



REGIONE EMILIA ROMAGNA  
PROVINCIA DI MODENA

**CITTÀ DI CASTELFRANCO EMILIA**

# PIANO OPERATIVO COMUNALE P O C 7

Adottato con Delibera di Consiglio Comunale n° -- del --/--/2017  
Approvato con Delibera di Consiglio Comunale n° -- del --/--/----

**Sindaco**

Stefano Reggianini

**Assessore all'Urbanistica**

Massimiliano Vigarani

**Responsabile del procedimento**

**Dirigente Settore Tecnico e Sviluppo del Territorio**

Arch. Bruno Marino

**Gruppo di Lavoro**

**Ufficio Pianificazione Territoriale e Urbanistica**

Arch. Valeria Ventura

Ing. Stefania Comini

Arch. Claudia Stanzani

P.O.C. Approvato con Del. C.C. n° 216 del 15/10/2010 (decaduto il 01/11/2015)

P.O.C. 1 approvato con Del. C.C. n° 53 del 06/04/2011

P.O.C. 3 approvato con Del. C.C. n° 123 del 30/10/2012

P.O.C. 2 approvato con Del. C.C. n° 59 del 28/03/2014

P.O.C. 5 adottato con Del. C.C. n° 271 del 23/12/2014

Variante ex art.14bis L.R.20/2000 al P.O.C. approvata con Del. C. C. n° 10 del 29/01/2015



**Studi specialistici relativi all'ambito  
34 APC.a**



## **INDICE**

STRUTTURA DEL DOCUMENTO	pag. 1
Capitolo 1	pag. 3
RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA	
Capitolo 2	pag. 75
STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	
Capitolo 3	pag. 93
VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA E IMPATTO ACUSTICO	
Capitolo 4	pag. 127
VALUTAZIONE SULLA VIABILITÀ	



## STRUTTURA DEL DOCUMENTO

Il presente documento raccoglie i seguenti studi specialistici relativi all'ambito 34 APC.a, redatti dai professionisti incaricati dalla proprietà:

- **Relazione geologico-geotecnica e sismica** – Dott. Geol. Rino Guadagnini;
- **Studio di Risposta Sismica Locale** – Dott. Geol. Rino Guadagnini;
- **Valutazione previsionale di clima e impatto acustico** – dott. Michela Malagoli;
- **Valutazione sulla viabilità** – Arch. Giorgio Adelmo Bertani.

Il sottoscritto Arch. Bruno Marino, Dirigente del Settore Tecnico e Sviluppo del Territorio, in qualità di Responsabile del Procedimento dichiara che i capitoli costitutivi del presente documento sono conformi agli originali trasmessi in formato digitale e digitalmente sottoscritti dal procuratore speciale, assunti agli atti del Comune di Castelfranco Emilia al protocollo n. 16935 del 10/04/2017.

Il Dirigente del  
Settore Tecnico e Sviluppo del Territorio  
**Dott. Arch. Bruno MARINO**

---

Documento elaborato in formato PDF/A, firmato digitalmente ed  
inviato a mezzo PEC ai sensi delle normative vigenti in materia.



MODENA, 18/02/2017

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA INERENTE UN LOTTO  
DI TERRENO SITO IN COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA

## **INDICE**

1. PREMESSA ED INQUADRAMENTO GEOLOGICO  
GENERALE
  
2. INDAGINI ESEGUITE, RISULTATI OTTENUTI E  
MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA
  
3. ASPETTI SISMICI
  
4. CONCLUSIONI

ALLEGATI: Corografia;  
Ubicazione lotto ed indagini eseguite;  
Litostratigrafie con documentazione fotografica;  
Diagrammi penetrometrici e tabulati;  
Report indagine geofisica.

## 1. PREMESSA ED INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Su incarico della Susal s.r.l. di Crotone e d'intesa con l'Arch. Gasperini, Tecnico Progettista incaricato dalla Committenza, il sottoscritto Dott. Rino Guadagnini, Direttore Tecnico della INTERGEO s.r.l. di Modena, geologo regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna con il n° 192, ha provveduto ad effettuare uno studio geologico-geotecnico e sismico di un lotto di terreno sito in Comune di Castelfranco Emilia, ove la Committenza intende realizzare un centro commerciale.

Scopo dello studio in questa fase di progettazione preliminare è stato non solo quello di verificare la fattibilità geologica dell'intervento, ma anche quello di verificare, almeno in linea generale, le caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche del sottosuolo, in modo da permettere fin da questo momento progettuale una corretta scelta fondazionale, seppur di massima, in relazione soprattutto alle interazioni nuovo edificio-terreno di fondazione che saranno indotte a seguito della nuova imposizione di carico.

Come accennato, il lotto oggetto della presente relazione costituisce il lotto B di un'area che si trova in Comune di Castelfranco Emilia, all'estrema periferia ovest dell'abitato, poco ad ovest del Forte Urbano e confina con la Via Emilia a nord e con la nuova tangenziale ad est, proprio in corrispondenza della nuova

rotonda di immissione di quest'ultima con la Via Emilia; a sud e ad est confina con qualche casa sparsa e con terreno agricolo; sul lato sud vi è lo Scolo Diversivo.

Morfologicamente l'area e le zone circostanti sono pianeggianti ed essendo poste ad una quota di circa 38 m s.l.m. appartengono alla cosiddetta pianura modenese.

L'area in esame si colloca nella parte centro-meridionale del bacino subsidente Plio-quadernario Padano e, più in particolare, nel settore Appenninico in diretta influenza del Po e dei suoi affluenti appenninici.

I terreni Olocenici, di origine alluvionale ed a granulometria variabile, poggiano sul sottostante Pleistocene continentale e/o marino, la cui profondità varia gradualmente da circa 200 m verso l'Appennino ai 350-400 m poco a nord della città di Modena.

In termini generali ed in modo schematico possiamo individuare 3 zone e cioè:

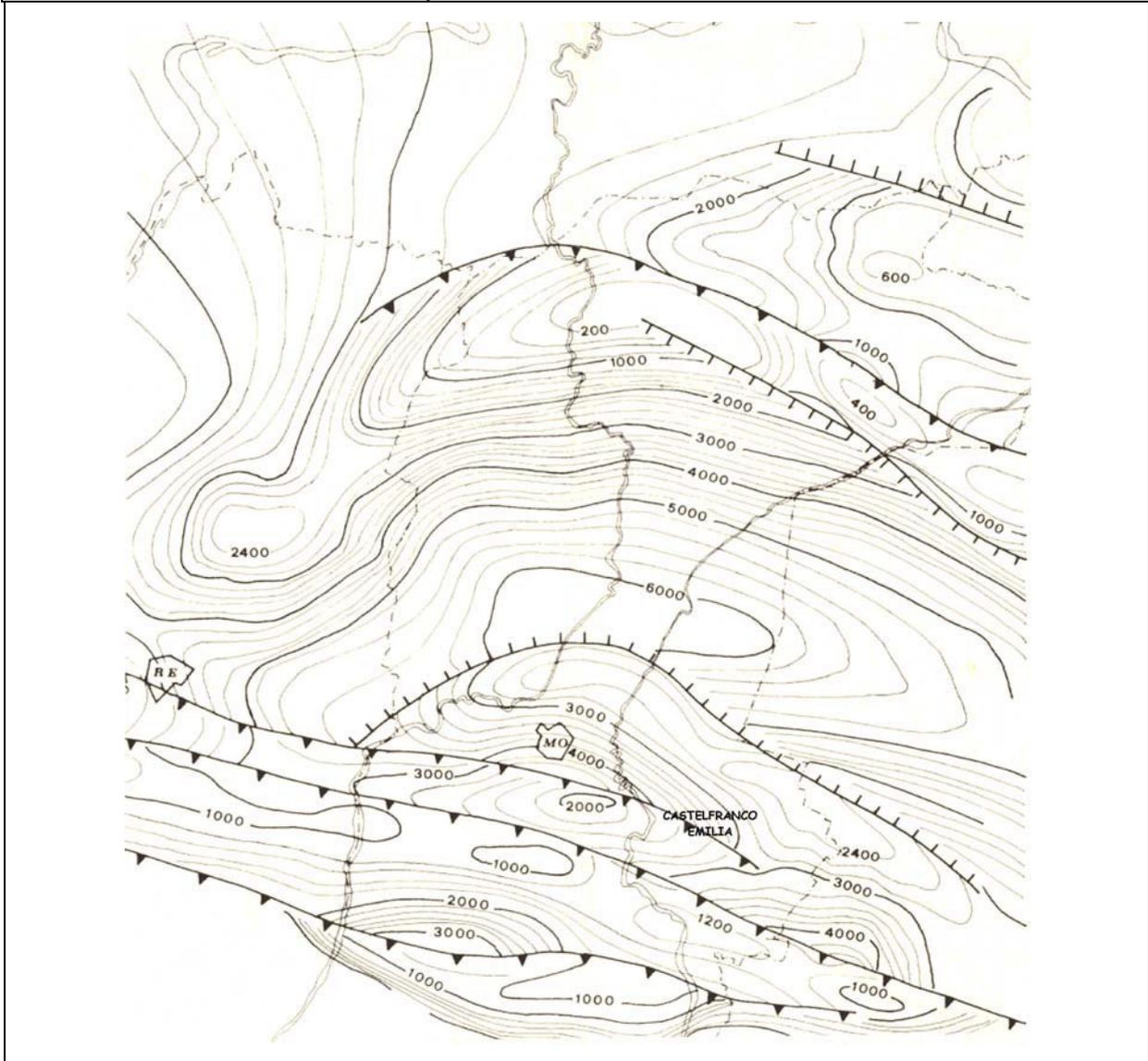
- a) "Zona delle pieghe pedeappenniniche", dal margine collinare alla Via Emilia, costituita da una successione di sinclinali ed anticlinali, con asse a vergenza appenninica, spesso fagliate e sovrascorse sul fianco Nord;
- b) "Zona della Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia", dove i depositi quaternari raggiungono il loro massimo spessore per tutta la pianura Padana;
- c) "Zona della Dorsale Ferrarese", alto strutturale costituito da una serie di pieghe associate a faglie dove, in talune culminazioni, lo spessore del Quaternario si riduce a poche decine di metri.

**Titolo:**

Carta delle isobate della base del Pliocene

**Fonte:**

M. PELLEGRINI, A. COLOMBETTI & A. ZAVATTI *Idrogeologia profonda della pianura modenese* - Quaderni dell'istituto di ricerca sulle acque - CNR



L'andamento della "Dorsale Ferrarese" è complessivamente ESE-WNW, ma in corrispondenza di Novi e Correggio subisce una decisa inflessione verso Sud assumendo un orientamento NE-SW.

Tale anomalia sarebbe imputabile alla presenza di una serie di faglie con direttrice NE-SW a rigetto orizzontale.

Non si può escludere che nel mare Padano Pliocenico le culminazioni della Dorsale rappresentassero altrettante isole emergenti.

Si configura un bacino sedimentario che ha subito una notevole azione di subsidenza controllata dai movimenti tettonici della struttura esaminata; tali movimenti sono stati accertati con fasi preWurm, preRiss ed ipotizzata anche una fase preMindel.

Tali movimenti sarebbero segnalati anche in epoca storica con graduale "sfuggire" della rete idrografica superficiale alla Dorsale Ferrarese: il Po verso Nord, il Crostolo verso ovest, il Panaro ed il Secchia verso est.

Il substrato marino Pre-olocenico, oltre a controllare quindi gli spessori dei depositi alluvionali, sembra essere dominante sulla idrografia stessa e quindi sulla morfologia.

La base dei terreni Pliocenici si trova ad una profondità variabile tra i 6000 m nella parte Sud ai 4000 m in quella nord.

L'andamento della superficie di separazione fra le acque "dolci" e quelle "salate" è paragonabile all'andamento della base del Pliocene, con profondità pari a circa 3-400 m in corrispondenza di Modena, 500 m Carpi ed in netta risalita verso Nord fino a 50 m in corrispondenza di Novi, dove tali acque risalgono a volte sino ai pozzi superficiali.

Il complesso idrogeologico riferibile soprattutto a terreni quaternari è confinato alla base dal "Pliocene" e dai terreni Pre-pleistocenici impermeabili.

Nella zona in esame il fiume Panaro è uno dei corsi d'acqua di provenienza appenninica corresponsabile del colmamento dell'ampio bacino subsidente di età Pliocenico-Quaternaria della Pianura Padana.

Tale fiume, nella parte di pianura medio-alta che a partire dai rilievi collinari si estende circa fino alla località S. Anna, scorre al di sopra di un ampio ventaglio di depositi grossolani (ghiaie e sabbie) ed, attraverso l'infiltrazione di subalveo, alimenta le falde freatiche.

L'area di studio si colloca nella zona antistante le conoidi, cioè verso nord, nella piana alluvionale propriamente detta, che si estende da qui sino al fiume Po; la transizione tra conoidi alluvionali e piana alluvionale corrisponde all'incirca, per il fiume Panaro, all'attuale transizione tra sistema a canali anastomizzanti e sistema a meandri.

I depositi della piana alluvionale sono prevalentemente fini e finissimi (limi e argille), depositati per accrescimento verticale, a cui sono intercalati livelli più grossolani ghiaiosi e sabbiosi, legati a barre ad accrescimento laterale, ad argini naturali e ventagli di rotta.

L'area in oggetto ricade all'interno dei depositi di Piana alluvionale: trattasi di depositi di natura argillosa limosa e subordinatamente sabbie fini, stratificati o massivi, di prevalente

accrescimento verticale con al tetto suoli alluvionali poco evoluti di età Neolitica-Medioevale.

Litologicamente si tratta perlopiù di sedimenti fini, dai limi alle argille, in corpi lenticolari, poco classati, a cui si intercalano livelli più grossolani limo-sabbiosi o francamente sabbiosi, anch'essi in lenti allungate nel senso di scorrimento delle acque.

Nel tratto riguardante il presente studio il corso del fiume Panaro ha subito notevoli trasformazioni morfologiche legate proprio al passaggio dalla alta alla media pianura.

A partire da S. Anna, ove presso l'area delle attuali casse d'espansione sono presenti i depositi ghiaiosi più settentrionali attribuibili al Panaro, il tracciato del fiume, partendo da un ampio alveo caratterizzato da numerosi rigagnoli tra loro intrecciati, si riunisce in un unico alveo che descrive ampi meandri. A tale proposito, si ricorda come nel 1969, tra il Ponte Sant'Ambrogio ed il ponte della FF.SS. è stato realizzato un raddrizzamento dell'alveo (drizzagno), ciò allo scopo di impedire tracimazioni che con notevole frequenza si erano manifestate negli anni precedenti.

Infatti la diminuzione di pendenza che avviene al passaggio tra alta e media pianura, unitamente alla tortuosità del tracciato del fiume, ha reso necessario, fin da tempi antichi, la realizzazione di opere di difesa di sponda come gli argini, che accompagnano tutto il corso del fiume fino allo sbocco in Po, allo scopo di contenere le frequenti esondazioni del fiume stesso.

A tale proposito si precisa come l'area in esame non sia stata in passato interessata da allagamenti ed esondazioni.

Da notare come, successivamente agli interventi idraulici sul corso d'acqua e alla realizzazione delle arginature della golena, neanche nell'ultimo periodo, in corrispondenza degli eventi meteorici eccezionali quali quelli dell'ottobre 1996, si sono verificate esondazioni.

La realizzazione delle arginature nel medio e basso corso del fiume ha avuto l'effetto di arrestare la naturale evoluzione del fiume.

In corrispondenza dell'inizio del tratto arginato si chiude di conseguenza il vero e proprio bacino di alimentazione del fiume Panaro.

Non bisogna infatti dimenticare che lo stesso colmamento della pianura è avvenuto a seguito delle divagazioni dei corsi d'acqua; questi ultimi, dopo avere stazionato per un certo periodo in una porzione, divengono pensili a seguito dei continui apporti sedimentari che costituiscono veri e propri argini naturali.

Successivamente tali argini, in corrispondenza di eventi di piena eccezionali, vengono rotti ed il fiume si trasferisce in un'area più depressa.

La realizzazione delle opere di difesa, che va vista come un ampliamento e potenziamento degli argini naturali del fiume, ha di fatto determinato il blocco dell'evoluzione morfologica nella pianura esterna alle aree golenali del fiume impedendo allo stesso, oltre che di invadere le aree circostanti (salvo eventi particolarmente calamitosi), di modificare il proprio tracciato a seconda dell'assetto plano-altimetrico del territorio circostante.

In questo modo la “pensilità” del fiume è aumentata, tanto che attualmente il livello di piena ordinaria del Panaro supera costantemente la quota delle campagne circostanti per gran parte del suo corso di media e bassa pianura.

Nella zona in esame sono presenti suoli tipici delle aree di piana alluvionale: suoli che presentano scarsa alterazione, con buona disponibilità di ossigeno, a tessitura media, moderatamente calcarei e debolmente alcalini.

L’evoluzione morfologica della pianura, tralasciando gli episodi più antichi legati alle oscillazioni del livello marino, risulta essenzialmente imputabile alle vicende paleoidrografiche che hanno coinvolto i corsi d’acqua sia principali che minori.

Nell’area in esame il fiume Panaro si muove divagando a valle di un punto neutro in cui si ha il passaggio tra zone incise e zone in accrescimento; tale punto è individuato nell’area di Spilamberto e tracce degli alvei allora percorsi sono facilmente riconoscibili dalle foto aeree e dalla morfologia.

La situazione si prolunga fino al Medioevo dopo che il fiume assume una posizione prossima all’attuale con deposizione anche nelle zone prima incise, il punto neutro migra verso monte; l’alveo, colmato da copiose alluvioni, si porta alle quote del piano di campagna circostante sul quale tende a divagare e ad espandere le proprie acque durante le piene.

Al piede delle conoidi si ha, al contrario, incisione dei depositi prima depositi con formazione di scarpate alte sino a 6 metri circa.

A questo periodo risale l'inizio della costruzione delle arginature nei tratti di alveo a monte delle erosioni, che portano a un graduale restringimento degli alvei.

La tendenza al sovralluvionamento nelle zone di conoide è testimoniata, oltre che da alcune documentazioni fotografiche risalenti all'inizio del secolo e da notizie storiche, dal fatto che i depositi risalenti a questo periodo all'interno degli argini raggiungono quote uguali o superiori a quelle del piano di campagna.

L'alternarsi di episodi erosivi e deposizionali nell'ambito delle conoidi alluvionali può avvenire, secondo le esperienze di Schumm (1977), senza l'intervento di variazioni climatiche o tettoniche; l'accumulo di sedimenti si sviluppa nelle conoidi sino al raggiungimento di un'inclinazione limite raggiunta la quale si innescano, nelle zone apicali e intermedie, fenomeni erosivi con terrazzamento dei depositi appena sedimentati e contemporanea deposizione al piede; raggiunto un nuovo profilo i fenomeni si invertono.

Al periodo compreso tra il XV e il XX secolo risale la deposizione delle sabbie e dei limi nelle aree golenali poste all'interno delle arginature nella piana alluvionale, la costruzione delle quali iniziò in modo organico a partire dal XV secolo per impedire alle acque di piena di invadere le aree circostanti (le prime arginature dei nostri fiumi, è noto, risalgono all'epoca etrusca e romana ma quelle opere andarono completamente distrutte durante il Medioevo).

I limi e le sabbie delle golene si sono depositati tra il canale del corso d'acqua e le arginature stesse per processi di trascinamento, cioè prevalentemente per "accrescimento verticale".

Nella carta della figura seguente, viene illustrata la distribuzione delle unità geomorfologiche in una zona che comprende il Comune di Castelfranco Emilia.

Tali unità sono:

*Piana Pedemontana:*

- Unità delle Conoidi del Reticolo Idrografico Principale: riferita all'ambito deposizionale del fiume Panaro, è costituita, nel suo insieme, da sequenze prevalentemente ghiaiose, con subordinate intercalazioni di strati di spessore decimetrico a tessitura moderatamente grossolana, alternati a strati a tessitura moderatamente fine che, procedendo da sud verso nord, si fanno via via più consistenti in spessore e frequenza. Lo spessore dei singoli apparati, a partire dalla conoide, aumenta progressivamente fino a raggiungere alcune centinaia di metri nelle sue porzioni distali, secondo una geometria tipicamente lenticolare. L'estensione effettiva di questi corpi, così come può essere ricostruita attraverso i sondaggi, risulta superiore di alcuni chilometri rispetto a quella affiorante e riportata in cartografia; la conoide del Panaro si estende, infatti, verso est, sepolta da depositi del torrente Samoggia e verso ovest, in direzione Modena, sepolta dai depositi alluvionali dei torrenti minori;

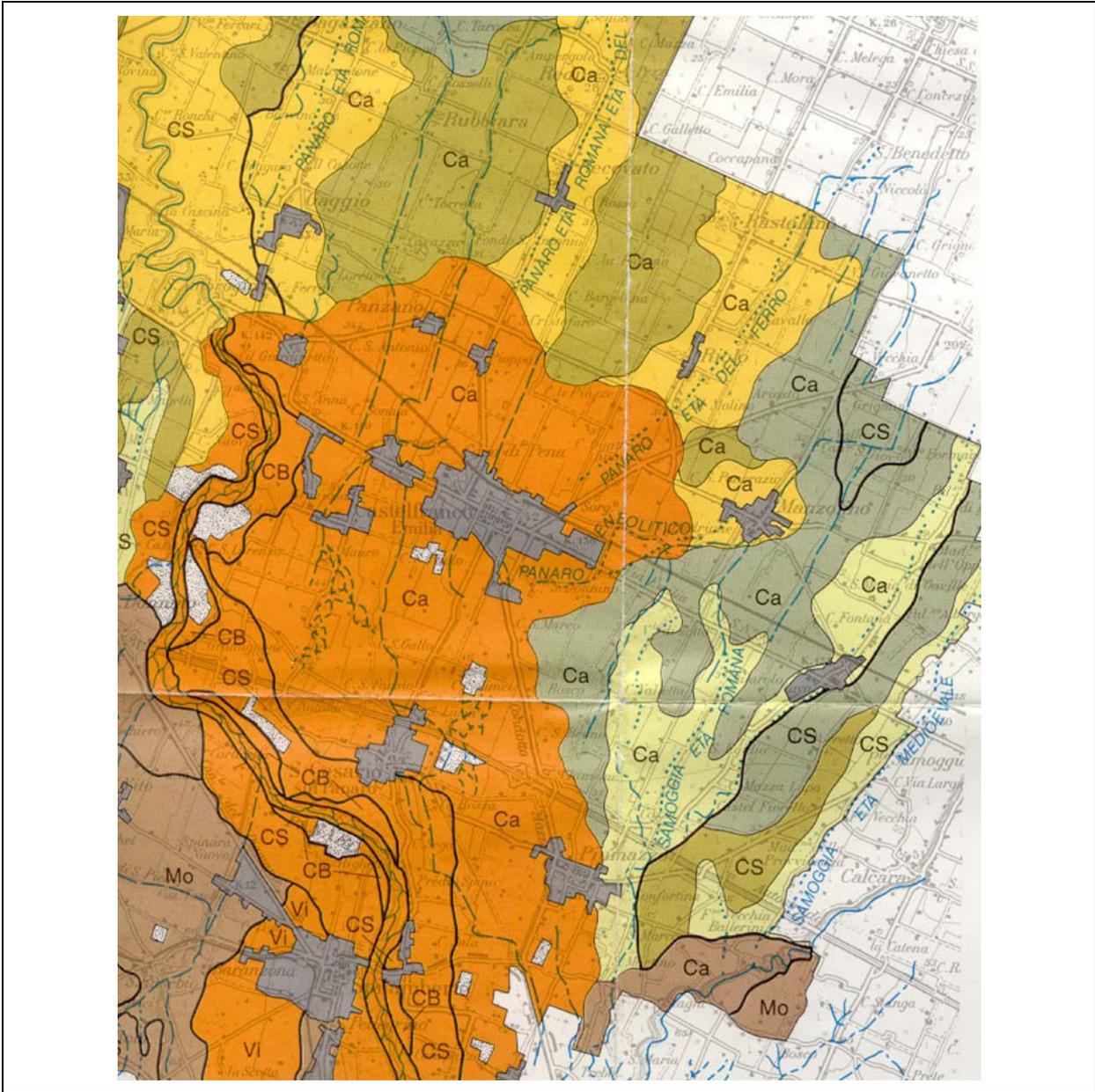
- Unità delle Conoidi del Reticolo Idrografico Minore (Interconoide): si caratterizzano per una sedimentazione generalmente più fine, corpi ghiaioso-sabbiosi si rinvencono nelle immediate vicinanze degli sbocchi vallivi dispersi in depositi fini, costituiti da alternanze di strati di spessore decimetrico a tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana.

*Piana a Copertura Alluvionale:*

- Unità degli Argini Naturali del Reticolo Idrografico Principale: comprende le aree topograficamente più rilevate della pianura alluvionale, di forma generalmente allungata secondo l'asse del canale fluviale e profilo convesso. I depositi sono caratterizzati da successioni di strati decimetrici a tessitura moderatamente fine; la loro deposizione è riconducibile ai processi fluviali di deposizione laterale d'alveo, di rotta e tracimazione descritti in precedenza. Localmente si possono ritrovare corpi canalizzati a tessitura grossolana riferiti a canali di rotta. Tale unità contraddistingue la maggior parte del territorio comunale;
- Unità delle Coperture Alluvionali - Unità degli Argini Naturali del Reticolo Idrografico Minore: sono aree localizzate in genere a fianco degli Argini Naturali o intercalate a tali unità, costituite da depositi riconducibili anch'essi a processi di rotta e tracimazione fluviale, che presentano però sequenze generalmente più fini; sono costituite da alternanze di strati decimetrici a tessitura moderatamente fine e strati centimetrici a tessitura moderatamente grossolana;

- Unità delle Valli: sono caratterizzate da tessiture fini, prive di stratificazione, con talora sottili intercalazioni di lamine da millimetriche a centimetriche a tessitura moderatamente fine; in genere localizzate nelle aree più depresse si rinvengono materiali organici parzialmente decomposti.

<b>Titolo:</b>	Stratigrafia
<b>Fonte:</b>	I suoli della pianura modenese - R.E.R. Servizio Cartografico - Ufficio Pedologico
<p><b>STRATIGRAFIA</b></p> <p><b>Cs – Case Barchessa</b> Depositi attuali non alterati e/o ai primi stadi di alterazione, soggetti a periodico ringiovanimento per processi erosivi e/o deposizionali (Entisuoili)</p> <p><b>Cs – Case Panaro</b> Depositi a basso grado di alterazione con profilo di alterazione inferiore al metro; al tetto suoli calcarei o parzialmente decarbonizzati (Inceptisuoili) - <i>Età moderna – Medioevo</i></p> <p><b>Ca – Carpi</b> Depositi a moderato grado di alterazione con profilo di alterazione in genere superiore al metro; al tetto suoli con orizzonti superficiali decarbonatati o parzialmente decarbonatati orizzonti con accumulo di concentrazioni soffici e concentrazioni di carbonato di calcio orizzonte calcico – (Inceptisuoili) - <i>Età romana – Evolutivo</i></p>	<p><b>UNITA' GEOMORFOLOGICHE:</b></p> <p><b>PIANA PEDEMONTANA:</b> <i>Unità delle Conoidi del Reticolo Idrografico Principale</i> Chiese da medie a grossolane organizzate in corpi lenticolari, intercalate ad alternanze di strati di spessore decimetrico a tessitura moderatamente grossolana con strati a tessitura moderatamente fine. <i>Unità delle Conoidi del Reticolo Idrografico Minore</i> Alternanza di strati di spessore decimetrico a tessitura da fine a grossolana, subordinatamente lenti di ghiaia e corpi canalizzati a tessitura grossolana</p> <p><b>PIANA A COPERTRA ALLUVIONALE:</b> <i>Unità degli Argini Naturali del Reticolo Idrografico Principale</i> Alternanza di strati di spessore decimetrico a tessitura moderatamente grossolana, passanti lateralmente e intercalate con strati a tessitura moderatamente fine, localmente corpi canalizzati a tessitura grossolana. <i>Unità delle Coperture Alluvionali</i> Alternanze di strati di spessore decimetrico a tessitura moderatamente fine intercalate con strati centimetrici a tessitura moderatamente grossolana. <i>Unità degli Argini Naturali del Reticolo Idrografico minore</i> Alternanza di strati di spessore decimetrico a tessitura moderatamente fine intercalate con strati centimetrici a tessitura grossolana, localmente corpi canalizzati a tessitura moderatamente grossolana <i>Unità delle Valli</i> Depositi a tessitura fine non stratificati, localmente intercalazioni di lamine da millimetriche a centimetriche a tessitura moderatamente fine e materiali organici parzialmente decomposti Aree urbane</p>
<p>Canale pensile</p> <p>Traccia di canale pensile</p>	<p>Traccia di canale pensile interpretata</p>



Lo spessore delle strutture sopra descritte risulta molto variabile, essendo funzione della maturità delle forme, delle dimensioni del canale fluviale e di quelle del relativo bacino

idrografico, caratteristiche che condizionano la dinamica idromorfologica del fiume e l'entità degli eventi alluvionali.

Sembra ragionevole supporre che gli argini naturali del Reticolo Idrografico Principale possano avere spessori tra i 10 e i 20 m, Gli argini naturali del Reticolo Idrografico Minore e le coperture alluvionali tra i 5 ed i 10 m e le valli presentano spessori inferiori ai 5 m.

L'area oggetto del presente studio ricade completamente all'esterno delle attuali aree golenali del fiume Panaro.

Il drenaggio superficiale, in relazione anche alla permeabilità dei terreni affioranti, risulta modesto ma non per questo insufficiente; non si rilevano locali forme depresse o a deflusso difficoltoso.

Per la comprensione del modello idrogeologico della pianura è necessario fare riferimento a quanto illustrato in relazione all'evoluzione geologica e paleogeografica descritta precedentemente, in particolare al modello della pianura alluvionale stessa; la Pianura Padana nel suo complesso è un grande bacino sedimentario, caratterizzato da notevole subsidenza, sede di sedimentazione marina fino a tutto il Quaternario antico mentre dall'Olocene è stato colmato da dei depositi morenici e fluvio-glaciali, lungo il margine alpino, e da depositi fluviali negli altri settori.

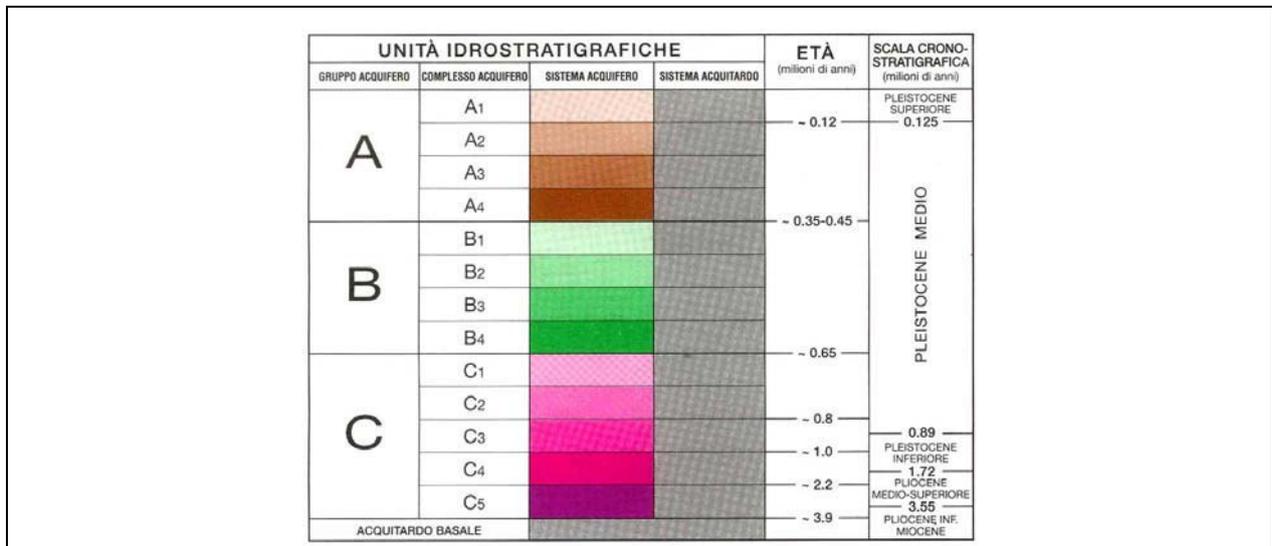
In particolare, per quanto riguarda specificatamente il settore emiliano, la pianura alluvionale vede la presenza di sedimenti ghiaiosi indifferenziati in matrice sabbiosa e/o limosa, nella zona di

alta pianura, a cui si intercalano, verso nord, strati di materiali fini presenti sino poco a N delle città di Parma, Reggio Emilia e Modena e di dominio appenninico; nella media pianura sono presenti sedimenti pelitici con intercalazioni sabbiose e sabbioso-limose, ad estensione complessivamente ridotta, intercalate in sequenze prevalenti limo-argillose con trasmissività molto bassa, ancora riferibili ai corsi d'acqua appenninici, fino alla direttrice Busseto-Novellara-Concordia-Mirandola, a nord della quale prevalgono i sedimenti sabbiosi depositi dal F. Po, con un acquifero a sabbie prevalenti, idrogeologicamente connesso con il fiume stesso.

Secondo le recenti ricerche condotte negli ultimi anni dall'Ufficio Geologico della RER, nel sottosuolo della Regione Emilia Romagna si riconoscono tre Gruppi Acquiferi, separati da barriere di permeabilità, ad estensione regionale, denominati Gruppo Acquifero A, B, e C.

Gli scambi idrici tra i tre gruppi acquiferi sono contenuti, salvo che nella stretta fascia collinare, sede delle aree di ricarica.

I tre gruppi acquiferi sono suddivisi in tredici unità idrostratigrafiche inferiori, denominate complessi acquiferi. La distinzione tra gruppo acquifero e complesso acquifero è effettuata sulla base del volume immagazzinato (maggiore nel primo), oltre che sullo spessore e sulla continuità areale dei livelli impermeabili delle diverse unità.



L'acquitardo basale rappresenta l'insieme delle unità impermeabili che costituiscono il limite della circolazione idrica sotterranea e che si estendono al di sotto della Pianura Padana ed emergono lungo il margine appenninico. Si tratta, per questo settore della Pianura Padana, delle già menzionate Argille Azzurre.

- Il gruppo acquifero A è caratterizzato dal maggiore volume di strati poroso-permeabili, di cui si stimano 60 km<sup>3</sup> sui 130 km<sup>3</sup> totali. Nell'area il limite basale varia tra i -100 m s.l.m. a sud di Piumazzo sino a oltre i -200 m s.l.m. al limite comunale con Nonantola. Lo spessore cumulato degli acquiferi utili è compreso tra i 20 e i 40 m in località Piumazzo e supera gli 80 metri a Castelfranco Emilia e a Manzolino. Le aree di ricarica degli acquiferi nella Provincia di Modena sono contenute e limitate alle conoidi dei Fiumi Secchia e Panaro. L'area di

- ricarica degli acquiferi in area Panaro, è significativamente più estesa rispetto a quella del Secchia; si estende in direzione NO oltre l'autostrada e ricalca i depositi antichi del fiume Panaro;
- la profondità basale dell'acquifero B, è compresa tra i 150 e i 200 m s.l.m. in località Piumazzo, approfondendosi progressivamente, sino a raggiungere i -300 m s.l.m. in corrispondenza di Castelfranco Emilia. Lo spessore cumulato dei depositi poroso-permeabili dell'acquifero B, è più contenuto e si assesta intorno ai 20 m lungo l'asse che va da Spilamberto – San Cesario – Castelfranco Emilia;
  - la profondità basale dell'acquifero C, è intorno ai - 300 m s.l.m. in località Piumazzo e si approfondisce regolarmente sino oltre i -500 metri a nord di Castelfranco. Lo spessore utile, è compreso tra i 20 ed i 40 metri in località Piumazzo tra i 40 e i 60 metri tra Piumazzo e Castelfranco.

L'area oggetto di studio appartiene alla media pianura modenese, costituita da alluvioni a sedimenti pelitici con intercalazioni ghiaiose e sabbiose intercalati a sequenze prevalenti limo-argillose, pleistoceniche e oloceniche, a nord della zona delle conoidi.

Le facies di deposizione continentale sovrastanti a quelle marine e di transizione sono infatti costituite dalle conoidi pedemontane, deposte prevalentemente dai fiumi Secchia e Panaro, al cui fronte si sviluppa una piana alluvionale, all'interno della quale ricade l'area in studio, a prevalente accrescimento verticale.

Nello specifico dell'area abbiamo che la conoide del fiume Panaro si protende fino al margine dell'alta pianura, con composizione prevalente ghiaiosa nelle zone più rilevate (zona apicale) per poi essere alternate a depositi a matrice più fine man mano che si prosegue verso nord, con localmente zone a matrice sabbiosa-limosa o limosa-sabbiosa, corrispondente ad antiche tracciati fluviali.

Da un punto di vista idrogeologico l'area in studio si colloca all'interno della zona di transizione tra la conoide e la pianura alluvionale del fiume Panaro; siamo in presenza di un'alternanza di depositi prevalentemente fini, argille e limi, con gli spessori più consistenti, con intercalazioni grossolane, sabbiose e ghiaiose, di spessore decisamente inferiore.

Superficialmente, nei primi metri di profondità, può instaurarsi, nei livelli granulometricamente più grossolani sabbiosi e limo-sabbiosi, una falda, il cui livello statico si attesta a modeste profondità dal piano campagna, generalmente compreso tra 1 e 3 metri.

Tale falda risulta alimentata quasi esclusivamente per infiltrazione superficiale risentendo, in maniera elevata, delle escursioni stagionali che si ripercuotono su innalzamenti ed abbassamenti del livello stesso.

Si tratta di una falda estremamente modesta, limitata sia arealmente che verticalmente, in quanto contenuta prevalentemente in livelli a geometria lenticolare, a bassa trasmissività.

Da un punto di vista chimico e biologico tali acque risultano piuttosto scadenti in qualità, a volte addirittura pessime; pertanto di esse non ne viene fatto uso idropotabile né irriguo-zootecnico, ma soltanto uso domestico per innaffiare orti e giardini.

L'escursione della falda si può stimare nell'ordine di 1-2 metri da stagione a stagione, può risultare variabile e strettamente collegata agli eventi climatici.

Tale falda ha un senso di scorrimento verso Nord-Est, con gradienti molto bassi del 2-3 per mille che si annullano o quasi in corrispondenza delle zone golenali.

I livelli statici di tale falda sono direttamente connessi alle precipitazioni e scollegati dal regime idraulico del fiume Panaro, che risulta essere, rispetto ad essa, più basso di diversi metri, evidenziando per la falda stessa una situazione di quasi "isolamento".

