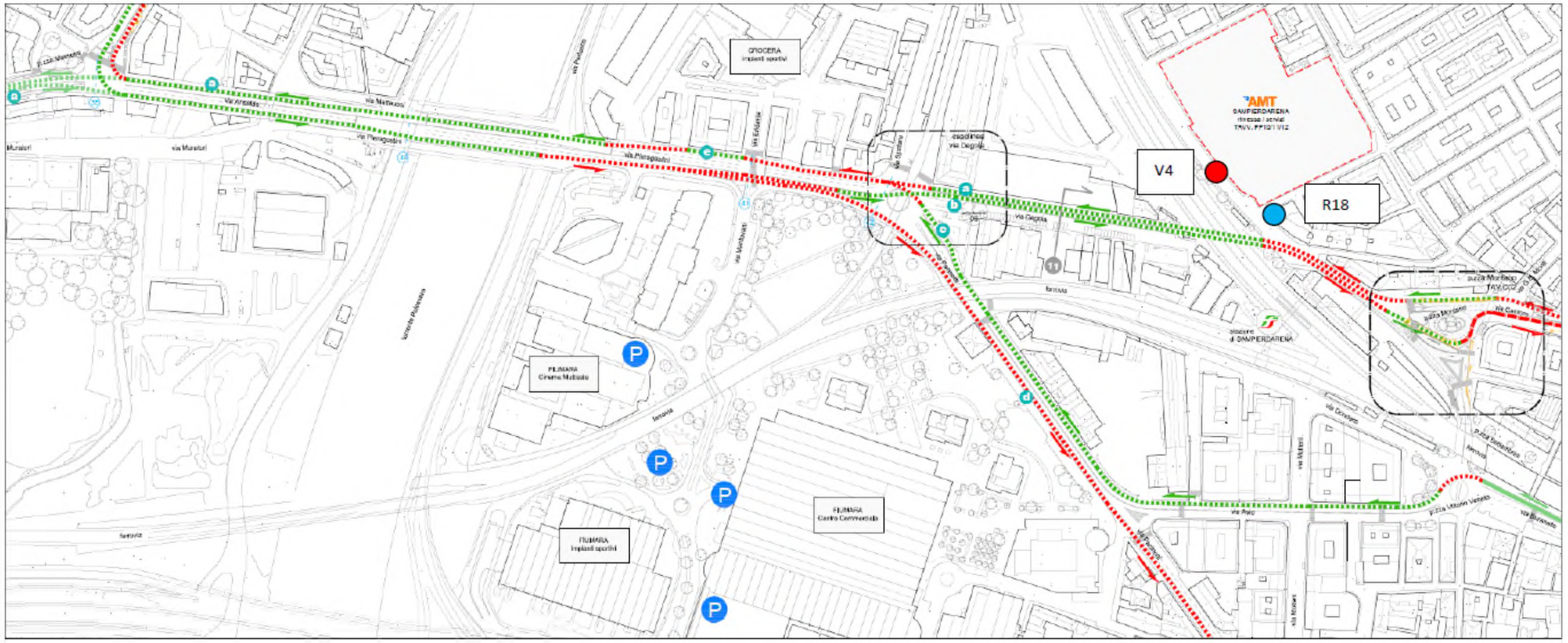

keyplan
R10
R11

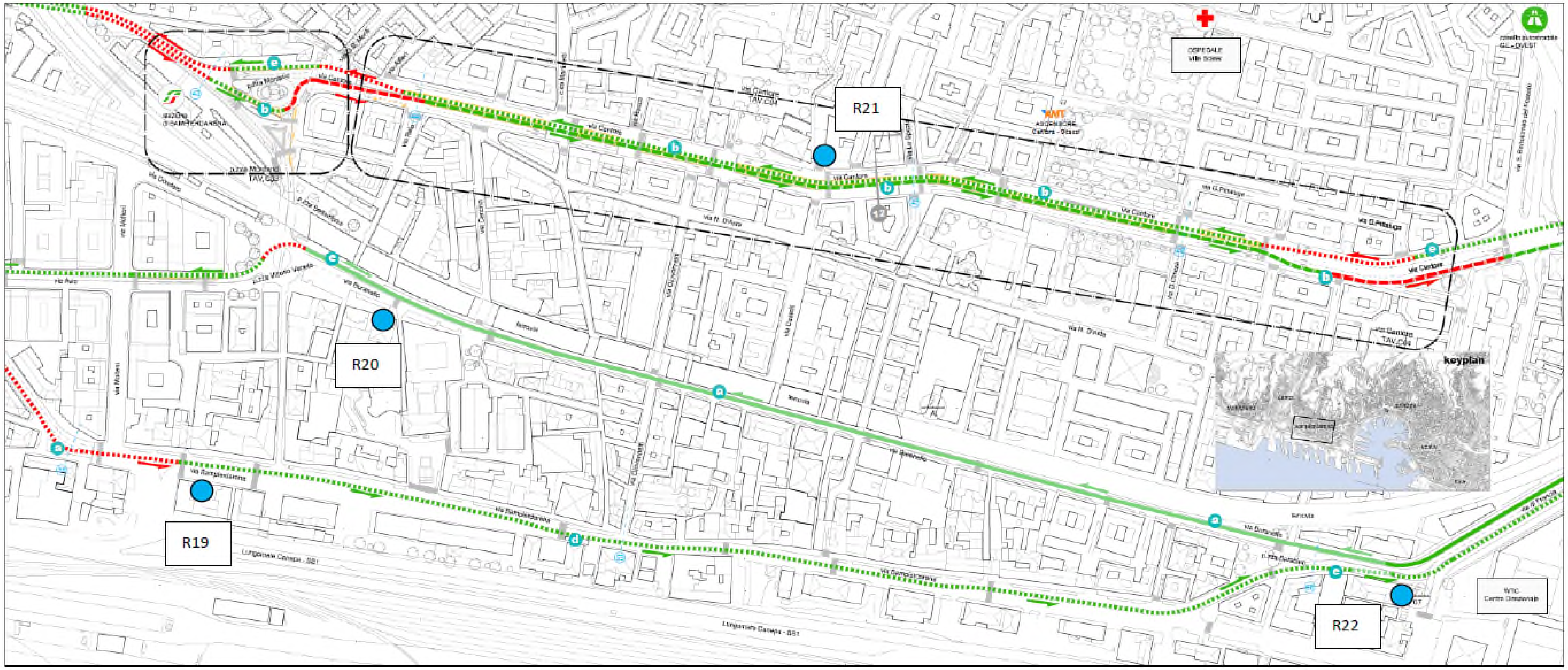

keyplan
via Sestri
via Menotti
via Cantoni
via Santo
via dei Costo
via Carretti
via Schiaffino
via Pucini
via Giotto
via Marsala
via Ternavasio
V2
R12
R13
svolta
via Solimanvia Menotti
TAV.C01
progetto di stazione
SESTRI PONENTE
(interrata)
stazione
di SESTRI PONENTE


R14
keyplan
via Milano
via Buozzi
via Adamoli
via Cornigliano
via Dattilo
via Merano
via Rimassa e Acquarone d'Italia
via Cantore
via Montaldo
via Cipro
via Aeroporto d'Italia
55
55
Impianto di stazione
ERZELLI AEROPORTO
(Funicolare)
Centro Polifunzionale
AERONAUTICO

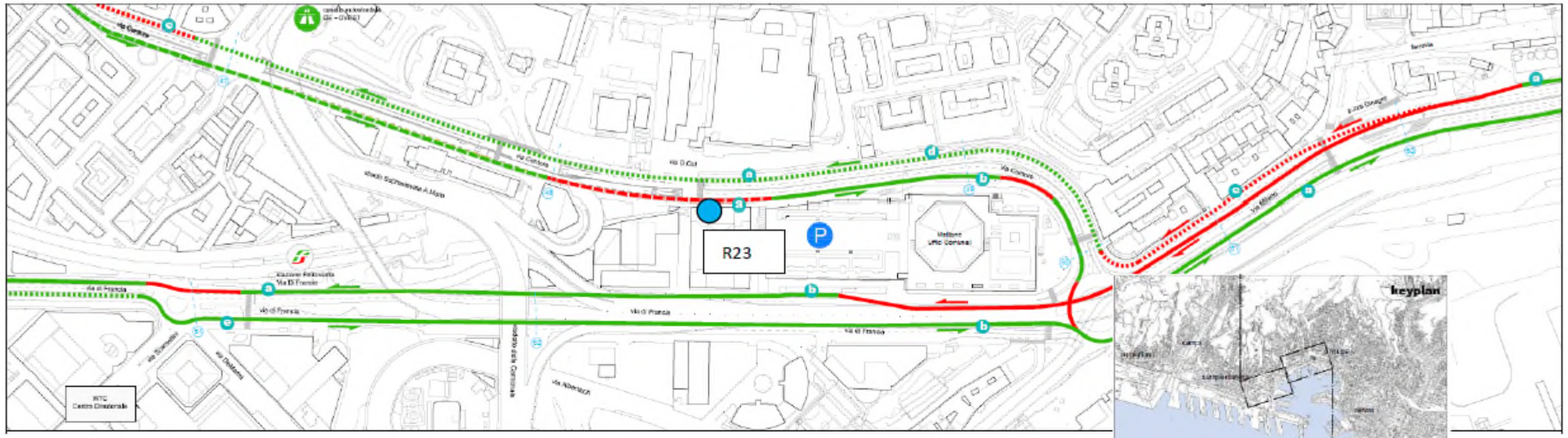

keyplan
R15
via Cornigliano
via Bellotti
via Merano
via Montaldo
via Cipro
via Dattilo
via De Gasperi
via Wagner
30
30
P
04
09

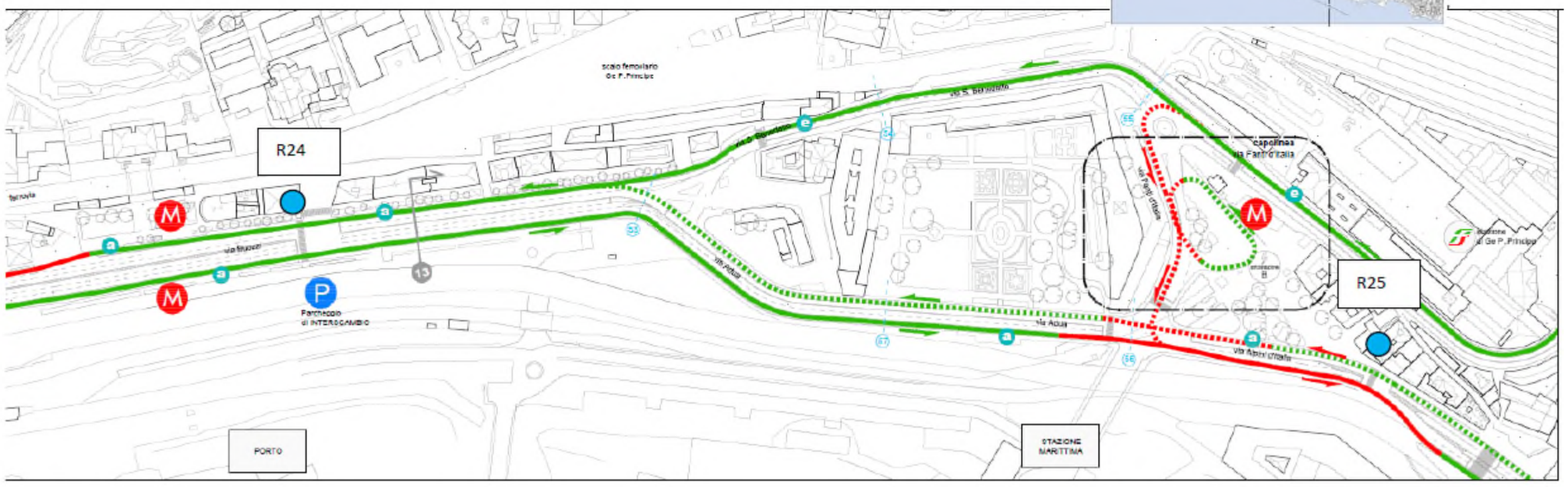

R16
V3
R17
keyplan
sestri ponente
campi
cornigliano
principe
sampierdarena
Via R. Bianchi
Via Fea
Via Bonestalo
Torrente Polcevera
AREA CAMPI
Polo Commerciale
e Artigianale