Per quanto riguarda il primo livello acquifero di una certa importanza si suppone un primo strato ghiaioso arealmente continuo a profondità maggiori di una ventina di metri.

Dalle indagini eseguite in loco è risultato essere un acquifero sfruttato da una parte dei pozzi presenti in zona; altri pozzi presenti in zona risultano essere più profondi, tali da intercettare altri acquiferi importanti, rappresentati prevalentemente da strati ghiaiosi, che si collocano alla profondità di circa 60-70 m e di 100-110 m dal piano campagna.

Le caratteristiche qualitative e quantitative delle acque sotterranee sono il risultato delle interazioni tra le caratteristiche

naturali intrinseche del sistema acquifero e del sistema antropico di utilizzazione della risorsa e di uso del suolo.

Per la caratterizzazione idrochimica ed isotopica delle acque sotterranee si è fatto riferimento a delle analisi eseguite e prodotte dall'U.S.L. N. 16 di Modena in collaborazione con il C.N.R. in occasione della redazione della Carta della vulnerabilità dei conoidi dei fiumi Secchia e Panaro (1987).

Le acque sotterranee profonde della zona in esame si possono classificare come bicarbonatiche-calciche-miste, più francamente calciche nella parte sud al margine del conoide.

I dati evidenziano una facies idrochimica molto simile a quella delle acque del fiume a Sud mentre le stesse acque, più a Nord, presentano una condizione differente, evidentemente per rapporti non più diretti dal fiume, cioè in relazione al passaggio tra la zona delle conoidi a quella della piana alluvionale.

La differenziazione idrochimica delle due zone indica una facies molto simile a quella delle acque del fiume a sud, nella zona delle conoidi, mentre le stesse acque presentano lo scomparire dello ione solfato per la riduzione a zolfo o idrogeno solforato a nord, con la formazione di una facies differente, anche caratterizzata da una minore concentrazione di ione cloro, evidentemente per diluizione del soluto.

L'andamento complessivo dei parametri idrochimici presi in considerazione evidenzia un progressivo aumento dei valori procedendo verso nord, ossia secondo il campo di moto della falda

ed in accordo con l'equilibrio di dissoluzione dei bicarbonati, che ne condiziona complessivamente il valore.

I valori della durezza totale confermano da un lato il notevole incremento di calcio (e magnesio) per dissoluzione del carbonato dell'acquifero fino al margine della conoide per poi indicare una progressiva diminuzione per precipitazione a seguito dei citati fenomeni idrochimici e/o per scambio ionico.

I solfati da un lato confermano il progressivo e arealmente ben delimitato instaurarsi di fenomeni riducenti nella zona intermedia tra la conoide e la media pianura ove essi sono assenti o presenti in misura assai limitata.

A nord compare lo ione ammonio, che è tipico di un potenziale redox negativo, come in tutta la media e bassa pianura.

Associati a questo parametro sono i valori di nitriti, stati superiori di ossidazione dell'azoto: mentre questi ultimi sono eccezionalmente presenti con valori elevati, indice di una dispersione della superficie topografica di acque provenienti dal terreno agrario con dilavamento di concimi, i primi sono assenti o presenti in concentrazione molto bassa.

I valori di conducibilità sintetizzano la composizione idrochimica complessiva, con un progressivo decremento dei valori di salinità procedendo verso Nord.

Le acque della falda superficiale si presentano con un livello di salinità maggiore rispetto alle falde più profonde, come evidenziato anche dagli elevati valori di conducibilità.

Si può pertanto ritenere, sulla base di ciò, come le due falde non siano direttamente interconnesse; esiste infatti una differenza sistematica con le acque della falda profonda, che mostra caratteristiche differenti, con un contenuto salino proprio minore di quello della falda superficiale e complessivamente una qualità nettamente migliore.

Le differenze che si riscontrano sono legate ad una contaminazione delle acque della falda superficiale con acque meteoriche di provenienza superficiale, inquinate verosimilmente dall'impiego a fini agronomici di pesticidi, fungicidi e fertilizzanti.

Inoltre le differenze tra la falda superficiale e quella più profonda sono legate alla litologia del corpo acquifero che le contiene, trattandosi da una parte di un acquifero superficiale costituito da limi e sabbie, dall'altra di un acquifero in ghiaia, con livelli di ossigenazione nettamente diversi.

Lo studio è stato condotto, oltre che mediante rilevamento diretto e ricerca bibliografica, previa esecuzione di un'apposita indagine espletata mediante effettuazione di n° 2 sondaggi e n° 3 prove penetrometriche per gli aspetti litostratigrafici e geotecnici ed effettuazione di un'indagine sismica per gli aspetti sismici.

Naturalmente ci si è avvalsi anche di altre indagini eseguite nelle immediate vicinanze su terreni del tutto simili.

## 2. INDAGINI ESEGUITE, RISULTATI OTTENUTI E MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA

Come anticipato, per verificare le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo e che saranno interessati dall'intervento in progetto e come richiesto dalla Committenza, in questa fase sono state eseguite n° 3 prove penetrometriche del tipo ad infissione statica.

L'indagine è stata sviluppata come precedentemente accennato mediante esecuzione di n° 3 prove penetrometriche che, in relazione a quanto richiesto ed alle presumibili caratteristiche granulometriche dei terreni presenti nel primo sottosuolo, sono state ad infissione statica; l'ubicazione delle prove compare in allegato, unitamente ai diagrammi penetrometrici ed ai tabulati di calcolo.

Le prove sono state eseguite in campagna utilizzando un penetrometro statico Olandese Gouda da 10 ton di spinta usando per la penetrazione una punta "Friction Jacket Cone" avente un'area di 10 cm<sup>2</sup> ed un angolo alla punta di 60°.

L'uso della punta "Friction Jacket Cone" è stato espressamente richiesto dal sottoscritto per poter determinare, oltre al carico di rottura, anche la litologia dei terreni attraversati dalla punta penetrometrica.

Infatti dal rapporto fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale locale, applicando la correlazione di Begemann modificata da Schmestron, si riesce a risalire alla granulometria e, come

conseguenza, alla litologia dei terreni attraversati dalla punta penetrometrica.

Nei tabulati di calcolo sono stati riportati, oltre ai valori misurati in sito ogni 20 cm di avanzamento della punta penetrometrica, i valori, calcolati mediante elaborazione automatica dei dati, della resistenza penetrometrica alla punta, (carico di rottura del terreno), espressi in  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , i valori della resistenza laterale locale, sempre espressi in  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , nonché i valori del rapporto fra la resistenza penetrometrica alla punta e la resistenza laterale locale (rapporto di Begemann).

Nei diagrammi penetrometrici, graficati mediante plotter interfacciato con l'elaboratore automatico, per semplicità di lettura, sono state riportate solamente due curve e precisamente:

- a sinistra del diagramma la curva della resistenza penetrometrica alla punta (carico di rottura del terreno), espressa in  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ;
- a destra, la curva del rapporto fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale locale (rapporto di Begemann).

Le indagini appositamente eseguite, che hanno evidenziato, fra loro e con altre indagini eseguite nelle vicinanze, una discreta omogeneità d'insieme, hanno confermato quanto precedentemente illustrato e cioè la presenza nel sottosuolo di una sequenza argillosa generalmente mediamente consolidata fino a 3÷4 m e poco consolidata da tale quota fino al tetto della ghiaia, che si rinviene a profondità di circa 12 m dal p.c. e che dovrebbe presentare spessori minimi di almeno 5÷6 metri.

La caratterizzazione litologica e geotecnica dei terreni del primo sottosuolo è stata eseguita, come detto, mediante

l'elaborazione di tre prove penetrometriche statiche, eseguite sul lotto ove sono previste le opere in progetto, usando appositi programmi di calcolo e le correlazioni litostratigrafiche proposte in letteratura.

La parametrizzazione delle unità litotecniche del sottosuolo è stata realizzata attraverso le correlazioni proposte in letteratura, con riferimento alle unità litostratigrafiche individuate.

Complessivamente l'indagine eseguita ha evidenziato la presenza di terreni con caratteristiche favorevoli alla progettazione dell'intervento previsto.

I terreni interessati dalle strutture di fondazione in progetto, ovvero quelli soggetti all'interazione struttura-terreno, sono quelli superficiali entro i primi 4-5 m di profondità, sufficientemente consistenti da affrontare le normali problematiche fondazionali.

Nelle tabelle seguenti è riportata la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica per ogni prova, con i principali parametri.

### **PARAMETRI GEOTECNICI**

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )
Eu:	Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
$\gamma$ :	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Dr:	Densità relativa (%)
$\phi$ :	Angolo di resistenza al taglio (°)

Ey: Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

PS1

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	$\gamma$	Dr	Fi	Ey
1	3,80	C	0,51	366,07	43,75	115,03	>9	1,85	--	--	--
2	12,00	C	0,47	295,56	41,96	109,37	1,94	1,82	--	--	--
3	20,00	I	--	--	228,90	604,38	5,08	1,90	59,50	35,84	305,20

PS2

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	$\gamma$	Dr	Fi	Ey
1	3,80	C	0,48	351,07	42,89	112,22	>9	1,85	--	--	--
2	12,00	C	0,42	265,86	39,89	103,52	1,44	1,80	--	--	--
3	20,00	I	--	--	237,15	617,60	2,65	1,90	60,90	36,05	316,20

PS3

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	$\gamma$	Dr	Fi	Ey
1	4,00	C	0,57	414,30	46,04	123,86	>9	1,87	--	--	--
2	12,00	C	0,48	328,43	42,67	111,51	3,36	1,83	--	--	--
3	20,00	I	--	--	242,70	626,39	1,34	1,90	75,92	38,40	323,60

Sulla base dell'indagine eseguita si può stimare, per i terreni presenti, considerando una profondità di posa delle fondazioni a circa 1,0 m di profondità dall'attuale piano campagna, una portata massima in termini di tensioni ammissibili, pari a circa 0,8 Kg/cm<sup>2</sup> che naturalmente andrà verificata in relazione alle nuove norme vigenti (NTC2008).

### 3. ASPETTI SISMICI

Con l'entrata in vigore, il 23 ottobre 2005, delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14.09.2005, le cui norme tecniche includono tra le referenze tecniche essenziali anche l'Ordinanza n. 3274/2003 e s.m.i., è diventata obbligatoria la progettazione antisismica per tutto il territorio nazionale, facendo riferimento alle zone sismiche di cui alla OPCM 3274/2003.

Ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone sismiche, a ciascuna delle quali è assegnato un intervallo di valori dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni; in particolare, per la determinazione delle azioni sismiche, risulta assegnato un valore ( $a_g / g$ ), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, diverso per ogni zona sismica; il Comune di Castelfranco Emilia ricade nella zona 3 a sismicità bassa, a cui è associato un valore della massima accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a  $a_g = 0,15g$ .

I valori di  $a_g$ , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono:

<b>Zona</b>	<b>Valore di <math>a_g</math></b>
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Secondo l'approccio "zona dipendente", adottato dalla precedenti normative nazionali in campo antisismico, l'accelerazione di base  $a_g$ , senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni, era direttamente derivante dalla Zona sismica di appartenenza del comune nel cui territorio è localizzato il sito di progetto.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

Pertanto, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento, riportato nella tabella 1 nell'allegato B del D.M. del 2008.

Tale griglia è costituita da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove, con metodologia e convenzioni analoghe vengono forniti parametri

spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Per ciascuno dei nodi della griglia vengono forniti, per 9 valori del periodo di ritorno (da 30 anni a 2.475 anni), i valori dei parametri di pericolosità sismica, utili per la progettazione e cioè i valori di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima del terreno espressa in  $g/10$ ),  $F_0$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale adimensionale) e  $T^*c$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica, una volta definito per l'intervento in progetto, ai sensi sempre delle NTC2008, il tipo e la classe (ad esempio, per fabbricati normali, tipo 2 e classe II).

Secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, è possibile il calcolo dei suddetti parametri spettrali (per uno dei tempi di ritorno forniti) tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B) che comprendono il sito in esame, per i quattro stati limite previsti dalle norme *S.L.O.*, *S.L.D.*, *S.L.V.* e *S.L.C.*

Inoltre allo scopo di valutare l'amplificazione lito-stratigrafica dell'azione sismica di progetto, intesa come l'azione generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche, deve essere classificato il terreno di fondazione, nelle seguenti categorie individuate dalle NTC 2008.

Il sito viene classificato sulla base di  $V_{s30}$  se disponibile, altrimenti sulla base del valore di  $N_{spt}$ , per terreni prevalentemente granulari, ovvero sulla base della  $c_u$ , per i terreni prevalentemente coesivi, nelle seguenti categorie di suolo:

- A - *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di  $V_{s30} > 800$  m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica  $N_{SPT} > 50$  nei terreni a grana grossa, o coesione non drenata  $c_u > 250$  kPa nei terreni a grana fine).
- C - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensate, o terreni a grana fine mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT} < 50$  nei terreni a grana grossa,  $70 < c_u < 250$  kPa nei terreni a grana fine).
- D - *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti*, con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30} < 180$  m/s (ovvero  $N_{SPT} < 15$  nei terreni a grana grossa,  $c_u < 70$  kPa nei terreni a grana fine).
- E - *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di  $V_{s30}$  simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con  $V_{s30} > 800$  m/s.

Esistono poi due categorie speciali che sono individuate con le lettere S1 e S2 per le quali le NTC2008 richiedono per la definizione dell'azione sismica il ricorso a studi specifici.

- S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori  $V_{s30} < 100$  m/s (ovvero  $10 < c_u < 70$  kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
- S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti  $V_{s30}$  è la velocità media di propagazione entro i primi 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la formula riportata nel capitolo precedente.

Per la determinazione della velocità delle onde di taglio S negli strati di copertura, come previsto dalla normativa vigente, è stata eseguita un'apposita indagine geofisica (vedi report allegato).

Per i terreni in oggetto, nell'area sulla quale è previsto l'intervento in progetto, fino ai 30 m di profondità, tenuto conto dei risultati ottenuti,  $V_{s30}$  pari a 188,19 m/sec, si definisce una categoria di suolo di fondazione di tipo C, riferibile a *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati, o terreni a grana fine mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 e 360 m/s ( $15 < N_{SPT} < 50$ ,  $70 < c_u < 250$  kPa).

Sulla base della categoria di suolo di appartenenza del terreno, le NTC2008 associano un coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$ , da applicare alle componenti orizzontali dell'azione sismica; viene inoltre definito un coefficiente  $C_c$  che serve per il calcolo del periodo di controllo  $T_c$  corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastico in accelerazione.

Poiché tale valore è riferito al bedrock, per definire il valore di  $a_g$  in superficie si calcola quindi il fattore  $S_s$ , caratteristico dell'area, che dipende dalla categoria di suolo di fondazione; essendo i terreni dell'area in esame in categoria C, avremo:

$$- S_s = 1.70 - (0.6 \times F_o \times a_g/g)$$

Viene inoltre definito un coefficiente  $C_c$ , che serve per il calcolo del periodo di controllo  $T_c$ , corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastico in accelerazione; in particolare  $T_c$  è calcolato come prodotto di  $C_c$  per il periodo  $T^*c$ , ottenuto dallo studio di pericolosità sismici del sito specifico, come riportato nella tabella precedente.

Per suoli in categoria C il coefficiente  $C_c$  risulta pari a.

$$- C_c = 1.05 \times (T^*c)^{-0.33}.$$

Le NTC 2008 di cui al DM 14/01/2008 prevedono anche un coefficiente di amplificazione topografica che tiene conto della particolare ubicazione del sito, in relazione alla sua configurazione morfologica.

Vengono previste 4 categorie topografiche, a secondo della configurazione geometrica del sito, alle quali è associato un coefficiente di amplificazione  $S_T$  che varia da 1 a 1.4.

Per quanto concerne la topografia del sito, l'area ricade nella categoria T1, caratterizzata da una superficie pianeggiante con inclinazione media inferiore a  $15^\circ$ , alla quale è associata un valore del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  pari a 1.

Ciò detto, sulla base della collocazione del sito in oggetto, corrispondente al punto sul quale sono in progetto le opere previste, si ottengono i relativi parametri di pericolosità sismica, come riportato di seguito.

### **Parametri sismici**

Sito in esame

latitudine: 44,604203

longitudine: 11,028054

Classe: 3

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16281	Lat: 44,6080	Lon: 10,9631	Distanza: 5158,015
Sito 2	ID: 16282	Lat: 44,6095	Lon: 11,0333	Distanza: 719,323
Sito 3	ID: 16504	Lat: 44,5595	Lon: 11,0353	Distanza: 5002,932
Sito 4	ID: 16503	Lat: 44,5580	Lon: 10,9652	Distanza: 7149,910

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75anni

Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 45 [anni]

ag: 0,059 g

Fo: 2,504

Tc\*: 0,267 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 75 [anni]

ag: 0,073 g

Fo: 2,482

Tc\*: 0,276 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 712 [anni]

ag: 0,191 g

Fo: 2,413

Tc\*: 0,294 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 1462 [anni]

ag: 0,246 g

Fo: 2,408

Tc\*: 0,300 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,500

Cc: 1,620

St: 1,000

Kh: 0,018

Kv: 0,009

Amax: 0,862

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500

Cc: 1,610

St: 1,000

Kh: 0,022

Kv: 0,011

Amax: 1,076

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,420

Cc: 1,570

St: 1,000

Kh: 0,065

Kv: 0,032

Amax: 2,655

Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,340

Cc: 1,560

St: 1,000

Kh: 0,092

Kv: 0,046

Amax: 3,231

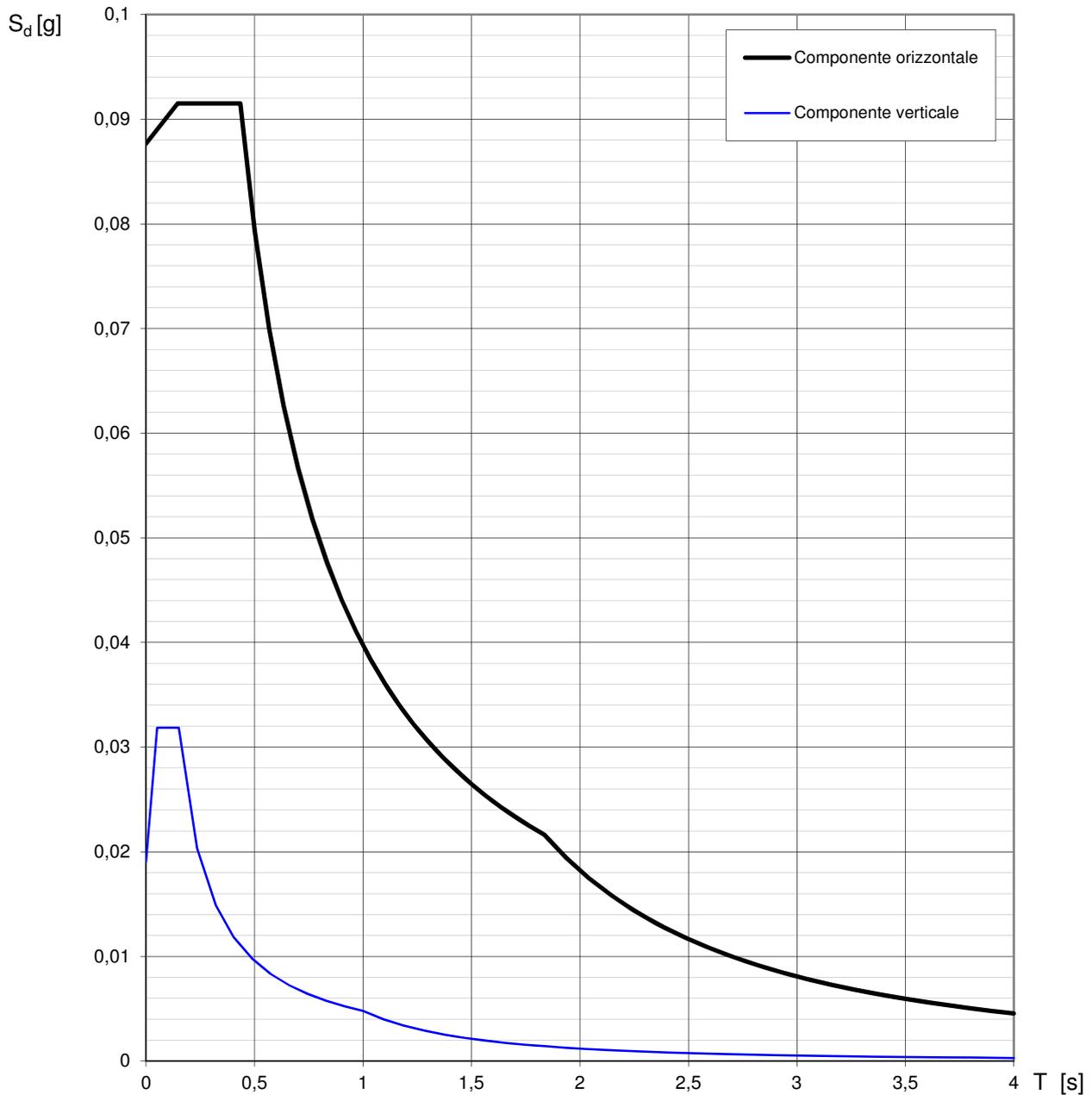
Beta: 0,280

Dove Kh e Kv sono i coefficienti sismici, orizzontale e verticale, per il sito in esame, calcolati, nei diversi stati limite, mediante il coefficiente di riduzione sismica Beta (funzione della categoria di suolo).

Noti i parametri di pericolosità sismica si possono calcolare gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il sito in esame, relativi al computo dell'azione sismica di progetto ai sensi del D.M. 14/01/2008 (Allegato 10).

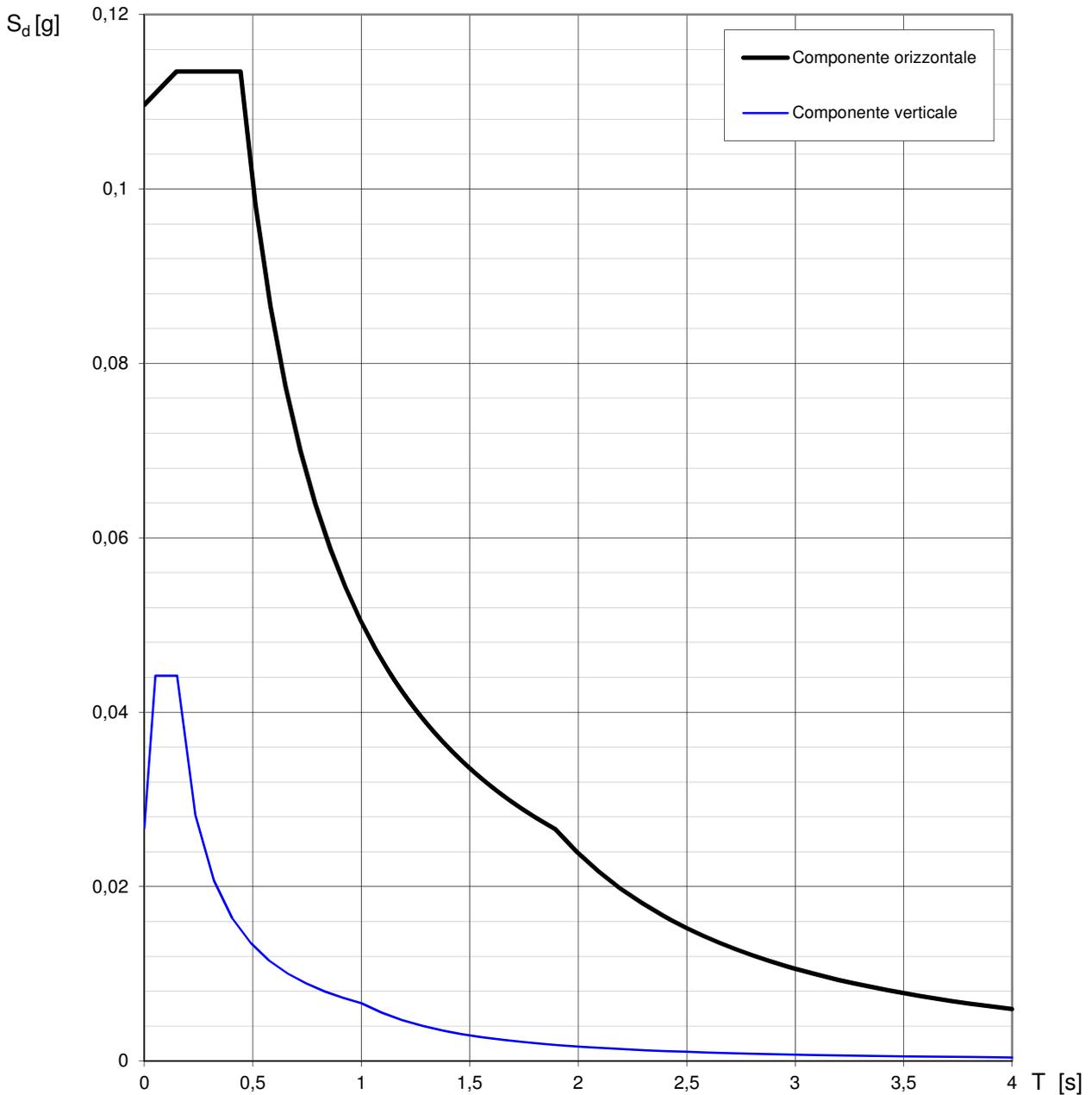
## Parametri dello spettro di risposta in base allo stato limite

Spettro di risposta orizzontale	Spettro di risposta verticale																																																																																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th style="text-align: left;">SLO</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td><math>a_g</math></td><td>0,058</td></tr> <tr><td><math>F_o</math></td><td>2,505</td></tr> <tr><td><math>T_c^*</math></td><td>0,267</td></tr> <tr><td><math>S_s</math></td><td>1,500</td></tr> <tr><td><math>C_c</math></td><td>1,623</td></tr> <tr><td><math>S_T</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>q</math></td><td>2,400</td></tr> <tr><td><math>S</math></td><td>1,500</td></tr> <tr><td><math>\eta</math></td><td>0,417</td></tr> <tr><td><math>T_B</math></td><td>0,145</td></tr> <tr><td><math>T_C</math></td><td>0,434</td></tr> <tr><td><math>T_D</math></td><td>1,834</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th style="text-align: left;">SLD</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td><math>a_g</math></td><td>0,073</td></tr> <tr><td><math>F_o</math></td><td>2,483</td></tr> <tr><td><math>T_c^*</math></td><td>0,276</td></tr> <tr><td><math>S_s</math></td><td>1,500</td></tr> <tr><td><math>C_c</math></td><td>1,605</td></tr> <tr><td><math>S_T</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>q</math></td><td>2,400</td></tr> <tr><td><math>S</math></td><td>1,500</td></tr> <tr><td><math>\eta</math></td><td>0,417</td></tr> <tr><td><math>T_B</math></td><td>0,148</td></tr> <tr><td><math>T_C</math></td><td>0,444</td></tr> <tr><td><math>T_D</math></td><td>1,892</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th style="text-align: left;">SLV</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td><math>a_g</math></td><td>0,191</td></tr> <tr><td><math>F_o</math></td><td>2,417</td></tr> <tr><td><math>T_c^*</math></td><td>0,292</td></tr> <tr><td><math>S_s</math></td><td>1,423</td></tr> <tr><td><math>C_c</math></td><td>1,576</td></tr> <tr><td><math>S_T</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>q</math></td><td>2,400</td></tr> <tr><td><math>S</math></td><td>1,423</td></tr> <tr><td><math>\eta</math></td><td>0,417</td></tr> <tr><td><math>T_B</math></td><td>0,153</td></tr> <tr><td><math>T_C</math></td><td>0,460</td></tr> <tr><td><math>T_D</math></td><td>2,365</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th style="text-align: left;">SLC</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td><math>a_g</math></td><td>0,247</td></tr> <tr><td><math>F_o</math></td><td>2,407</td></tr> <tr><td><math>T_c^*</math></td><td>0,297</td></tr> <tr><td><math>S_s</math></td><td>1,343</td></tr> <tr><td><math>C_c</math></td><td>1,567</td></tr> <tr><td><math>S_T</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>q</math></td><td>2,400</td></tr> <tr><td><math>S</math></td><td>1,343</td></tr> <tr><td><math>\eta</math></td><td>0,417</td></tr> <tr><td><math>T_B</math></td><td>0,155</td></tr> <tr><td><math>T_C</math></td><td>0,466</td></tr> <tr><td><math>T_D</math></td><td>2,589</td></tr> </tbody> </table>	SLO		$a_g$	0,058	$F_o$	2,505	$T_c^*$	0,267	$S_s$	1,500	$C_c$	1,623	$S_T$	1,000	$q$	2,400	$S$	1,500	$\eta$	0,417	$T_B$	0,145	$T_C$	0,434	$T_D$	1,834	SLD		$a_g$	0,073	$F_o$	2,483	$T_c^*$	0,276	$S_s$	1,500	$C_c$	1,605	$S_T$	1,000	$q$	2,400	$S$	1,500	$\eta$	0,417	$T_B$	0,148	$T_C$	0,444	$T_D$	1,892	SLV		$a_g$	0,191	$F_o$	2,417	$T_c^*$	0,292	$S_s$	1,423	$C_c$	1,576	$S_T$	1,000	$q$	2,400	$S$	1,423	$\eta$	0,417	$T_B$	0,153	$T_C$	0,460	$T_D$	2,365	SLC		$a_g$	0,247	$F_o$	2,407	$T_c^*$	0,297	$S_s$	1,343	$C_c$	1,567	$S_T$	1,000	$q$	2,400	$S$	1,343	$\eta$	0,417	$T_B$	0,155	$T_C$	0,466	$T_D$	2,589	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th style="text-align: left;">SLO</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td><math>a_{gv}</math></td><td>0,019</td></tr> <tr><td><math>S_s</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>S_T</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>q</math></td><td>1,500</td></tr> <tr><td><math>T_B</math></td><td>0,050</td></tr> <tr><td><math>T_C</math></td><td>0,150</td></tr> <tr><td><math>T_D</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>F_V</math></td><td>0,818</td></tr> <tr><td><math>S</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>\eta</math></td><td>0,667</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th style="text-align: left;">SLD</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td><math>a_{gv}</math></td><td>0,027</td></tr> <tr><td><math>S_s</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>S_T</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>q</math></td><td>1,500</td></tr> <tr><td><math>T_B</math></td><td>0,050</td></tr> <tr><td><math>T_C</math></td><td>0,150</td></tr> <tr><td><math>T_D</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>F_V</math></td><td>0,906</td></tr> <tr><td><math>S</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>\eta</math></td><td>0,667</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th style="text-align: left;">SLV</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td><math>a_{gv}</math></td><td>0,113</td></tr> <tr><td><math>S_s</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>S_T</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>q</math></td><td>1,500</td></tr> <tr><td><math>T_B</math></td><td>0,050</td></tr> <tr><td><math>T_C</math></td><td>0,150</td></tr> <tr><td><math>T_D</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>F_V</math></td><td>1,427</td></tr> <tr><td><math>S</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>\eta</math></td><td>0,667</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th style="text-align: left;">SLC</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td><math>a_{gv}</math></td><td>0,166</td></tr> <tr><td><math>S_s</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>S_T</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>q</math></td><td>1,500</td></tr> <tr><td><math>T_B</math></td><td>0,050</td></tr> <tr><td><math>T_C</math></td><td>0,150</td></tr> <tr><td><math>T_D</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>F_V</math></td><td>1,616</td></tr> <tr><td><math>S</math></td><td>1,000</td></tr> <tr><td><math>\eta</math></td><td>0,667</td></tr> </tbody> </table>	SLO		$a_{gv}$	0,019	$S_s$	1,000	$S_T$	1,000	$q$	1,500	$T_B$	0,050	$T_C$	0,150	$T_D$	1,000	$F_V$	0,818	$S$	1,000	$\eta$	0,667	SLD		$a_{gv}$	0,027	$S_s$	1,000	$S_T$	1,000	$q$	1,500	$T_B$	0,050	$T_C$	0,150	$T_D$	1,000	$F_V$	0,906	$S$	1,000	$\eta$	0,667	SLV		$a_{gv}$	0,113	$S_s$	1,000	$S_T$	1,000	$q$	1,500	$T_B$	0,050	$T_C$	0,150	$T_D$	1,000	$F_V$	1,427	$S$	1,000	$\eta$	0,667	SLC		$a_{gv}$	0,166	$S_s$	1,000	$S_T$	1,000	$q$	1,500	$T_B$	0,050	$T_C$	0,150	$T_D$	1,000	$F_V$	1,616	$S$	1,000	$\eta$	0,667
SLO																																																																																																																																																																																																	
$a_g$	0,058																																																																																																																																																																																																
$F_o$	2,505																																																																																																																																																																																																
$T_c^*$	0,267																																																																																																																																																																																																
$S_s$	1,500																																																																																																																																																																																																
$C_c$	1,623																																																																																																																																																																																																
$S_T$	1,000																																																																																																																																																																																																
$q$	2,400																																																																																																																																																																																																
$S$	1,500																																																																																																																																																																																																
$\eta$	0,417																																																																																																																																																																																																
$T_B$	0,145																																																																																																																																																																																																
$T_C$	0,434																																																																																																																																																																																																
$T_D$	1,834																																																																																																																																																																																																
SLD																																																																																																																																																																																																	
$a_g$	0,073																																																																																																																																																																																																
$F_o$	2,483																																																																																																																																																																																																
$T_c^*$	0,276																																																																																																																																																																																																
$S_s$	1,500																																																																																																																																																																																																
$C_c$	1,605																																																																																																																																																																																																
$S_T$	1,000																																																																																																																																																																																																
$q$	2,400																																																																																																																																																																																																
$S$	1,500																																																																																																																																																																																																
$\eta$	0,417																																																																																																																																																																																																
$T_B$	0,148																																																																																																																																																																																																
$T_C$	0,444																																																																																																																																																																																																
$T_D$	1,892																																																																																																																																																																																																
SLV																																																																																																																																																																																																	
$a_g$	0,191																																																																																																																																																																																																
$F_o$	2,417																																																																																																																																																																																																
$T_c^*$	0,292																																																																																																																																																																																																
$S_s$	1,423																																																																																																																																																																																																
$C_c$	1,576																																																																																																																																																																																																
$S_T$	1,000																																																																																																																																																																																																
$q$	2,400																																																																																																																																																																																																
$S$	1,423																																																																																																																																																																																																
$\eta$	0,417																																																																																																																																																																																																
$T_B$	0,153																																																																																																																																																																																																
$T_C$	0,460																																																																																																																																																																																																
$T_D$	2,365																																																																																																																																																																																																
SLC																																																																																																																																																																																																	
$a_g$	0,247																																																																																																																																																																																																
$F_o$	2,407																																																																																																																																																																																																
$T_c^*$	0,297																																																																																																																																																																																																
$S_s$	1,343																																																																																																																																																																																																
$C_c$	1,567																																																																																																																																																																																																
$S_T$	1,000																																																																																																																																																																																																
$q$	2,400																																																																																																																																																																																																
$S$	1,343																																																																																																																																																																																																
$\eta$	0,417																																																																																																																																																																																																
$T_B$	0,155																																																																																																																																																																																																
$T_C$	0,466																																																																																																																																																																																																
$T_D$	2,589																																																																																																																																																																																																
SLO																																																																																																																																																																																																	
$a_{gv}$	0,019																																																																																																																																																																																																
$S_s$	1,000																																																																																																																																																																																																
$S_T$	1,000																																																																																																																																																																																																
$q$	1,500																																																																																																																																																																																																
$T_B$	0,050																																																																																																																																																																																																
$T_C$	0,150																																																																																																																																																																																																
$T_D$	1,000																																																																																																																																																																																																
$F_V$	0,818																																																																																																																																																																																																
$S$	1,000																																																																																																																																																																																																
$\eta$	0,667																																																																																																																																																																																																
SLD																																																																																																																																																																																																	
$a_{gv}$	0,027																																																																																																																																																																																																
$S_s$	1,000																																																																																																																																																																																																
$S_T$	1,000																																																																																																																																																																																																
$q$	1,500																																																																																																																																																																																																
$T_B$	0,050																																																																																																																																																																																																
$T_C$	0,150																																																																																																																																																																																																
$T_D$	1,000																																																																																																																																																																																																
$F_V$	0,906																																																																																																																																																																																																
$S$	1,000																																																																																																																																																																																																
$\eta$	0,667																																																																																																																																																																																																
SLV																																																																																																																																																																																																	
$a_{gv}$	0,113																																																																																																																																																																																																
$S_s$	1,000																																																																																																																																																																																																
$S_T$	1,000																																																																																																																																																																																																
$q$	1,500																																																																																																																																																																																																
$T_B$	0,050																																																																																																																																																																																																
$T_C$	0,150																																																																																																																																																																																																
$T_D$	1,000																																																																																																																																																																																																
$F_V$	1,427																																																																																																																																																																																																
$S$	1,000																																																																																																																																																																																																
$\eta$	0,667																																																																																																																																																																																																
SLC																																																																																																																																																																																																	
$a_{gv}$	0,166																																																																																																																																																																																																
$S_s$	1,000																																																																																																																																																																																																
$S_T$	1,000																																																																																																																																																																																																
$q$	1,500																																																																																																																																																																																																
$T_B$	0,050																																																																																																																																																																																																
$T_C$	0,150																																																																																																																																																																																																
$T_D$	1,000																																																																																																																																																																																																
$F_V$	1,616																																																																																																																																																																																																
$S$	1,000																																																																																																																																																																																																
$\eta$	0,667																																																																																																																																																																																																

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO**

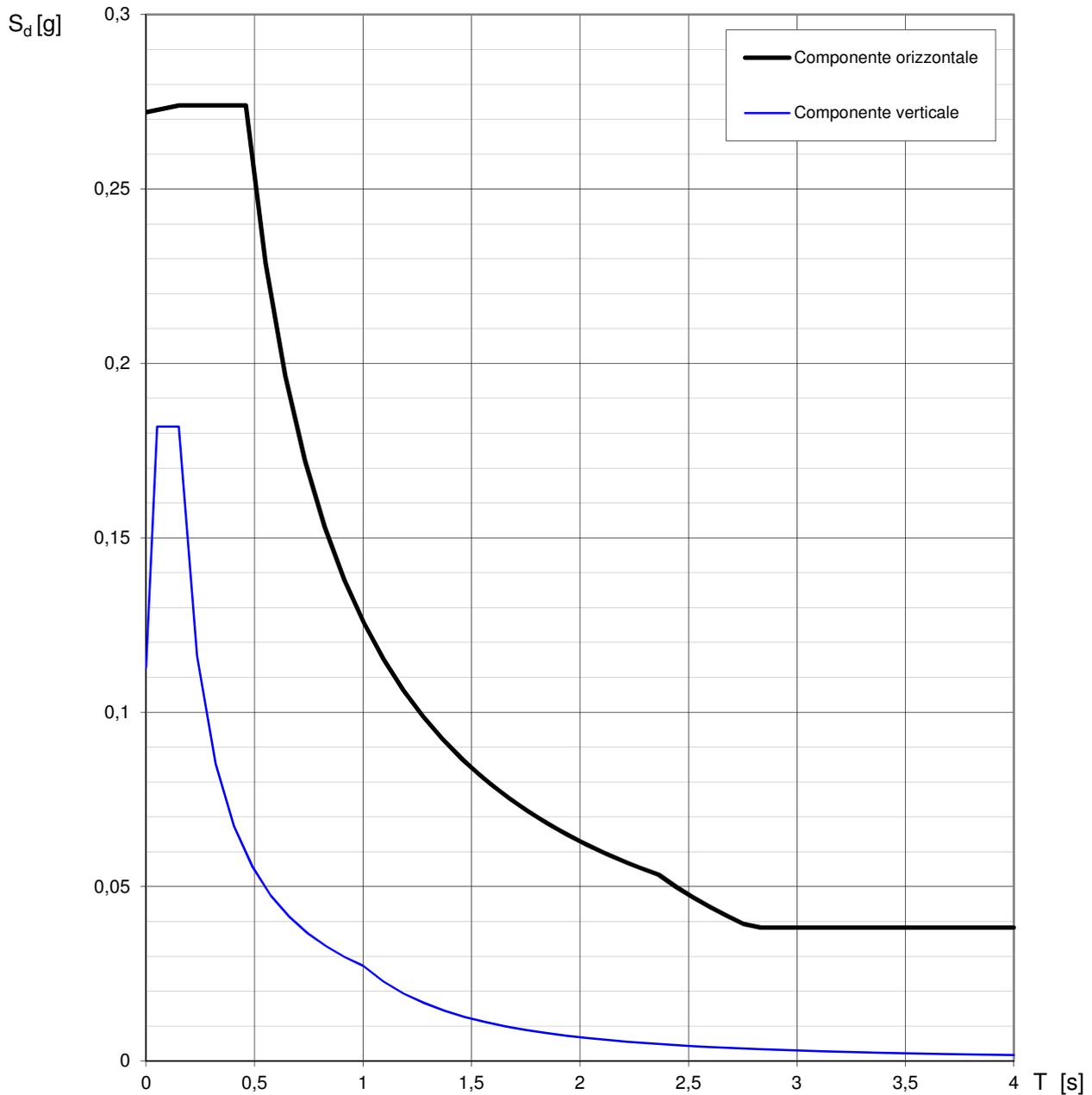
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD**



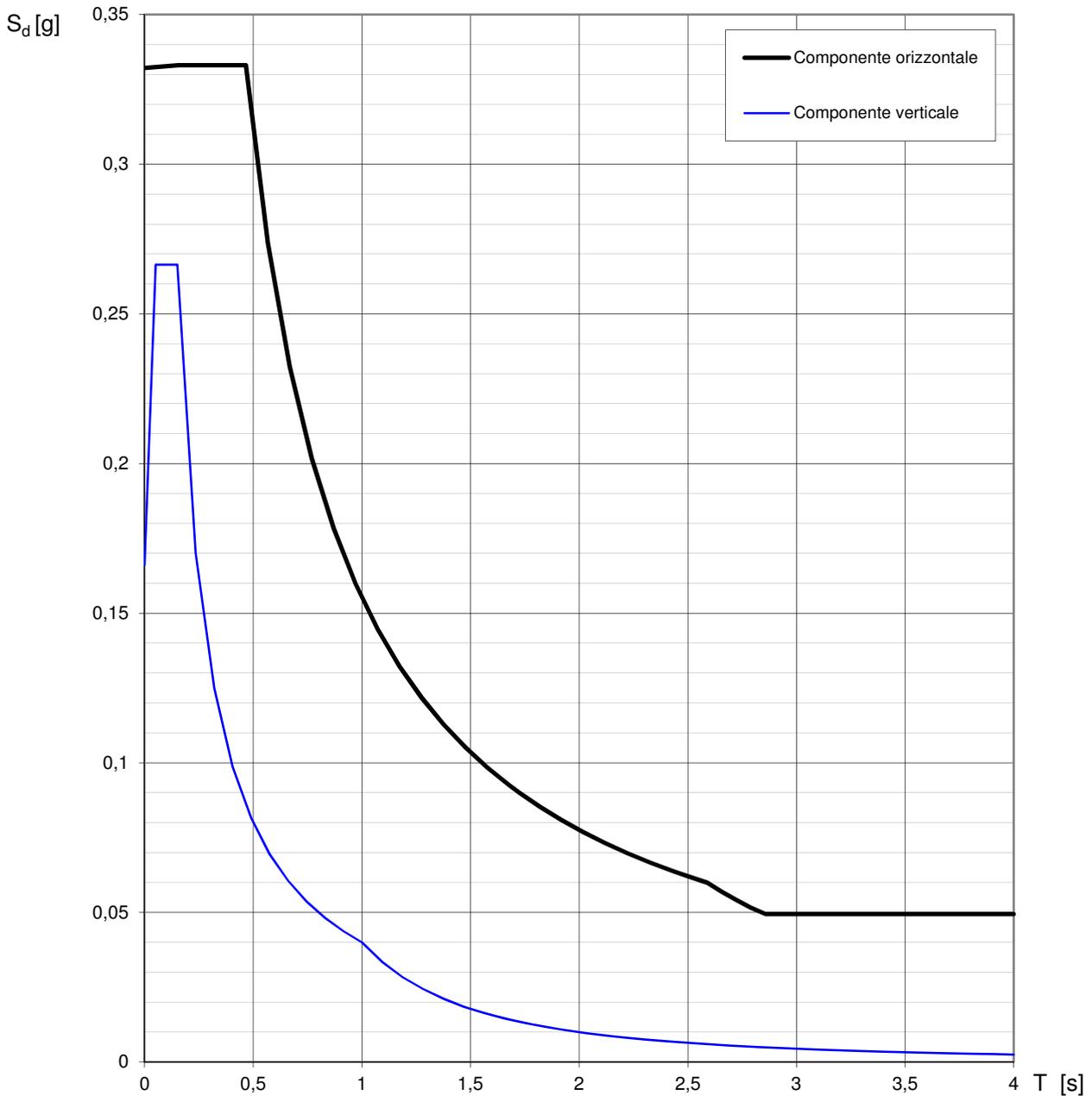
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV**



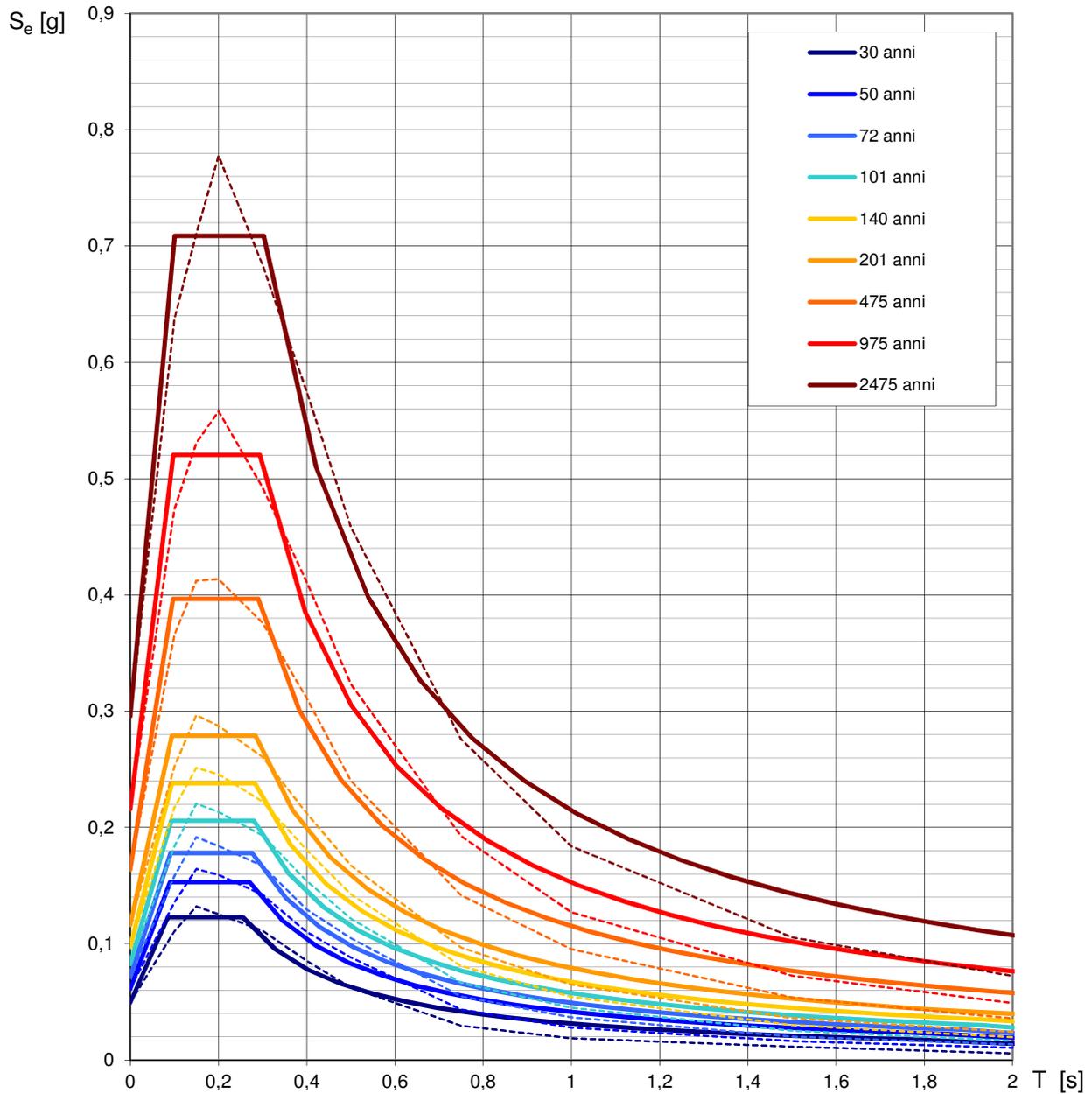
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC**



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



### NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

#### 4. CONCLUSIONI

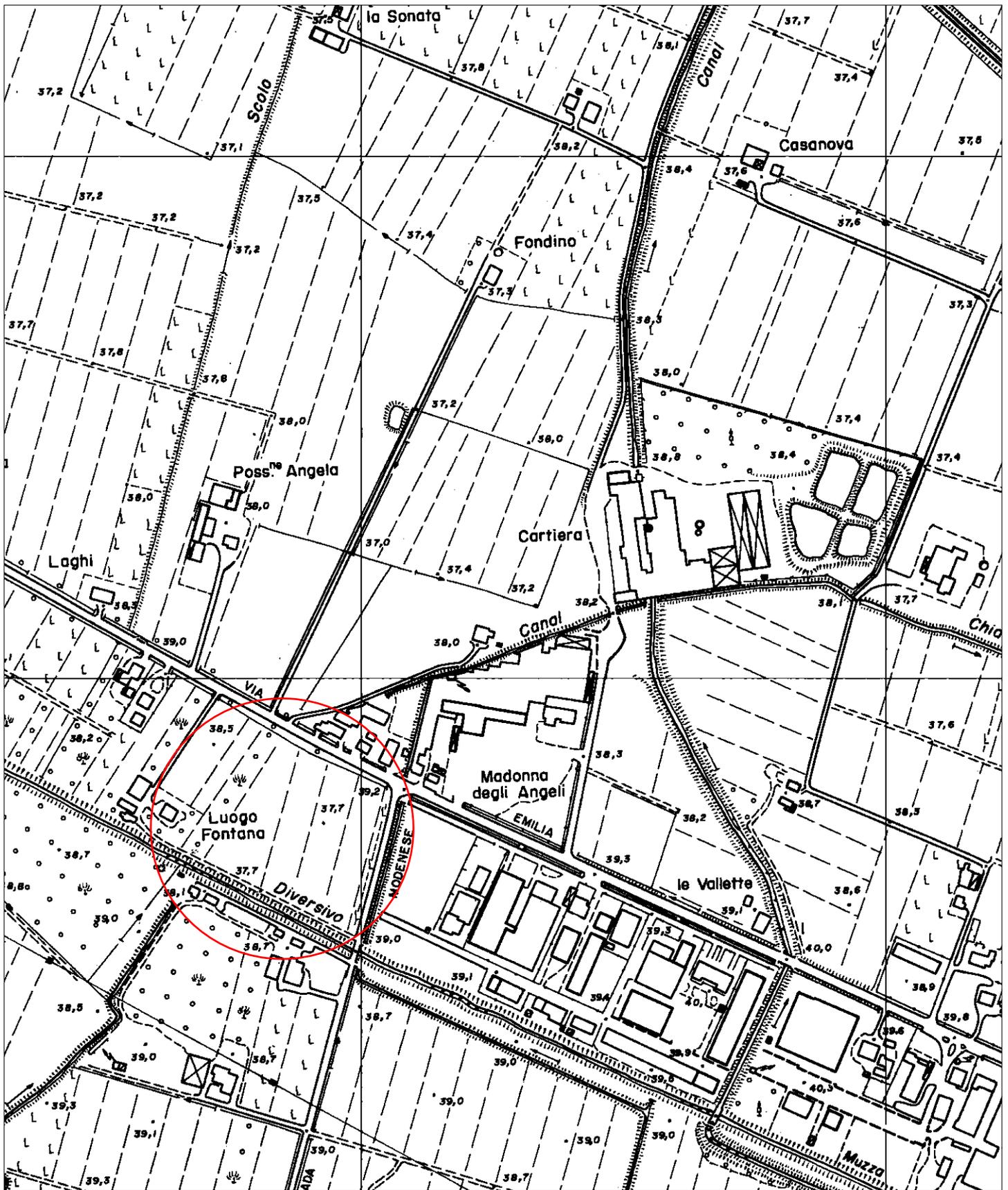
Sulla scorta di quanto emerso dal rilevamento diretto, dalla ricerca bibliografica e, soprattutto, dall'indagine geognostica appositamente effettuata (esecuzione di 3 prove penetrometriche ad infissione statica ed un'indagine sismica) nonché da altre indagini eseguite nelle vicinanze su terreni del tutto simili, si può affermare che, da un punto di vista geologico-geotecnico e sismico generale e particolare, il lotto di terreno oggetto della presente indagine costituente il lotto B di un'area denominata Rotonda Ovest, sito in Comune di Castelfranco Emilia ed identificato nella planimetria allegata, è idoneo ad ospitare l'intervento edilizio che la Proprietà intende eseguire.

Per quanto riguarda le opere fondazionali, vista la presenza dello strato a debole capacità portante presente a partire da circa 3,5÷4 metri di profondità dal piano campagna attuale, nel caso in cui si preveda di ricorrere al tipo diretto superficiale, si consiglia di fare affidamento a carichi unitari massimi, in termini di tensioni ammissibili, dell'ordine di 0,8 kg/cm<sup>2</sup>.

Qualora l'entità dei carichi trasmessi fosse molto elevata, non è da escludere di ricorrere a fondazioni profonde (pali), nel qual caso sarebbe auspicabile, in fase di progetto esecutivo, ampliare l'indagine mediante esecuzione di sondaggi mirati alla caratterizzazione della continuità e della consistenza dello strato ghiaioso sul quale andrebbero appoggiati i pali di fondazione.

**intergeo S.R.L.**  
41100 MODENA - VIA AUSTRIA, 24  
TEL. 059/313999 - FAX 059/454827  
E-MAIL: info@intergeosrl.it  
C.C.I.A.A. 173472  
P. IVA e C. F. 00623030368





**COMM: C/O ARCH. GASPERINI**  
**LOCALITA': Rotonda Ovest - Castelfranco Emilia (MO)**



**Ubicazione area di indagine**

VERDE - mq 143

CICLABILE - 592 mq

LOTTO A

VERDE PUBBLICO  
IN AREA PRIVATA  
mq 553

Media struttura  
ALIMENTARI/NON ALIMENTARI  
2.050 mq SC

4 P.A.  
largh. 250

12 P.A.  
largh. 250

14 P.A.  
largh. 270

10 P.A.  
largh. 270

10 P.A.  
largh. 270

P3-P4  
125 P.A.

10 P.A.  
largh. 250

10 P.A.  
largh. 250

17 P.A.  
largh. 270

3 P.A.  
largh. 260

6 P.A.  
largh. 320

13 P.A.  
largh. 250

VERDE PUBBLICO - mq 370

**VERIFICA PARCHEGGI PUBBLICI E PRIVATI**

	DESTINAZIONE D'USO DEI FABBRICATI	MQ FABBRICATI	Parcheggi pubblici P1 richiesti (MQ)	Parcheggi pubblici P1 in progetto (MQ)	Parcheggi pertin. e priv. P3-P4 richiesti (p.a.)	Parcheggi pertin. e priv. P3-P4 in progetto (p.a.)
1	Medio piccola struttura di vendita (USO U.4.2) ALIMENTARE/NON ALIMENTARE	2.050 (SC) 1.320 (SV)	820 mq (ART. 5.5.16 del RUE vigente 40 mq/100 mq SC)		102 p.a. (ART. 5.5.14 del RUE vigente 1 p.a. ogni 13 mq di SV da 800 a 1.500 mq)	102 p.a.
2	Pubblico esercizio (USO U.7) - RISTORANTE	380 (SC)	152 mq (ART. 5.5.16 del RUE vigente 40 mq/100 mq SC)		16 p.a. (ART. 5.5.14 del RUE vigente 4 p.a./100 mq SC)	16 p.a.
3	Media struttura non alimentare	300 (SC) 260 (SV)	120 mq (ART. 5.5.16 del RUE vigente 40 mq/100 mq SC)		7 p.a. (ART. 5.5.14 del RUE vigente 1 p.a. ogni 40 mq di SV fino a 400 mq)	7 p.a.
	TOTALE	2.730 (SC)	1.092 mq	1.135 mq	125 p.a.	125 p.a.
			P1 in progetto > P1 richiesti 1.135 mq > 1.092 mq <b>VERIFICATO</b>		P3-P4 in progetto = P3-P4 richiesti 125 p.a. = 125 p.a. <b>VERIFICATO</b>	

**VERIFICA AREE DI CESSIONE "U" (VERDE + PISTA CICLABILE)**

Quantità minima aree "U" richiesta: mq 60/100 mq di SC = 0,6 x mq 2.730 = 1.638 mq  
"U" in progetto mq 1.658 > "U" min. richiesta mq 1.638 - **VERIFICATO**

PARCH. PUBBL.  
P1-P2  
695 mq

PARCH. PUBBL.  
P1-P2  
440 mq

1 ●  
Media struttura  
300 mq SC

3 ●  
Ristorante  
380 mq di SC

2 ●

LOTTO B

CABINA  
ENEL

VIA AUSTRIA, 24 - 41122 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **26/17**

Data emissione: 17/02/17

Committente : C/O ARCH. GASPERINI

Località : ROTONDA OVEST-CASTELFRANCO EMILIA (MO)

Prova numero : 1

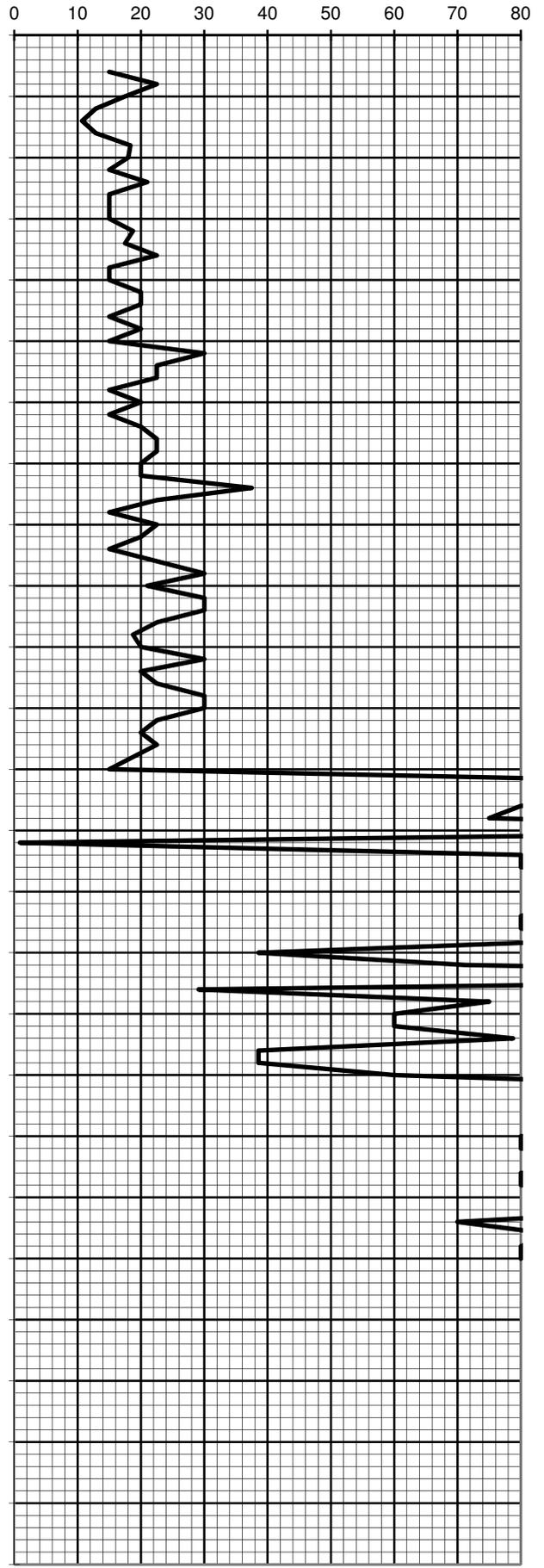
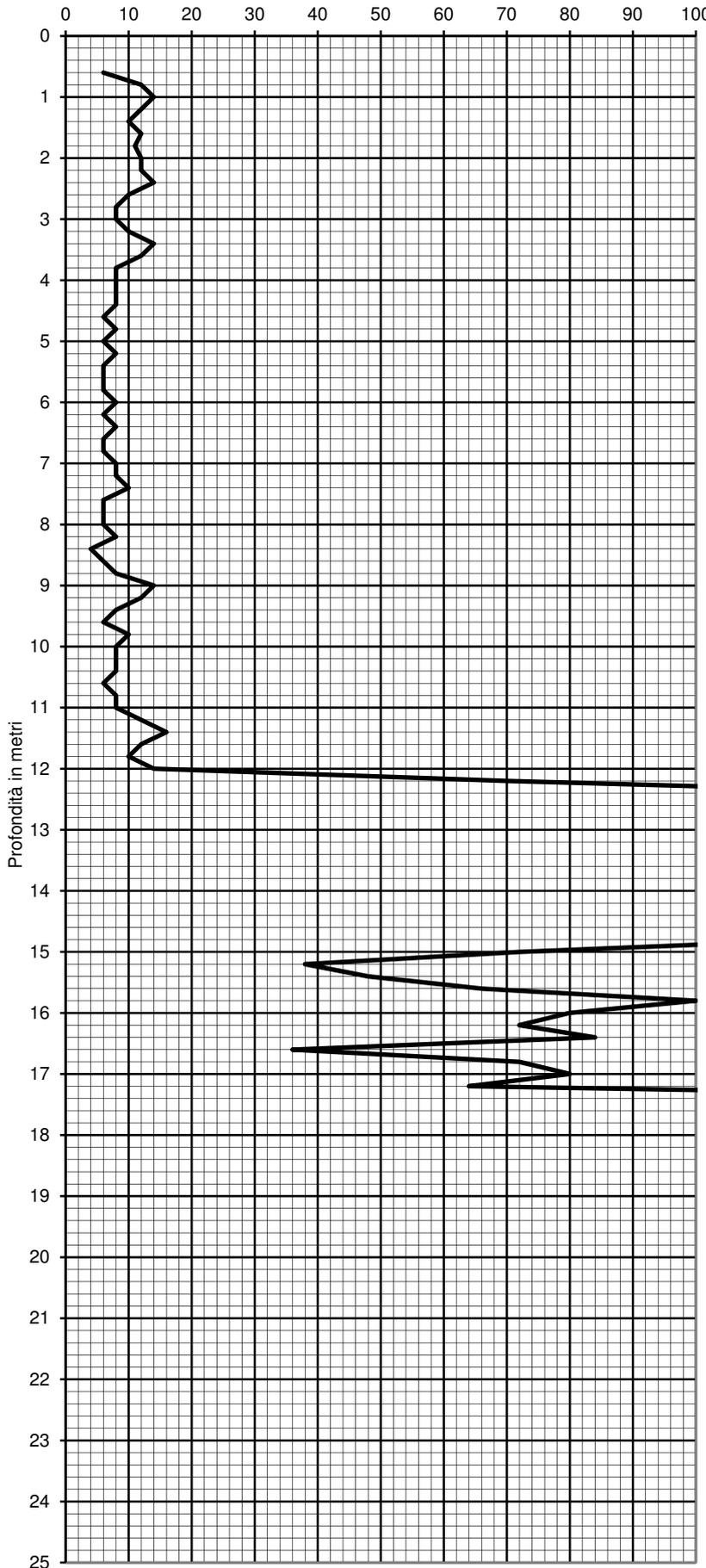
Data : 17/02/2017

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta Rp (kg/cm<sup>2</sup>)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm <sup>2</sup> )	P + L (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	6	12	6	0.40	15.00
0.80	12	20	12	0.53	22.50
1.00	14	26	14	0.80	17.50
1.20	12	26	12	0.93	12.86
1.40	10	24	10	0.93	10.71
1.60	12	26	12	0.93	12.86
1.80	11	20	11	0.60	18.33
2.00	12	22	12	0.67	18.00
2.20	12	24	12	0.80	15.00
2.40	14	24	14	0.67	21.00
2.60	10	20	10	0.67	15.00
2.80	8	16	8	0.53	15.00
3.00	8	16	8	0.53	15.00
3.20	10	18	10	0.53	18.75
3.40	14	26	14	0.80	17.50
3.60	12	20	12	0.53	22.50
3.80	8	16	8	0.53	15.00
4.00	8	16	8	0.53	15.00
4.20	8	14	8	0.40	20.00
4.40	8	14	8	0.40	20.00
4.60	6	12	6	0.40	15.00
4.80	8	14	8	0.40	20.00
5.00	6	12	6	0.40	15.00
5.20	8	12	8	0.27	30.00
5.40	6	10	6	0.27	22.50
5.60	6	10	6	0.27	22.50
5.80	6	12	6	0.40	15.00
6.00	8	14	8	0.40	20.00
6.20	6	12	6	0.40	15.00
6.40	8	14	8	0.40	20.00
6.60	6	10	6	0.27	22.50
6.80	6	10	6	0.27	22.50
7.00	8	14	8	0.40	20.00
7.20	8	14	8	0.40	20.00
7.40	10	14	10	0.27	37.50
7.60	6	10	6	0.27	22.50
7.80	6	12	6	0.40	15.00
8.00	6	10	6	0.27	22.50
8.20	8	14	8	0.40	20.00
8.40	4	8	4	0.27	15.00
8.60	6	10	6	0.27	22.50
8.80	8	12	8	0.27	30.00
9.00	14	24	14	0.67	21.00
9.20	12	18	12	0.40	30.00
9.40	8	12	8	0.27	30.00
9.60	6	10	6	0.27	22.50
9.80	10	18	10	0.53	18.75
10.00	8	14	8	0.40	20.00
10.20	8	12	8	0.27	30.00
10.40	8	14	8	0.40	20.00
10.60	6	10	6	0.27	22.50
10.80	8	12	8	0.27	30.00
11.00	8	12	8	0.27	30.00
11.20	12	20	12	0.53	22.50
11.40	16	28	16	0.80	20.00
11.60	12	20	12	0.53	22.50
11.80	10	18	10	0.53	18.75
12.00	14	28	14	0.93	15.00
12.20	70	80	70	0.67	105.00
12.40	140	160	140	1.33	105.00
12.60	180		180		
12.80	200	240	200	2.67	75.00
13.00	200	220	200	1.33	150.00
13.20	180	3200	180	201.33	0.89
13.40	240		240		
13.60	300		300		
13.80	180	200	180	1.33	135.00
14.00	140	160	140	1.33	105.00
14.20	120	140	120	1.33	90.00
14.40	180		180		
14.60	240		240		
14.80	120	140	120	1.33	90.00
15.00	72	100	72	1.87	38.57

Prof. (m)	P (kg/cm <sup>2</sup> )	P + L (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI [-]
15.20	38	46	38	0.53	71.25
15.40	48	52	48	0.27	180.00
15.60	66	100	66	2.27	29.12
15.80	100	120	100	1.33	75.00
16.00	80	100	80	1.33	60.00
16.20	72	90	72	1.20	60.00
16.40	84	100	84	1.07	78.75
16.60	36	50	36	0.93	38.57
16.80	72	100	72	1.87	38.57
17.00	80	100	80	1.33	60.00
17.20	64	72	64	0.53	120.00
17.40	180	200	180	1.33	135.00
17.60	200	220	200	1.33	150.00
17.80	140	160	140	1.33	105.00
18.00	180		180		
18.20	220		220		
18.40	180	200	180	1.33	135.00
18.60	240		240		
18.80	300		300		
19.00	180	200	180	1.33	135.00
19.20	140	160	140	1.33	105.00
19.40	140	170	140	2.00	70.00
19.60	170	200	170	2.00	85.00
19.80	200		200		
20.00	240		240		
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

VIA AUSTRIA, 24 - 41122 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **27/17**

Data emissione: 17/02/17

Committente : C/O ARCH. GASPERINI

Località : ROTONDA OVEST-CASTELFRANCO EMILIA (MO)

Prova numero : 2

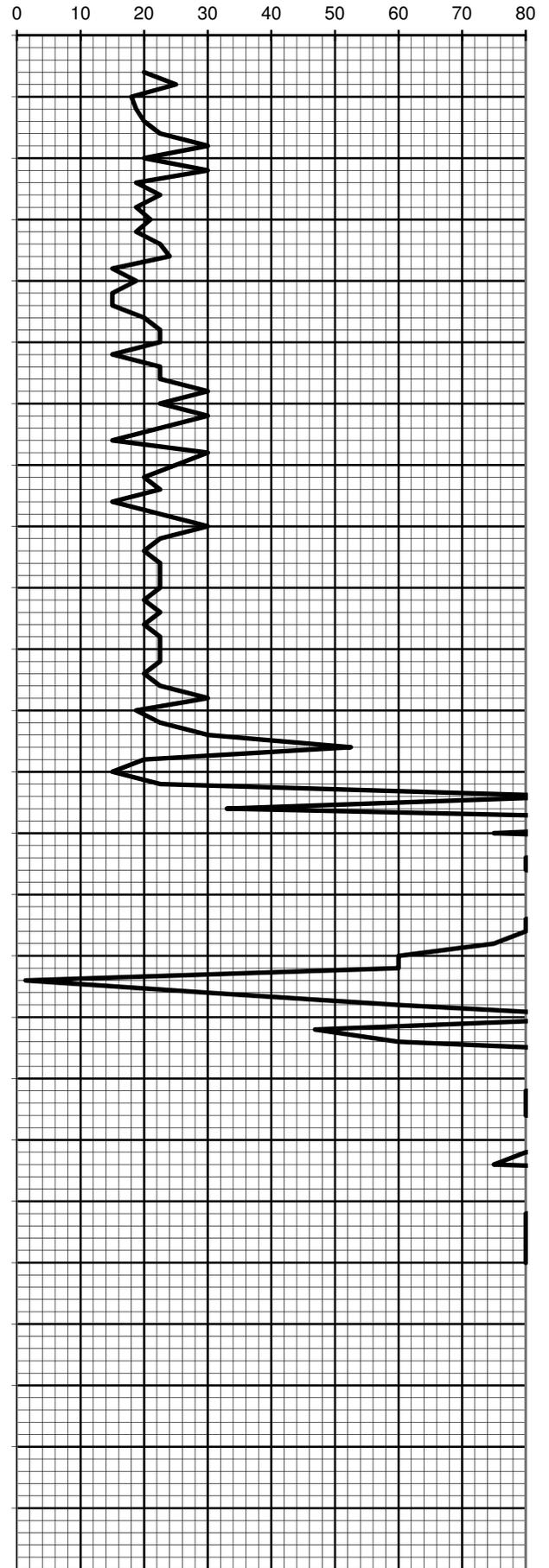
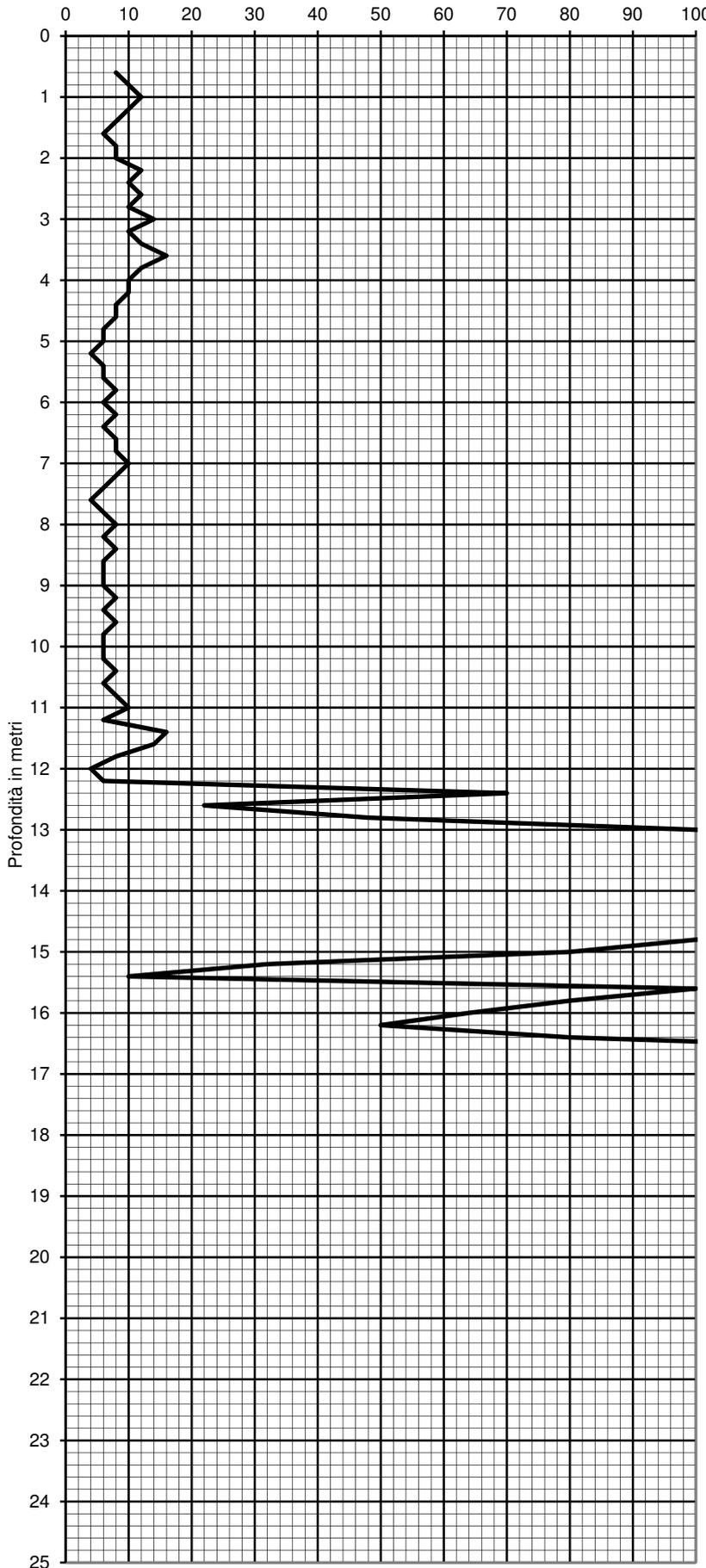
Data : 17/02/2017

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta Rp (kg/cm<sup>2</sup>)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm <sup>2</sup> )	P + L (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	8	14	8	0.40	20.00
0.80	10	16	10	0.40	25.00
1.00	12	22	12	0.67	18.00
1.20	10	18	10	0.53	18.75
1.40	8	14	8	0.40	20.00
1.60	6	10	6	0.27	22.50
1.80	8	12	8	0.27	30.00
2.00	8	14	8	0.40	20.00
2.20	12	18	12	0.40	30.00
2.40	10	18	10	0.53	18.75
2.60	12	20	12	0.53	22.50
2.80	10	18	10	0.53	18.75
3.00	14	24	14	0.67	21.00
3.20	10	18	10	0.53	18.75
3.40	12	20	12	0.53	22.50
3.60	16	26	16	0.67	24.00
3.80	12	24	12	0.80	15.00
4.00	10	18	10	0.53	18.75
4.20	10	20	10	0.67	15.00
4.40	8	16	8	0.53	15.00
4.60	8	14	8	0.40	20.00
4.80	6	10	6	0.27	22.50
5.00	6	10	6	0.27	22.50
5.20	4	8	4	0.27	15.00
5.40	6	10	6	0.27	22.50
5.60	6	10	6	0.27	22.50
5.80	8	12	8	0.27	30.00
6.00	6	10	6	0.27	22.50
6.20	8	12	8	0.27	30.00
6.40	6	10	6	0.27	22.50
6.60	8	16	8	0.53	15.00
6.80	8	12	8	0.27	30.00
7.00	10	16	10	0.40	25.00
7.20	8	14	8	0.40	20.00
7.40	6	10	6	0.27	22.50
7.60	4	8	4	0.27	15.00
7.80	6	10	6	0.27	22.50
8.00	8	12	8	0.27	30.00
8.20	6	10	6	0.27	22.50
8.40	8	14	8	0.40	20.00
8.60	6	10	6	0.27	22.50
8.80	6	10	6	0.27	22.50
9.00	6	10	6	0.27	22.50
9.20	8	14	8	0.40	20.00
9.40	6	10	6	0.27	22.50
9.60	8	14	8	0.40	20.00
9.80	6	10	6	0.27	22.50
10.00	6	10	6	0.27	22.50
10.20	6	10	6	0.27	22.50
10.40	8	14	8	0.40	20.00
10.60	6	10	6	0.27	22.50
10.80	8	12	8	0.27	30.00
11.00	10	18	10	0.53	18.75
11.20	6	10	6	0.27	22.50
11.40	16	24	16	0.53	30.00
11.60	14	18	14	0.27	52.50
11.80	8	14	8	0.40	20.00
12.00	4	8	4	0.27	15.00
12.20	6	10	6	0.27	22.50
12.40	70	82	70	0.80	87.50
12.60	22	32	22	0.67	33.00
12.80	48	54	48	0.40	120.00
13.00	100	120	100	1.33	75.00
13.20	180	200	180	1.33	135.00
13.40	200		200		
13.60	240		240		
13.80	120	140	120	1.33	90.00
14.00	180	200	180	1.33	135.00
14.20	140	160	140	1.33	105.00
14.40	240		240		
14.60	300		300		
14.80	100	120	100	1.33	75.00
15.00	80	100	80	1.33	60.00