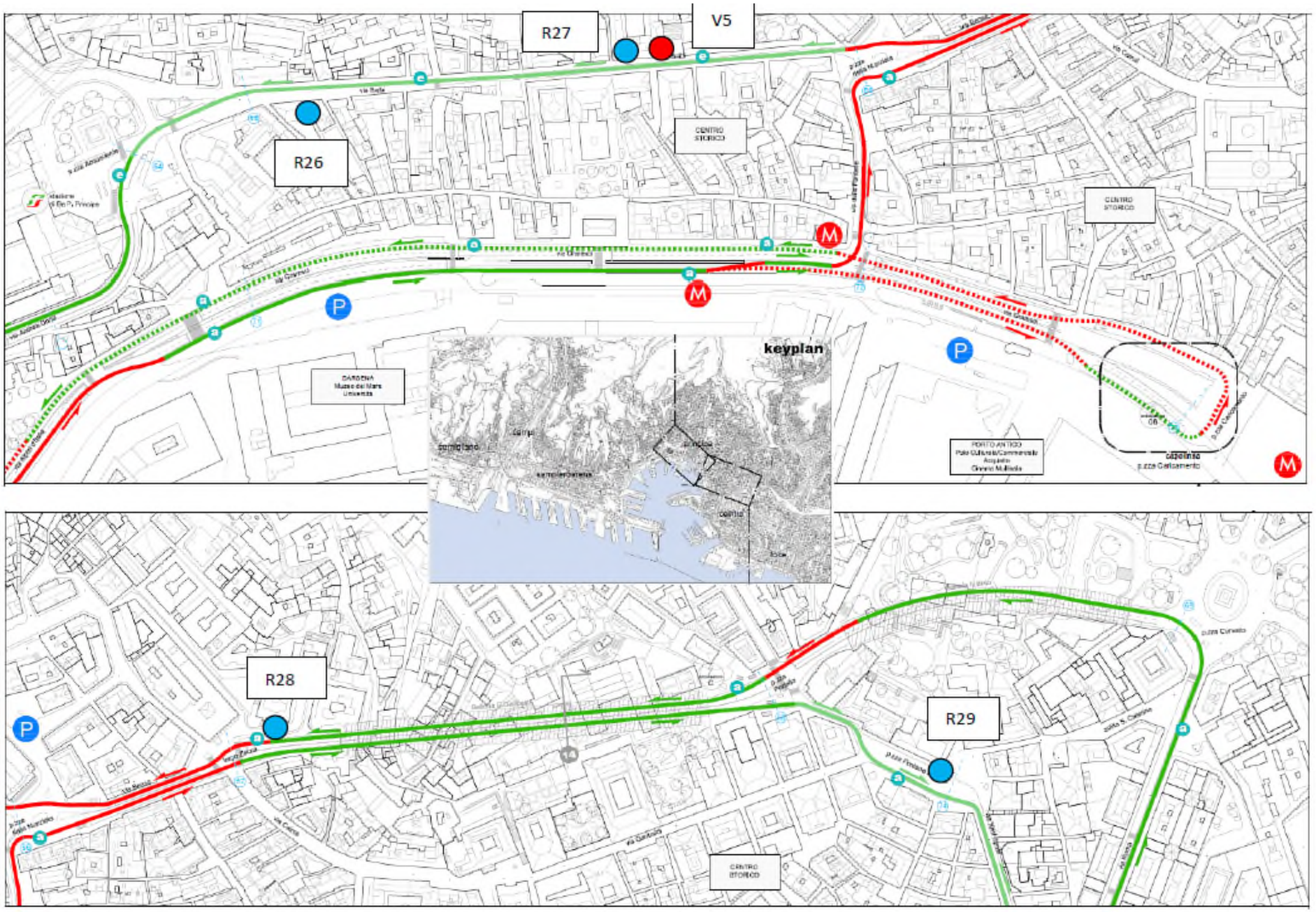

V4
R18
AMT
RIMESSA DI SAMPIERDARENA
via Matteucci
via Pallavicini
via Degola
via Cantore
via Prelo
via Rolando
via Buranello
ferrovia
FILIMARA
Centro Commerciale
FILIMARA
Impianti sportivi
FILIMARA
Cinema Multisala
GINOCERA
Impianti sportivi
stazione di SAMPIERDARENA

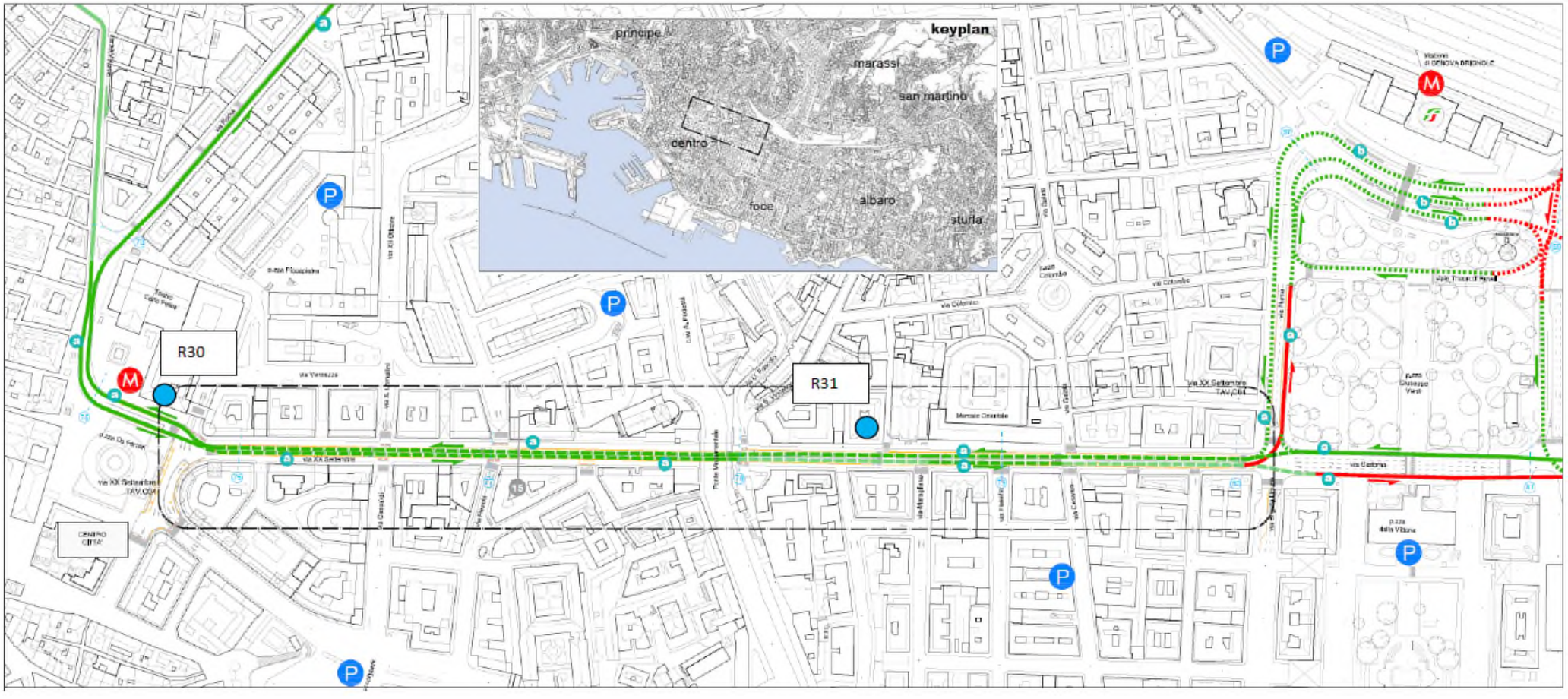


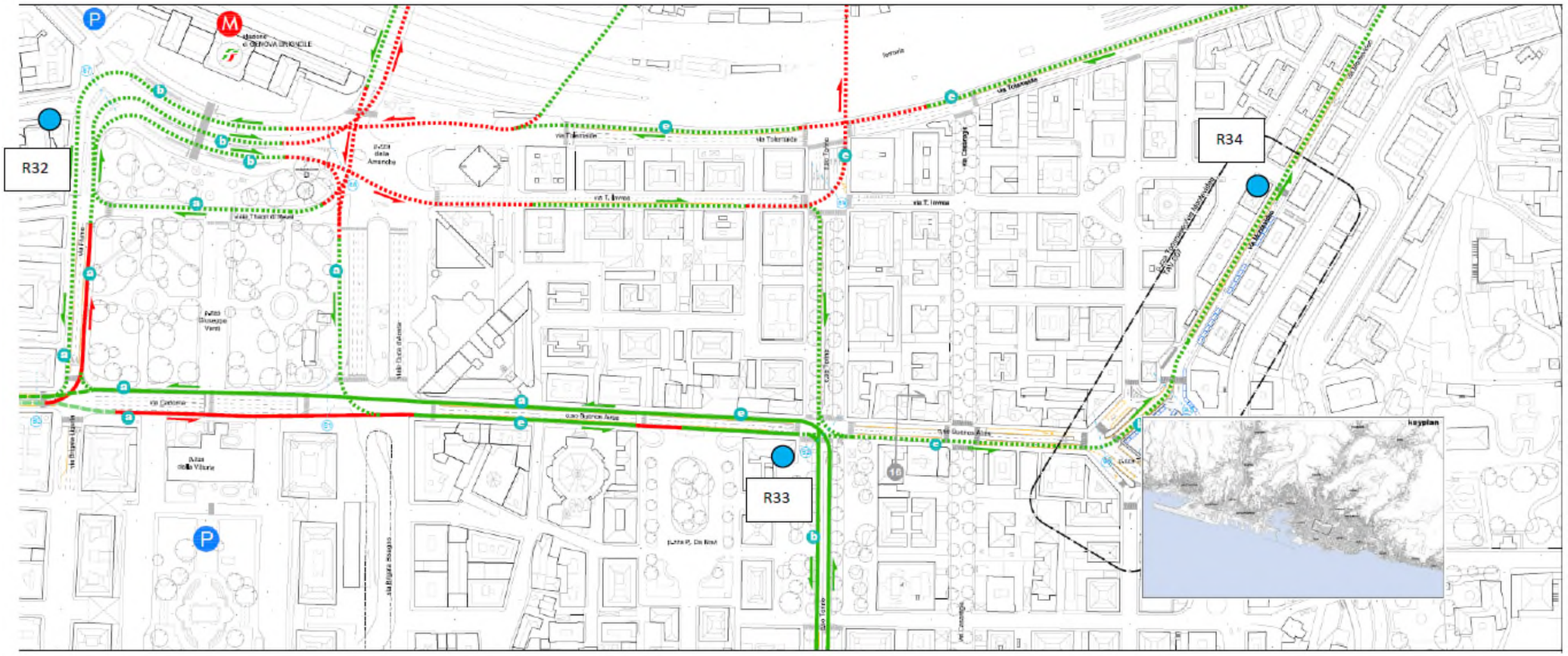
R21
R20
R19
R22
keyplan
OSPEDALE
WTC
Centro Direzionale
Lungomare Canepa - SS1


R23
keyplan

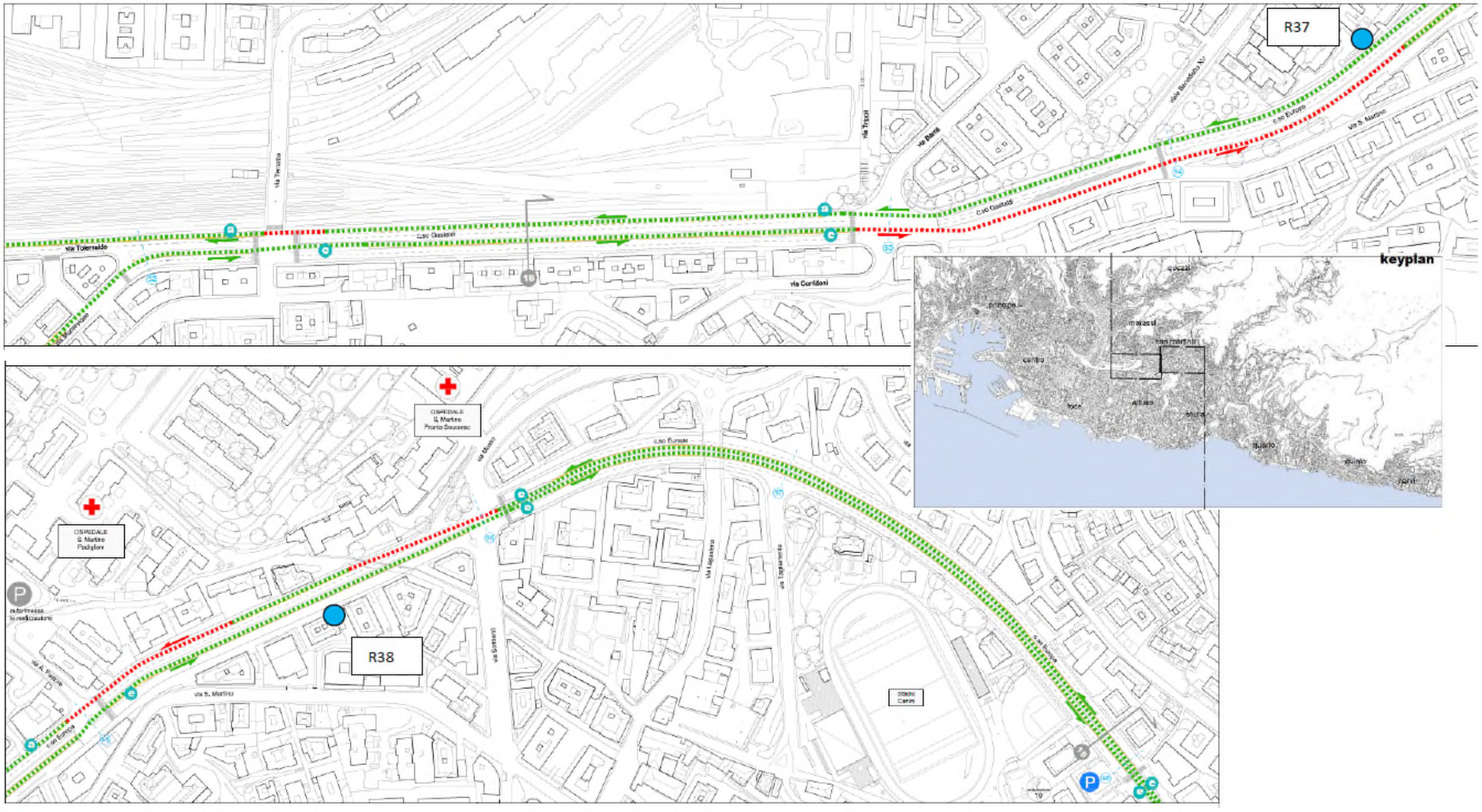

R24
R25
Parcheggio di INTERSCAMBIO
PORTO
STAZIONE MARITTIMA
capolinea via Fratelli Italia


R27
V5
R26
CENTRO STORICO
CENTRO STORICO
keyplan
DARSENA
Museo del Mare
Università
PORTO ANTICO
Polo Culturale/Commerciale
Acquario
Giovanni Maria Piccardo
Galleria
Piazza Caricamento
R28
R29
CENTRO STORICO


keyplan
principe
marassi
san martino
centro
foce
albaro
sturla
R30
R31
CENTRO CITTA'
via XX Settembre
via Colombo
via Gramsci
Mercato Orientale
Stazione di GENOVA BRIGNOLE
Parco Giuseppe Verdi
Piazza della Vittoria

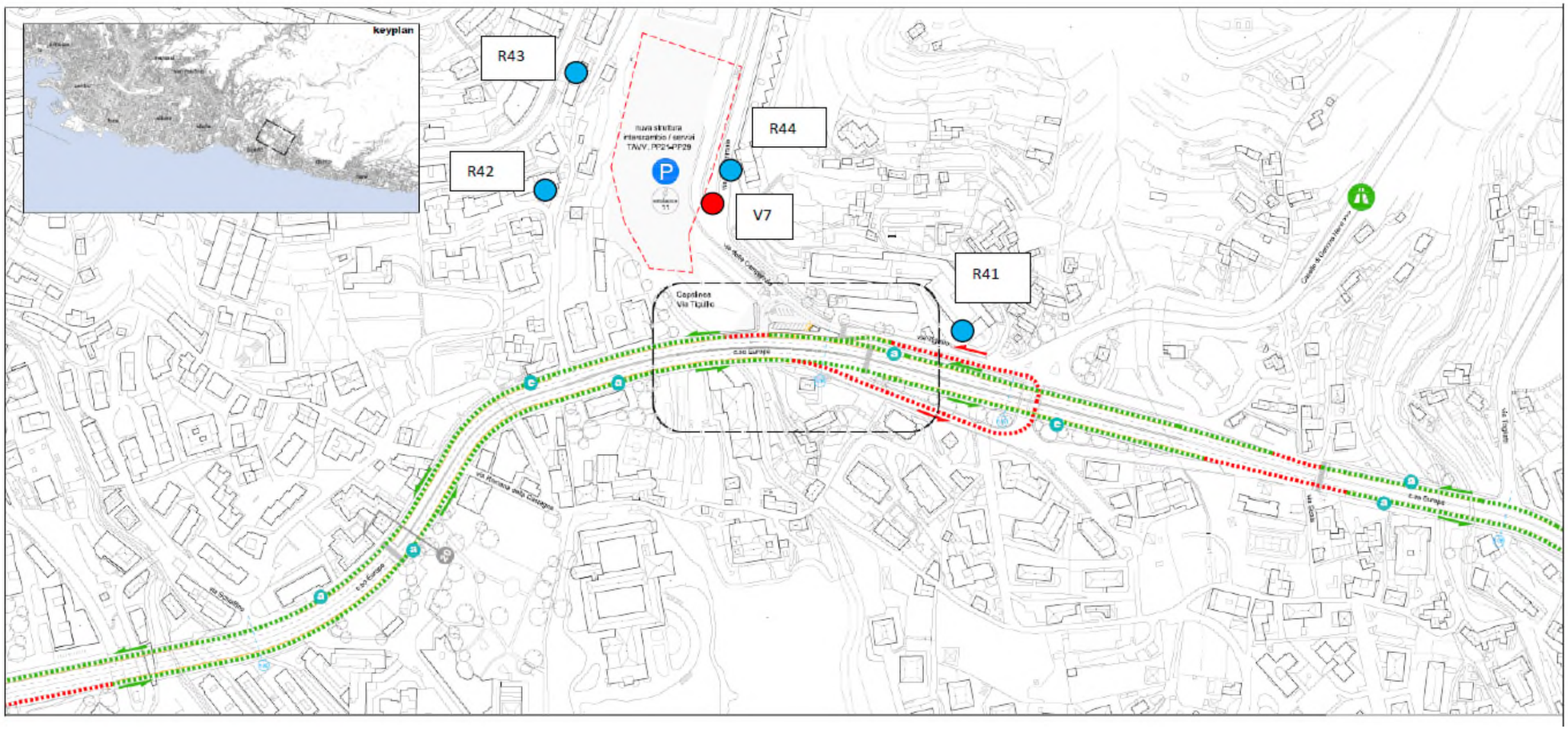

R32
R33
R34
via Tolemaide
via T. Invrea
via Casaregis
via Cesarea
via Fiume
via Balbi
via Brigata Liguria
via Cadorna
via Dodecaneso
Keyplan

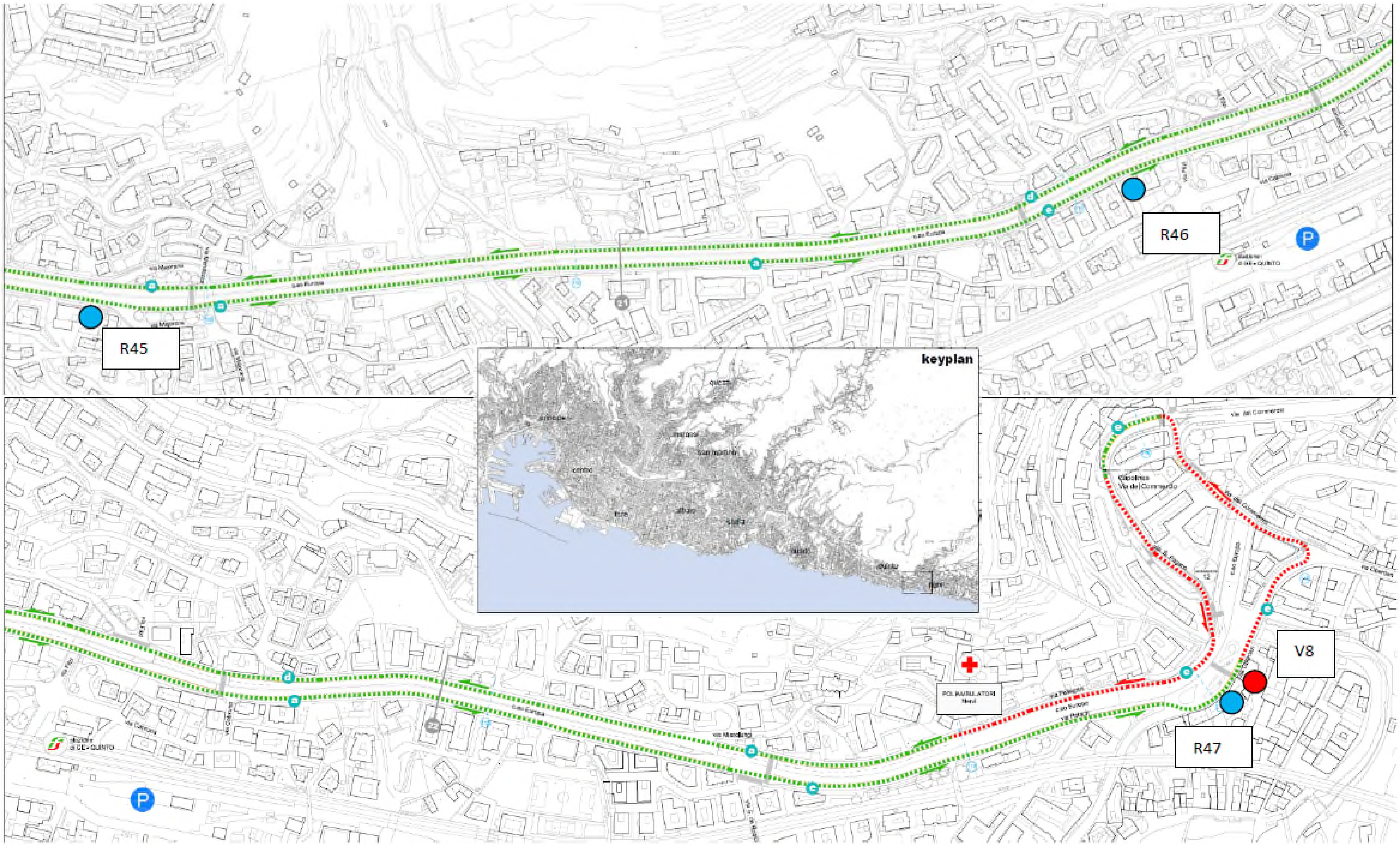

FERA
Progetto Waterfront
capolinea Fiera
piazzale Kennedy
R36
R35
V6
via Brigate Partigiane
piazza Ricasoli
Largo S.Maria del Soni
AMT
via Balbi
via Cairoli
via Ruscone
via Nizza
corso Torino
keyplan