Prof. (m)	P (kg/cm <sup>2</sup> )	P + L (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI [-]
15.20	32	40	32	0.53	60.00
15.40	10	120	10	7.33	1.36
15.60	100	150	100	3.33	30.00
15.80	80	100	80	1.33	60.00
16.00	64	74	64	0.67	96.00
16.20	50	66	50	1.07	46.88
16.40	80	100	80	1.33	60.00
16.60	140	160	140	1.33	105.00
16.80	180	200	180	1.33	135.00
17.00	180	200	180	1.33	135.00
17.20	240		240		
17.40	300		300		
17.60	240		240		
17.80	180	200	180	1.33	135.00
18.00	140	160	140	1.33	105.00
18.20	200		200		
18.40	200	240	200	2.67	75.00
18.60	180	200	180	1.33	135.00
18.80	140	160	140	1.33	105.00
19.00	130	150	130	1.33	97.50
19.20	200		200		
19.40	300		300		
19.60	240		240		
19.80	300		300		
20.00	300		300		
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

VIA AUSTRIA, 24 - 41122 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **28/17**

Data emissione: 17/02/17

Committente : C/O ARCH. GASPERINI

Località : ROTONDA OVEST-CASTELFRANCO EMILIA (MO)

Prova numero : 3

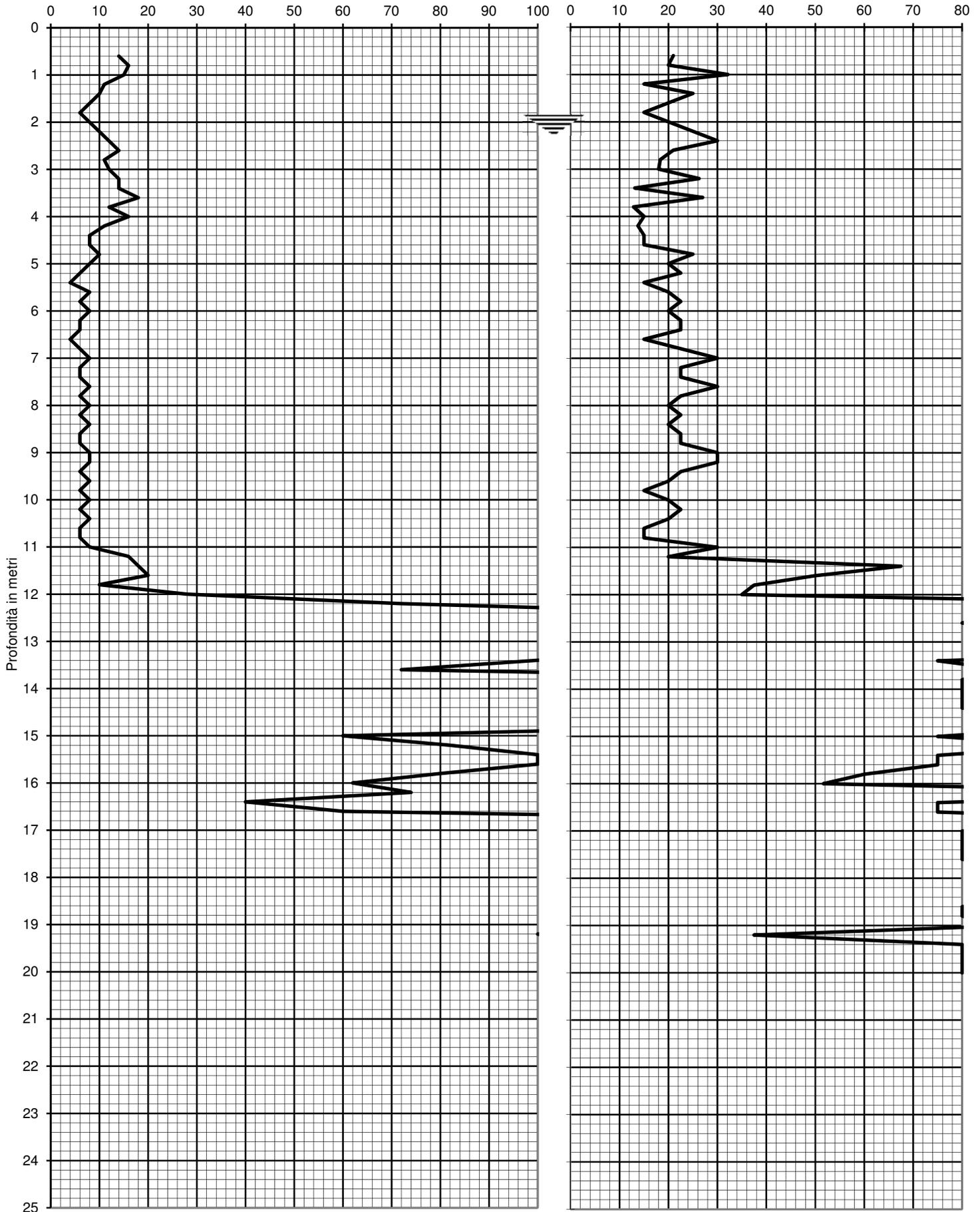
Data : 17/02/2017

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta Rp (kg/cm<sup>2</sup>)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm <sup>2</sup> )	P + L (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	14	24	14	0.67	21.00
0.80	16	28	16	0.80	20.00
1.00	15	22	15	0.47	32.14
1.20	11	22	11	0.73	15.00
1.40	10	16	10	0.40	25.00
1.60	8	14	8	0.40	20.00
1.80	6	12	6	0.40	15.00
2.00	8	14	8	0.40	20.00
2.20	10	16	10	0.40	25.00
2.40	12	18	12	0.40	30.00
2.60	14	24	14	0.67	21.00
2.80	11	20	11	0.60	18.33
3.00	12	22	12	0.67	18.00
3.20	14	22	14	0.53	26.25
3.40	14	30	14	1.07	13.13
3.60	18	28	18	0.67	27.00
3.80	12	26	12	0.93	12.86
4.00	16	32	16	1.07	15.00
4.20	11	23	11	0.80	13.75
4.40	8	16	8	0.53	15.00
4.60	8	16	8	0.53	15.00
4.80	10	16	10	0.40	25.00
5.00	8	14	8	0.40	20.00
5.20	6	10	6	0.27	22.50
5.40	4	8	4	0.27	15.00
5.60	8	14	8	0.40	20.00
5.80	6	10	6	0.27	22.50
6.00	8	14	8	0.40	20.00
6.20	6	10	6	0.27	22.50
6.40	6	10	6	0.27	22.50
6.60	4	8	4	0.27	15.00
6.80	6	10	6	0.27	22.50
7.00	8	12	8	0.27	30.00
7.20	6	10	6	0.27	22.50
7.40	6	10	6	0.27	22.50
7.60	8	12	8	0.27	30.00
7.80	6	10	6	0.27	22.50
8.00	8	14	8	0.40	20.00
8.20	6	10	6	0.27	22.50
8.40	8	14	8	0.40	20.00
8.60	6	10	6	0.27	22.50
8.80	6	10	6	0.27	22.50
9.00	8	12	8	0.27	30.00
9.20	8	12	8	0.27	30.00
9.40	6	10	6	0.27	22.50
9.60	8	14	8	0.40	20.00
9.80	6	12	6	0.40	15.00
10.00	8	14	8	0.40	20.00
10.20	6	10	6	0.27	22.50
10.40	8	14	8	0.40	20.00
10.60	6	12	6	0.40	15.00
10.80	6	12	6	0.40	15.00
11.00	8	12	8	0.27	30.00
11.20	16	28	16	0.80	20.00
11.40	18	22	18	0.27	67.50
11.60	20	26	20	0.40	50.00
11.80	10	14	10	0.27	37.50
12.00	28	40	28	0.80	35.00
12.20	72	80	72	0.53	135.00
12.40	140	160	140	1.33	105.00
12.60	180		180		
12.80	240	260	240	1.33	180.00
13.00	200	220	200	1.33	150.00
13.20	180	200	180	1.33	135.00
13.40	100	120	100	1.33	75.00
13.60	72	84	72	0.80	90.00
13.80	180		180		
14.00	240		240		
14.20	240		240		
14.40	300		300		
14.60	180	200	180	1.33	135.00
14.80	140	160	140	1.33	105.00
15.00	60	72	60	0.80	75.00

Prof. (m)	P (kg/cm <sup>2</sup> )	P + L (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI [-]
15.20	82	94	82	0.80	102.50
15.40	100	120	100	1.33	75.00
15.60	100	120	100	1.33	75.00
15.80	80	100	80	1.33	60.00
16.00	62	80	62	1.20	51.67
16.20	74	82	74	0.53	138.75
16.40	40	48	40	0.53	75.00
16.60	60	72	60	0.80	75.00
16.80	180	200	180	1.33	135.00
17.00	240		240		
17.20	300		300		
17.40	140		140		
17.60	160		160		
17.80	180	200	180	1.33	135.00
18.00	120	140	120	1.33	90.00
18.20	180	200	180	1.33	135.00
18.40	140	160	140	1.33	105.00
18.60	200		200		
18.80	240		240		
19.00	120	140	120	1.33	90.00
19.20	100	140	100	2.67	37.50
19.40	180		180		
19.60	240		240		
19.80	240		240		
20.00	300		300		
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

**REGIONE EMILIA-ROMAGNA  
PROVINCIA DI MODENA  
COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA**

**RELAZIONE DI INDAGINE GEOFISICA**

**RILIEVO SISMICO A RIFRAZIONE (MASW)**

Via Carracci

Castelfranco Emilia (MO)

RIF. INTERNO: 3774

**INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. NORMATIVA D.M. 14/01/2008 .....</b>	<b>4</b>
<b>4. INDAGINI GEOFISICHE DI TIPO SISMICO A RIFRAZIONE (MASW) .....</b>	<b>6</b>
<b>5. ELABORAZIONE ONDE SISMICHE – VS – METODO M.A.S.W. ....</b>	<b>7</b>
<b>6. NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (D.M. 14.01.2008).....</b>	<b>12</b>

**INDICE DEGLI ALLEGATI**

FIGURA 1: ESTRATTO DI CARTA TOPOGRAFICA R.E.R. N. 202-SO "NONANTOLA" - SCALA 1:25.000 .....	3
FIGURA 2: ESTRATTO DI CARTA TECNICA REGIONALE N. 202130 – "GAGGIO" - SCALA 1:10.000.....	4
FIGURA 3: ESTRATTO DI CARTA TECNICA REGIONALE N. 202133 " SANT'ANNA " - SCALA 1:5.000 .....	4
FIGURA 4: UBICAZIONE INDAGINI GEOFISICHE .....	6
FIGURA 5: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINE MASW.....	7
FIGURA 6: ANDAMENTO TRACCE SISMICHE RILEVATE .....	8
FIGURA 7: ANDAMENTO DELL'ANALISI SPETTRALE.....	9
FIGURA 8: TABELLA RIPORTANTE I VALORI DELLA CURVA DI DISPERSIONE.....	9
FIGURA 9: ANDAMENTO DELLA CURVA DI DISPERSIONE .....	10
FIGURA 10: ANDAMENTO DELLA CURVA OTTENUTA CON IL PROCESSO DI INVERSIONE .....	10
FIGURA 11: ANDAMENTO IN PROFONDITA' DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO .....	11
FIGURA 12: ANDAMENTO DELLA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO .....	12
FIGURA 13: ANDAMENTO DEL FATTORE DI DISADATTAMENTO .....	12
FIGURA 14: TABELLA DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO E CARATTERISTICHE DEGLI STRATI IN PROFONDITA'.....	12

## 1. PREMESSA

Su incarico della Committenza, abbiamo provveduto alla stesura della presente relazione, finalizzata alla elaborazione delle indagini geofisiche effettuate con il metodo sismico a rifrazione ai fini della determinazione della caratterizzazione sismica del terreno di fondazione ai sensi del testo unitario "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14.01.2008).

L'area interessata dall'indagine geofisica è ubicata in **Comune di Castelfranco Emilia (MO)**, in **Via Carracci**.

Allo scopo di determinare le caratteristiche geofisiche dei terreni presenti, in data **16/11/2016** è stata condotta un'indagine diretta in sito di tipo sismico a rifrazione con determinazione sperimentale mediante inversione (Metodo MASW) del valore di  $V_{s,30}$ .

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Geograficamente l'area in esame risulta compresa all'interno della seguente documentazione cartografica:

Cartografia Regionale

- **Carta Topografica R.E.R. nr. 202-SO denominata "NONANTOLA" – scala 1:25.000;**
- **Sezione R.E.R. nr. 202130 denominata "GAGGIO" – scala 1:10.000;**
- **Elemento R.E.R. nr. 202133 denominato "SATN'ANNA" – scala 1:5.000.**

**Figura 1: ESTRATTO DI CARTA TOPOGRAFICA R.E.R. N. 202-SO "NONANTOLA" - SCALA 1:25.000**

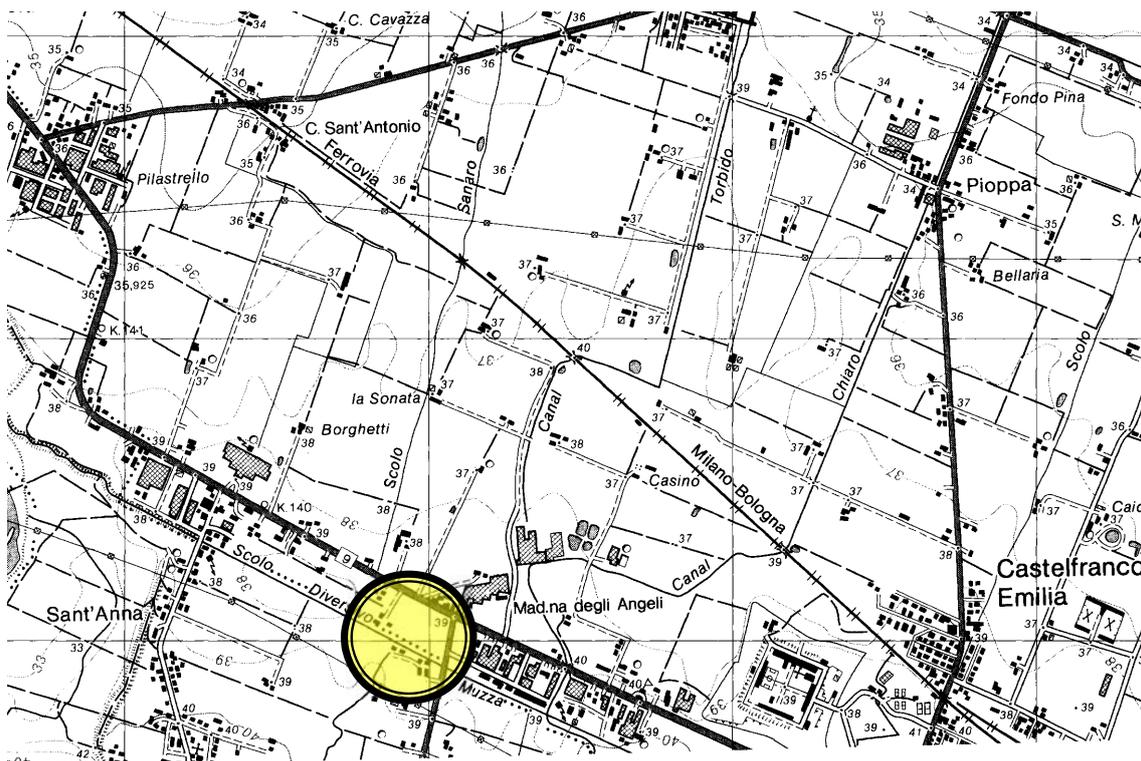


Figura 2: ESTRATTO DI CARTA TECNICA REGIONALE N. 202130 – “GAGGIO” - SCALA 1:10.000

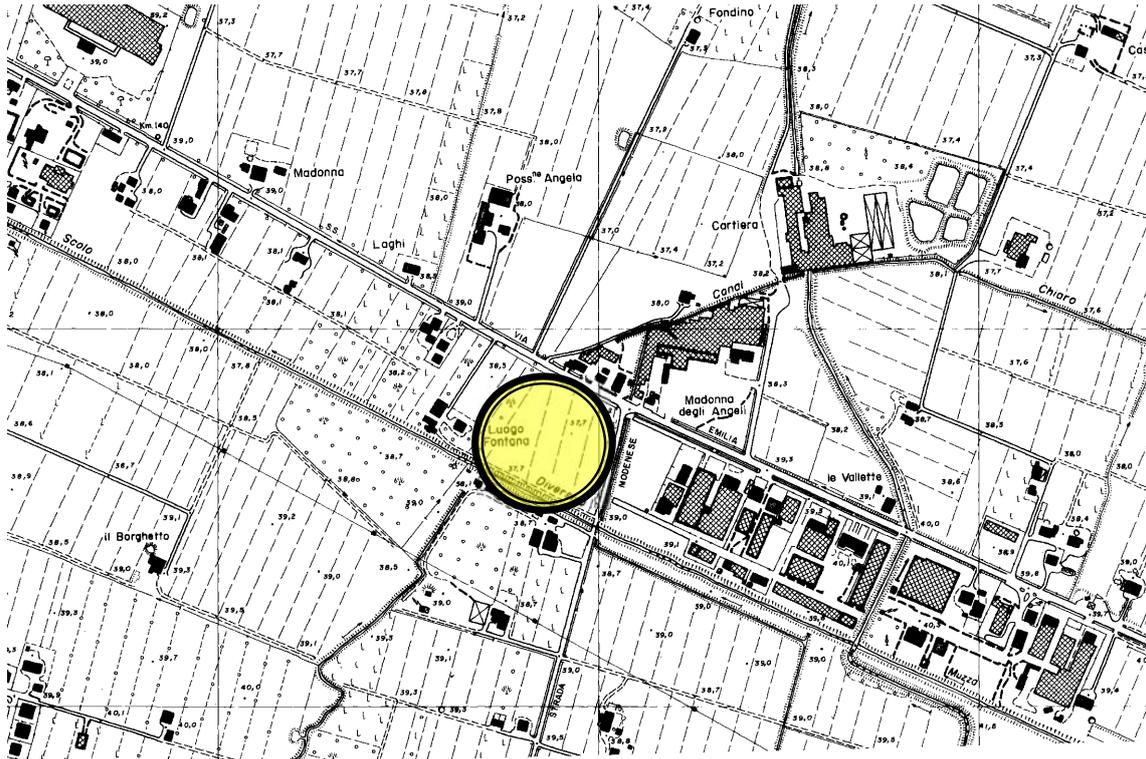
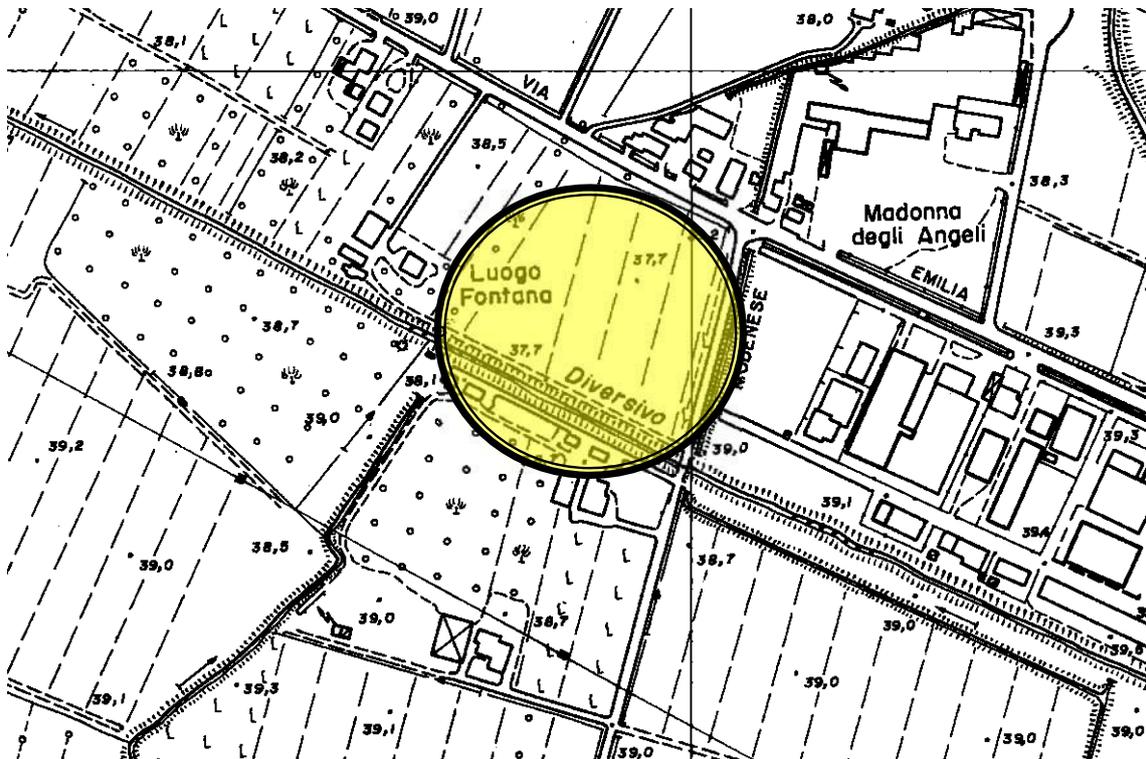


Figura 3: ESTRATTO DI CARTA TECNICA REGIONALE N. 202133 " SANT'ANNA " - SCALA 1:5.000



### 3. NORMATIVA D.M. 14/01/2008

Il D.M. 14.01.2008 prevede una classificazione dei terreni in base alla loro condizione topografica che deve essere considerata nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Il D.M. del 14.01.2008 prescrive che le azioni sismiche su ciascuna struttura sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$ , ricavato moltiplicando la vita nominale dell'opera  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ , definito al variare della classe d'uso dell'opera stessa. La presente normativa stabilisce che gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso. Gli stati limite di esercizio sono lo Stato Limite di Operatività (SLO) e lo Stato Limite di Danno (SLD), mentre gli stati limite ultimi sono lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e lo Stato Limite di Collasso (SLC).

Il D.M. 14.01.2008 stabilisce che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulle categorie di sottosuolo di riferimento e sulle condizioni topografiche del sito.

Ai fini dell'identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si essere effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,30}$  entro i primi 30 m di profondità. Nei casi in cui tale determinazione non sia possibile, la classificazione può essere effettua in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test)  $N_{SPT,30}$  nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente  $c_{u,30}$  nei terreni prevalentemente a grana fina.

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,30}$  è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [m/s]$$

la resistenza penetrometrica dinamica equivalente  $N_{SPT,30}$  è definita dall'espressione:

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

la resistenza non drenata equivalente  $c_{u,30}$  è definita dall'espressione:

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

dove  $h_i$ ,  $V_{s,i}$ ,  $N_{SPT,i}$  e  $c_{u,i}$  sono rispettivamente lo spessore, la velocità delle onde di taglio  $V_s$ , il numero di colpi  $N_{SPT}$  e la resistenza non drenata  $c_u$  nell' $i$ -esimo strato compreso nei primi **30 m di profondità**.

Le categorie di sottosuolo di riferimento sono:

<b>Tipo A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>Tipo B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>Tipo C</b>	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>Tipo D</b>	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>Tipo E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D con spessore non superiore ai 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

La normativa prevede due categorie aggiuntive di sottosuolo per le quali è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno:

<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30} < 100$ m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili a liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Per quanto riguarda le condizioni topografiche, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

#### 4. INDAGINI GEOFISICHE DI TIPO SISMICO A RIFRAZIONE (MASW)

Al fine di determinare le caratteristiche geofisiche dei terreni interessati dalle opere di progetto è stata eseguita in data **16/11/2016**, nr. **1 base sismica** a rifrazione con sistema di acquisizione a 24 canali.

Si riporta di seguito l'elaborazione condotta e le caratteristiche dello stendimento sismico effettuato.

**Figura 4: UBICAZIONE INDAGINI GEOFISICHE**



Figura 5: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINE MASW



## 5. ELABORAZIONE ONDE SISMICHE – $V_s$ – METODO M.A.S.W.

La determinazione della velocità delle onde sismiche di taglio ( $V_s$ ) è stata effettuata mediante elaborazione con il metodo MASW, allo scopo di determinare la categoria sismica del terreno (A, B, C, D, E, S1, S2) secondo quanto indicato dalla Normativa Sismica (Ordinanza P.C.M. 2003 e s.m.i.) e dagli Eurocodici 7 e 8.

In base all'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente, non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è uno strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità ( $k$ ) - frequenza ( $f$ ) è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio  $f$ - $k$  è detta curva di dispersione sperimentale e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

### Modellizzazione

Con riferimento al modello geotecnico sintetico determinato con le indagini in sito, viene tracciata una curva di dispersione teorica che lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

In seguito, i parametri del modello geotecnico preliminare vengono modificati al fine di ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale. Questa fase, definita come processo di inversione, consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi caratterizzati da valori di rigidità differente.

### Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. Per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### Profondità di indagine

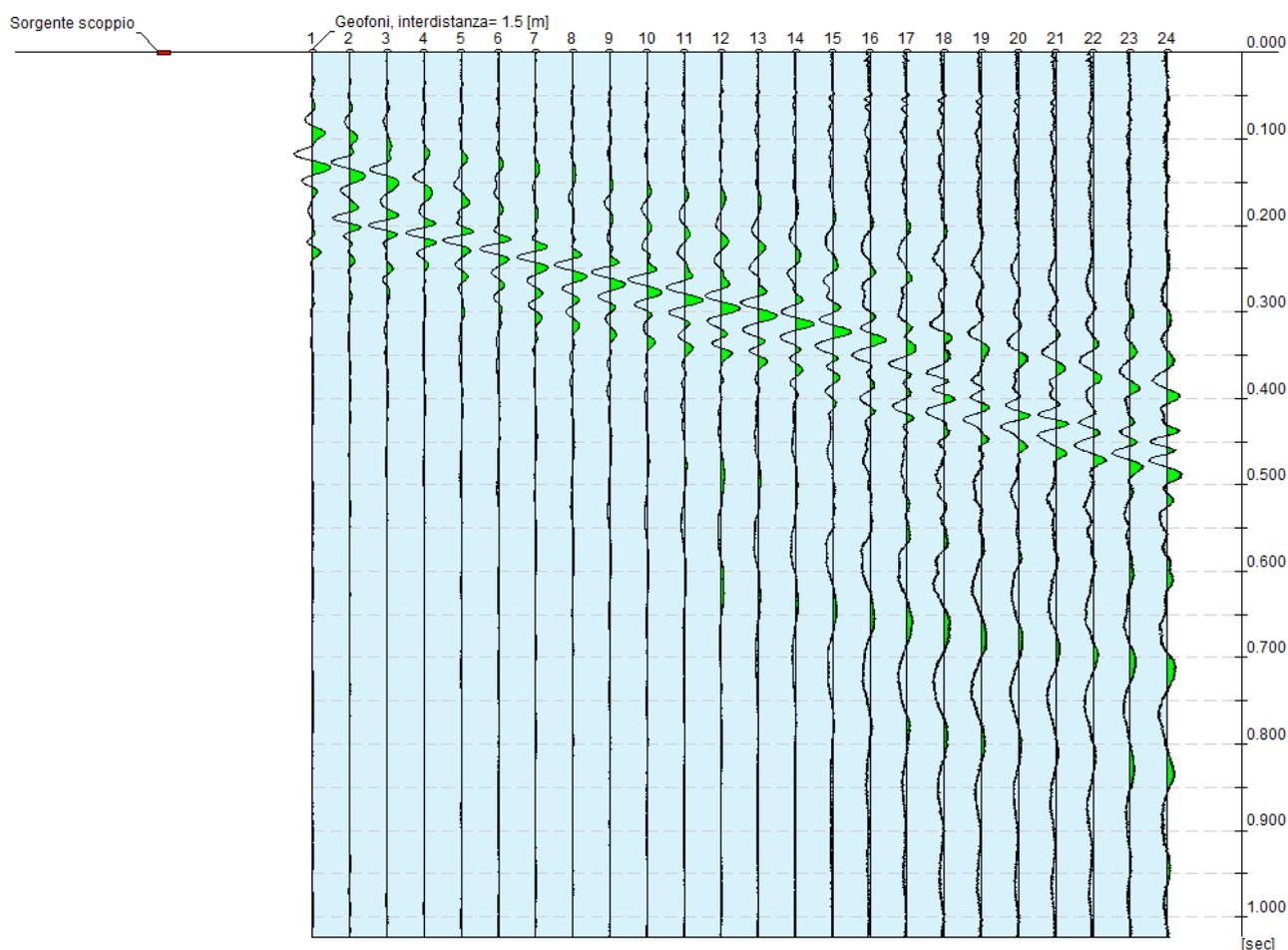
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Le indagini MASW sono state eseguite disponendo sul terreno 24 sensori velocimetrici (geofoni), posti ad intervallo costante, collegati ad un sismografo mediante un cavo multipolare. Dopo l'allestimento del dispositivo di ricezione si sono generate artificialmente le energizzazioni in corrispondenza di un punto prestabilito lungo il profilo. Nello stesso istante di partenza della vibrazione viene trasmesso al sismografo il comando di avvio della registrazione (trigger). Da questo istante inizia l'acquisizione digitale, con campionamento ad intervallo costante e predeterminato, dei segnali ricevuti dai sensori.

L'elaborazione ha riguardato l'intero campionamento della registrazione avente durata **1024 mS** e una frequenza di campionamento di **500  $\mu$ S**, per la quale si è tenuta in considerazione la traccia sismica rilevata a seguito dell'energizzazione effettuata mediante mazzetta battente in posizione di sparo **estremo SINISTRO** rispetto alla base sismica, con uno stendimento avente un interasse geofonico pari a **1,50 ml**.

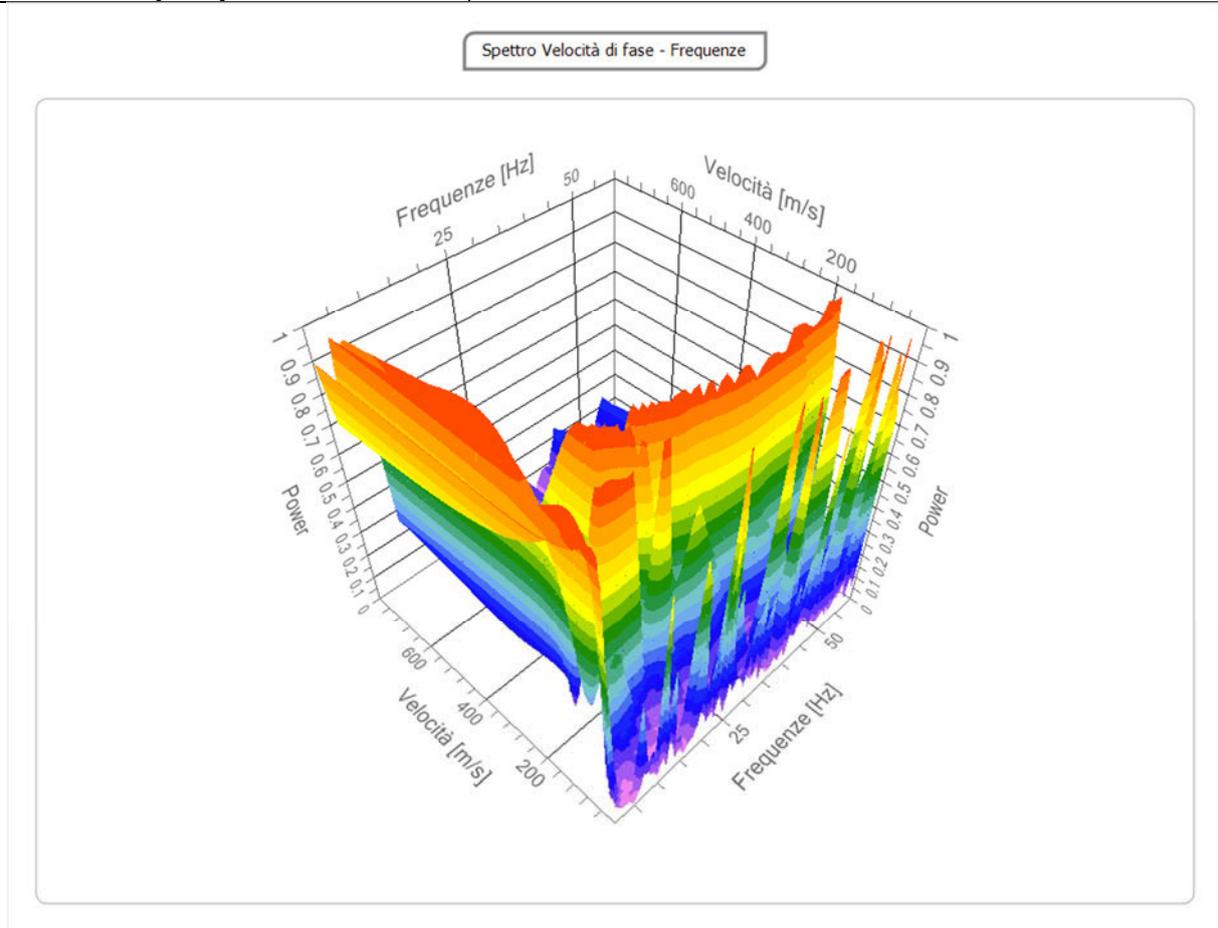
<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione [ms]</b>	1024.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	1.50
<b>Periodo di campionamento [ms]</b>	0.50

**Figura 6: ANDAMENTO TRACCE SISMICHE RILEVATE**



**Figura 7: ANDAMENTO DELL'ANALISI SPETTRALE**

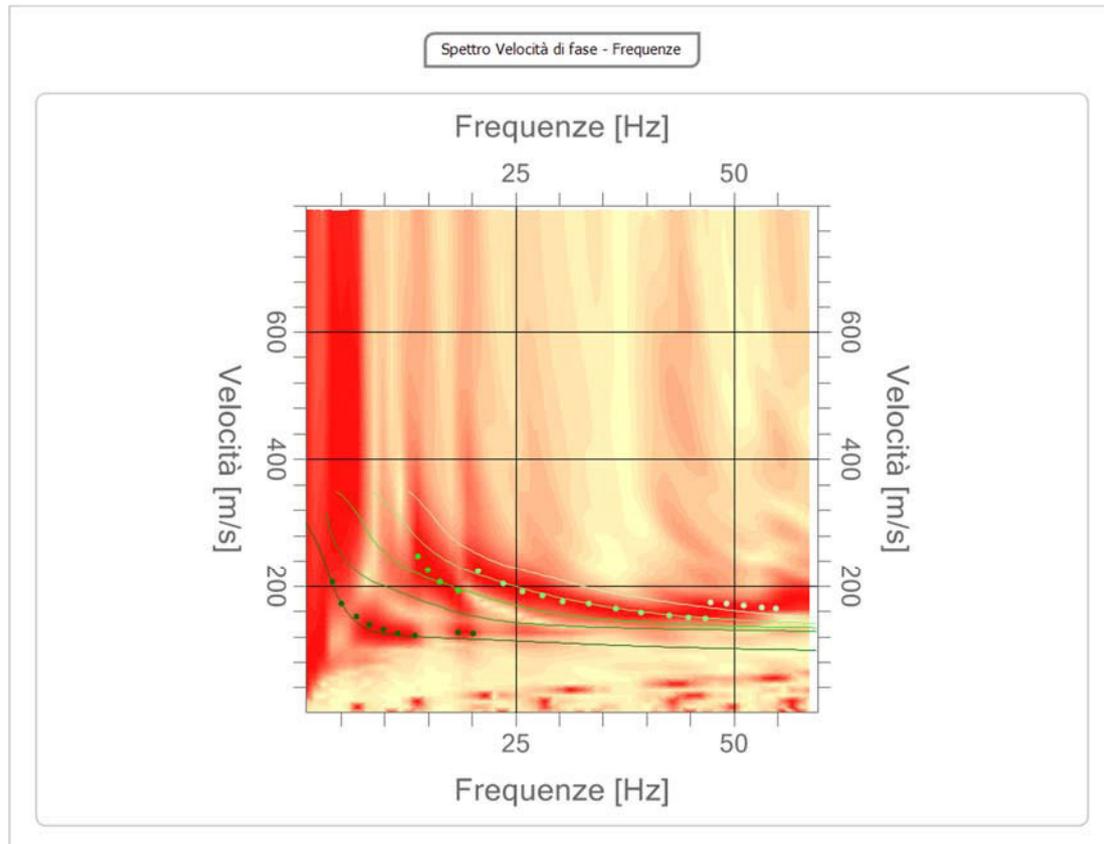
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1


**Figura 8: TABELLA RIPORTANTE I VALORI DELLA CURVA DI DISPERSIONE**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	4.0	206.1	0
2	5.1	171.6	0
3	6.8	151.9	0
4	8.3	138.8	0
5	9.9	130.6	0
6	11.6	124.0	0
7	13.5	122.4	0
8	13.8	247.1	2
9	14.9	225.8	2
10	16.4	206.1	2
11	18.4	193.0	2
12	18.4	125.7	0
13	20.2	124.0	0
14	20.7	224.1	3
15	23.6	202.8	3
16	25.9	191.3	3
17	28.1	184.8	3
18	30.4	174.9	3
19	33.4	171.6	3

20	36.5	163.4	3
21	39.4	158.5	3
22	42.7	153.6	3
23	44.8	150.3	3
24	46.7	148.7	3
25	47.3	173.3	4
26	49.1	171.6	4
27	51.2	168.3	4
28	53.2	165.1	4
29	54.8	163.4	4

**Figura 9: ANDAMENTO DELLA CURVA DI DISPERSIONE**



**Figura 10: ANDAMENTO DELLA CURVA OTTENUTA CON IL PROCESSO DI INVERSIONE**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.30	1.30	1850.0	0.5	No	331.4	99.9
2	2.40	1.10	1860.0	0.4	No	287.4	138.1
3	7.49	5.09	1820.0	0.4	Si	335.6	137.0
4	9.15	1.66	1850.0	0.3	Si	268.1	143.3
5	14.73	5.58	1830.0	0.4	Si	433.2	176.8
6	26.60	11.87	1860.0	0.3	Si	444.7	256.7
7	38.26	11.66	1870.0	0.3	Si	534.6	285.7
8	oo	oo	1880.0	0.3	Si	721.7	385.8