R37
R38
keyplan
via Tolemaldo
via Curtoni
via Trento
via Barra
via Bandello N°
via S. Martino
C.so Europa
C.so Gastaldi
OSPEDALE S. Martino Pronto Soccorso
OSPEDALE S. Martino Padiglioni
via Monte
via Lagaccio
via Tagliamento
C.so Firenze
Stadio Carlini
via S. Martino
via A. Pastore
C.so Europa
principe
marassi
staglieno
centro
foce
albaro
quarto
quinto
sturla

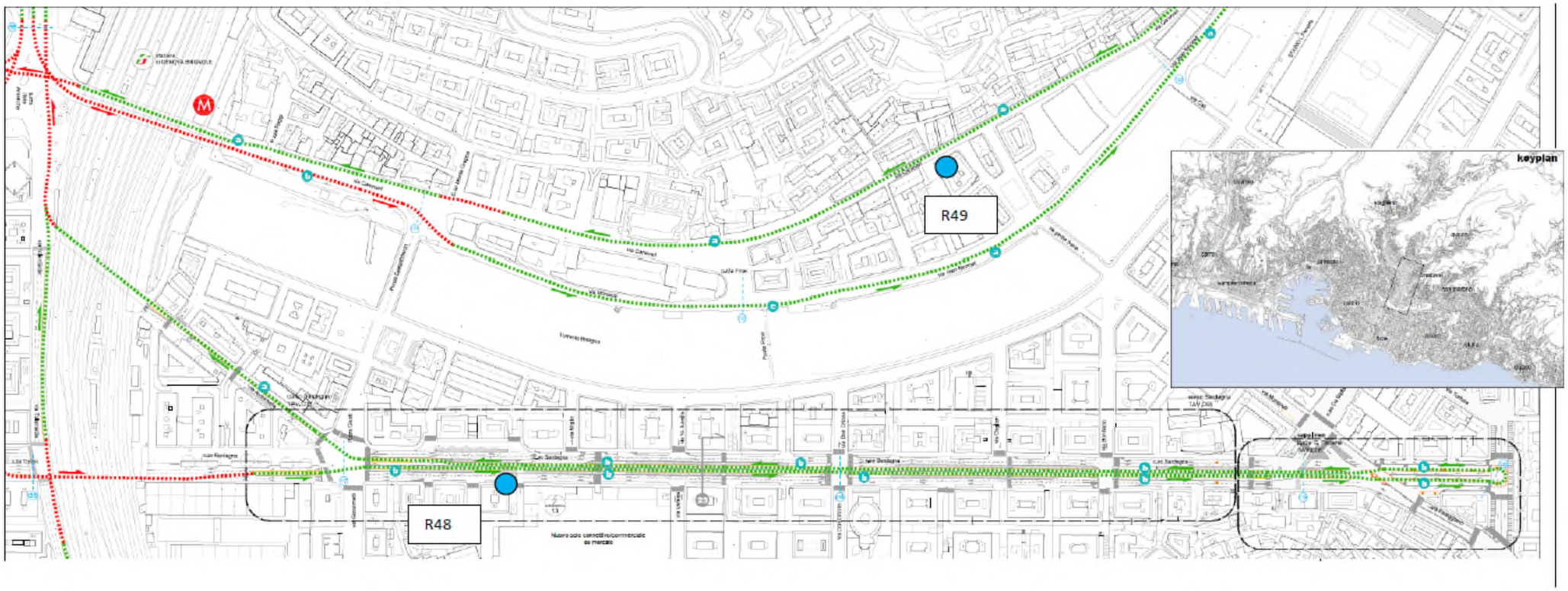

R39
keyplan

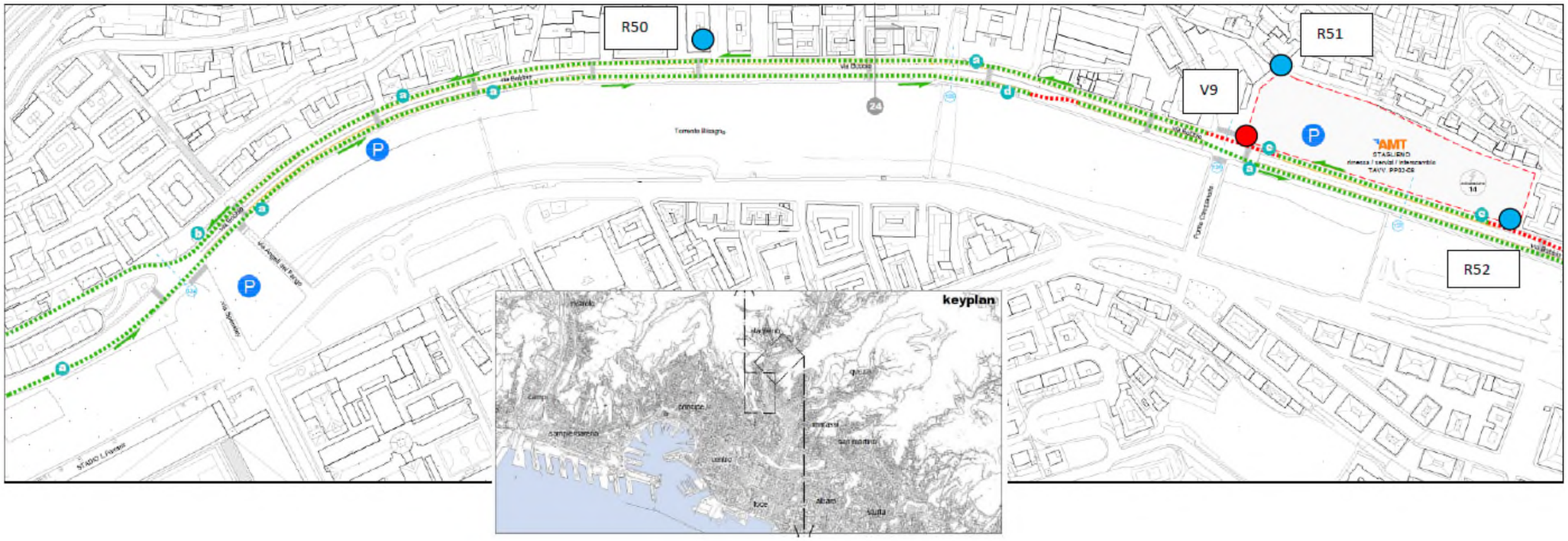

R40

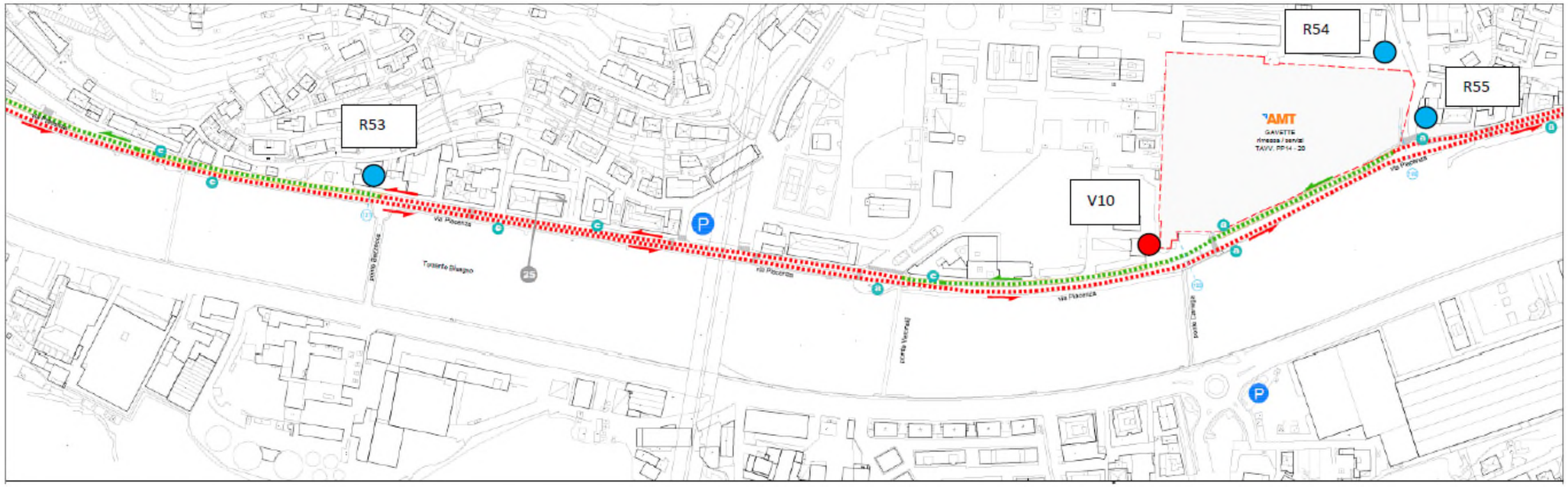

keyplan
R43
R42
R44
V7
R41
nuova struttura interscambio / servizi
TAV/V. PP28-PP29
Capolinea
Via Tripoli
Via Rivarola delle Gallegra
Via Scassi
Via Ingauni