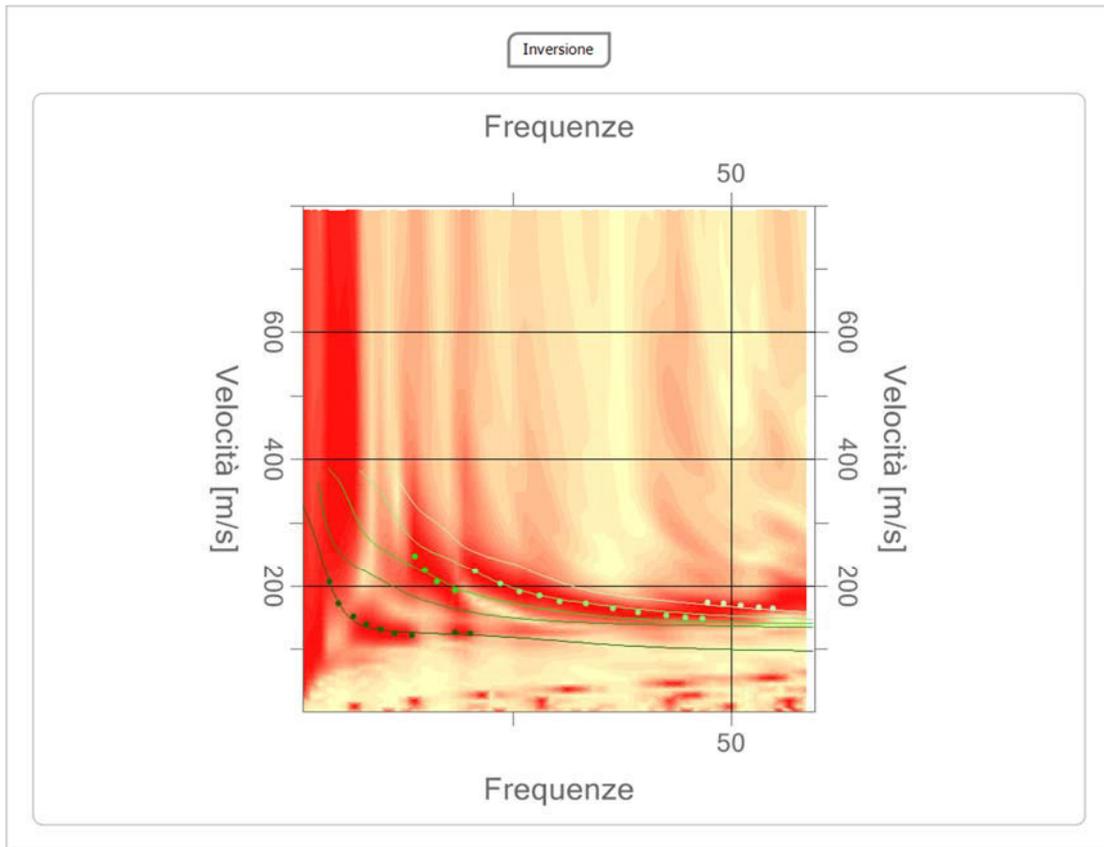
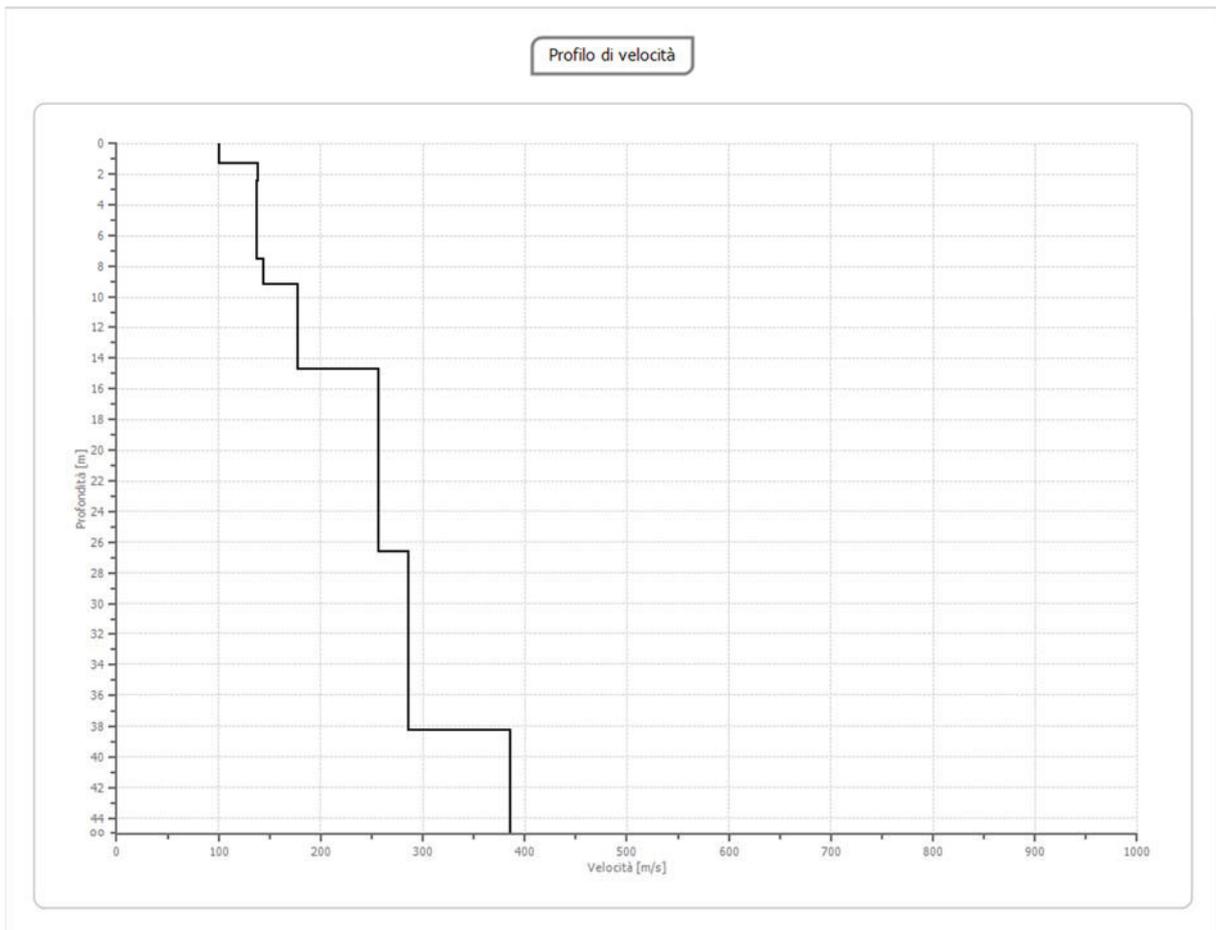
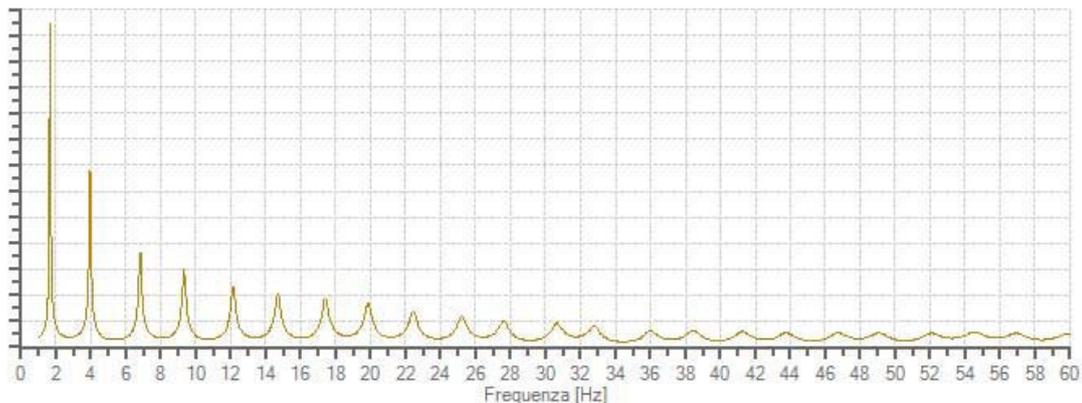
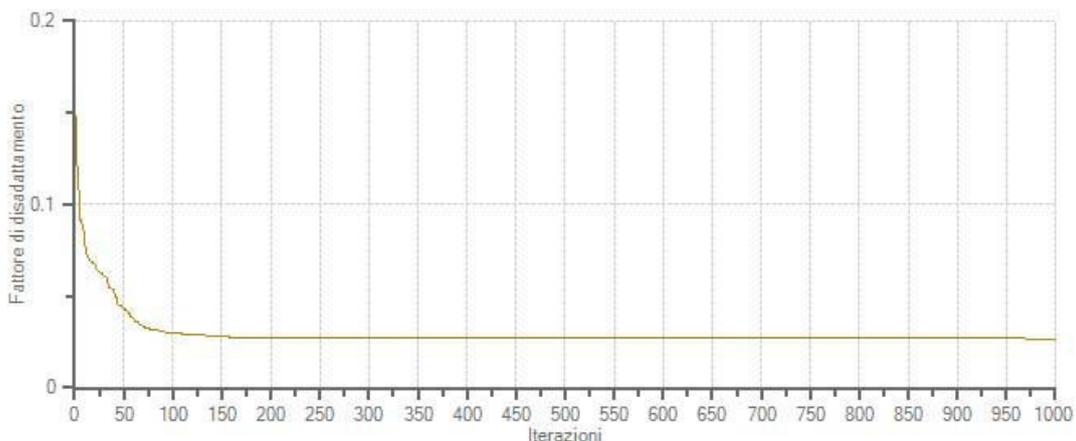


Figura 11: ANDAMENTO IN PROFONDITA' DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO



**Figura 12: ANDAMENTO DELLA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO**

**Figura 13: ANDAMENTO DEL FATTORE DI DISADATTAMENTO**


Al termine della elaborazione si è riscontrata una convergenza dei valori (Errore dell'elaborazione) pari a **0,079 %**, con un fattore di disadattamento della soluzione pari a **0,027**.

**Figura 14: TABELLA DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO E CARATTERISTICHE DEGLI STRATI IN PROFONDITA'**

G0: Modulo di deformazione al taglio (*);												
Ed: Modulo edometrico (*);		*) Valori validi per piccolissime deformazioni comprese nel tratto lineare elastico del legame costitutivo										
M0: Modulo di compressibilità volumetrica (*);		dei materiali (deformazioni tangenziali inferiori alla soglia elastica).										
Ey: Modulo di Young (*);												
N.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	densità [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Coefficiente di Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.3	1.3	99.91	331.36	1800	0.45	17.97	197.63	173.68	52.1	14	23.25
2	2.4	1.1	138.08	287.44	1810	0.35	34.51	149.54	103.53	93.18	29	118.18
3	7.49	5.09	136.99	335.56	1870	0.4	35.09	210.57	163.78	98.27	9	113.58
4	9.15	1.66	143.28	268.06	1900	0.3	39.01	136.53	84.52	101.42	7	142.32
5	14.73	5.58	176.84	433.17	1880	0.4	58.79	352.75	274.36	164.62	15	409.72
6	26.6	11.87	256.72	444.66	1910	0.25	125.88	377.64	209.8	314.7	71	2666.7
7	38.26	11.66	285.73	534.55	1920	0.3	156.75	548.63	339.63	407.56	80	4566.81
8	∞	∞	385.77	721.7	1930	0.3	287.21	1005.24	622.29	746.75	0	N/A

## 6. NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (D.M. 14.01.2008)

L'analisi dei risultati ottenuti dall'indagine MASW ha portato alla determinazione degli strati e delle velocità delle onde sismiche trasversali ( $V_s$ ) fino a una profondità di circa **38,26 ml.** dal piano campagna.

Ai sensi del DM 14.01.2008 (GU del 04.02.2008, n. 29 – S.O. n. 30), punto 3.2.2. "Categoria di suolo e condizioni topografiche", il valore della velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri ( $V_{s,30}$ ) ottenuto mediante l'indagine M.A.S.W. è risultato pari

a **188,19 m/s**, il quale, tenuto in considerazione l'errore derivante dall'elaborazione dei dati, risulta essere compreso tra **188,04** e **188,34 m/s** come evidenziato nella tabella di seguito allegata:

<b>Velocità onde Vs da elaborazione MASW</b>				
Strato	Base strato [m]	$h_i$ [m]	$V_{s,i}$ [m/s]	$h_i / V_{s,i}$ [s]
1	1.30	1.30	99.91	0.013012
2	2.40	1.10	138.08	0.007966
3	7.49	5.09	136.99	0.037156
4	9.15	1.66	143.28	0.011586
5	14.73	5.58	176.84	0.031554
6	26.60	11.87	256.72	0.046237
7	38.26	3.40	285.73	0.011899

$V_{s,30}$ calcolato	<b>188.19</b>	[m/s]
Errore strumentale	0.079	[%]
$V_{s,30}$ - Max	<b>188.34</b>	[m/s]
$V_{s,30}$ - Min	<b>188.04</b>	[m/s]

In base al valore di  $V_{s,30}$ , considerato anche l'errore dell'elaborazione, il suolo di fondazione dell'area in esame può essere considerato di **tipo C**, "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina)".

Sulla base dell'effettiva profondità di posa delle fondazioni si riporta di seguito la classificazione dei terreni in base alla normativa sismica vigente:

<b>Categoria di sottosuolo alla quota di posa delle fondazioni</b>				
<b>Quota di posa delle fondazioni</b>			$V_{s,30}$ - Min	<b>Categoria di Sottosuolo</b>
Fondazioni posate ad una quota di	0.00	ml. da piano campagna	<b>188</b>	<b>TIPO C</b>
Fondazioni posate ad una quota di	0.50	ml. da piano campagna	<b>192</b>	<b>TIPO C</b>
Fondazioni posate ad una quota di	1.00	ml. da piano campagna	<b>196</b>	<b>TIPO C</b>
Fondazioni posate ad una quota di	1.50	ml. da piano campagna	<b>200</b>	<b>TIPO C</b>
Fondazioni posate ad una quota di	2.00	ml. da piano campagna	<b>202</b>	<b>TIPO C</b>
Fondazioni posate ad una quota di	2.50	ml. da piano campagna	<b>205</b>	<b>TIPO C</b>
Fondazioni posate ad una quota di	3.00	ml. da piano campagna	<b>207</b>	<b>TIPO C</b>
Fondazioni posate ad una quota di	3.50	ml. da piano campagna	<b>210</b>	<b>TIPO C</b>
Fondazioni posate ad una quota di	4.00	ml. da piano campagna	<b>213</b>	<b>TIPO C</b>
Fondazioni posate ad una quota di	4.50	ml. da piano campagna	<b>216</b>	<b>TIPO C</b>
Fondazioni posate ad una quota di	5.00	ml. da piano campagna	<b>219</b>	<b>TIPO C</b>

Si precisa che sulla base delle caratteristiche litotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo, il tecnico deve valutare l'eventuale classificazione dei suoli di fondazione come di tipo S1 e/o S2.





**ELENCO**

<b>1 – SISMICITA' DEL TERRITORIO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 - RISPOSTA SISMICA LOCALE .....</b>	<b>7</b>
2.1 MODELLO GEOLOGICO DEL SITO .....	7
2.2 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	8
2.3 DATI INPUT SISMICO .....	10
2.4 RISPOSTA SISMICA LOCALE. ....	11
2.5 RIEPILOGO RISULTATI STUDIO DI "RSL" .....	14
<b>3 - LIQUEFAZIONE .....</b>	<b>15</b>
<b>4 - CEDIMENTI SISMICI E POST-SISMICI .....</b>	<b>18</b>

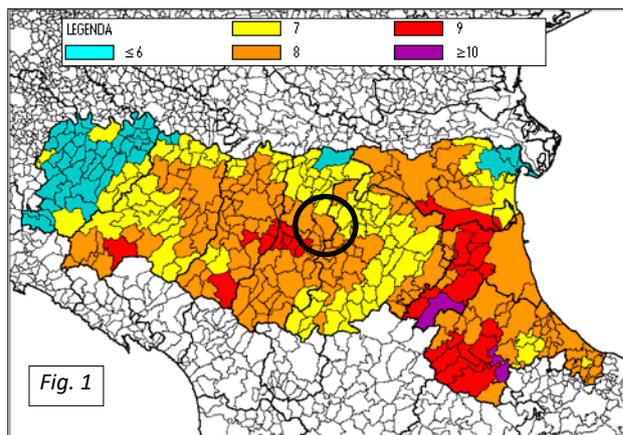
**PREMESSA**

Su incarico della committenza si è provveduto a redigere il presente studio di risposta sismica locale inerente un'area, nel comune di Castelfranco Emilia, sulla quale sono in progetto interventi di tipo commerciale.

Per il presente studio si farà riferimento alle indagini già eseguite, consistite in n. 6 prove penetrometriche CPT e n. 1 stendimento sismico Masw.

**1 – SISMICITA' DEL TERRITORIO**

Per quanto concerne gli aspetti sismici in termini macrosismici, il catalogo DOM4.1, database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno, è stato utilizzato, su incarico della Protezione Civile, da Molin et al. (1996) in combinazione con i dati di CFTI (Catalogo dei forti terremoti italiani di ING/SGA - Boschi et al., 1995) per la compilazione della "Mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani", di cui in Fig. 1 viene riportato un estratto con la situazione della regione Emilia-Romagna. Da tale figura si desume che il territorio Comunale di Castelfranco Emilia è caratterizzato da un'intensità macrosismica pari a 8.



Basandosi sul CATALOGO PARAMETRICO DEI TERREMOTI ITALIANI Edizione 2004 denominato CPTI04 e sulla ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9 (2004), sono stati individuati e riportati nella tabella seguente i risentimenti storici che hanno direttamente interessato la zona sismogenetica n° 912 all'interno della quale ricade il Comune di Castelfranco Emilia.

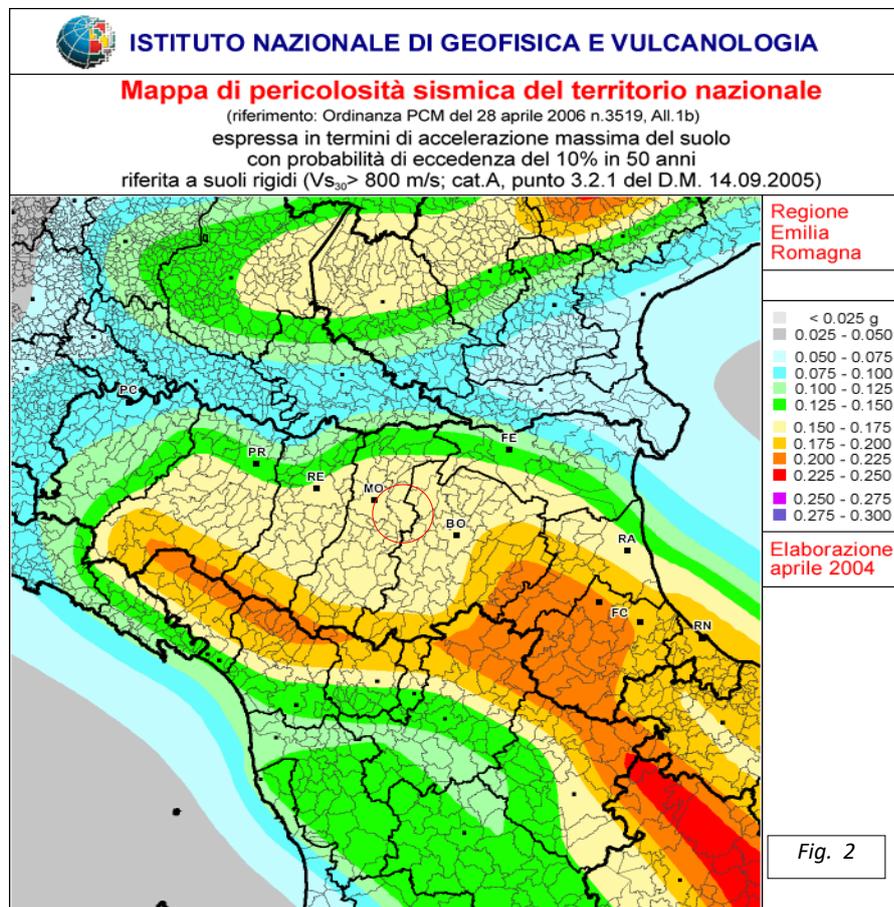
N	Tr	Anno	Me	Gi	AE	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	Mas	Das	Msp	Dsp	T	Ncft	Nnt	Ncpt
18	DI	725			Classe-Ravenna	2	85	80		44,400	12,220	A	5,57	0,19	5,40	0,28	5,55	0,28	G	77		18
51	DI	1234	3	20	FERRARA	5	70	70		44,836	11,618	A	5,17	0,30	4,80	0,45	4,99	0,42	G		860	51
53	DI	1249	9	0	Modena	4	75	65	M	44,650	10,930	A	5,03	0,33	4,60	0,49	4,80	0,45	G	115	595	53
66	DI	1285	12	13	FERRARA	2	70	65		44,836	11,618	A	5,03	0,33	4,60	0,49	4,80	0,45	G		861	66
90	DI	1345	1	31	CASTELNUOVO	1	55	55		44,810	10,564	A	4,63	0,13	4,00	0,20	4,25	0,19	A		596	90
93	DI	1346	2	22	Ferrara	14	75	75		44,920	11,020	A	5,81	0,24	5,75	0,35	5,75	0,35	G	149	862	93
131	DI	1410	5	9	FERRARA	3	65	65		44,836	11,618	A	5,03	0,33	4,60	0,49	4,80	0,45	G		863	131
139	CP	1425	8	10	FERRARA SUD			60		44,833	11,667		4,83	0,26	4,30	0,39	4,53	0,36	G		864	139
171	DI	1474	3	11	MODENA	12	60	60		44,647	10,925	A	4,89	0,17	4,39	0,26	4,61	0,24	G		601	171
178	DI	1483	3	3	FERRARA	1	55	55		44,836	11,618	A	4,63	0,13	4,00	0,20	4,25	0,19	G		865	178
179	DI	1483	8	11	Romagna meridionale	14	85	80		44,170	12,230	A	5,67	0,13	5,54	0,20	5,54	0,20	G	197	888	179
207	CP	1508	10	18	FERRARA SUD			60		44,833	11,667		4,83	0,26	4,30	0,39	4,53	0,36	G		866	207
257	DI	1561	11	24	Ferrara	5	65	55	M	44,780	11,450	A	4,63	0,13	4,00	0,20	4,25	0,19	G	229	867	257
262	DI	1570	11	17	Ferrara	60	80	75		44,820	11,630	A	5,48	0,11	5,27	0,17	5,43	0,16	G	231	868	262
266	DI	1574	3	17	FINALE EMILIA	4	70	70		44,833	11,294	A	5,12	0,22	4,73	0,33	4,92	0,31	G		869	266
282	DI	1591	7	10	FORLÌ	6	65	65		44,400	12,038	A	5,24	0,22	4,91	0,32	5,09	0,30	G		832	282
323	DI	1624	3	18	Argenta	17	85	75		44,650	11,850	A	5,43	0,22	5,19	0,32	5,35	0,30	G	243	870	323
362	DI	1660			MODENA	1	55	55		44,647	10,925	A	4,63	0,13	4,00	0,20	4,25	0,19	G		609	362
374	DI	1671	6	20	RUBIERA	13	70	70		44,709	10,814	A	5,34	0,15	5,06	0,22	5,23	0,20	G		610	374
393	DI	1688	4	11	ROMAGNA	36	90	90		44,390	11,942	A	5,88	0,12	5,85	0,18	5,85	0,18	G	266	834	393
395	CP	1688	8	18	FUSIGNANO			70		44,417	12,000		5,17	0,30	4,80	0,45	4,99	0,42	G		835	395
397	CP	1689	3	15	FUSIGNANO			60		44,417	12,000		4,83	0,26	4,30	0,39	4,53	0,36	G		836	397
416	DI	1695	2	28	FERRARA	1	55	55		44,836	11,618	A	4,63	0,13	4,00	0,20	4,25	0,19	G		871	416
521	DI	1743	5	29	FERRARA	1	65	65		44,836	11,618	A	5,03	0,33	4,60	0,49	4,80	0,45	G		872	521
609	DI	1780	2	6	Bolognese	7	65	55	M	44,620	11,320	A	4,85	0,11	4,32	0,16	4,54	0,15	G	323	766	609
612	DI	1780	5	25	RAVENNA	5	65	65		44,417	12,198	A	5,03	0,33	4,60	0,49	4,80	0,45	G		890	612
654	DI	1787	7	16	Ferrara	3	65	55	M	44,830	11,620	A	4,63	0,13	4,00	0,20	4,25	0,19	G	339	873	654
683	DI	1796	10	22	Emilia orientale	26	70	70		44,620	11,670	A	5,63	0,15	5,48	0,23	5,62	0,23	G	352	874	683
703	DI	1806	2	12	NOVELLARA	28	70	70		44,862	10,671	A	5,26	0,16	4,93	0,24	5,11	0,22	A		875	703
717	DI	1810	12	25	NOVELLARA	33	70	70		44,898	10,712	A	5,28	0,10	4,97	0,15	5,15	0,14	A		876	717
791	DI	1831	9	11	Reggiano	24	75	75		44,750	10,550	A	5,48	0,13	5,27	0,19	5,43	0,18	G	378	616	791
803	DI	1834	10	4	Bologna	10	60	55	M	44,600	11,370	A	4,63	0,13	4,00	0,20	4,25	0,19	G	384	768	803
871	DI	1850	9	18	MODENA	7	60	60		44,614	10,965	A	4,83	0,26	4,30	0,39	4,53	0,36	G		618	871
1174	CP	1891	8	1	LUGO			60		44,417	11,933		4,83	0,26	4,30	0,39	4,53	0,36	G		853	117

1225	DI	1895	3	23	COMACCHIO	37	65	60	44,684	11,987	A	4,83	0,26	4,30	0,39	4,53	0,36	G		877	122	
1233	CP	1895	7	3	COMACCHIO			60	44,700	12,183		4,83	0,26	4,30	0,39	4,53	0,36	A		878	123	
1287	DI	1898	1	16	Romagna settent.	73	70	65	44,650	11,770	A	5,03	0,33	4,60	0,49	4,80	0,45	G	452	879	128	
1482	CP	1908	6	28	FINALE EMILIA SUD			60	44,800	11,300		4,83	0,26	4,30	0,39	4,53	0,36	G		881	148	
1499	DI	1909	1	13	BASSA PADANA	799	65	65	44,579	11,688	A	5,53	0,05	5,33	0,08	5,48	0,07	G		882	149	
1729	DI	1922	5	24	CENTO	6	45	35	44,862	11,517	A	4,50	0,14	3,81	0,21	4,07	0,19	G		883	172	
1808	DI	1928	6	13	CARPI	35	70	65	44,797	10,872	A	4,85	0,09	4,32	0,13	4,54	0,12	G		884	180	
2047	DI	1950	5	6	REGGIANO	4	40	40	44,731	10,670	A	4,46	0,14	3,74	0,21	4,01	0,19	G		635	204	
2220	CP	1965	12	18	RUSSI			55	44,400	12,000		4,95	0,09	4,47	0,13	4,68	0,12	G		857	222	
2230	CP	1967	4	3	CORREGGIO			55	44,800	10,750		4,71	0,08	4,12	0,12	4,36	0,11	G		886	223	
2243	DI	1967	12	30	BASSA PADANA	40	60	60	44,604	11,997	A	5,36	0,08	5,09	0,12	5,26	0,11	G		887	224	
2245	CP	1968	1	11	RUSSI			50	44,400	12,000		4,58	0,20	3,92	0,29	4,17	0,27	G		858	224	
2263	CP	1969	1	10	RUSSI			55	44,383	12,000		4,63	0,09	4,00	0,13	4,25	0,12	G		859	226	
N	Tr	Anno	Me	Gi	AE	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	Mas	Das	Msp	Dsp	T	Ncft	Nnt	Ncpt
2389	CP	1978	12	5	RAVENNA S.O.				44,383	12,117		4,76	0,13	4,20	0,19	4,43	0,18	G		901	238	
2455	DI	1986	12	6	BONDENO	604	60	60	44,879	11,334	A	4,56	0,09	4,30	0,13	4,53	0,12	G		901	245	
2456	DI	1987	5	2	REGGIANO	803	60	60	44,797	10,697	A	5,05	0,07	4,79	0,08	4,98	0,08	G		902	246	
2509	DI	1996	10	15	CORREGGIO	135	70	70	44,782	10,683	A	5,44	0,18	5,09	0,04	5,26	0,04	G				
2534	CP	2000	6	18	REGGIANO				44,786	10,746		4,46	0,18	4,17	0,18	4,41	0,16	G				

Legenda:

- N = Numero d'ordine del record  
 AE = Denominazione dell'area dei massimi effetti  
 Imx = Intensità massima x 10 (scala MCS)  
 TI = Codice di determinazione di Io  
 Lat/Lon = Coordinate epicentrali in gradi sessagesimali-decimali  
 TL = Codice di localizzazione  
 Daw = Errore associato alla stima di Maw  
 Das = Errore associato alla stima di Mas  
 Msp = Magnitudo da utilizzare in combinazione con la relazione di Sabetta e Pugliese (1996)  
 Dsp = Errore associato alla stima di Msp  
 Ncft = Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2  
 Ncpt = Numero d'ordine dei record nel catalogo CPTI99
- Tr = Tipo di record  
 Np = Numero dei dati puntuali di intensità disponibili  
 Io = Intensità epicentrale x 10 (scala MCS)  
 Anno;Me;Gi = Tempo di origine  
 Maw = Magnitudo momento  
 Mas = Magnitudo calcolata sulle onde di superficie  
 TZ = Codice di assegnazione alla zona sorgente  
 Nnt = Numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1

In riferimento all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003, n. 3274, il Comune di Castelfranco Emilia viene classificato appartenente alla zona sismica 3.

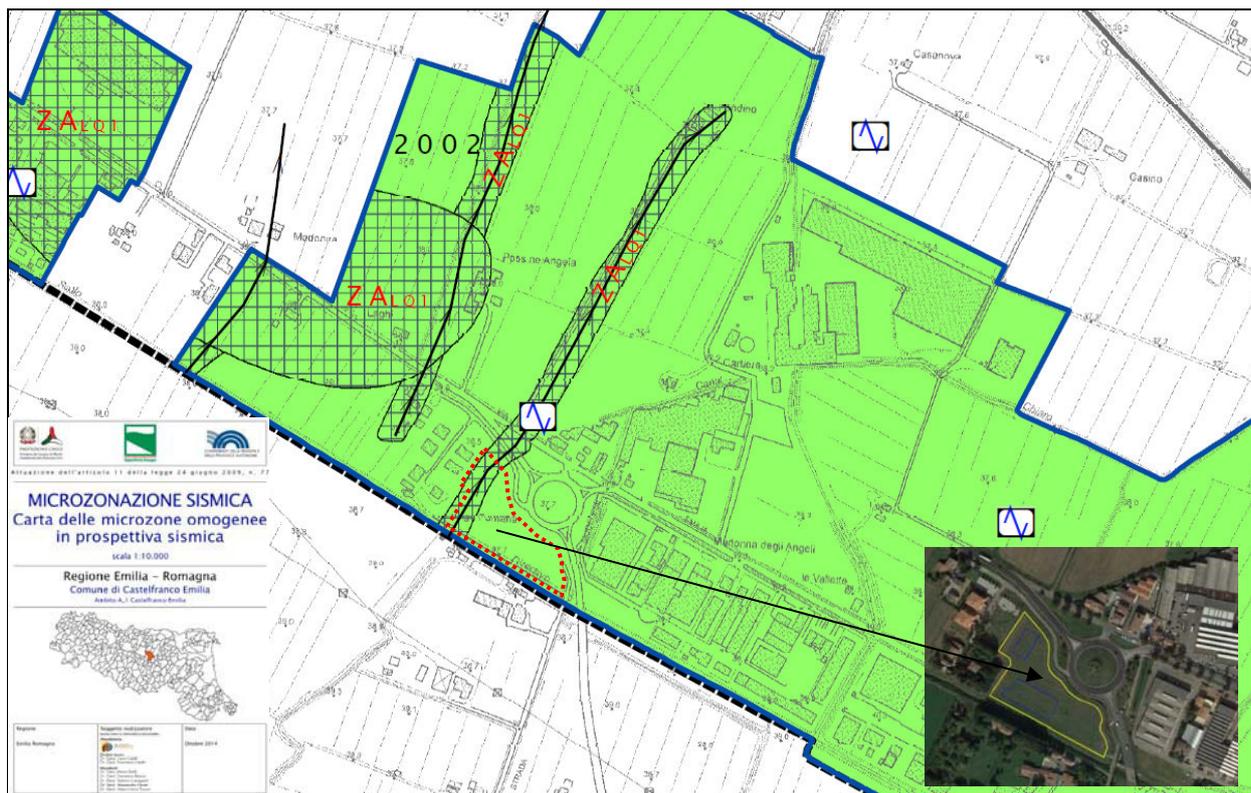


L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006, n. 3519 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 108 del 11/05/2006 (Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone), individua i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e la nuova mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale, di cui si riporta in figura 2 un estratto relativo alla Regione Emilia Romagna, che mette in evidenza come per il comune

di Castelfranco Emilia sia prevista una accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50

anni, riferita a suoli rigidi, compresa tra 0.125-0.175 g.

Nello studio di microzonazione sismica di 2° livello del Comune di Castelfranco Emilia, ed in particolare nella cartografia delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), l'area in esame ricade all'interno della zona stabile suscettibile di amplificazioni locali denominata "Zona 2", caratterizzata da una successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente fini (limi e argille), intercalati da corpi ghiaiosi plurimetrici, a partire da una profondità di circa 20 m da p.c., e talora da sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose (fig. 3). Sul margine occidentale dell'area d'intervento è presente una zona di attenzione per instabilità dovuta alla possibilità di liquefazione dei terreni, per la quale sono richiesti approfondimenti di 3° livello.



### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- Zona 1** Successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente fini (limi e argille), talora intercalati da sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose
- Zona 2** Successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente fini (limi e argille), intercalati da corpi ghiaiosi plurimetrici, a partire da una profondità di circa 20 m da p.c., e talora da sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose.
- Zona 3** Successione stratigrafica costituita da una copertura di depositi prevalentemente limoso-argillosi, al cui interno si possono rinvenire sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose, sotto la quale, a partire da circa 5÷10 m da p.c., sono presenti alternanze di orizzonti plurimetrici a tessitura grossolana (ghiaie e, in subordine, sabbie) e fine (limi e argille)

### Zone di attenzione per instabilità

- ZAL1** Zona di Attenzione per liquefazioni tipo 1

### Punti di misura di rumore ambientale

- Stazione microtremore a stazione singola

### Forme di superficie e sepolte

- Asse di paleovalveo

Fig. 3 - Estratto cartografia MOPS

In termini di  $F_{aPGA}$  la cartografia di microzonazione sismica (Fig. 4) individua valori del fattore di amplificazione compresi tra 2.3 e 2.4.

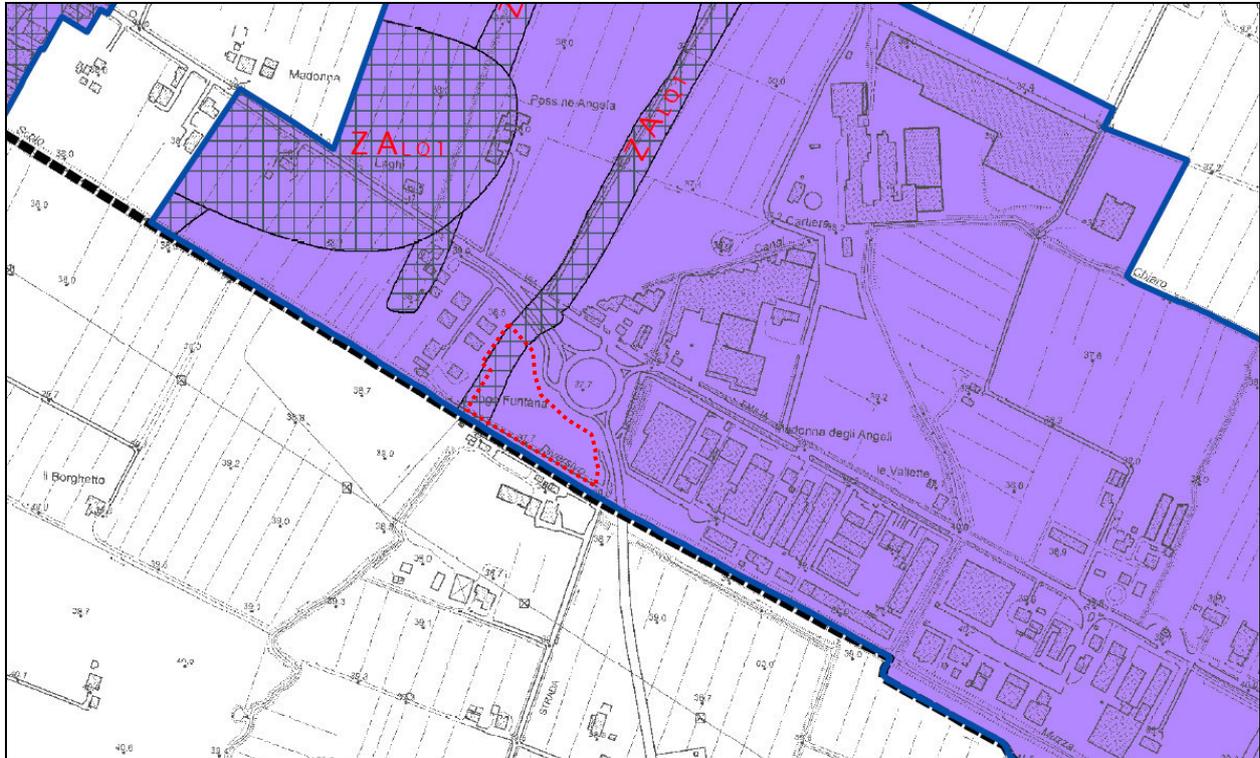


Fig. 4 - Estratto carta di microzonazione sismica Livello 2 -  $F_{aPGA}$

**2 - RISPOSTA SISMICA LOCALE**

**2.1 MODELLO GEOLOGICO DEL SITO**

Dalle elaborazioni delle indagini geognostiche realizzate sull'area in esame si evince come da un punto di vista litostratigrafico siano presenti depositi limo-argillosi fino a profondità variabile da 9.00 a 12.00 m circa seguiti, sino alla profondità di 20 m, da livelli grossolani prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi.

La successione stratigrafica in profondità è caratterizzata da una alternanza di depositi fini e grossolani, come individuato nella figura 5.

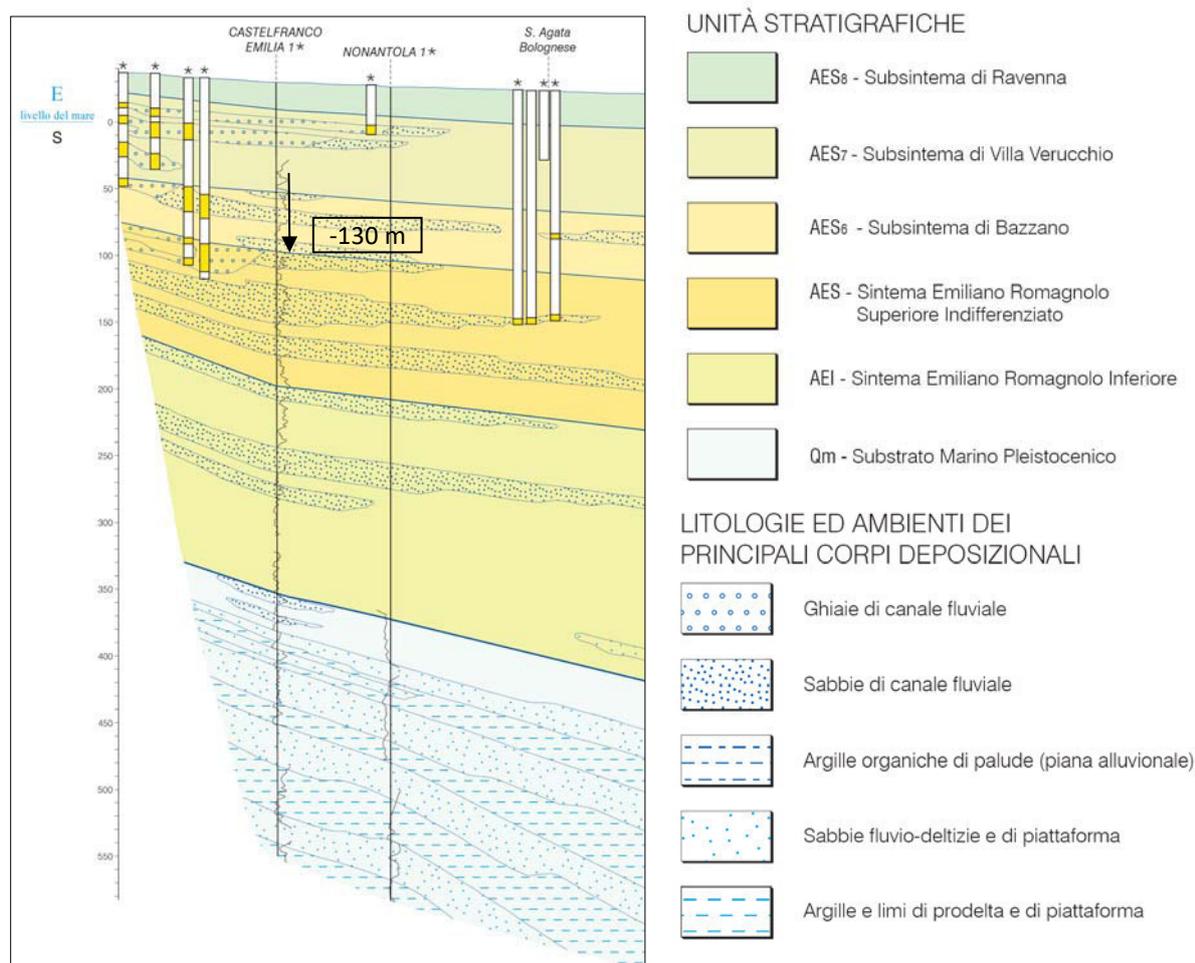
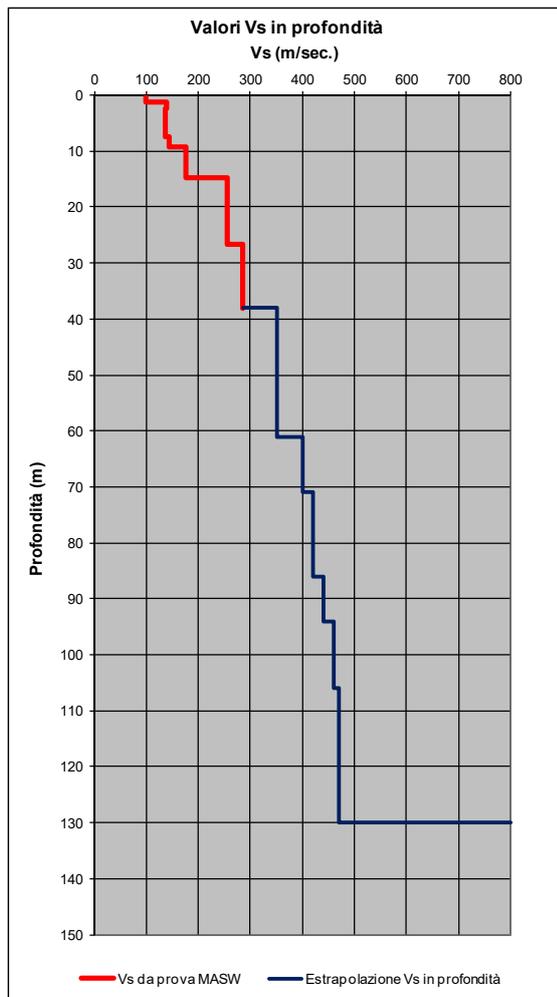


Fig. 5 – Sezione geologica

I dati geofisici della pianura padana indicano come in profondità sono presenti contrasti di impedenza sismica corrispondenti a significative variazioni nei cicli deposizionali alluvionali, di cui quello maggiormente individuabile è rappresentato dalla base del Subsistema di Bazzano (AES6), collocato nell'area di Castelfranco Emilia ad una profondità di circa 130 metri dal p.d.c..

In relazione a tale situazione si è ritenuto cautelativamente di collocare il bedrock sismico a tale profondità, considerando il profilo di velocità delle onde di taglio riportate nella fig. 6, in cui si individuano anche le principali caratteristiche litostratigrafiche, desunte direttamente da dati litostratigrafici locali.



Profondità (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Litologia
1.3	1.3	100	Argilla
2.4	1.1	138	Argilla
7.49	5.09	137	Argilla
9.15	1.66	143	Argilla
14.73	5.58	177	Argilla
21	6.27	257	Ghiaia
26.7	5.7	257	Argilla
38	11.3	286	Ghiaia
61	23	350	Argilla
71	10	400	Ghiaia
86	15	420	Ghiaia
94	8	440	Argilla
106	12	460	Argilla
130	24	470	Ghiaia

Fig. 6 – Profilo Vs

## 2.2 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, intesa in senso probabilistico, rappresenta lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo. Tale parametro viene valutato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag (accelerazione massima al suolo - PGA - Pick Ground Acceleration), in condizioni ideali di sito di riferimento rigido (Suolo di categoria A) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Per la valutazione dell'azione sismica di progetto si è fatto riferimento per l'edificio in esame ad una classe d'uso III, con un coefficiente d'uso della costruzione ( $c_u$ ) pari a 1.5, stabilendo una vita nominale della costruzione ( $V_n$ ) pari a 50 anni; pertanto il Periodo di riferimento considerato  $V_R$  ( $V_n \cdot c_u$ ) risulta pari a 75 anni.

Di seguito viene riportata la tabella che individua, per i diversi stati limite, le probabilità di superamento nel Periodo di riferimento  $V_R$ .

Stati limite		DEFINIZIONE	$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;	81%
	SLD	Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature	63%
Stati limite ultimi	SLV	Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;	10%
	SLC	Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.	5%

Per il sito in esame sono stati ottenuti, attraverso il software SPETTRI-NTC ver. 1.0.3 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, i seguenti risultati:

Sito in esame	
Latitudine (ED50): 44.598708	Longitudine (ED50) : 11.049399
Classe: III	Vita nominale: 50
Siti di riferimento	
Sito 1 ID: 16281	
Sito 2 ID: 16282	
Sito 3 ID: 16503	
Sito 4 ID: 16504	
Parametri sismici	
Categoria sottosuolo: A	Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento $V_R$ : 100 anni		Coefficiente $c_u$ : 1.5	
Stati limite	Probabilità di superamento	Tempo di ritorno (anni)	
SLO	81%	45	
SLD	63%	75	
SLV	10%	712	
SVC	5%	1462	

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
$a_g$	0.058 g
$F_0$	2.505
$T_c$	0.267 s
$S_s$	1.000
$C_c$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0.073 g
$F_0$	2.483
$T_c$	0.276 s
$S_s$	1.000
$C_c$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.191 g
$F_0$	2.417
$T_c$	0.292 s
$S_s$	1.000
$C_c$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000

STATO LIMITE	SLC
$a_g$	0.247 g
$F_0$	2.407
$T_c$	0.298 s
$S_s$	1.000
$C_c$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000

Parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

STATO LIMITE	SLO
S	1.000
$\eta$	1.000
$T_B$	0.089 s
$T_C$	0.267 s
$T_D$	1.834 s

STATO LIMITE	SLD
S	1.000
$\eta$	1.000
$T_B$	0.092 s
$T_C$	0.276 s
$T_D$	1.893 s

STATO LIMITE	SLV
S	1.000
$\eta$	1.000
$T_B$	0.097 s
$T_C$	0.292 s
$T_D$	2.365 s

STATO LIMITE	SLC
S	1.000
$\eta$	1.000
$T_B$	0.099 s
$T_C$	0.298 s
$T_D$	2.589 s

**2.3 DATI INPUT SISMICO**

Tra i diversi programmi di calcolo per eseguire modellazioni numeriche ai fini della valutazione della risposta sismica locale, si è utilizzato il programma EERA (Equivalent-linear Earthquake site Response Analysis of Layered Soil Deposits), basato sul codice SHAKE 91 per quanto concerne le soluzioni relative alle propagazioni delle onde di taglio.

Si tratta di un modello monodimensionale applicabile al sito in esame, in cui le cause principali di amplificazione del moto sismico sono il fenomeno di intrappolamento di onde S all'interno del deposito, favorito dal contrasto di impedenza fra terreno e basamento roccioso e la risonanza, determinata dalla prossimità tra le frequenze del moto al substrato e quelle naturali di vibrazione del deposito.

L'analisi è di tipo lineare equivalente che consiste nell'esecuzione di una sequenza di analisi lineari complete con aggiornamento successivo dei parametri di rigidità e smorzamento fino al soddisfacimento di un prefissato criterio di convergenza. Il calcolo è stato eseguito inserendo come segnale di input n°3 terremoti (fig. da 7, 8 e 9) contenuti nella DGR 2193/2015, provvedendo al taglio delle frequenze superiori ai 25 Hz, e scalati sulla base di un valore di accelerazione massima orizzontale di picco (PGA) su un suolo di riferimento di tipo A, per  $T=0$ , espressa in frazione dell'accelerazione di gravità ( $a_{refg}$  - 10% di probabilità di superamento in 50 anni) pari a 0.191 g.

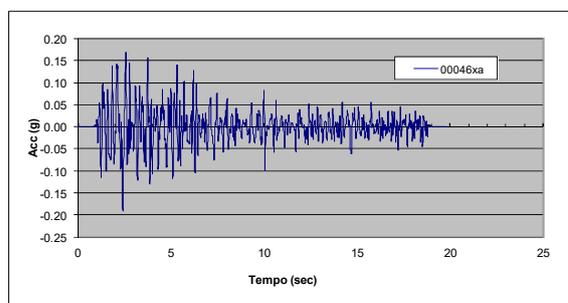


Fig. 7 - 000046xa

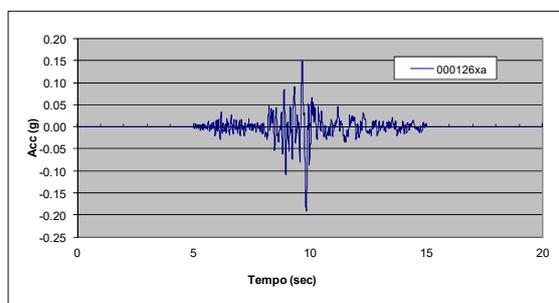


Fig. 8 - 000126xa

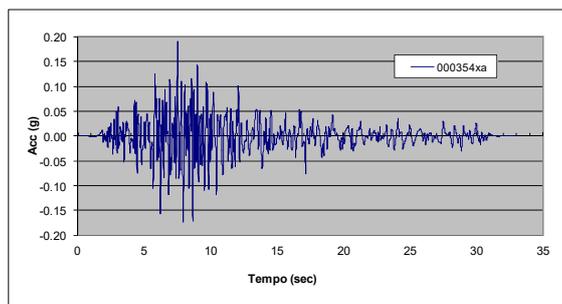


Fig. 9 - 000354xa

L'analisi è stata effettuata inoltre a partire da curve di variazione del modulo di rigidezza a taglio  $G$  e del fattore di smorzamento  $D$  (damping ratio) in funzione della deformazione per le diverse tipologie di materiali tratte da "Gruppo di lavoro MS, 2008 - Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica - Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd" e riportate nelle figure seguenti.

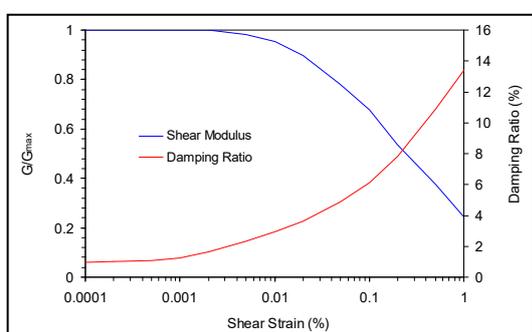


Fig. 10 – Variazione di  $G$  e  $D$  - Argilla - (Vucetic – P.I. 50)

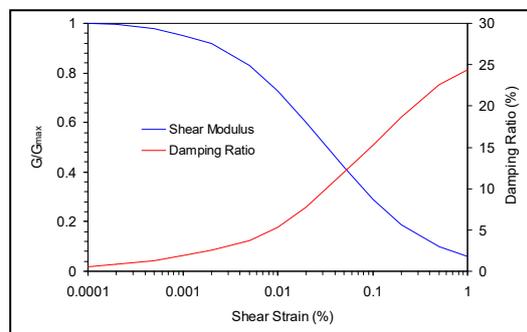


Fig. 11 – Variazione di  $G$  e  $D$  Sabbie. (Seed & Idris - Media)

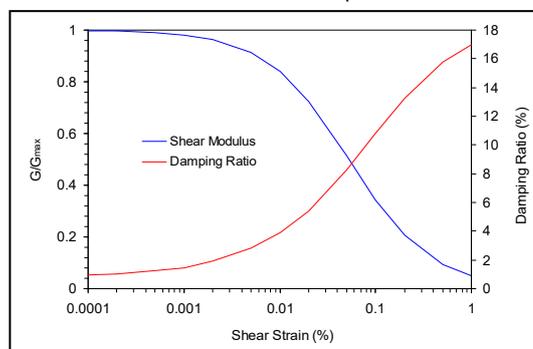
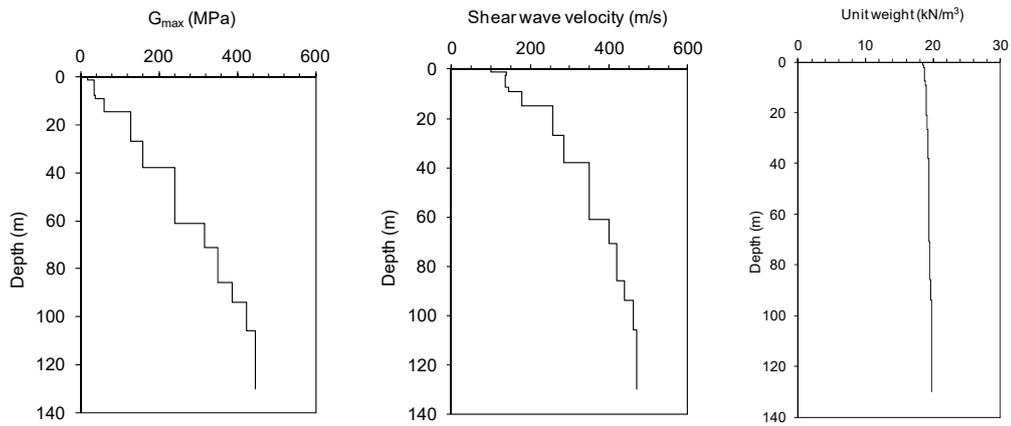


Fig. 12 – Variazione di  $G$  e  $D$  Ghiaie (Rollins et alii (1998)).

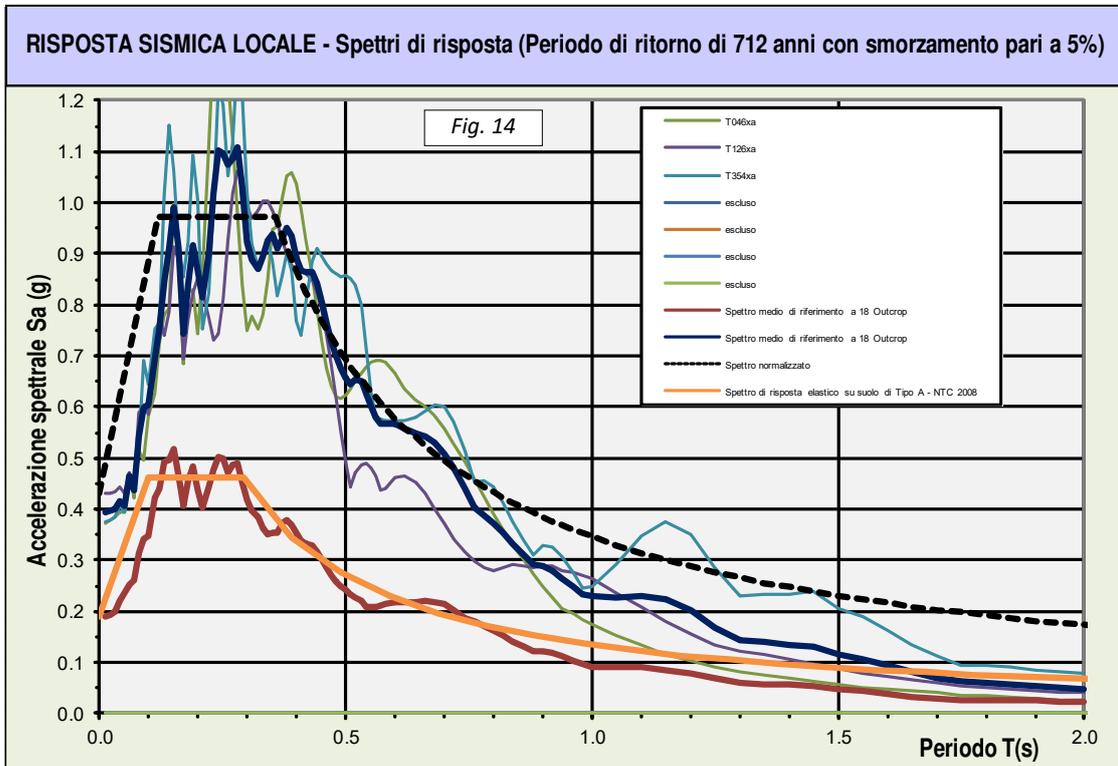
## 2.4 RISPOSTA SISMICA LOCALE.

Per il calcolo di Risposta sismica locale, calcolata a partire da 1 metro di profondità, si è inserito il profilo del terreno sino alla profondità di circa 130 m, che corrisponde al Bedrock sismico considerato come individuato dalle indagini sismiche e descritto nei paragrafi precedenti, secondo lo schema riportato in seguito (fig. 13).

Fig. 13		Layer Number	Soil Material Type	Number of sublayers in layer	Thickness of layer (m)	Maximum shear modulus $G_{max}$ (MPa)	Initial critical damping ratio (%)	Total unit weight ( $kN/m^3$ )	Shear wave velocity (m/sec)	Location and type of earthquake input motion	Location of water table
Surface	1	1	1	1	1.3	18.82		18.50	100		
	2	1	1	1	1.1	36.15		18.60	138		W
	3	1	2	2	5.1	35.77		18.70	137		
	4	1	1	1	1.7	39.34		18.80	143		
	5	1	2	2	5.6	60.25		18.90	177		
	6	3	2	2	6.3	127.65		19.00	257		
	7	1	1	1	5.7	128.32		19.10	257		
	8	3	1	1	11.3	159.79		19.20	286		
	9	1	1	1	23.0	241.00		19.30	350		
	10	3	1	1	10.0	316.41		19.40	400		
	11	3	1	1	15.0	350.64		19.50	420		
	12	1	1	1	8.0	386.81		19.60	440		
	13	1	1	1	12.0	424.93		19.70	460		
	14	3	1	1	24.0	445.85		19.80	470		
Bedrock		0				1435.27002	1	22.00	800	Outcrop	



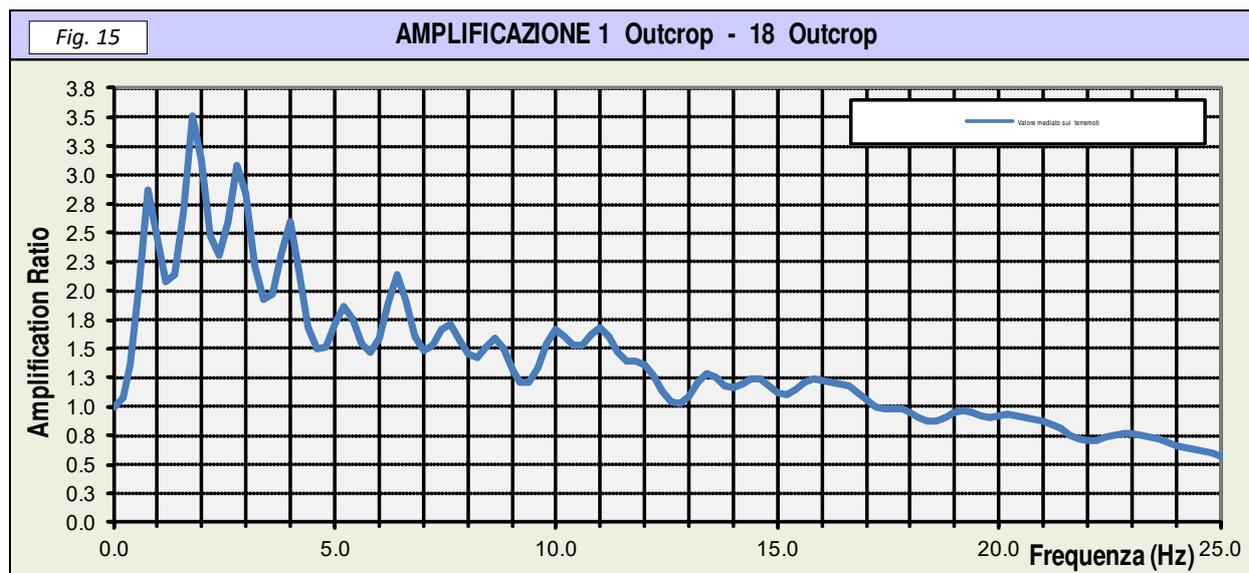
L'elaborazione, svolta su otto terremoti di riferimento, ha fornito i risultati, in termini di spettro di risposta elastico in accelerazione massima orizzontale in superficie, per un valore di smorzamento critico pari al 5%, presentati graficamente in figura 14.



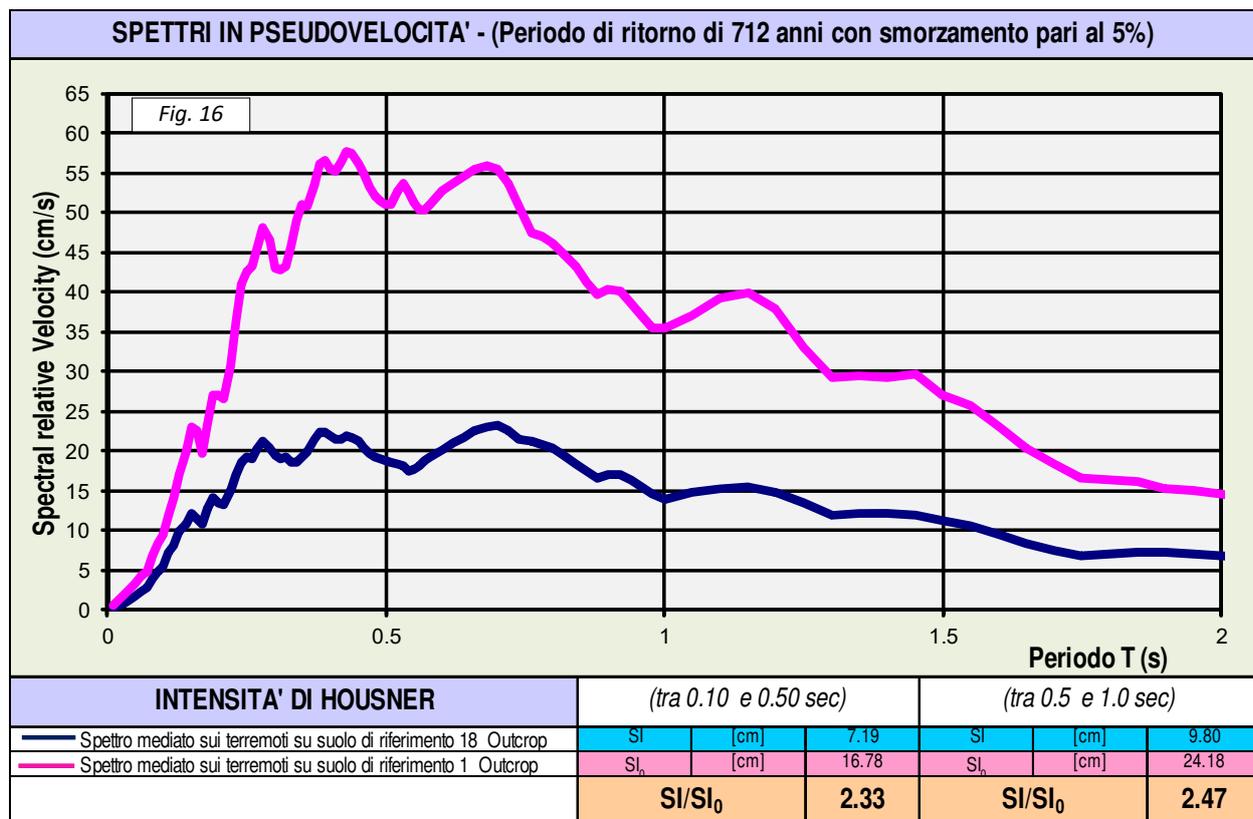
T (periodo)	Se (T)						
0.01	0.393*g	0.26	1.073*g	0.51	0.643*g	0.94	0.265*g
0.02	0.396*g	0.27	1.088*g	0.52	0.655*g	0.96	0.250*g
0.03	0.402*g	0.28	1.108*g	0.53	0.651*g	0.98	0.234*g
0.04	0.415*g	0.29	1.032*g	0.54	0.628*g	1.00	0.229*g
0.05	0.407*g	0.30	0.922*g	0.55	0.600*g	1.05	0.227*g
0.06	0.466*g	0.31	0.890*g	0.56	0.579*g	1.10	0.230*g
0.07	0.437*g	0.32	0.871*g	0.57	0.569*g	1.15	0.225*g
0.08	0.543*g	0.33	0.896*g	0.58	0.568*g	1.20	0.204*g
0.09	0.598*g	0.34	0.927*g	0.60	0.567*g	1.25	0.170*g
0.10	0.605*g	0.35	0.939*g	0.62	0.558*g	1.30	0.145*g
0.11	0.693*g	0.36	0.910*g	0.64	0.549*g	1.35	0.141*g
0.12	0.758*g	0.37	0.931*g	0.66	0.542*g	1.40	0.136*g
0.13	0.847*g	0.38	0.951*g	0.68	0.529*g	1.45	0.133*g
0.14	0.910*g	0.39	0.936*g	0.70	0.510*g	1.50	0.117*g
0.15	0.990*g	0.40	0.894*g	0.72	0.480*g	1.55	0.108*g
0.16	0.911*g	0.41	0.866*g	0.74	0.442*g	1.60	0.094*g
0.17	0.745*g	0.42	0.864*g	0.76	0.404*g	1.65	0.081*g
0.18	0.839*g	0.43	0.863*g	0.78	0.389*g	1.70	0.070*g
0.19	0.916*g	0.44	0.842*g	0.80	0.371*g	1.75	0.062*g
0.20	0.868*g	0.45	0.804*g	0.82	0.353*g	1.80	0.060*g
0.21	0.814*g	0.46	0.766*g	0.84	0.332*g	1.85	0.057*g
0.22	0.903*g	0.47	0.730*g	0.86	0.310*g	1.90	0.053*g
0.23	1.018*g	0.48	0.700*g	0.88	0.291*g	1.95	0.051*g
0.24	1.102*g	0.49	0.675*g	0.90	0.290*g	2.00	0.048*g
0.25	1.097*g	0.50	0.657*g	0.92	0.281*g		

Il valore medio della PGA in superficie è risultato pari a 0.393 g, con un fattore di amplificazione (PGA/PGA<sub>0</sub>) pari a 2.06.

La figura 15 riporta invece la funzione di amplificazione locale ricavata dallo studio eseguito mediata su sette terremoti, ed identificabile come il rapporto tra l'ampiezza degli spettri di Fourier al sito e l'ampiezza in corrispondenza della formazione rocciosa affiorante utilizzando un valore di smorzamento critico pari al 5%.



L'analisi ha inoltre permesso di ricavare gli spettri in pseudo-velocità calcolati per ogni terremoto utilizzato sia al suolo di riferimento che alla superficie del sito esaminato (fig. 16).



Il fattore di amplificazione in termini di rapporto (Si/SI0) di Intensità di Housner negli intervalli di frequenza 0.1 - 0.5 sec e 0.5 - 1.0 sec., risultano pari rispettivamente a 2.33 e 2.47.

**2.5 RIEPILOGO RISULTATI STUDIO DI "RSL"**

Per il caso in esame è stata eseguito uno studio di Risposta Sismica Locale i cui risultati hanno portato ad un valore di PGA pari a 0,393 g con un fattore di amplificazione (PGA/PGA0) pari a 2.06.

Per quel che concerne il rapporto (Si/SI0) di Intensità di Housner negli intervalli di frequenza 0.1 - 0.5 sec. e 0.5 - 1.0 sec., i fattori di amplificazione risultano essere rispettivamente pari a 2.33 e 2.47.

<b>TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE</b>	
Valore della PGA <sub>0</sub> di riferimento da Norme Tecniche per la Costruzioni (NTC 2008)	<b>0.191</b>
Valore della PGA rilevata sul sito in esame	<b>0.393</b>
Fattore di Amplificazione (FA) della PGA	<b>2.06</b>
Coefficiente di amplificazione in termini di SI/SI <sub>0</sub> – intervallo di frequenza 0,10÷0,50s	<b>2.33</b>
Coefficiente di amplificazione in termini di SI/SI <sub>0</sub> – intervallo di frequenza 0,50÷1,00s	<b>2.47</b>

### 3 - LIQUEFAZIONE

Litologicamente i terreni del primo sottosuolo in tutta l'area di interesse risultano caratterizzati da una certa omogeneità e tipica di un ambiente di pianura alluvionale nel quale si alternano sia spazialmente che temporalmente ambienti deposizionali tra loro collegati.

La verifica della suscettibilità alla liquefazione è stata eseguita considerando i risultati, sino alla massima profondità indagata dalle prove penetrometriche.

La falda è stata considerata alla profondità di 1.50 m dal p.d.c., valore minimo registrato nei fori dei sondaggi geognostici.

Di conseguenza è stata effettuata un'analisi per verificare la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione attraverso un'analisi semplificata in condizioni di free-field valutando, ad ogni quota z del deposito compresa nei primi 20 m, la suscettibilità alla liquefazione attraverso un coefficiente di sicurezza FL dato dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione (CRR) e sollecitazione indotta dall'azione sismica (rapporto di tensione ciclica CSR).

Per quanto concerne la magnitudo si è fatto riferimento ad un valore massimo pari a 6.14, valore massimo registrato nella zona sismogenetica di appartenenza..

Per quel che concerne invece l'accelerazione massima attesa in superficie nell'area in esame, è stato utilizzato il valore pari di 0.393 g, ottenuto dall'analisi di RSL.

Il metodo applicato fa riferimento alla metodologia di R.W. Boulanger e I.M. Idriss riportata nella monografia "CPT AND SPT BASED LIQUEFACTION TRIGGERING PROCEDURES" (Center for Geotechnical Modeling - Department of Civil and Environmental Engineering University of California - Davis, California, Aprile 2014).

Con tale metodo Il coefficiente di sicurezza  $F_L$  viene calcolato a partire dalla seguente formula:

$$F_L = \frac{CRR_{7.5}}{CSR} \cdot MSF \cdot K_\sigma = \frac{CRR_{7.5}}{CSR_{7.5}} \cdot K_\sigma$$

$CRR_{7.5}$  : Rapporto di resistenza ciclica per magnitudo  $M = 7.5$

$MSF$  : Fattore di scala della Magnitudo (Magnitude Scale Factor)

$K_\sigma$ : Fattore di correzione per la pressione di confinamento (Overburden Correction Factor)

$CSR$  : Rapporto di Tensione Ciclica (Cyclic Stress Ratio)

Il rapporto di tensione ciclica CSR, ad una determinata profondità, è valutato attraverso l'espressione di Seed e Idriss (1971) riportata di seguito:

$$CSR_{M;\sigma'_v} = 0.65 \cdot \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot r_d$$

Dove:

$a_{max}$  : accelerazione di picco al piano campagna del terremoto di progetto;

$g$  : accelerazione di gravità;

$\sigma_{v0}$  : tensione totale verticale alla profondità considerata;

$\sigma'_{v0}$  : tensione efficace verticale alla profondità considerata;

$R_d$  : coefficiente riduttivo dell'azione sismica per valutare la deformabilità del sottosuolo;

Il coefficiente riduttivo dell'azione sismica  $R_d$  è ricavato, per profondità del piano campagna inferiori a 20 m, mediante la seguente espressione (Idriss (1999) in estensione dei lavori di Golesorkhi, 1989):

$$5. CSR_{M;\sigma'_v} = 0.65 \cdot \frac{a_{\max s}}{g} \cdot \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \cdot r_d$$

$$r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z) \cdot M]$$

$$\alpha(z) = -1.012 - 1.126 \cdot \text{sen}\left(\frac{z}{11.73} + 5.133\right)$$

$$\beta(z) = 0.106 + 0.118 \cdot \text{sen}\left(\frac{z}{11.28} + 5.142\right)$$

Essendo  $z$  la profondità dal piano campagna espressa in metri ed  $M$  la magnitudo di momento dell'evento sismico atteso.

Poiché le procedure semplificate sono state elaborate sulla base di osservazioni sul comportamento dei depositi durante eventi sismici con magnitudo di momento  $M$  pari a 7.5, per eventi di magnitudo diversa occorre ridurre il carico sismico a quello equivalente di un terremoto di magnitudo 7.5 ( $CSR$ ) $M=7.5$  attraverso la seguente relazione:

$$CSR_{M=7.5} = \frac{CSR}{MSF}$$

In cui  $MSF$  è un fattore di scala per la magnitudo che è ricavato dall'espressione riportata di seguito (Boulanger, 2008):

$$4. MSF = 1 + (MSF_{\max} - 1) \left[ 8.64 \exp\left(\frac{-M}{4}\right) - 1.325 \right]$$

$$MSF_{\max} = 1.09 + \left(\frac{q_{c1Ncs}}{180}\right)^3 \leq 2.2$$

Per quel che concerne invece la valutazione del rapporto di resistenza ciclica  $CRR$ , la resistenza penetrometrica,  $q_c$ , ricavata dalle indagine penetrometriche statiche CPT, deve essere ricondotta ad un valore normalizzato,  $q_{c1N}$ , attraverso la seguente espressione:

$$q_{c1N} = C_N \cdot \left(\frac{q_c}{p_a}\right)$$

Dove  $p_a$  (pressione atmosferica pari a 100kPa) e  $q_c$  espressa nella stessa unità di misura.

Il coefficiente  $C_N$  (fattore correttivo per tener conto dell'influenza della pressione verticale efficace) è ricavato dalla seguente espressione (Boulanger e Idriss, 2004):

$$C_Q = \left(\frac{p_a}{\sigma'_v}\right)^n$$

Tale coefficiente non deve superare il valore di 1.7.

Il valore di  $n$  viene calcolato per via iterativa con la seguente espressione

$$m = 1.338 - 0.294 * (q_{c1Ncs})^{0.264} \text{ con } 21 \leq q_{c1Ncs} \leq 254$$

Dal valore di  $q_{c1Ncs}$  è possibile ottenere la resistenza alla liquefazione, per eventi sismici di magnitudo di momento pari a  $M=7.5$ , mediante la seguente espressione.

$$CRR_{M=7.5, \sigma'_v=1atm} = \exp \left[ \frac{q_{c1Ncs}}{113} + \left(\frac{q_{c1Ncs}}{1000}\right)^2 - \left(\frac{q_{c1Ncs}}{140}\right)^3 + \left(\frac{q_{c1Ncs}}{137}\right)^4 - 2.80 \right]$$

il parametro  $q_{c1Ncs}$  per materiali con frazione fine non trascurabile, con il metodo di Idriss e Boulanger, 2014, è determinato con la seguente espressione

$$q_{c1n,cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1n} \text{ con}$$

$$\Delta q_{c1n} = \left( 11.9 + \frac{q_{c1Ncs}}{14.6} \right) \cdot \exp \left[ 1.63 + \frac{9.7}{FC + 2} - \left( \frac{15.7}{FC + 2} \right)^2 \right]$$

il valore del contenuto di fine (FC) viene calcolato con la seguente formula

$$FC = 80 \cdot I_c - 137$$

Il parametro di comportamento del terreno  $I_c$  da inserire nelle equazioni sopra riportate è una funzione della resistenza alla punta  $q_c$  e della resistenza laterale del manicotto  $f_s$  misurate dalle prove penetrometriche CPT.

In particolare:

$$I_c = \sqrt{(3.47 - \log Q)^2 + (1.22 + \log F)^2} \text{ Indice di comportamento del terreno (Robertson, 1990)}$$

con:

$$Q = \left[ \left( \frac{q_c - \sigma_{vo}}{P_a} \right) \right] \left[ \left( \frac{P_a}{\sigma'_{v0}} \right)^m \right] \text{ resistenza penetrometrica normalizzata}$$

$$F = \left[ \frac{f_s}{(q_c - \sigma_{vo})} \right] * 100\% \text{ resistenza laterale normalizzata}$$

L'esponente  $n$  di normalizzazione viene determinato per via iterativa.