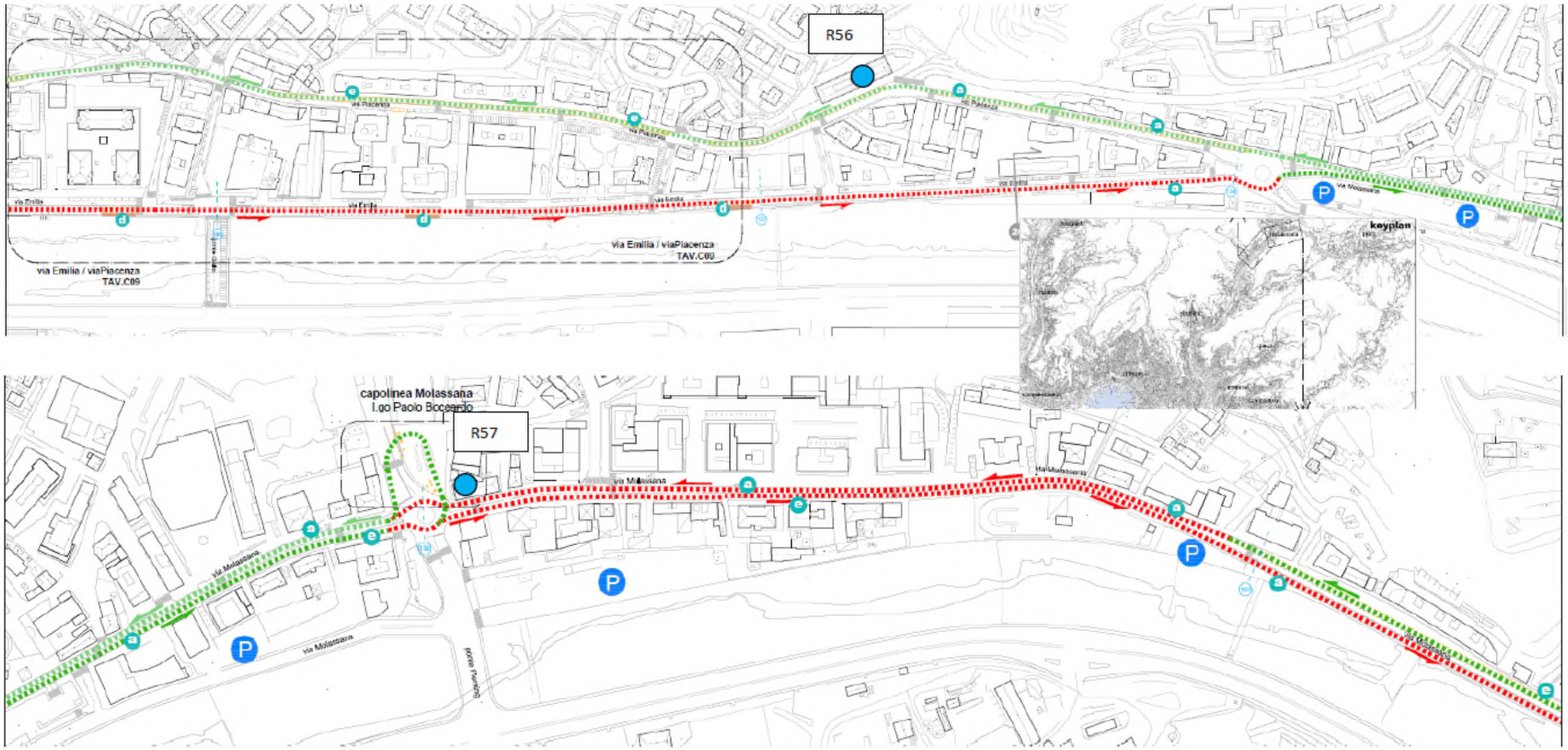


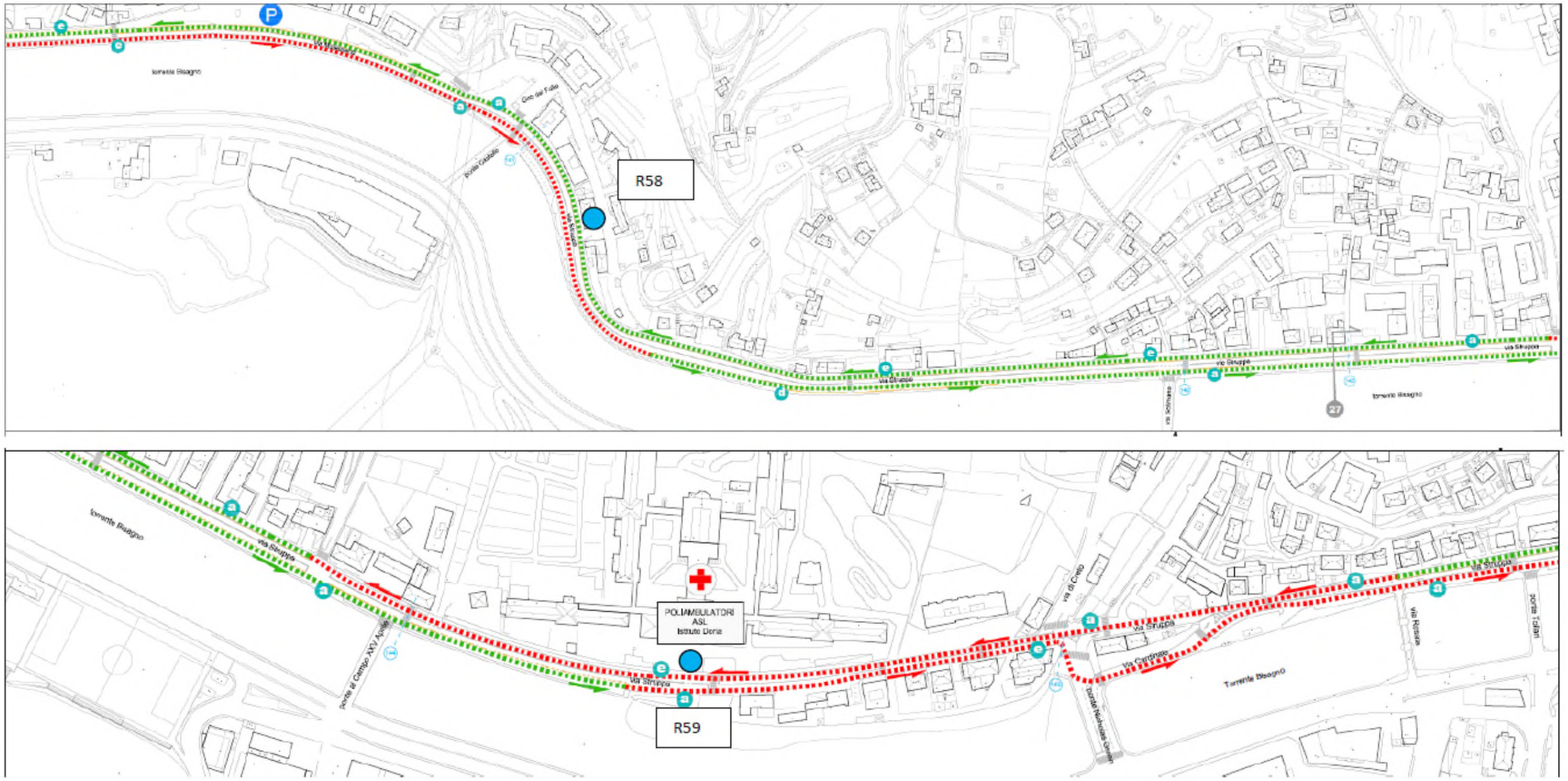
R45
R46
keyplan
R47
V8
POLIAMBULATORI Nervi
Capolinea Via del Commercio
Via del Commercio

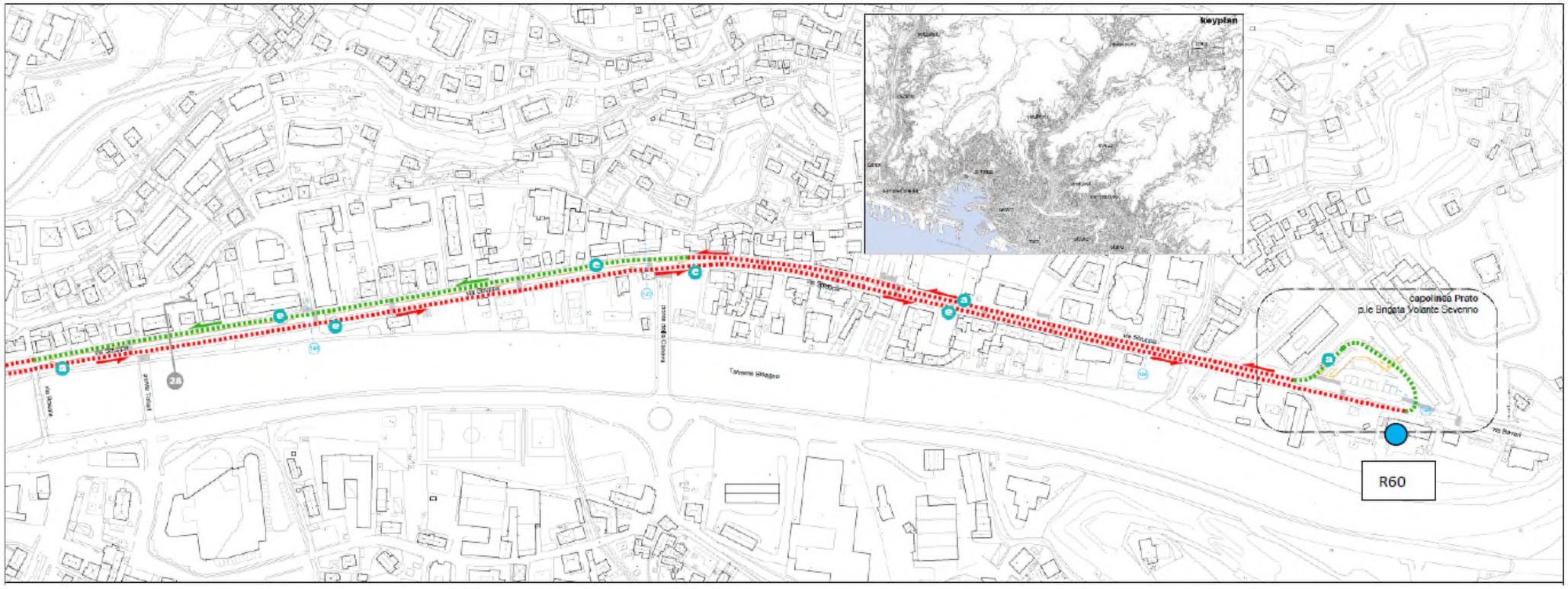

R49
R48
keyplan


R50
R51
V9
R52
AMT
STAGLIENO
keyplan


R53
R54
R55
V10
AMT
GAVETTE
rimessa / servizi
TAVV. PP14 - 20
Via Piacenza
Torrente Bisagno
Via Piacenza
Via Piacenza
Via Piacenza
Via Piacenza
Corso Perrone
Corso Perrone
Corso Perrone
25


R56
via Emilia / viaPiacenza
TAV.C09
via Emilia / viaPiacenza
TAV.C09
keyplan
capolinea Molassana
l.go Paolo Boccardo
R57
via Molassana
via Molassana
via Molassana


R58
R59
POLIAMBULATORI
ASL
Istituto Devia
Torrente Bisagno
Torrente Bisagno
via Struppa
via Cardinale
via di Creto
via Rotaie
via Scoffone
Ponte Carrozzabile
Ponte Cavalcavia
Ponte Calvario
Ponte di Campo XXV Aprile
Gino del Fullo


keyplan
capolinea Prato
p.le Brigata Volante Severino
R60
Torrente Bisagno
via Bobbio
via Canevari
via Bianchi

4. STUDIO PREVISIONALE ACUSTICO

Lo studio previsionale acustico è uno strumento di conoscenza dei livelli di rumore attesi connessi ad esempio (ma non solo) all'esecuzione di lavorazioni potenzialmente impattanti nei cantieri e viene normalmente condotto su cantieri di grandi dimensioni al fine di prevedere e, qualora possibile, prevenire attraverso l'adozione di misure di mitigazione il disturbo patito dalla popolazione esposta.

Per quanto possano essere prestate le necessarie attenzioni, alcune lavorazioni e le relative opere propedeutiche sono attività talvolta impattanti in quanto i macchinari, anche di ultima generazione risultano mediamente rumorosi e i tempi di lavorazione sono tali da estendere il periodo di esposizione all'intera finestra temporale diurna o notturna di riferimento.

Nel caso di specie le attività di cantiere vengono condotte per quasi tutti i siti all'interno di un'area densamente urbanizzata, caratterizzata da spazi nel complesso ristretti, che costringono quasi ovunque ad estendere i confini del cantiere sino alle immediate vicinanze dei fabbricati.

Tale circostanza determina un conseguente inevitabile avvicinamento ai fabbricati delle sorgenti di disturbo rappresentate da macchinari ed impianti e consente anche l'ingenerarsi di fenomeni di riflessione multipla sulle facciate, fenomeno questo particolarmente evidente in presenza di fronti edificati tra loro paralleli posti a distanza relativamente contenuta.

Il quadro sopra descritto rende inoltre difficile l'adozione di misure di mitigazione efficaci nei confronti dei ricettori complessivamente interessati dall'impatto acustico connesso al singolo cantiere ed anche la messa in opera in opera di barriere fono isolanti o fono assorbenti risulta solo in parte funzionale al contenimento del disturbo.