Dal parametro  $F_L$  viene quindi calcolato il rischio di liquefazione attraverso la valutazione dell'Indice  $I_L$  con la seguente l'espressione

$$I_L = \int_0^{z_{crit}} F(z) \cdot w(z) \cdot dz$$

in cui il valore di  $F(z)$  assume i seguenti valori (Iwasaki et al., 1982):

$$F(z) = 0 \quad \text{per } FSL > 1.2$$

$$F(z) = 2 \cdot 10^6 \cdot \exp(-18.427 \cdot F_L) \quad \text{per } 0.95 \leq FSL \leq 1.2$$

$$F(z) = 1 - FSL \quad \text{per } FSL \leq 0.95$$

il valore di profondità critica è assunta pari a 20 metri.

La scala di riferimento del rischio di liquefazione utilizzata in questo caso è quella di Sonmez (2003):

Indice del potenziale di liquefazione $I_L$ SONMEZ, 2003	Pericolosità di liquefazione
$I_L = 0$	Nulla
$0 < I_L < 2$	Bassa
$2 < I_L < 5$	Moderata
$5 < I_L < 15$	Alta
$I_L > 15$	Molto alta

Come riportato nella tabella seguente si è ottenuto un valore contenuto dell'indice di potenziale di liquefazione  $I_L$  con il rischio di liquefazione variabile da basso a moderato e quindi accettabile.

Prova	Data	Indice del potenziale di liquefazione $I_L$	Rischio di liquefazione
CPT1	09/11/2016	3.48	moderato
CPT2	09/11/2016	1.03	basso
CPT3	09/11/2016	2.54	moderato
CPT1	17/02/2017	2.09	moderato
CPT2	17/02/2017	1.90	basso
CPT3	17/02/2017	1.93	basso

#### 4 - CEDIMENTI SISMICI E POST-SISMICI

L'analisi è stata completata con la verifica dei cedimenti post-sismici dei terreni fini di copertura al substrato ghiaioso sulla base dei risultati delle prove penetrometriche. Il metodo utilizzato si basa su quello proposto da Robertson (2009), che si fonda sulla valutazione del fattore di sicurezza alla deformazione post-sismica, considerando il rapporto di resistenza ciclica del terreno ( $CRR_{\gamma=3\%M=7.5}$ ) corrispondente al raggiungimento di una deformazione di taglio pari al 3% per un terremoto di riferimento di magnitudo pari a 7.5.

La deformazione  $\epsilon_v$  viene quindi valutata con le seguenti espressioni (Robertson, 2009):

$$\text{se } FS_{\gamma=3\%M=7.5} > 0.84 \quad \epsilon_{vol} = \frac{[0.8 \cdot 2.66 \log(FS_{\gamma=3\%})]}{[0.33 \cdot (10 - 9 \log(0.33 \cdot Q_{in})) \cdot (Q_{in})^2]}$$

$$\text{se } FS_{\gamma=3\%M=7.5} \leq 0.84 \quad \epsilon_{vol} = \frac{1}{Q_{in}^2} \leq 1\%$$

Prova	Data	Cedimento terreni fini saturi (Robertson, 2009) (cm)
CPT1	09/11/2016	0.73
CPT2	09/11/2016	1.50
CPT3	09/11/2016	2.78
CPT1	17/02/2017	0.89
CPT2	17/02/2017	1.95
CPT3	17/02/2017	1.27

Nella tabella sopra riportata sono riassunti i valori dei cedimenti sismici calcolati, del tutto accettabili per le strutture in progetto con il presente Piano.

Modena 24/02/2017

INTERGEO

Dott. Geol. Rino Guadagnini

**REALIZZAZIONE NUOVO COMPLESSO DIREZIONALE E  
COMMERCIALE A CASTELFRANCO EMILIA (MO)**



**VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA E IMPATTO ACUSTICO  
AI SENSI DELL'ART 8 COMMA 2 DELLA LEGGE 447/95°**

**Emissione, 5 febbraio 2016**

**dott. Michela Malagoli**  
Tecnico competente in acustica ambientale  
Comunicazione Provincia di Modena  
prot. n. 53955/3.3.5 del 21/04/2004

**Revisione 01 25 novembre 2016**

**Revisione 09 marzo 2017**



## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ANALISI DEI LIMITI VIGENTI.....</b>	<b>5</b>
<b>3. METODOLOGIA DI INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....</b>	<b>7</b>
<b>4. DISCUSSIONE DEI RISULTATI DELLE MISURE.....</b>	<b>10</b>
<b>5. VALUTAZIONE CLIMA ACUSTICO STATO DI FATTO.....</b>	<b>17</b>
<b>6. TARATURA DEL MODELLO .....</b>	<b>19</b>
<b>7. DESCRIZIONE MODELLO DELLO STATO DI PROGETTO .....</b>	<b>20</b>
<b>7.1. INTERVENTI DI MITIGAZIONE .....</b>	<b>24</b>
<b>8. STIMA DEL VALORE ASSOLUTO DI IMMISSIONE “POST OPERAM” .....</b>	<b>25</b>
<b>9. STIMA DEL VALORE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE.....</b>	<b>27</b>
<b>10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>30</b>

## 1. PREMESSA

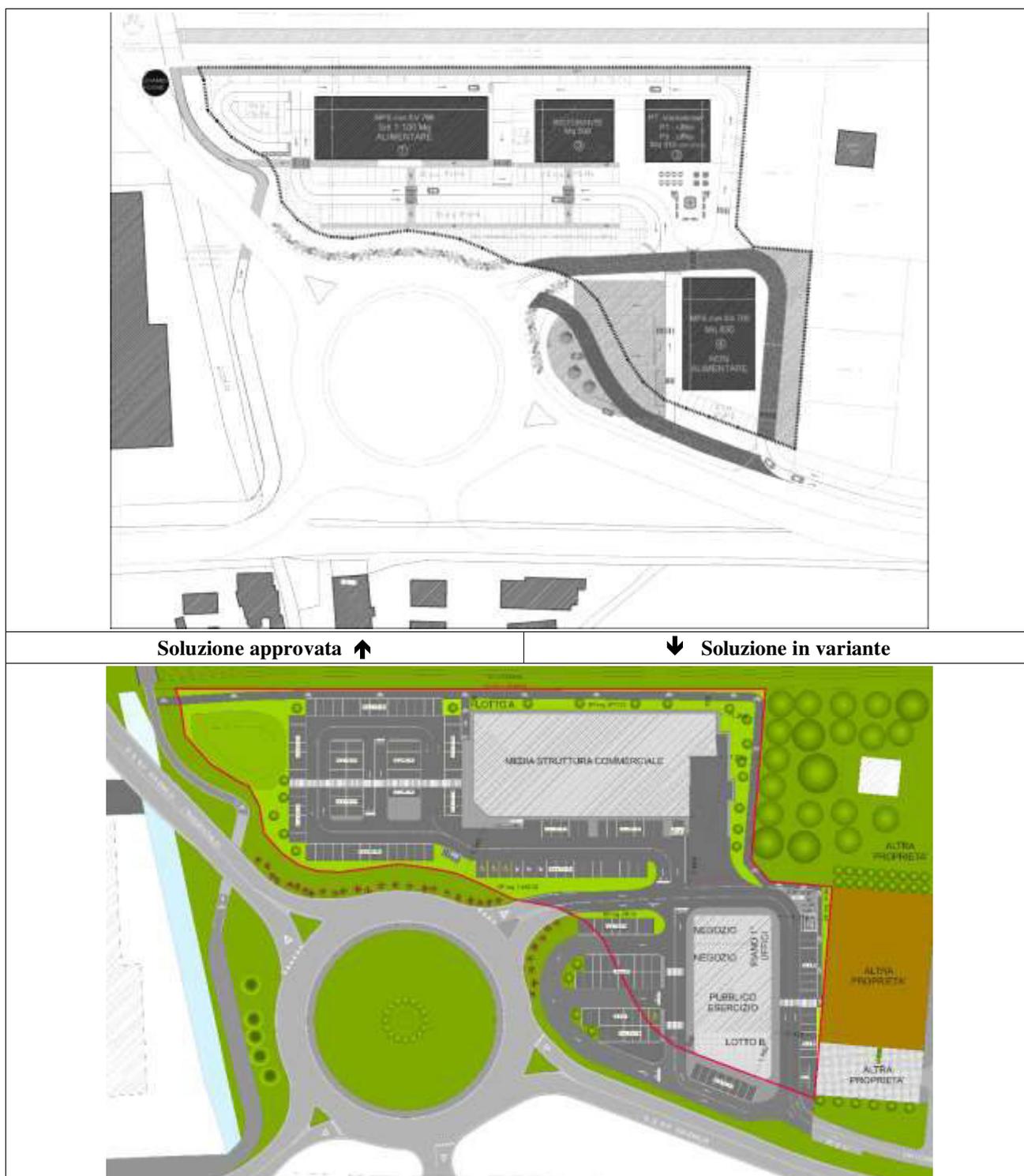
Oggetto della presente indagine è l'esecuzione di rilevazioni acustiche preliminari finalizzate alla verifica dell'impatto acustico relativo alla realizzazione di un nuovo complesso commerciale composto da una media struttura di vendita (da definirsi se alimentare o non alimentare), ed un immobile ad uso pubblico esercizio, terziario e commercio di vicinato, nell'ambito APC.a-34 di Castelfranco Emilia. Il fine è quello di valutare la compatibilità acustica dell'intervento proposto. In Figura 1 viene riportata l'individuazione dell'area interessata all'intervento.

La revisione di novembre 2016 della relazione di impatto acustico redatta nel febbraio 2016 si è resa necessaria a seguito della modifica della previsione di insediamento che prevede ora nel lotto A un unico edificio che sarà occupato da una media struttura commerciale con superficie coperta di circa mq 2050, ovvero pressoché pari alla somma dei tre edifici originariamente previsti e la concentrazione nell'edificio B, su due piani, di un pubblico esercizio (ristorante), negozi ed uffici. Ciò comporta anche la distribuzione dei parcheggi. Le parti sostituite o integrate vengono riportate su fondo grigio al fine di facilitare la lettura. In Figura 2 viene riportata la pianta della previsione di insediamento approvata e quella in variante oggetto della presente revisione

La revisione del marzo 2017 è stata necessaria al fine ottemperare alla richiesta di integrazioni di Arpae che richiede di effettuare misure aggiuntive nei giorni di sabato e domenica che potrebbe determinare valori di rumore residuo inferiori e di verificare l'impatto acustico, riguardo al valore differenziale di immissione in queste condizioni. La revisione ha introdotto una nuova unità esterna secondo le indicazioni dei progettisti, le parti integrate o modificate in questa revisione vengono riportate su fondo azzurro al fine di facilitare la lettura.



Figura 1 Localizzazione dell'area oggetto di studio



**Figura 2 Pianta progetto della soluzione approvata e della soluzione in variante**

Come si osserva, la precedente proposta progettuale prevedeva complessivamente quattro fabbricati: due edifici commerciali per un totale di 1930 mq di superficie coperta, uno nel lotto A ed uno nel lotto B; due ulteriori edifici nel lotto A: uno di sup. coperta pari a 410 mq con 3 piani fuori terra con negozi, uffici e bar, ed un secondo di un solo piano con una ristorante di mq 500.

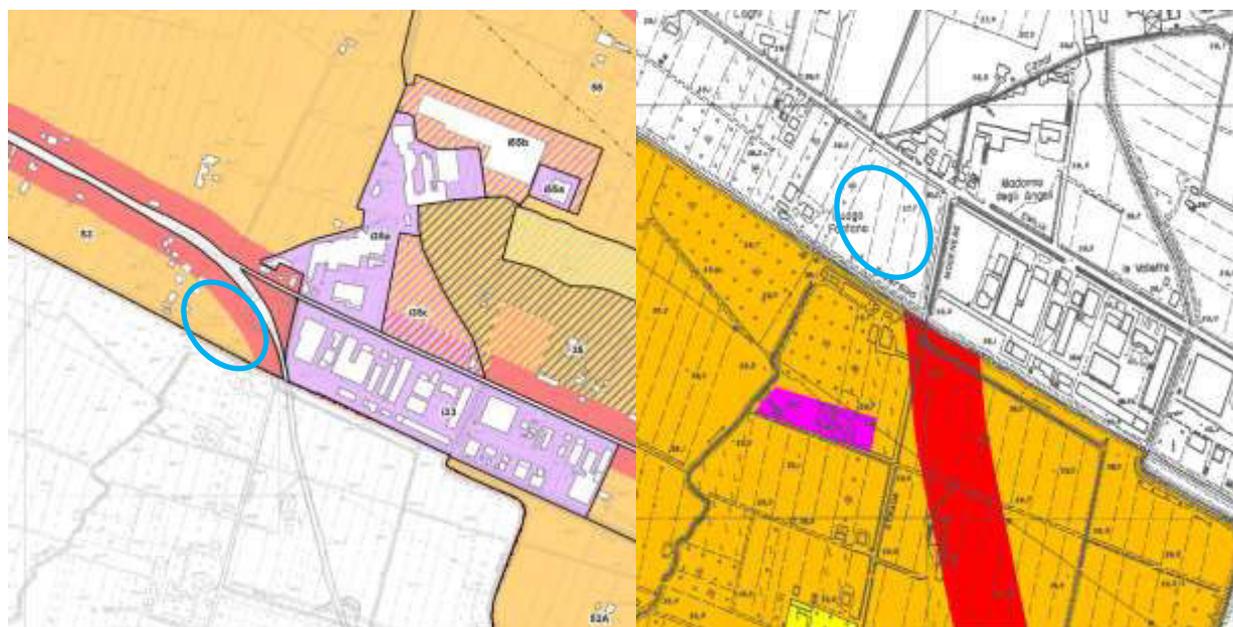
La variante progettuale mantiene pressochè invariata la superficie da edificare, e prevede solo due fabbricati: un edificio commerciale, alimentare e non alimentare, nel lotto A ed un secondo edificio nel lotto B, in cui si prevede l'insediamento di un ristorante, negozi ed uffici. Viene

modificata anche la distribuzione dei parcheggi pertinenziali e della viabilità di accesso; in particolare, si è inoltre progettata la modifica della zona carico e scarico e delle modalità di carico e scarico delle merci rispetto a quanto previsto in precedenza.

Il rumore dell'area è influenzato prevalentemente dal traffico su via Emilia e sulla tangenziale; l'area, posta esternamente alla tangenziale, si trova nella prima periferia dell'abitato di Castelfranco Emilia, attualmente adibita a terreno agricolo; confina a nord con via Emilia, a ovest ed a sud con edifici residenziali, a est con la tangenziale.

## 2. ANALISI DEI LIMITI VIGENTI

Il Comune di Castelfranco Emilia ha approvato la zonizzazione acustica con delibera del Consiglio Comunale n°24 del 9/03/2005, il Comune di San Cesario ha approvato la zonizzazione acustica con delibera del Consiglio Comunale n°41 del 30/5/2006. In Figura 3 ne viene riportato uno stralcio ed individuata l'area interessata.



Classe di destinazione acustica del territorio	PERIODO DI RIFERIMENTO	
	Periodo diurno (06:00 – 22:00)	Periodo notturno (22:00 – 06:00)
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

Figura 3: Stralcio Classificazione Acustica Comunale Castelfranco e San Cesario

L'area in oggetto risulta attualmente assegnata in parte nella fascia di IVa classe indotta dall'infrastruttura stradale ed in parte alla IIIa classe acustica in quanto ad utilizzo agricolo come la maggior parte dell'area. A causa del cambio di destinazione d'uso, la zonizzazione acustica dell'area interessata dovrà essere rivalutata, Si ipotizza che la destinazione commerciale determini il passaggio dalla III<sup>a</sup> alla IV<sup>a</sup> classe. Tuttavia, a maggior tutela, è stato considerato il limite attuale. Pertanto il valore limite considerato per gli uffici in progetto è 60,0dB(A) in periodo diurno. I

ricettori più prossimi all'intervento sono in IIIa e in IVa classe acustica, i valori limite da rispettare saranno pertanto 60,0dB(A) in periodo diurno e di 50,0dB(A) in periodo notturno per la III<sup>a</sup> classe, 65,0dB(A) in periodo diurno e di 55,0dB(A) in periodo notturno per la IV<sup>a</sup> classe acustica

L'emissione sonora indotta dalla realizzazione dell'edificio commerciale dovrà inoltre rispettare il limite di differenziale di immissione definito dal DPCM 14-11-97 in 5 dB(A) in periodo diurno con rumore ambientale superiore ai 50 dB(A) in 3 dB(A) in periodo diurno con rumore ambientale superiore ai 40 dB(A).

Via Emilia ad Ovest della rotonde è classificabile come strada esistente di tipo Cb, secondo **D.P.R. n. 142 del 30.03.04** determina una prima fascia di pertinenza di 100m dal bordo stradale che prevede valori limite LeqDay di 70 dB(A) e LeqNight di 60 dB(A) ed una seconda fascia di 50m dal bordo stradale che prevede valori limite LeqDay di 65 dB(A) e LeqNight di 55 dB(A). I Valori si riferiscono al solo rumore dovuto all'infrastruttura.

La tangenziale di Castelfranco è classificabile come strada di nuova realizzazione di tipo C1, secondo **D.P.R. n. 142 del 30.03.04** determina una fascia di pertinenza di 250m dal bordo stradale che prevede valori limite LeqDay di 65 dB(A) e LeqNight di 55 dB(A). I Valori si riferiscono al solo rumore dovuto all'infrastruttura.

Sebbene tutti i ricettori esposti alle emissioni del nuovo comparti ricadano all'interno delle fasce di pertinenza stradali al fine di garantire una maggiore cautela ai risultati forniti nella valutazione sono state considerate tutte le sorgenti sonore senza scorporare la quota legata alla infrastrutture che determinano le fasce di pertinenza.

### 3. METODOLOGIA DI INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La valutazione dell'impatto e del clima acustico legato al progetto in indagine è stata svolta in due momenti: una prima fase di caratterizzazione in cui sono state eseguite rilevazioni di rumore in alcuni punti scelti in prossimità dell'area interessata per indagarne il clima acustico attuale; successivamente è stato realizzato un modello numerico in grado di simulare il rumore legato alla nuova attività produttiva che ha permesso di calcolare la rumorosità prevista a fine lavori in corrispondenza del fabbricato in progetto e delle residenze limitrofe.



**Figura 4: Localizzazione punti di misura**

Complessivamente sono state effettuate due misure: una giornaliera in P<sub>0</sub>, posizionando il microfono del fonometro in prossimità della Tangenziale ad est del comparto; una breve in P<sub>1</sub>, nell'area posta a nordovest rispetto all'area oggetto dell'intervento, in prossimità di alcuni ricettori, per indagare il rumore da traffico prodotto dalla via Emilia.

La misura giornaliera in P<sub>0</sub> è stata eseguita dalle ore 12.00 di mercoledì 2 dicembre 2015 alle ore 12.00 del giorno successivo; la misura breve in P<sub>1</sub> è stata eseguita dalle ore 11.25 di mercoledì 2 dicembre 2015 alle ore 11.55 del medesimo giorno.

La misura integrativa è stata eseguita nello stesso punto di misura P<sub>0</sub> in cui era stata eseguita la precedente misura di 24 ore; essa è stata avviata alle ore 6.00 di sabato 25 febbraio 2017 ed interrotta alle ore 8.00 di lunedì 27 febbraio 2017.

Tutte le misure sono state eseguite in buone condizioni meteorologiche in assenza di pioggia e in assenza di vento, posizionando il microfono a 4 mt dal piano campagna.

La localizzazione dei punti di misura è riportata in Figura 4; le fotografie in Figura 5 riproducono la collocazione dei microfoni nei punti di misura.



Misura in P0



Misura in P1



Misura in P0 ripetuta nel febbraio 2017

**Figura 5** Fotografie punti di misura

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione della misura diurna nel punto P0 è un Fonometro Larson Davis modello 824 n° di serie 3684, classe 1 IEC 651, IEC 804 e IEC 1260 dotato di un microfono modello 2541 n° di serie 8504, classe 1 IEC 942; il fonometro ed il microfono sono stati tarati, in conformità a quanto prescritto dal comma 4 dell'art.2 del D.M. 16/3/1998, in data 16/04/2013 con certificato di taratura n°9283 presso i laboratori della Spectra s.r.l. di via Belvedere, 42 Arcore(MB) Centro SIT n.163.

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione della misura diurna nel punto P1 e la ripetizione della misura in P0 nei giorni del 25 e 26 febbraio 2017 nel è un Fonometro Larson Davis modello 824 n° di serie 0134, classe 1 IEC 651, IEC 804 e IEC 1260 dotato di un microfono modello 2541 n° di serie 4934, classe 1 IEC 942; il fonometro ed il microfono sono stati tarati, in conformità a quanto prescritto dal comma 4 dell'art.2 del D.M. 16/3/1998, il fonometro ed il microfono in data 15/12/2014 con certificato di taratura n°11777 presso il centro di taratura SIT n°163 SPECTRA Srl Via Belvedere, 42 Arcore Milano. La taratura è stata ripetuta in data 16/12/2016 con certificato di taratura n°15117-A presso i laboratori SkyLab, LAT n°163 Via Belvedere, 42 Arcore (MB)

Le linee di strumenti utilizzati per le misurazioni rispondono alle specifiche di classe 1 delle norme EN 61672-1 ed EN 61672-2; all'inizio e alla fine della misura è stata eseguita la calibrazione utilizzando un calibratore CAL 200 Matricola 0624 tarato 15/12/2014 con certificato n. 11775 presso il centro SIT 163 Laboratorio Certificazione Spectra S.r.l. Via Belvedere, 42 Arcore (MI), la differenza tra le due calibrazioni effettuate è risultata minore di 0,1 dB(A).

La taratura del calibratore è stata ripetuta in data 16/12/2016 con certificato di taratura n°15116-A presso i laboratori SkyLab, LAT n°163 Via Belvedere, 42 Arcore (MB)

Nell'ultima pagina sono riportati i link che consentono di scaricare i certificati di avvenuta taratura di tutta la strumentazione utilizzata e l'attestato di abilitazione del tecnico competente.

## **CERTIFICATI DI TARATURA E ATTESTATI**

Certificato di taratura fonometro L&D 824 Numero di serie 0134  
[www.praxisambiente.it/downloads/Fon-LD824-0134-2014.pdf](http://www.praxisambiente.it/downloads/Fon-LD824-0134-2014.pdf)

Certificato di taratura fonometro L&D 824 Numero di serie 0134  
[www.praxisambiente.it/downloads/Fon-LD824-0134-2016.pdf](http://www.praxisambiente.it/downloads/Fon-LD824-0134-2016.pdf)

Certificato di taratura fonometro L&D 824 Numero di serie 3684  
[www.praxisambiente.it/downloads/Fon-LD824-3684-2015.pdf](http://www.praxisambiente.it/downloads/Fon-LD824-3684-2015.pdf)

Certificato di taratura calibratore L&D CAL 200 Numero di serie 0624  
[www.praxisambiente.it/downloads/Cal-LD200-0624-2014.pdf](http://www.praxisambiente.it/downloads/Cal-LD200-0624-2014.pdf)

Certificato di taratura calibratore L&D CAL 200 Numero di serie 0624  
[www.praxisambiente.it/downloads/Cal-LD200-0624-2016.pdf](http://www.praxisambiente.it/downloads/Cal-LD200-0624-2016.pdf)

Attestato Attribuzione qualifica Dott. Michela Malagoli  
[www.praxisambiente.it/downloads/Tec-Com-Acu\\_MMalagoli.pdf](http://www.praxisambiente.it/downloads/Tec-Com-Acu_MMalagoli.pdf)

#### 4. DISCUSSIONE DEI RISULTATI DELLE MISURE

I risultati delle misure arrotondati a 0,5dB(A) in conformità al punto 3 dell'allegato B del DM Ambiente 16/3/98 sono sintetizzati nella Tabella 1, per ogni misura vengono riportati l'ora di inizio, la durata della misura, i valori del livello equivalente (Leq) ed alcuni livelli statistici che contribuiscono a descrivere il fenomeno acustico dell'area.

I risultati della misura in P<sub>0</sub> sono riportati nel grafico in Figura 6, i valori di Leq rilevati nel punto sono stati ottenuti con tempi di integrazione di 10 secondi e di 30 minuti. Nella Tabella 2 vengono riportati i valori di Leq integrati per tempi di 30 minuti della misura in P<sub>0</sub>, in azzurro sono evidenziati i valori notturni. Il valore di Leq nel punto P<sub>0</sub> integrato sul periodo diurno risulta di 58,5dB(A), quello relativo al periodo notturno risulta di 52,5dB(A).

Alle 10:37 è stato mascherato un picco di rumore superiore ai 90 dB(A), dovuto ad un disturbo nelle immediate vicinanze del microfono e pertanto non rappresentativo del clima acustico dell'area.

L'andamento rilevato è quello tipico di una strada percorsa da un livello sostenuto di traffico, dove l'Leq semiorario presenta valori abbastanza costanti dalle 7:00 alle 19:00 e un andamento concavo con un minimo tra le 3:00 e le 4:00 in periodo notturno, i livello statistico L90 mostra picchi più marcati in corrispondenza delle ore di punta (8:00, 12:00, 18:00), mentre il livello statistico L1 presenta un'escursione inferiore durante la giornata, la riduzione del traffico infatti, induce un aumento della velocità media che mantiene su valori abbastanza alti i picchi di rumorosità dovuti al singolo passaggio, evidenti anche nei valori di Leq integrati ogni 10 s.

Il valore dei Leq<sub>day</sub> per il punto di misura P1 nel quale è stata eseguita la misura di breve periodo, sono stati calcolati secondo l'equazione (1).

$$(1) \quad Leq_{day}(P_i) = Leq_{day}(P_0) + Leq_{mis.}(P_i) - Leq_{mis.}(P_0)$$

Tale formula è applicabile in quanto nei diversi punti di misura le sorgenti principali sono fortemente correlate. La misura in P1 evidenzia chiaramente che anche in questo punto la rumorosità è dovuta principalmente al traffico.

Nelle condizioni in cui sono avvenute le misure è possibile procedere anche alla stima dei valori di Leq<sub>night</sub> nei vari punti P<sub>i</sub>, secondo la formula (2) di seguito riportata; i risultati sono riportati in Tabella 1.

$$(2) \quad Leq_{night}(P_i) = Leq_{night}(P_0) + Leq_{mis.}(P_i) - Leq_{mis.}(P_0)$$

**Tabella 1: risultati complessivi delle misure eseguite**

Punto misura	Durata misura	Inizio misura	Livelli di pressione sonora (FAST) (dBA)									
			Periodo diurno					Periodo notturno				
			Leq	L99	L90	L10	L1	Leq	L99	L90	L10	L1
P0	24h	17.00	<b>58,5</b>	44,1	50,4	62,0	65,7	<b>52,5</b>	34,8	39,2	56,1	62,9
			Leq	L99	L90	L10	L1	LeqDay			Leq Night	
P1	24h	11:25	<b>57,0</b>	48,5	51,2	59,3	66,1	<b>56,0</b>			<b>50,0</b>	
P0			<b>59,5</b>	50,1	52,9	62,7	66,0	58,5			52,5	

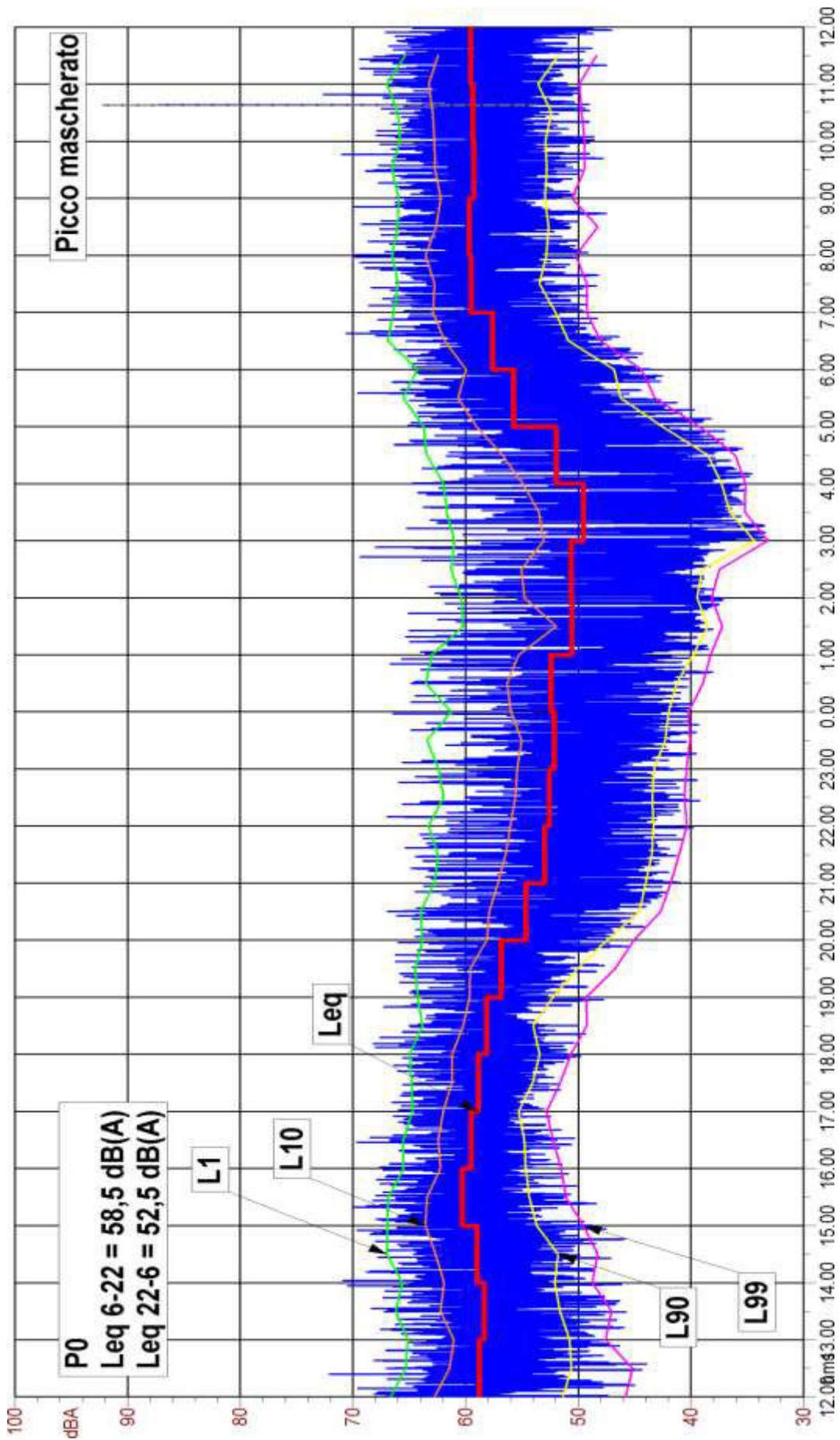


Figura 6 Grafico Rilevazione in P0

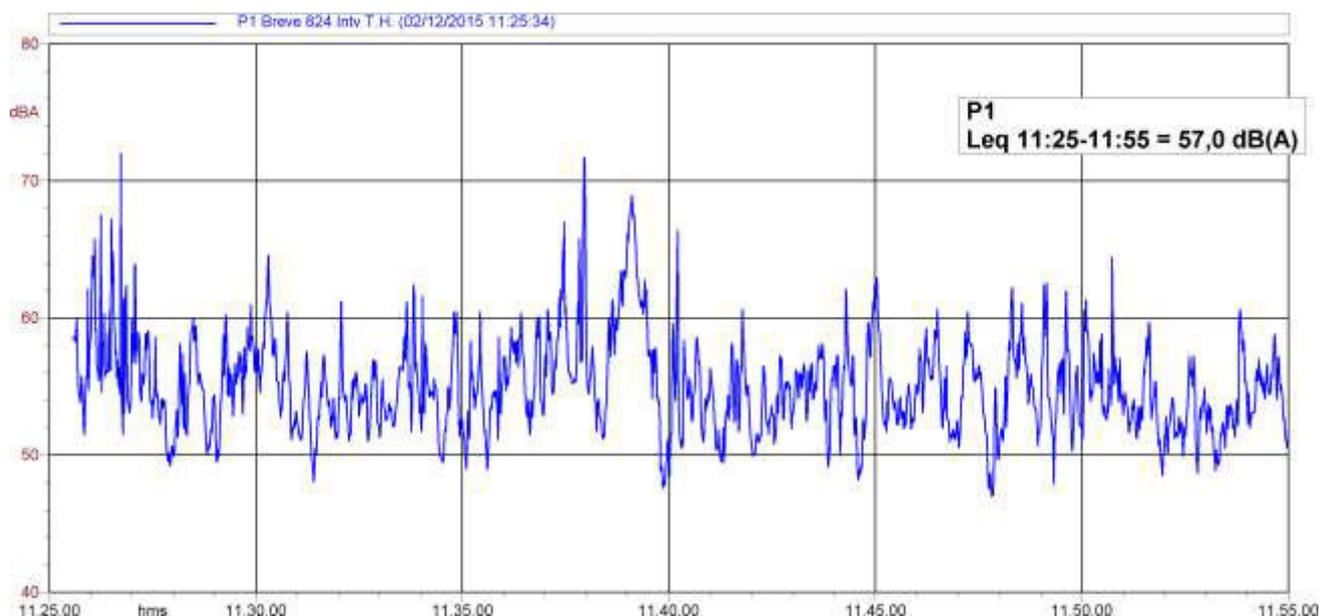


Figura 7 Grafico rilevazione in P1

Tabella 2 Risultati Leq "30 min" in P0

Data e Ora	Leq	Data e Ora	Leq	Data e Ora	Leq	Data e Ora	Leq
02/12/2015 12.00	59,3	02/12/2015 18.00	58,3	03/12/2015 0.00	52,0	03/12/2015 6.00	56,1
02/12/2015 12.30	58,2	02/12/2015 18.30	57,9	03/12/2015 0.30	52,8	03/12/2015 6.30	58,7
02/12/2015 13.00	57,7	02/12/2015 19.00	57,1	03/12/2015 1.00	51,8	03/12/2015 7.00	59,4
02/12/2015 13.30	58,9	02/12/2015 19.30	56,6	03/12/2015 1.30	48,9	03/12/2015 7.30	59,6
02/12/2015 14.00	58,7	02/12/2015 20.00	55,1	03/12/2015 2.00	50,2	03/12/2015 8.00	59,9
02/12/2015 14.30	59,2	02/12/2015 20.30	54,2	03/12/2015 2.30	51,1	03/12/2015 8.30	59,4
02/12/2015 15.00	60,3	02/12/2015 21.00	53,3	03/12/2015 3.00	49,2	03/12/2015 9.00	59,2
02/12/2015 15.30	60,2	02/12/2015 21.30	52,7	03/12/2015 3.30	49,8	03/12/2015 9.30	59,4
02/12/2015 16.00	59,4	02/12/2015 22.00	52,7	03/12/2015 4.00	51,0	03/12/2015 10.00	59,4
02/12/2015 16.30	59,6	02/12/2015 22.30	52,3	03/12/2015 4.30	52,7	03/12/2015 10.30	68,4
02/12/2015 17.00	59,3	02/12/2015 23.00	52,1	03/12/2015 5.00	54,7	03/12/2015 11.00	60,1
02/12/2015 17.30	58,5	02/12/2015 23.30	52,1	03/12/2015 5.30	56,6	03/12/2015 11.30	59,0

#### 4.1. MISURE INTEGRATIVE FEBBRAIO 2017

Come in precedenza riferito la misura di 48 ore è stata eseguita sempre nel punto P0 nel fine settimana sabato 25 e domenica 26 febbraio. I risultati di queste nuove misure arrotondati a 0,5dB(A) in conformità al punto 3 dell'allegato B del DM Ambiente 16/3/98 sono sintetizzati nella Tabella 1 bis; per ogni misura vengono riportati l'ora di inizio, la durata della misura, i valori del livello equivalente (Leq) ed alcuni livelli statistici che contribuiscono a descrivere il fenomeno acustico dell'area.

Si evidenzia in generale una modesta riduzione del rumore soprattutto la domenica rispetto alla misura effettuata nel dicembre 2015 in una giornata feriale, dovuta alla riduzione del traffico veicolare soprattutto pesante.

I risultati della misura in P0- sabato sono riportati nel grafico in Figura , i valori di Leq rilevati nel punto sono stati ottenuti con tempi di integrazione di 1 secondo e di 30 minuti. Nella Tabella 2-bis vengono riportati i valori di Leq integrati per tempi di 30 minuti della misura, in azzurro sono evidenziati i valori notturni. Il valore di Leq nel punto P0- sabato integrato sul periodo diurno risulta di 56,0 dB(A), quello relativo al periodo notturno risulta di 52,0dB(A). Nella giornata di sabato il valore semi-orario minimo in periodo diurno è risultato essere di 51,7 dBA, quello in periodo notturno di 48,3 dBA.

I risultati della misura in P0- domenica sono riportati nel grafico in Figura 6 ter: , i valori di Leq rilevati nel punto sono stati ottenuti con tempi di integrazione di 1 secondo e di 30 minuti. Nella Tabella Tabella 2-bis vengono riportati i valori di Leq integrati per tempi di 30 minuti della misura in P0- domenica, in azzurro sono evidenziati i valori notturni. Il valore di Leq nel punto P0- domenica integrato sul periodo diurno risulta di 54,0 dB(A), quello relativo al periodo notturno risulta di 53,0dB(A). Nella giornata di domenica il valore semi-orario minimo in periodo diurno è risultato essere di 49,9 dBA, quello in periodo notturno di 47,7 dBA.