4.1 Modalità di esecuzione dello studio previsionale

La determinazione dei livelli di disturbo connessi alla presenza del cantiere è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN sviluppato dalla tedesca Braunstein & Berndt GmbH sulla base sia di standard ISO (e segnatamente della norma ISO 9613) che di altri standards di riferimento utilizzati localmente in paesi diversi.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni in campo ambientale (stradale, ferroviario, aeroportuale ed industriale) già effettuate in altri studi analoghi.

SoundPLAN è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli

standard internazionali più ampiamente riconosciuti. In particolare, per il calcolo e la previsione del rumore da traffico veicolare sia urbano che extraurbano e autostradale il modello implementa diverse normative internazionali tra le quali, per lo studio in oggetto, è stato applicato lo standard tedesco RLS90 (DIN 18005), non essendo disponibili specifici standard italiani per il calcolo delle emissioni sonore da traffico stradale.

4.1.1 Lo standard RLS90

Queste linee guida definiscono gli standard tecnici e le procedure di misura per predire e abbattere il rumore di strade e parcheggi. In particolare, viene valutato presso il ricettore il livello sonoro diurno (06.00 ÷ 22.00) e notturno (22.00 ÷ 06.00) e confrontato con i limiti legislativi. Il RLS90 considera la sorgente puntiforme con propagazione, attenuazione del suolo, schermatura. Lo standard utilizza due diversi modelli: il modello per la sorgente e quello per la propagazione. Il primo utilizza i dati di traffico e fornisce i risultati di livello di rumore prendendo come riferimento un punto a 35 m di distanza dalla strada e a 4 m dal suolo. I livelli di rumore sono definiti LME (Level Mean Emission). Il modello di propagazione utilizza come input LME per il giorno e la notte e fornisce il livello di rumore presso il ricettore diurno e notturno.

4.1.1.1 Livello medio di emissione LME

I dati necessari per calcolare il livello della sorgente sono:

- Veicoli (numero dei veicoli orari e % dei veicoli pesanti)
- Velocità oraria delle automobili e dei camion
- Larghezza della strada
- Pendenza della strada
- Riflessioni

Il livello della sorgente Lm,E si calcola come segue:

$$Lm,E = Lm_{(25,basic)} + C_{speed} + C_{Road\ Sueface} + C_{Gradiente} + C_{Ref}$$

dove

$Lm_{(25,basic)}$ = livello standard alle condizioni di:

- velocità indicativa pari a 50 km/h per le auto e 40 km/h per i camion
- superficie della strada di asfalto convenzionale
- pendenza strada < 5%
- propagazione in campo libero

- Lm $_{(25,basic)}$ = 37.3 + 10 log [M * (1+0.082P)]
  con M = media oraria del volume di traffico e P = percentuale di traffico pesante

C $_{speed}$, C $_{Road\ Sueface}$, C $_{Gradiente}$, C $_{Ref}$ = coefficienti funzione della velocità media de traffico, della tipologia di superficie stradale, del gradiente dell'asse viario e della riflessione acustica.

4.1.1.2 Propagazione

Il livello sonoro presso il ricettore deriva dal livello sonoro di tutte le sorgenti stradali. Al valore calcolato si sommano 1, 3 o 5 dB se il ricettore si trova rispettivamente a 100, 70 o 40 m da un semaforo: tanto più è vicina la distanza, tanto maggiore è il contributo dovuto alle frenate e alle accelerazioni.

$$\mathbf{Lm = Lm,E + C_{Section\ lenght} + C\ S_{preading} + C_{Ground\ absorption} + C_{Screening}}$$

dove C $_{Section\ lenght}$, C $S_{preading}$, C $_{Ground\ absorption}$, C $_{Screening}$ = coefficienti funzione della lunghezza della sezione, di propagazione e assorbimento dell'aria, dell'attenuazione del terreno e dell'eventuale schermatura.

4.2 I dati di input

4.2.1 Il modello geografico e i fabbricati

L'elemento fondamentale per l'implementazione del modello di simulazione è costituito dal modello digitale del terreno (DGM: Digital Ground Model). La creazione del DGM ha richiesto un'elaborazione preventiva delle cartografie aerofotogrammetriche di base del territorio comunale nella porzione di interesse (carta tecnica comunale del Comune di Genova). I files così elaborati sono stati importati nel programma SoundPLAN che, a partire dalle informazioni relative al profilo altimetrico del territorio costruito per punti quota, ha infine consentito la definizione del DGM.

Gli stessi files elaborati hanno poi consentito di inserire gli edifici utilizzando un'apposita procedura del programma SoundPLAN in grado di identificare automaticamente le aree racchiuse da linee poligonali e di convertirle in oggetti tridimensionali. Per ogni edificio è stata quindi inserita l'altezza reale desunta dall'estratto aerofotogrammetrico oppure, ove non disponibili dati diretti dalla cartografia, da sopralluogo diretto in sito.

Il clima acustico è stato valutato ad una quota definita di 2,00 m dal piano campagna che corrisponde anche alla quota di riferimento adottata per il tracciamento delle mappe areali di rumore, peraltro comunemente utilizzata per le rappresentazioni areali estensive.

Si è poi proceduto all'inserimento nel modello previsionale dei dati di input relativi alle strade, ai parcheggi, alle aree industriali, alle edificazioni a carattere residenziale e/o commerciale. Per ciascun elemento definito sono stati inseriti i dati caratteristici funzionali alla definizione del disturbo acustico ad esso connesso, ciascuno secondo lo standard internazionale caratteristico riconosciuto dal modello previsionale di SoundPLAN. In particolare, sono stati definiti:

per le strade:

I dati di ingresso utilizzati per la modellazione sono stati ricavati dal piano semplificato dei flussi di traffico relativo alle diverse direzioni di marcia, poi opportunamente integrati con considerazioni derivanti dall'osservazione diretta di alcune postazioni di misura significative. La combinazione dei diversi dati ricavati ha permesso di redigere una sorta di piano semplificato dei flussi di traffico relativo alla fascia oraria interessata dall'esecuzione delle osservazioni dirette. Tale piano è poi stato esteso all'intera giornata di 24 ore sulla base di dati statistici legati ai flussi di traffico contenuti nei documenti di studio della viabilità elaborati nell'ambito del monitoraggio del traffico del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.). Complessivamente sono stati valutati:

- mezzi leggeri in transito in una prima direzione in fascia diurna
- mezzi leggeri in transito in direzione opposta (per strade a doppio senso di circolazione) in fascia diurna
- mezzi pesanti in transito in una prima direzione in fascia diurna
- mezzi pesanti in transito in direzione opposta (per strade a doppio senso di circolazione) in fascia diurna
- mezzi leggeri in transito in una prima direzione in fascia notturna
- mezzi leggeri in transito in direzione opposta (per strade a doppio senso di circolazione) in fascia diurna
- mezzi pesanti in transito in una prima direzione in fascia notturna
- mezzi pesanti in transito in direzione opposta (per strade a doppio senso di circolazione) in fascia diurna
- dimensione trasversale della sezione stradale
- sensi di marcia
- presenza di dispositivi di rallentamento o zone 30 Km/h
- impianti semaforici
- pendenza

per i parcheggi:

- numero di posti auto disponibili
- numero di movimenti diurni per posto auto
- numero di movimenti notturni per posto auto
- possibilità di stazionamento per mezzi pesanti

per le aree industriali:

- ubicazione
- ciclo di funzionamento

per le aree residenziali e commerciali:

- ubicazione ed altezza (numero di piani)
- unità immobiliari e/o residenti stimati
- disponibilità di posti auto

4.2.2 Le sorgenti di rumore

Per la definizione dei livelli di disturbo attesi relativamente ad una definita fase lavorativa si è reso necessario identificare le diverse sorgenti concorsuali che concorrono a formare il singolo scenario e caratterizzare ciascuna di esse attraverso il relativo spettro di emissione espresso in termini di potenza sonora L_w oltre a definire i tempi di funzionamento e le eventuali contemporaneità tra diversi macchinari. La tabella di seguito riportata riassume gli spettri di emissione utilizzati nelle simulazioni previsionali condotte, desunti in parte dalla banca dati del CPT di Torino ed in parte dalle schede tecniche di mezzi d'opera ed attrezzature disponibili in bibliografia o in archivio personale. Per questi ultimi, poiché le schede rendono spesso disponibile il dato solo in termini di potenza sonora complessiva, è stata operata una ripartizione spettrale condotta scorporando i contributi nelle diverse bande di ottava secondo una distribuzione reperita in letteratura o nelle schede stesse del CPT di Torino per macchinari o attrezzature simili, mantenendo il valore complessivo indicato sulle schede selezionate.

Le sorgenti di rumore rappresentate da macchinari ed attrezzature sono modellate come sorgenti puntuali, data la loro dimensione rispetto all'estensione complessiva dell'area di cantiere. Il macchinario così rappresentato come sorgente puntiforme è stato poi collocato in una posizione dell'area di cantiere compatibile con l'effettiva funzione / attività svolta del macchinario medesimo. Per la maggior parte dei macchinari tale posizione costituisce un'assunzione in quanto nell'evoluzione delle attività di cantiere le posizioni occupate da ciascuna macchina sono plurime

e mutevoli. Per la creazione dello scenario tipo è stata assunta a riferimento una posizione tipo indicativamente corrispondente alla posizione di massimo impatto del macchinario in termini di disturbo acustico sui ricettori immediatamente circostanti.

Ciascuno scenario è stato costruito come somma degli effetti delle diverse sorgenti corrispondenti ai macchinari / attrezzature effettivamente impiegati per l'esecuzione della fase lavorativa di volta in volta esaminata. Il contributo delle sorgenti esterne al cantiere è stato introdotto nel modello a partire dalle risultanze delle rilevazioni fonometriche di Ante Operam che possono ragionevolmente essere considerate come rumore di fondo per il cantiere, al netto di variazioni dei flussi veicolari nelle zone limitrofe. Nello specifico la messa in conto dei livelli di Ante Operam è avvenuta inserendo nel modello sorgenti lineari virtuali che generano un rumore costante tale per cui il livello previsionale in assenza di lavorazioni di cantiere, valutato presso il punto ricettore di volta in volta considerato, risulti pari al valore misurato al ricettore tramite lo strumento posto ad un metro dalla facciata e a circa 1,5 metri dal piano di calpestio di riferimento.

Al netto di modeste variazioni locali tale assunto consente una corretta rappresentazione della sovrapposizione di effetti tra livelli di ante operam misurati e livelli di cantiere stimati.

Tab. 9 – Spettri di emissione delle sorgenti in termini di potenza sonora L_w [dB]

Sorgente	Frequenza [Hz]									
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Autobetoniera	94.5	110.4	99.9	92.5	102.2	95.6	94.5	90.0	84.2	80.9
Autogrù	110.5	111.3	109.9	106.8	104.5	105.9	107.1	100.0	89.2	79.9
Autopompa calcestruzzo	99.8	106.4	104.5	103.5	102.2	102.3	102.5	97.9	92.0	83.8
Mini escavatore	105.6	111.5	103.8	103.6	102.1	98.0	93.8	88.9	82.6	76.2
Camion	107.0	103.8	94.4	93.9	93.8	95.3	95.0	87.7	82.4	74.0
Camion gru	96.8	98.9	99.1	86.2	89.6	94.1	94.0	89.1	80.0	73.0
Escavatore	97.5	100.0	95.2	95.4	94.6	93.4	91.3	88.3	86.2	80.2
Gru a torre	76.0	80.2	90.8	90.0	94.8	96.4	94.5	93.5	89.9	83.3
Pala	102.2	117.2	110.3	107.3	101.7	99.6	97.9	94.1	89.9	86.3
Compressore	94.3	93.1	98.5	97.9	96.7	93.1	91.9	87.2	81.4	74.8
Terna	100.0	115.0	108.1	105.1	99.5	97.4	95.7	91.9	87.8	84.1

Motrice con pianale	111.3	108.7	102.1	91.3	93.9	97.0	94.8	90.2	87.0	83.4
Finitrice	96.7	101.1	99.2	98.3	94.6	90.5	89.6	88.1	84.2	85.2
Rullo compressore	94.9	96.6	102.3	105.6	103.9	100.7	95.9	94.3	90.0	86.1
Blocco uffici	49.4	54.2	56.5	59.1	59.9	56.8	53.4	50.2	47.6	43.3
Filobus elettrico	36.6	37.3	38.1	42.2	45.9	49.8	47.6	45.4	41.3	39.4

4.3 Caratterizzazione dei siti

Lo studio illustrato nella presente relazione ha lo scopo di valutare l'impatto acustico connesso alle attività di cantiere condotte nell'ambito dell'intervento di realizzazione della nuova rimessa ed al successivo esercizio della rimessa medesima. Per quanto riguarda le attività di cantiere sono stati esaminati n. 3 differenti scenari che ben rappresentano le principali attività che verranno condotte nel sito di interesse, atteso che una certa variabilità in funzione delle esigenze di cantiere e delle modalità operative che verranno adottate dai differenti appaltatori e subappaltatori saranno comunque da tenere in considerazione con eventuali futuri aggiornamenti documentali. In aggiunta è stato esaminato uno scenario corrispondente alla fase di esercizio della linea.

- Scenario demolizione e scavo
- Scenario scenario getti in calcestruzzo
- Scenario finiture edili
- Scenario esercizio

I macchinari inclusi nei diversi scenari sono:

Scenario scavo

Sorgente	**Frequenza [Hz]**									
	31	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	**16000**
Mini escavatore	105.6	111.5	103.8	103.6	102.1	98.0	93.8	88.9	82.6	76.2
Camion	107.0	103.8	94.4	93.9	93.8	95.3	95.0	87.7	82.4	74.0
Escavatore	97.5	100.0	95.2	95.4	94.6	93.4	91.3	88.3	86.2	80.2
Pala	102.2	117.2	110.3	107.3	101.7	99.6	97.9	94.1	89.9	86.3
Terna	100.0	115.0	108.1	105.1	99.5	97.4	95.7	91.9	87.8	84.1
Motrice con pianale	111.3	108.7	102.1	91.3	93.9	97.0	94.8	90.2	87.0	83.4
Blocco uffici	49.4	54.2	56.5	59.1	59.9	56.8	53.4	50.2	47.6	43.3

Scenario scenario getti in calcestruzzo

Sorgente	Frequenza [Hz]									
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Autobetoniera	94.5	110.4	99.9	92.5	102.2	95.6	94.5	90.0	84.2	80.9
Autopompa calcestruzzo	99.8	106.4	104.5	103.5	102.2	102.3	102.5	97.9	92.0	83.8
Mini escavatore	105.6	111.5	103.8	103.6	102.1	98.0	93.8	88.9	82.6	76.2
Camion	107.0	103.8	94.4	93.9	93.8	95.3	95.0	87.7	82.4	74.0
Camion gru	96.8	98.9	99.1	86.2	89.6	94.1	94.0	89.1	80.0	73.0
Gru a torre	76.0	80.2	90.8	90.0	94.8	96.4	94.5	93.5	89.9	83.3
Pala	102.2	117.2	110.3	107.3	101.7	99.6	97.9	94.1	89.9	86.3
Compressore	94.3	93.1	98.5	97.9	96.7	93.1	91.9	87.2	81.4	74.8
Blocco uffici	49.4	54.2	56.5	59.1	59.9	56.8	53.4	50.2	47.6	43.3

Scenario finiture edili

Sorgente	Frequenza [Hz]									
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Mini escavatore	105.6	111.5	103.8	103.6	102.1	98.0	93.8	88.9	82.6	76.2
Camion	107.0	103.8	94.4	93.9	93.8	95.3	95.0	87.7	82.4	74.0
Camion gru	96.8	98.9	99.1	86.2	89.6	94.1	94.0	89.1	80.0	73.0
Gru a torre	76.0	80.2	90.8	90.0	94.8	96.4	94.5	93.5	89.9	83.3
Pala	102.2	117.2	110.3	107.3	101.7	99.6	97.9	94.1	89.9	86.3
Compressore	94.3	93.1	98.5	97.9	96.7	93.1	91.9	87.2	81.4	74.8
Terna	100.0	115.0	108.1	105.1	99.5	97.4	95.7	91.9	87.8	84.1
Blocco uffici	49.4	54.2	56.5	59.1	59.9	56.8	53.4	50.2	47.6	43.3

Scenario esercizio

Sorgente	Frequenza [Hz]									
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Transiti auto	63.6	68.5	70.8	73.6	78.1	80.0	79.8	78.9	74.6	70.2
Transiti filobus	36.6	37.3	38.1	42.2	45.9	49.8	47.6	45.4	41.3	39.4

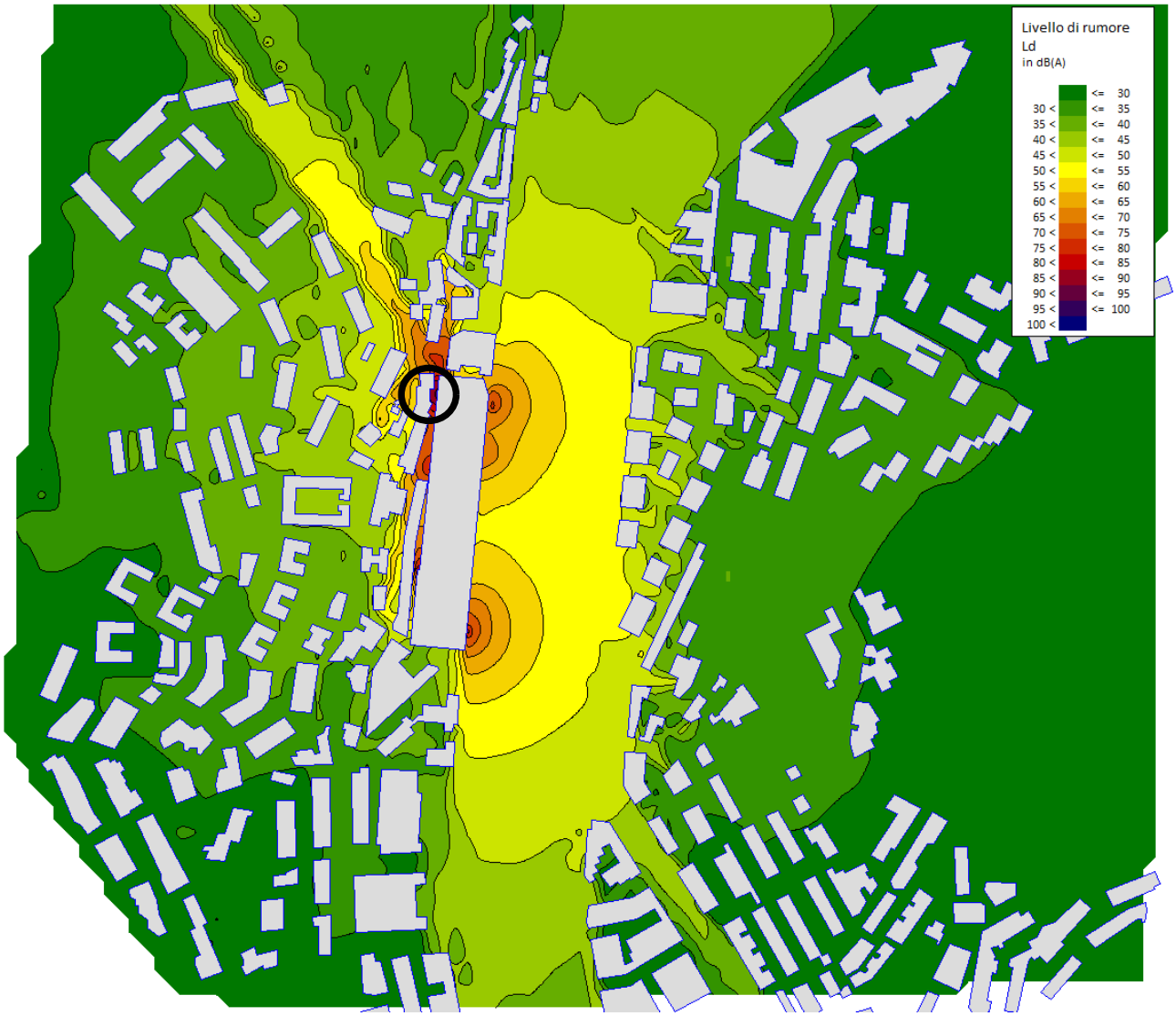
4.4 Risultati della modellazione

Le simulazioni condotte con il software di calcolo previsionale hanno consentito di verificare l'impatto acustico connesso alla presenza delle attività di cantiere nell'area di interesse, con particolare riferimento alle attività ritenute di maggiore impatto dal punto di vista del disturbo acustico connesso alla loro esecuzione. Le simulazioni hanno inoltre consentito di valutare le variazioni di impatto connesse all'esercizio della nuova linea filoviaria.

Di seguito vengono illustrati sinteticamente i risultati ottenuti dalle simulazioni previsionali condotte con riferimento alle lavorazioni di cantiere.

Il ricettore più esposto viene rappresentato con un cerchio in colore nero. Occorre evidenziare che, stante la variabilità che vi sarà nel posizionamento delle sorgenti di cantiere in fase operativa, il ricettore maggiormente impattato potrà ragionevolmente variare nel corso della durata complessiva dei lavori.

4.4.1 Scenario demolizione e scavo



Le simulazioni hanno evidenziato un valore massimo al ricettore più esposto pari a 75.6 dB(A).

In funzione dell'effettiva posizione dei mezzi d'opera il ricettore più esposto corrisponde ad una differente posizione geometrica. Occorre in ogni caso evidenziare che la ristretta viabilità posta sul retro della rimessa di Staglieno limita fortemente l'effetto mitigante dato dalla divergenza geometrica e, in prospettiva, non consente il posizionamento di barriere antirumore senza compromettere la viabilità medesima.

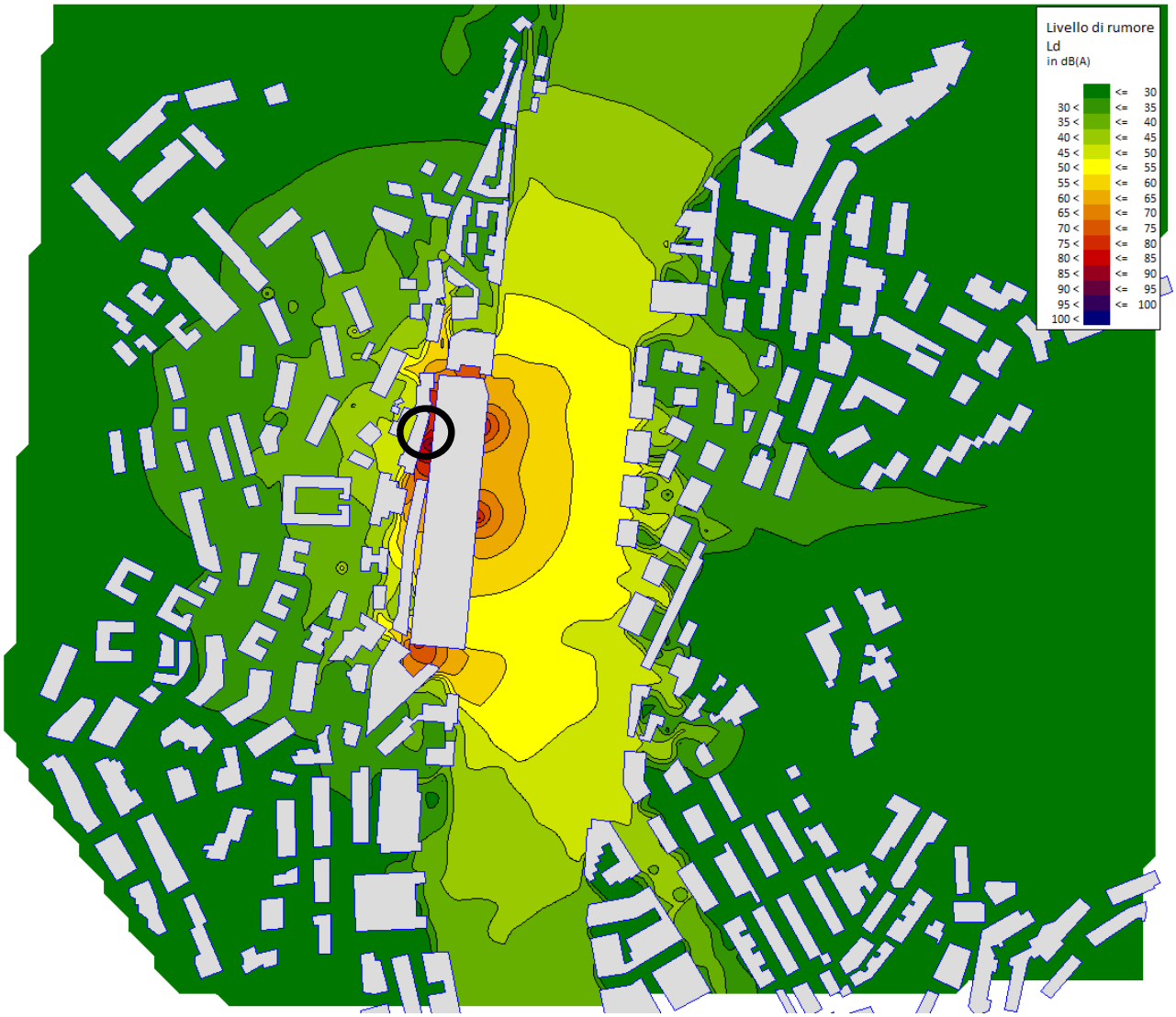
4.4.2 Scenario getti in calcestruzzo



Le simulazioni hanno evidenziato un valore massimo al ricettore più esposto pari a 70.2 dB(A).

In funzione dell'effettiva posizione dei mezzi d'opera il ricettore più esposto corrisponde ad una differente posizione geometrica. Occorre in ogni caso evidenziare che la ristretta viabilità posta sul retro della rimessa di Staglieno limita fortemente l'effetto mitigante dato dalla divergenza geometrica e, in prospettiva, non consente il posizionamento di barriere antirumore senza compromettere la viabilità medesima.

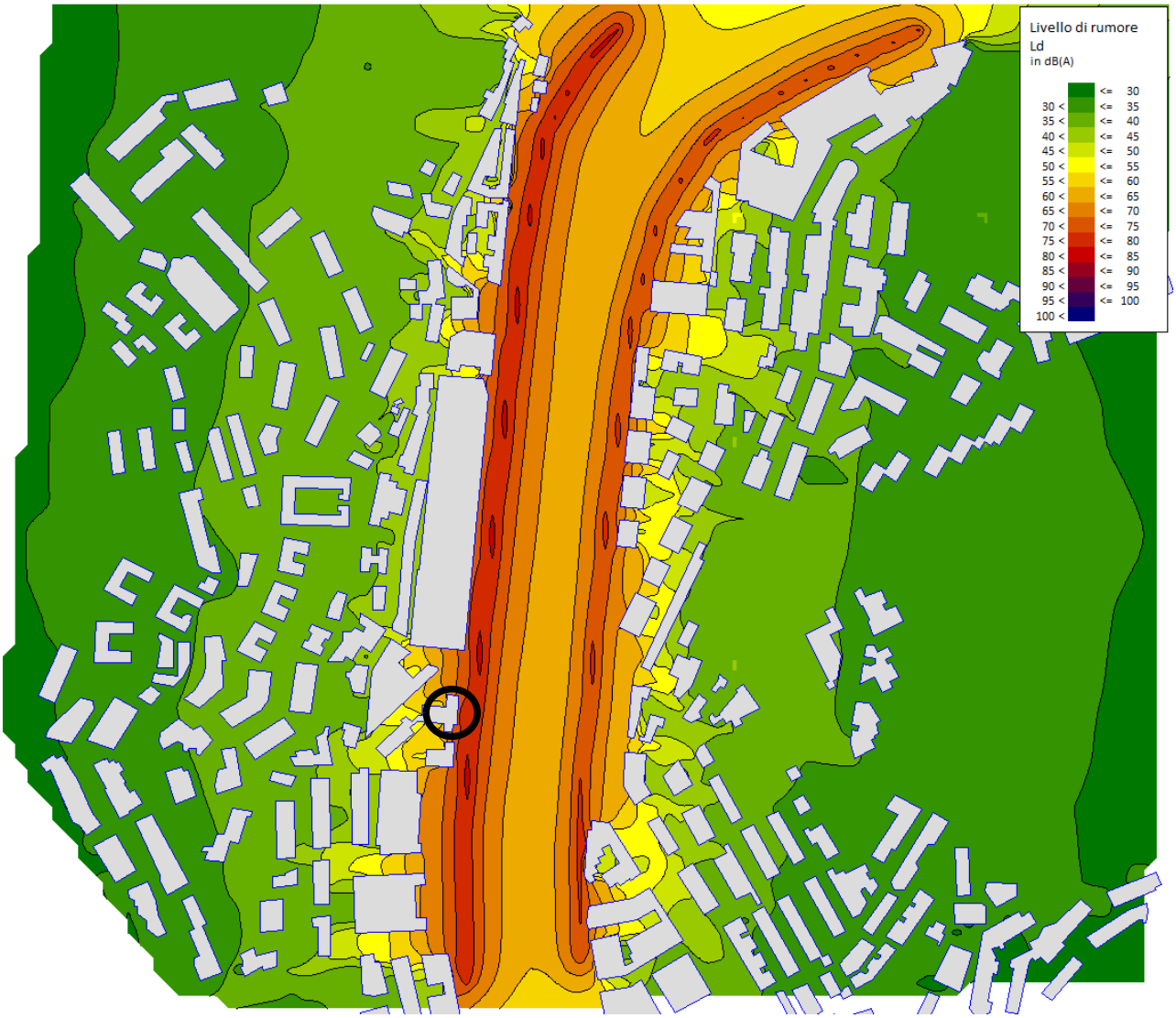
4.4.3 Scenario finiture edili



Le simulazioni hanno evidenziato un valore massimo al ricettore più esposto pari a 71.3 dB(A).

In funzione dell'effettiva posizione dei mezzi d'opera il ricettore più esposto corrisponde ad una differente posizione geometrica. Occorre in ogni caso evidenziare che la ristretta viabilità posta sul retro della rimessa di Staglieno limita fortemente l'effetto mitigante dato dalla divergenza geometrica e, in prospettiva, non consente il posizionamento di barriere antirumore senza compromettere la viabilità medesima.

4.4.4 Scenario esercizio



Le simulazioni hanno evidenziato un valore massimo al ricettore più esposto pari a 71.5 dB(A).

Occorre evidenziare che in via del tutto cautelativa, non disponendo di indicazioni circa l'effettivo grado di occupazione del parcheggio della rimessa, è stata ipotizzata la piena occupazione dei posti disponibili con due rotazioni giornaliere. In analogia è stata ipotizzata la presenza di un aumento di traffico veicolare da nord e sud verso la rimessa con conseguente probabile sgravio dei volumi di traffico nella porzione più prossima al mare derivante dall'uso della filovia da parte dell'utenza.

4.5 Considerazioni conclusive

Lo studio ha consentito una preventiva valutazione dei livelli acustici attesi in fase di cantiere ed in fase di esercizio della linea. I calcoli di cui alla precedente sintesi consentono di osservare quanto di seguito descritto:

- le lavorazioni di demolizione e scavo, realizzazione nuovi getti ed attività di finitura edile relativamente ai lavori nel sito della rimessa di Staglieno determinano livelli di rumore in generale superiori ai limiti previsti dal Piano di Classificazione Acustica adottato dal Comune di Genova per l'area interessata. Occorre tenere conto che tale circostanza è in linea generale prevedibile in quanto il Piano di Classificazione Acustica tiene conto della normale attività antropica presente nel generico sito, ma non contempla le esigenze particolari e specifiche del cantiere. Per tali attività viene usualmente attivato dalle Amministrazioni un provvedimento di deroga al rispetto dei limiti acustici, pur con limitazioni sia in termini di livelli di emissione ed immissione, sia in termini di finestra temporale di applicabilità della deroga, giornaliera e stagionale di lungo periodo. Sarà cura dell'Appaltatore provvedere ad effettuare valutazioni previsionali acustiche di dettaglio, anche tenendo conto di quanto verrà definito in sede di progetto esecutivo, oltre che delle attrezzature che lo stesso Appaltatore potrà impiegare per lo svolgimento delle diverse lavorazioni.

  In ogni caso ed in linea generale, a tutela dei ricettori più prossimi all'area di cantiere e con particolare riferimento alle lavorazioni più impattanti, potranno essere installate barriere acustiche temporanee del tipo "da cantiere" che consentono indubbiamente un contenimento delle emissioni rumorose percepite dal ricettore e che risultano maggiormente efficaci a livello del piano campagna e dei piani bassi mentre perdono buona parte del loro effetto mitigante nei confronti dei piani più alti. Dette barriere potranno essere efficacemente installate lungo tutto il perimetro di cantiere con la sola eccezione del fronte ovest (sul retro del fabbricato, in corrispondenza della via Vecchia) ove il ridotto calibro della strada impedisce la posa di barriere antirumore senza pregiudicare la circolazione dei veicoli. Oltre alle misure rimediali consistenti nella posa di barriere antirumore, qualora necessario si potrà intervenire sulle modalità operative o limitare temporalmente, per quanto possibile, la durata delle lavorazioni potenzialmente impattanti. Un'azione preventiva può inoltre consistere anche nell'adozione da parte dell'Appaltatore di una politica" buy quiet" che preveda una specifica attenzione alla scelta di macchinari ed attrezzature a basso impatto acustico e vibrazionale.

- i transiti del filobus elettrico introducono livelli acustici trascurabili, spesso anche inferiori ai livelli associati al singolo veicolo termico attualmente circolante. Per completezza si osserva che, in tema di immissioni rumorose connesse a transiti veicolari su gomma, assume un ruolo importante il grado anche di conservazione del fondo stradale: eventuali sconnessioni o avvallamenti così come l'usura superficiale del manto determinano un aumento dei livelli di rumorosità associati al singolo transito e, conseguentemente, di quelli complessivi. Non si rilevano in ogni caso criticità in termini di disturbo acustico connesso alla circolazione dei filobus, né con riferimento al singolo transito né tantomeno con riferimento al programma di esercizio spalmato sull'intera finestra temporale di riferimento, sia diurna (06.00 – 22.00) che notturna (22.00 – 06.00).

  Per completezza si osserva inoltre che un potenziamento del servizio pubblico con il sistema filoviario potrà determinare anche un beneficio rispetto allo stato di fatto, sia connesso alla parziale sostituzione dei veicoli termici con veicoli elettrici, sia per una contestuale possibile riduzione del traffico privato.

  Nello specifico, in corrispondenza della rimessa di Staglieno, appare ragionevole attendersi un locale aumento del traffico veicolare leggero (ad oggi prevalentemente del tipo a motore tipo termico) da e per la rimessa stessa per effetto della disponibilità di posti auto a servizio anche dell'utenza della filovia. Contestualmente si dovrebbe assistere ad un alleggerimento del traffico veicolare lungo la viabilità prossima al Bisagno sino al raggiungimento della costa per effetto dell'impiego della filovia.