**Tabella 1 bis: risultati complessivi delle misure eseguite**

Punto misura	Durata misura	Inizio misura	Livelli di pressione sonora (FAST) (dBA)									
			Periodo diurno					Periodo notturno				
			Leq	L99	L90	L10	L1	Leq	L99	L90	L10	L1
P0-sabato	24h	6.00	<b>56,0</b>	43,3	48,3	58,4	63,5	<b>52,0</b>	38,5	42,0	55,8	59,5
P0-domenica	24h	6.00	<b>54,0</b>	40,9	44,9	57,0	61,0	<b>53,0</b>	38,1	41,1	56,3	62,4

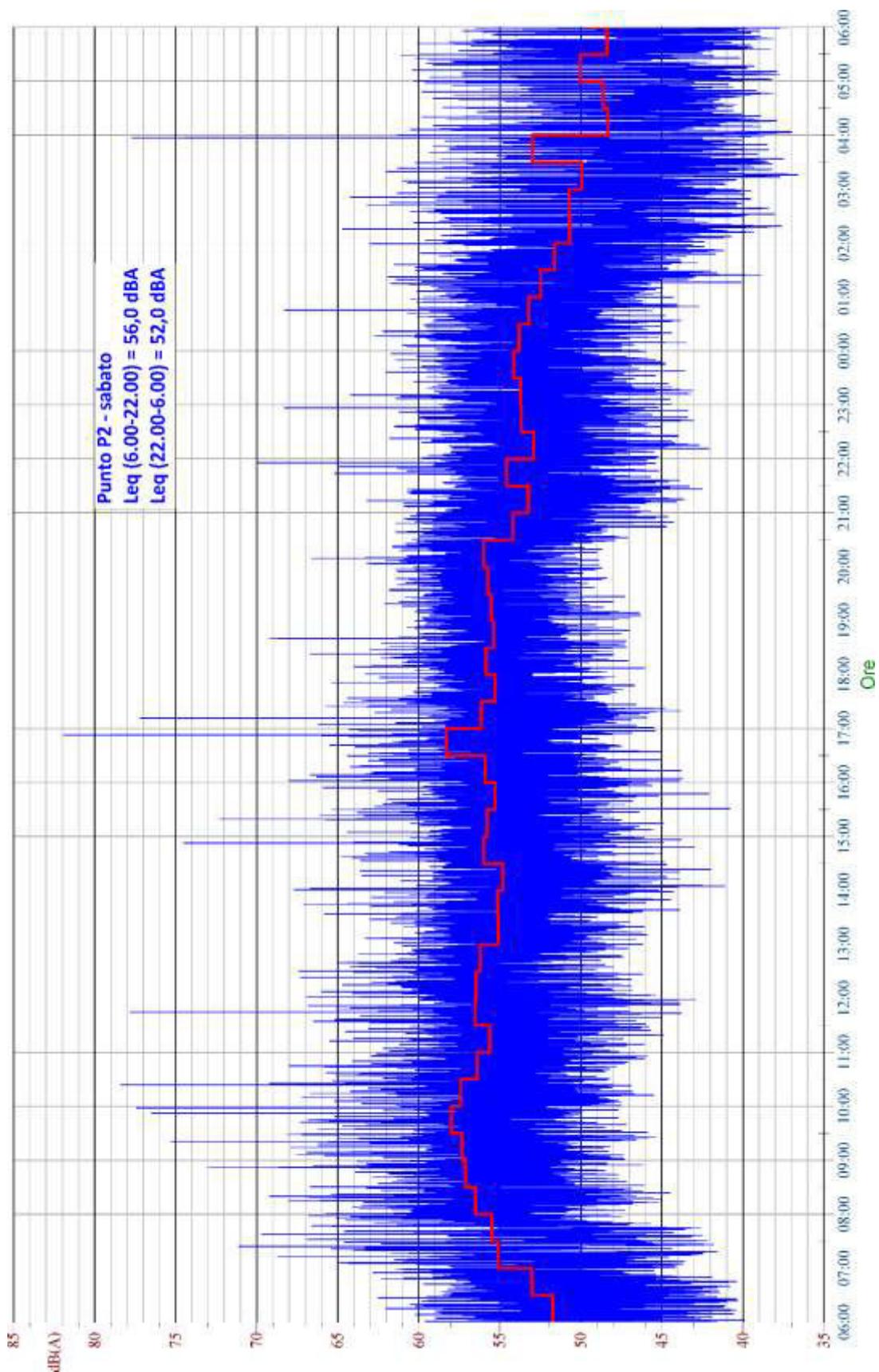


Figura 6 bis: Grafico misura in P0 – sabato 25/2/2017

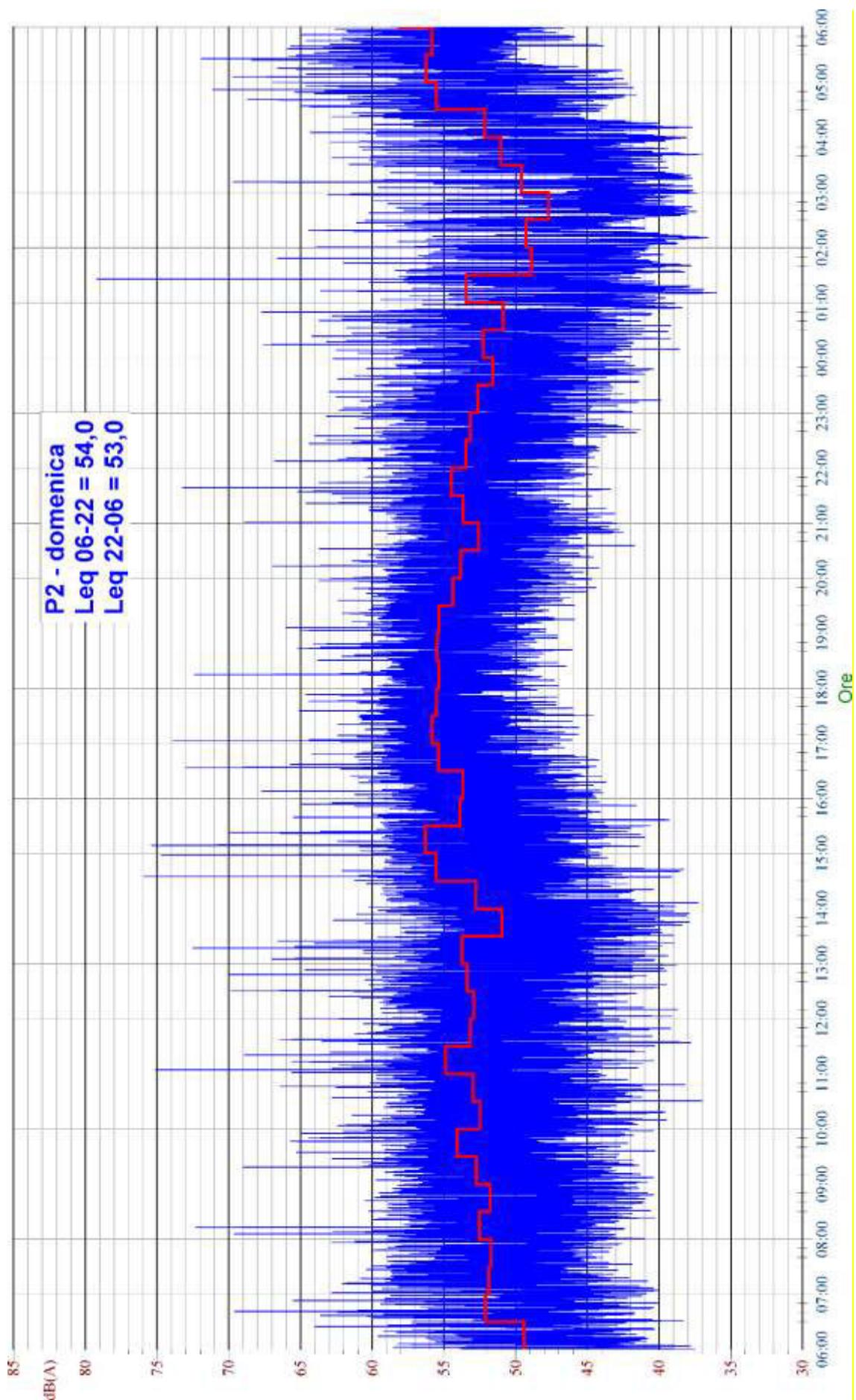


Figura 6 ter: Grafico misura in P0 – domenica 26/2/2017

**Tabella 2-bis Risultati Leq “30 min” in P0 – sabato 25 febbraio**

Data e Ora	Leq						
25/02/2017 06:00:00	51,7	25/02/2017 12:00:00	56,5	25/02/2017 18:00:00	55,8	26/02/2017 00:00:00	53,8
25/02/2017 06:30:00	53,0	25/02/2017 12:30:00	56,2	25/02/2017 18:30:00	55,4	26/02/2017 00:30:00	53,2
25/02/2017 07:00:00	55,1	25/02/2017 13:00:00	55,1	25/02/2017 19:00:00	55,5	26/02/2017 01:00:00	52,5
25/02/2017 07:30:00	55,5	25/02/2017 13:30:00	55,1	25/02/2017 19:30:00	55,7	26/02/2017 01:30:00	51,6
25/02/2017 08:00:00	56,5	25/02/2017 14:00:00	54,8	25/02/2017 20:00:00	56,0	26/02/2017 02:00:00	50,7
25/02/2017 08:30:00	57,1	25/02/2017 14:30:00	56,0	25/02/2017 20:30:00	54,2	26/02/2017 02:30:00	50,7
25/02/2017 09:00:00	57,3	25/02/2017 15:00:00	55,8	25/02/2017 21:00:00	53,2	26/02/2017 03:00:00	50,0
25/02/2017 09:30:00	58,0	25/02/2017 15:30:00	55,3	25/02/2017 21:30:00	54,6	26/02/2017 03:30:00	53,0
25/02/2017 10:00:00	57,4	25/02/2017 16:00:00	55,9	25/02/2017 22:00:00	52,9	26/02/2017 04:00:00	48,3
25/02/2017 10:30:00	56,4	25/02/2017 16:30:00	58,3	25/02/2017 22:30:00	53,7	26/02/2017 04:30:00	48,6
25/02/2017 11:00:00	55,6	25/02/2017 17:00:00	56,2	25/02/2017 23:00:00	53,7	26/02/2017 05:00:00	50,0
25/02/2017 11:30:00	56,5	25/02/2017 17:30:00	55,3	25/02/2017 23:30:00	54,2	26/02/2017 05:30:00	48,4

**Tabella 2-ter: Risultati Leq “30 min” in P0 – domenica 26 febbraio**

Data e Ora	Leq						
26/02/2017 06:00:00	49,4	26/02/2017 12:00:00	52,9	26/02/2017 18:00:00	55,4	27/02/2017 00:00:00	52,3
26/02/2017 06:30:00	52,1	26/02/2017 12:30:00	53,4	26/02/2017 18:30:00	55,5	27/02/2017 00:30:00	50,9
26/02/2017 07:00:00	51,9	26/02/2017 13:00:00	53,7	26/02/2017 19:00:00	55,4	27/02/2017 01:00:00	53,5
26/02/2017 07:30:00	51,7	26/02/2017 13:30:00	51,0	26/02/2017 19:30:00	54,4	27/02/2017 01:30:00	48,9
26/02/2017 08:00:00	52,5	26/02/2017 14:00:00	52,8	26/02/2017 20:00:00	53,8	27/02/2017 02:00:00	49,3
26/02/2017 08:30:00	51,8	26/02/2017 14:30:00	55,5	26/02/2017 20:30:00	52,6	27/02/2017 02:30:00	47,7
26/02/2017 09:00:00	52,7	26/02/2017 15:00:00	56,3	26/02/2017 21:00:00	53,7	27/02/2017 03:00:00	49,6
26/02/2017 09:30:00	54,1	26/02/2017 15:30:00	53,9	26/02/2017 21:30:00	54,5	27/02/2017 03:30:00	51,0
26/02/2017 10:00:00	52,5	26/02/2017 16:00:00	53,7	26/02/2017 22:00:00	53,5	27/02/2017 04:00:00	52,2
26/02/2017 10:30:00	53,0	26/02/2017 16:30:00	55,4	26/02/2017 22:30:00	53,2	27/02/2017 04:30:00	55,5
26/02/2017 11:00:00	54,9	26/02/2017 17:00:00	55,8	26/02/2017 23:00:00	52,7	27/02/2017 05:00:00	56,3
26/02/2017 11:30:00	53,2	26/02/2017 17:30:00	55,5	26/02/2017 23:30:00	51,6	27/02/2017 05:30:00	55,8

## 5. VALUTAZIONE CLIMA ACUSTICO STATO DI FATTO

Al fine di ottenere dai dati raccolti l'andamento del clima acustico nello stato di fatto è stato realizzato un modello numerico dell'area limitrofa al comparto in esame utilizzando il software previsionale Soundplan versione 7.0, che consente la modellizzazione acustica in accordo con decine di standards nazionali deliberati per il calcolo delle sorgenti di rumore e, basandosi sul metodo del Ray Tracing, è in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree, fornendone la mappatura, sia per singoli punti fornendo i livelli globali e la loro scomposizione direzionale.

Nella realizzazione del modello, Figura 8, si è tenuto conto:

- dell'orografia del terreno
- degli edifici esistenti,
- dell'emissione sonora dovuta alla viabilità stradale,
- dell'emissione sonora dovuta alle attività industriali limitrofe,

**Orografia:** l'area di indagine non presenta dislivelli significativi, l'orografia del terreno è stata comunque considerata per non trascurare in particolare l'effetto sulla diffusione delle emissioni sonore dovuto alla tangenziale, posta su un rilevato nell'area oggetto di indagine. A tale scopo è stato realizzato un modello semplificato dell'andamento delle quote del piano campagna.

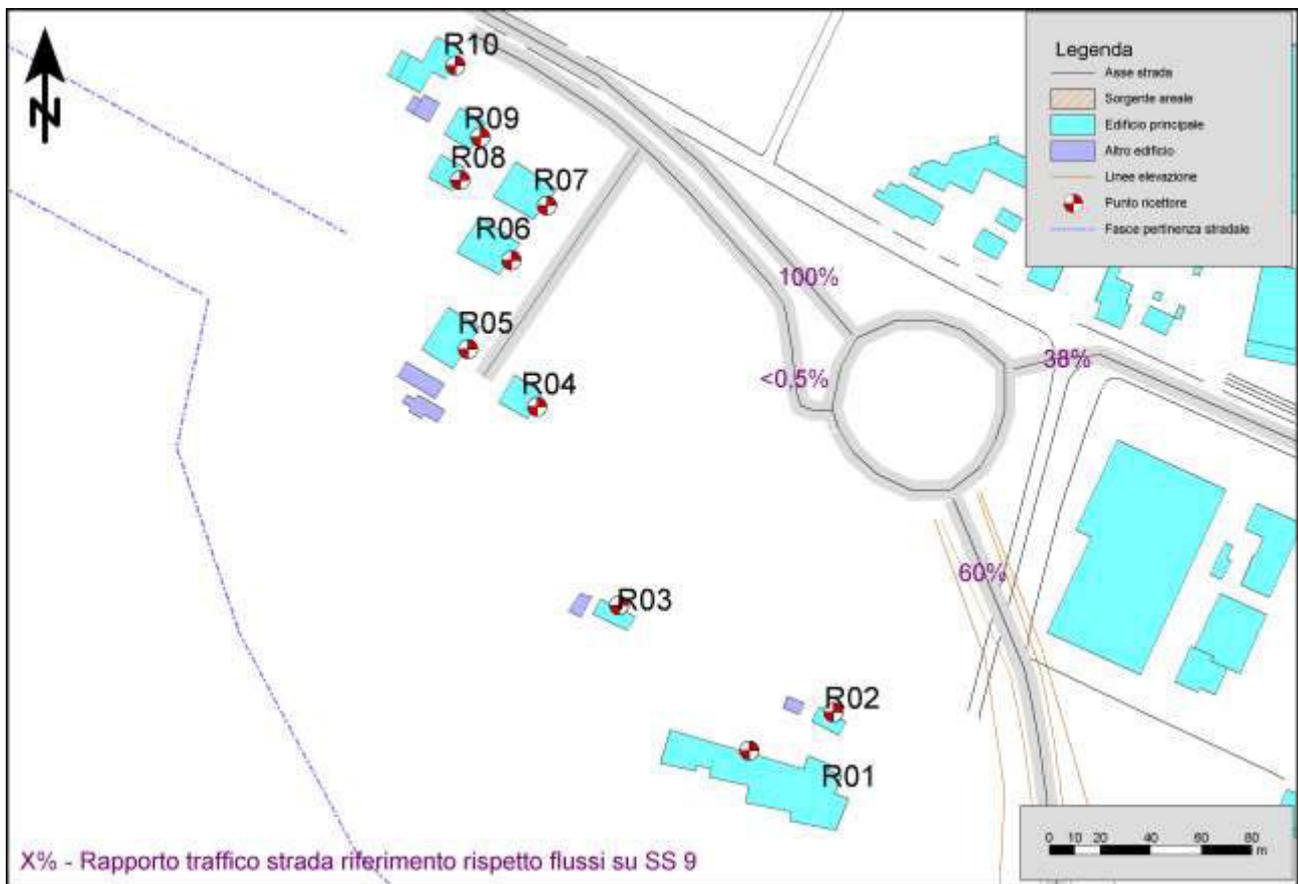


Figura 8 Modello dello stato di fatto

**Edifici:** è stato preso in considerazione l'effetto di schermo e riflessione degli edifici che si affacciano direttamente all'area di indagine a distanza inferiore a 500m come evidenziato nella precedente figura. La numerazione dei ricettori è riportati in Figura 9.

**Rumore da traffico:** Il modello utilizzato per caratterizzare gli assi viari presenti nell'area di studio è basato sullo standard francese NMPB Routes 1996 relativo al rumore da traffico, nato come evoluzione di un metodo risalente agli anni '80 (esposto nella "Guide de Bruit" del 1980). Lo Standard è incluso nella raccomandazione della Commissione Europea del 6 agosto 2003 e nell'allegato II della direttiva 2002/49/CE; che permette di prevedere l'emissione stradale in funzione dei flussi di traffico e delle velocità di percorrenza. Il livello di pressione sonora generato dalle principali sorgenti stradali per via iterativa a partire dai risultati delle misure effettuate considerando le percentuali di traffico tra le strade in accesso alla rotatoria riportate in figura, valori ricavati da un rilievo di 30 min effettuato durante la rilevazioni fonometrica in P1.

Via i Carracci è una strada chiusa di collegamento al gruppo di residenze ad Est del comparto, l'emissione ha un'un'influenza trascurabile rispetto al clima acustico dei ricettori considerati. Per completezza la sorgente è stata inclusa considerando un flusso complessivo di traffico di 320 veicoli durante il periodo diurno e 40 veicoli in quello notturno.



**Figura 9 Localizzazione ricettori**

## 6. TARATURA DEL MODELLO

Al fine di verificare la correttezza dei risultati del modello è stata effettuata la simulazione dello stato di fatto considerando come ricettori i punti di misura.

Sono state utilizzate le misure effettuate in periodo feriale, in quanto i livelli sonori erano seppure di poco più elevati, e quindi rappresentano la situazione di maggior disturbo.

In Tabella 3 sono rappresentati i dati ottenuti dal modello confrontati con i valori ottenuti durante le rilevazioni.

Dal confronto tra i valori misurati e quelli calcolati dal modello si nota come gli scostamenti si mantengono in tutti i casi al di sotto di un decibel, confermando la buona corrispondenza tra modello e risultati delle misure eseguite, premessa necessaria per assicurare la correttezza della previsione dello stato di progetto.

**Tabella 3 Confronto tra i valori ottenuti dal modello e quelli misurati**

punto di misura	quota	Livelli misurati		Livelli calcolati	
		Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
P0	4m	58,5	52,5	58,5	52,7
P1	4m	56,0	50,0	56,2	49,9

## 7. DESCRIZIONE MODELLO DELLO STATO DI PROGETTO

A partire dal modello dello stato di fatto è stata realizzata una nuova simulazione al fine di calcolare quale sarà il clima acustico dell'area a seguito dell' completamento delle opere in progetto. Il modello dello stato di fatto è stato aggiornato come mostra la Figura 10 al fine di tenere conto delle emissioni e dell'effetto di schermo e riflessione del nuovo comparto e delle modifiche alla viabilità.

Il modello di simulazione ha tenuto conto di:

- emissioni dovute al traffico indotto
- emissioni dovute all'attività di carico e scarico
- emissioni dovute agli impianti tecnologici
- emissioni dovute al parcheggio

**Edifici:** verranno realizzati vari edifici di altezza pari a 8 mt fuori terra per i complessi di vendita. Nel modello si è tenuto conto dell'effetto di schermo e riflessione dei fabbricati.

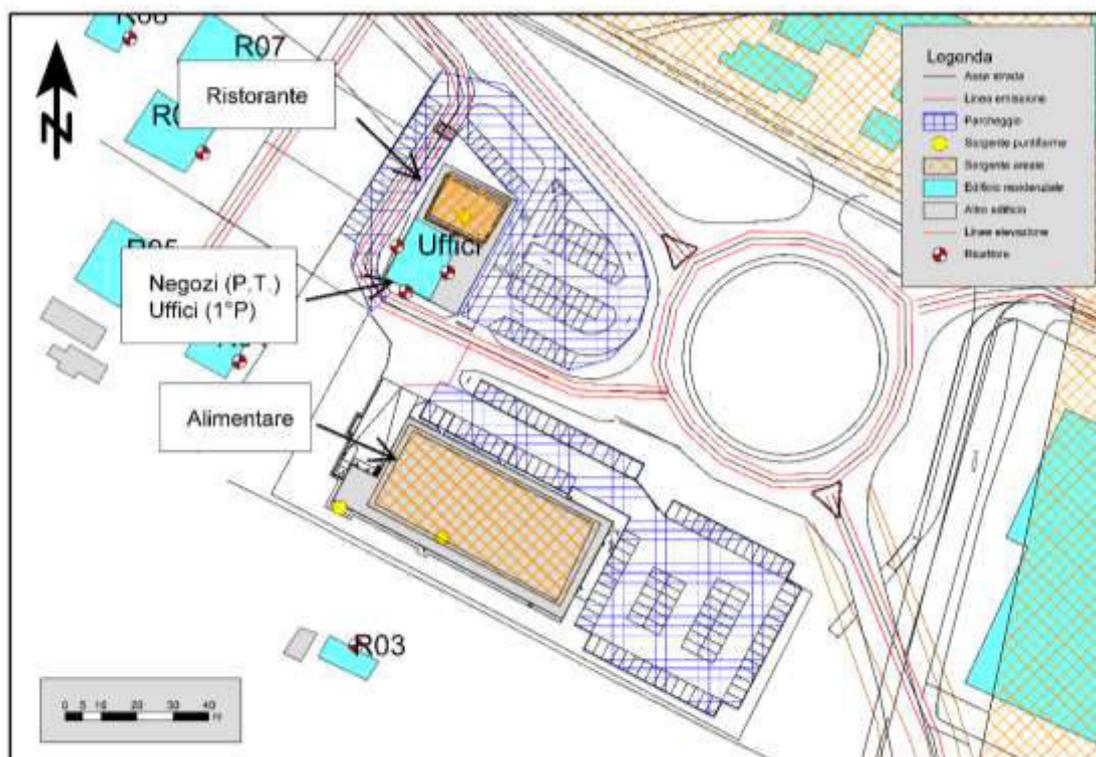


Figura 10 Modello stato di progetto in variante

**Traffico Indotto:** L'ingresso al comparto sarà garantito mediante un accesso al parcheggio dalla rotonda esistente. L'emissione legata ai veicoli in circolazione è stata calcolata utilizzando lo standard francese NMPB Routes 1996 per la modellizzazione del rumore da traffico stradale, metodo di calcolo incluso nella raccomandazione della Commissione Europea del 6 agosto 2003 e nell'allegato II della direttiva 2002/49/CE.

Il flusso di traffico orario medio diurno e notturno determinato dall'insediamento delle nuove attività è stato quantificato secondo la procedura di stima preliminare che si ritrova nel manuale "Trip Generation" pubblicato dall'Institute of Transportation Engineers (ITE), da tempo diffusa sia negli Stati Uniti che in altri Paesi.

Questa procedura standard si basa su funzioni di generazioni e/o indici per categoria di destinazione ed uso del suolo parametrizzati su grandezze caratteristiche, come superficie di vendita, numero di addetti, ecc... scelte come rappresentative in funzione della destinazione d'uso prevista.

Le tipologie ritenute maggiormente rappresentative per le singole destinazioni d'uso, così come le formule utilizzate per stimare i volumi di traffico inseriti nel modello, sono state riportate in Tabella 4.

**Tabella 4 Traffico indotto**

Attività	mq	L.U.	Formula	veicoli/g	correzioni	veicoli/h
Supermercato	1400	820 "Shopping Center"	$e^{0,643 \ln(\frac{Sup.vendita}{92,9})+5,866}$	2018	$\frac{2018}{16}$	<b>126</b>
Negozi	340	820 "Shopping Center"	$e^{0,643 \ln(\frac{Sup.vendita}{92,9})+5,866}$	812	$\frac{1442}{16}$	<b>51</b>
Ristoranti	360	831 "Quality Restaurant"	$e^{1,037 \ln(\frac{Sup.totale}{92,9})+4,410}$	335 (1)	$\frac{335 * 80\%}{16}$	<b>17</b>
					$\frac{335 * 20\%}{8}$	<b>8</b>
Uffici	220	710 "General Office Building"	$e^{0,768 \ln(\frac{Sup.totale}{92,9})+3,654}$	75	$\frac{75}{16}$	<b>5</b>

(1) La procedura standard valutata per questa attività riporta un dato di traffico complessivo delle 24 ore, si è provveduto ad applicare un coefficiente correttivo per dividere i transiti diurni da quelli in periodo notturno

Il traffico indotto dalla nuova struttura calcolato come descritto in precedenza è risultato pari a **198** veicoli/h in periodo diurno, **8** veicoli/h in periodo notturno. Il traffico è stato poi distribuito sulla rotonda, e da lì sulla viabilità locale in maniera omogenea.

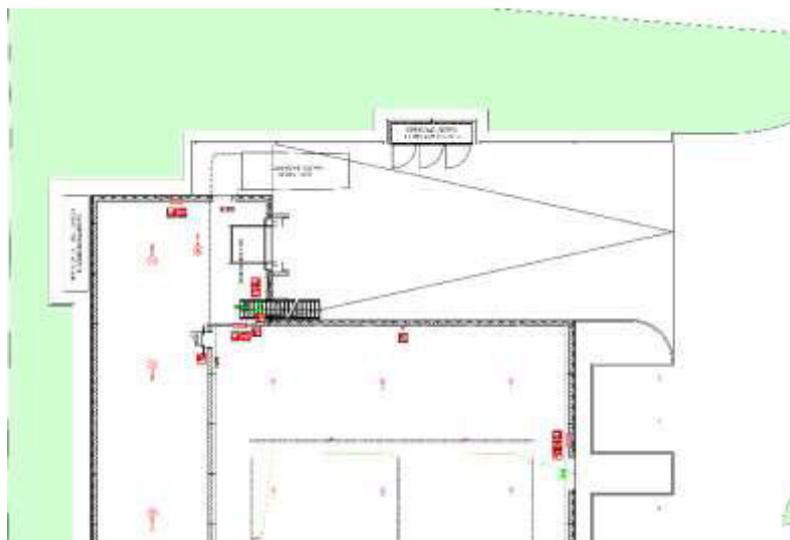
**Carico e Scarico:** Gli automezzi per il rifornimento dell'attività commerciale potranno arrivare tra le 7:00 e le 22:00, è previsto cautelativamente l'arrivo di 2 autocarri pesanti al giorno per quanto riguarda la nuova area vendita alimentare, furgoni o autocarri leggeri per quanto riguarda le altre attività commerciali. Le attività di scarico e movimentazione avverranno in tutti i casi con il motore dell'automezzo spento.

Relativamente al complesso alimentare, la consegna ed il ritiro delle merci avviene per mezzo di un sistema di docking protetto, come riportato in Figura 11: gli autocarri accedono in retromarcia fino all'attracco in banchina di carico. Le banchina di carico è attrezzata con un portale isotermico che funge da sigillante tra l'apertura della porta del magazzino e la struttura del camion, garantendone l'impermeabilità ed evitano l'entrata di polvere, vento, pioggia, correnti d'aria. Creando un corridoio di passaggio tra carico e scarico, anche il rumore prodotto dalle attività di carico e scarico è confinato all'interno dell'edificio senza gravare sul contesto. Inoltre la consegna di elementi refrigerati non avviene con camion frigo con compressori posti all'esterno del mezzo, ma con particolari pallet che presentano al loro interno sistemi di refrigerazione, rendendo nullo l'impatto del compressore durante le fasi di carico e scarico.

Nel modello al fine di considerare le differenti modalità di emissione di rumore durante le attività di carico e scarico di mezzi pesanti sono state inserite:

- Una sorgente stradale in corrispondenza del percorso di accesso e uscita.

La durata di ciascuna manovra di scarico o carico è stata ipotizzata di 30 minuti per autocarro.



**Figura 11 Particolare Deck scarico merci**

**Impianti tecnologici:** La potenza sonora degli impianti tecnologici è stata ricavata considerando la superficie di vendita. In Tabella 5 sono riassunti gli impianti previsti per le diverse destinazioni d'uso.

**Tabella 5 Dimensionamento impianti tecnologici in progetto**

	<b>Impianto</b>	<b>Potenza sonora</b>
Ristorante	PdC(riscaldamento+ACS) e Condensatore PdC	75
	Estrattori aria	68
	UTA	70
Negozio alimentare	PdC e Condensatore PdC	78
	UTA area vendita	80
	Estrattori aria	75
	Impianti Gruppo Frigo aggiuntivo posizionato a terra	78
Negozi non alimentari	PdC e Condensatore PdC	75
	UTA area vendita	70
Uffici	PdC e Condensatore PdC	75
	UTA	70

Ciascun impianto sarà caratterizzato da un funzionamento modulato legato alla richiesta del carico, per tenere conto di questa variabilità di emissione è stato considerato l'andamento riportato in Tabella 6, Tabella 7, Tabella 8, Tabella 9 che rappresentano una condizione critica non occasionale. Nel modello è stata inserita una sorgente areale in corrispondenza della copertura a 0,5m al di sopra di quest'ultima per ogni impianto considerato, come riportato in Figura 10.

Per la sorgente "Impianti Gruppo Frigo e condizionamento" è stata invece inserita una sorgente puntiforme a 1 mt da terra, ubicata sul lato sudovest del complesso di vendita.

**Tabella 6 Funzionamento orario impianti negozio alimentare**

Impianto	Utilizzo orario impianti negozio alimentare												
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
UTA	Utilizzo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	30%	50%	65%	70%	70%
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	70%	70%	75%	80%	90%	90%	90%	90%	80%	70%	50%	25%
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
PdC	Utilizzo	30%	30%	50%	80%	75%	50%	60%	70%	60%	50%	60%	80%
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	95%	100%	100%	100%	100%	90%	80%	70%	50%	40%	30%	30%
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
Estrattori aria PdC	Utilizzo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
Impianti Gruppo Frigo e condizionamento	Utilizzo	30%	30%	50%	80%	75%	50%	60%	70%	60%	50%	60%	80%
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	95%	100%	100%	100%	100%	90%	80%	70%	50%	40%	30%	30%
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12

**Tabella 7 Funzionamento orario impianti negozi non alimentari**

Impianto	Utilizzo orario impianti negozi non alimentari												
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
UTA	Utilizzo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	30%	50%	65%	70%	70%
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	70%	70%	75%	80%	90%	90%	90%	90%	80%	70%	50%	25%
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
PdC	Utilizzo	30%	30%	50%	80%	75%	50%	60%	70%	60%	50%	60%	80%
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	95%	100%	100%	100%	100%	90%	80%	70%	50%	40%	30%	30%
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12

**Tabella 8 Funzionamento orario impianti uffici**

Impianto	Utilizzo orario impianti uffici												
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
UTA	Utilizzo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	50%	85%	85%	85%	85%
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	85%	70%	75%	85%	85%	75%	50%	30%	30%	0%	0%	0%
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
PdC	Utilizzo	0%	0%	0%	0%	0%	30%	50%	50%	85%	85%	70%	70%
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	70%	70%	85%	85%	70%	50%	35%	25%	15%	15%	0%	0%
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12

**Tabella 9 Funzionamento orario impianti ristorante e bar**

Impianto	Utilizzo orario impianti ristoranti												
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
UTA (solo ristorante)	Utilizzo	30%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	30%	30%	50%	75%
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	100%	100%	75%	50%	30%	30%	50%	75%	85%	70%	70%	50%
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
PdC	Utilizzo	30%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	30%	30%	50%	75%
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	100%	100%	75%	50%	30%	30%	50%	75%	85%	70%	70%	50%
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
Cappe di estrazione	Utilizzo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo orario	100%	100%	70%	30%	0%	0%	35%	75%	100%	100%	75%	30%
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12

**Parcheggi:** Nel progetto in esame sono previsti circa 190 posti auto. L'emissione dovuta ai parcheggi è stata simulata inserendo sorgenti areali la cui emissione sonora è stata stimata come descritto studio tedesco "Bayrische parkplazlanstudie" del 2007 sommando l'addizionale (+2,05 dB(A)) suggerita per il rumore dovuto ai parcheggi dei centri commerciali. E' stata inoltre sommata l'addizionale dovuta al traffico interno a parcheggio stesso. Il numero di movimenti per posto (eventi ora) è stato impostato come riportato in Tabella 10 e il transito dei veicoli in entrata e uscita diviso proporzionalmente in base al numero dei parcheggi in periodo diurno.

**Tabella 10 Utilizzo orario dei parcheggi**

Parcheggio	Utilizzo orario parcheggi												
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
parcheggi	Utilizzo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,60	1,80	1,20	1,00	0,80	1,00
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	1,20	0,60	0,20	0,60	1,20	2,00	0,60	0,66	0,10	0,04	0,00	0,00
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
Parcheggio antistante ristorante	Eventi/h	0,06	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,49	1,38	0,99	0,72	0,57
	Ora	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
	Utilizzo	0,69	0,97	0,66	0,23	0,45	0,81	1,36	1,13	0,58	0,27	0,13	0,10
	Ora	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12

## 7.1. INTERVENTI DI MITIGAZIONE

La concentrazione delle aree di vendita nel lotto A e le modifiche al sistema di carico/scarico adottate evidenziate in Figura 10, legate anche al fatto che le attività da insediare nell'edificio del lotto B sono modeste non richiedono specifici interventi di mitigazione a tutela dei ricettori limitrofi che erano invece stati individuati nella ipotesi di localizzazione approvata.

## 8. STIMA DEL VALORE ASSOLUTO DI IMMISSIONE “POST OPERAM”

Utilizzando il modello descritto è stato valutato il clima acustico nello stato di progetto, i risultati sono riportati in Tabella 11 ove si riportano sia i valori calcolati per lo stato di fatto che quelli dello stato di progetto per tutti i ricettori individuati. In rosso sono evidenziati i ricettori per i quali è previsto il superamento del limite di zona. L’analisi evidenzia una serie di superamenti del limite di zona in periodo notturno, che sono però in tutti i casi già presenti per lo stato di fatto e sono dovuti al traffico attuale. L’entità dell’incremento è trascurabile ed in generale determinato dal traffico indotto.

Tabella 11 Risultati numerici sui ricettori di rumorosità assoluta

Ricettore	Direz.	Piano	Limite di zona		Stato di Fatto		Stato di Progetto	
			D	N	D	N	D	N
R01	1	N	60	50	52,2	46,3	52,3	45,4
R01	2	N	60	50	53,2	47,4	53,8	46,8
R02	1	NE	60	50	56	50,3	57,5	50,5
R02	2	NE	60	50	56,6	50,8	58,3	51,1
R02	3	NE	60	50	57,1	51,3	59,1	51,7
R03	1	NE	60	50	54,3	48,3	51,6	45,1
R03	2	NE	60	50	54,7	48,7	52,6	46,1
R04	1	SE	60	50	54,1	48	54,1	47
R04	2	SE	60	50	54,6	48,5	55	47,9
R04	3	SE	60	50	55	48,9	55,8	48,6
R05	1	SE	60	50	53,7	47,5	54,2	47,5
R05	2	SE	60	50	53,9	47,7	54,6	47,9
R06	1	SE	60	50	55,8	49,5	56	49,3
R06	2	SE	60	50	56,4	50,1	56,9	50,1
R06	3	SE	60	50	56,9	50,6	57,6	50,8
R06	4	SE	60	50	57,5	51,1	58,2	51,3
R07	1	SE	65	55	57,8	51,4	58	51,3
R07	2	SE	65	55	58,6	52,2	59	52,3
R07	3	SE	65	55	59,5	53,1	59,9	53,2
R07	4	SE	65	55	60,3	53,9	60,8	54,1
R08	1	SE	60	50	55,2	48,9	55,4	48,8
R08	2	SE	60	50	56,2	49,9	56,4	49,8
R09	1	SE	65	55	58,6	52,1	58,8	52,1
R09	2	SE	65	55	59,7	53,2	60	53,3
R10	1	SE	65	55	62,7	56	62,9	56,1
R10	2	SE	65	55	64,4	57,9	64,7	58
U01	1	NO	65	55	-	-	60	-
U01	1	SE	65	55	-	-	61,7	-
U01	1	SO	65	55	-	-	59,2	-

I ricettori in corrispondenza dei quali si rileva il superamento del limite di zona sono: R02, R06, R10, presentano livelli di rumore in periodo notturno di poco superiori al limite di zonizzazione acustica già presenti nello stato di fatto. Ciò è determinato dall'elevato traffico su via Emilia e sulla Tangenziale, caratterizzato da numerosi transiti di mezzi pesanti. Nello stato di progetto è previsto in alcuni ricettori R2 ed R6 un modesto incremento del rumore, per l'effetto delle emissioni delle aree a parcheggio anche per le cautelative ipotesi di movimenti previsti.

Si sottolinea come i superamenti evidenziati del limite fissato dalla classificazione acustica non corrispondano a superamenti dei limiti in quanto i ricettori ricadono all'interno della fascia di pertinenza stradale della SS9 pertanto la verifica dell'effettivo superamento dei limiti vigenti dovrebbe escludere il rumore stradale che risulta il contributo principale, da confrontare con i limiti stabiliti dal D.P.R. n. 142. Qualora si sottraesse il rumore dovuto al traffico della SS9 i valori limite prescritti dalla zonizzazione acustica sarebbero ampiamente rispettati.

In allegato 1 si riportano le mappe con le curve di iso-livello all'altezza di 4 m dal suolo sia per lo stato di fatto che per lo stato di progetto

## 9. STIMA DEL VALORE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE

A seguito della misura effettuata il sabato e la domenica, sono state valutate due diverse situazioni riguardo alla valutazione del valore differenziale di immissione: uno in periodo feriale, un in periodo festivo, quest'ultimo, a causa dei valori di Leq semi-orario minimo inferiori, risulta maggiormente cautelativo.

### 9.1. GIORNO FERIALE

Primo passo per la valutazione del differenziale di immissione dovuto al comparto in progetto è stato la definizione del rumore residuo minimo.

Analizzando i valori di Leq(30min) rilevati nella misura in P0 le condizioni di minima rumorosità si rilevano: alle 21:30 in periodo diurno, alle 1:30 in periodo notturno; i livelli rilevati sono rispettivamente: 52,7 dB(A) e 48,9 dB(A)

Sebbene l'orario di rumorosità minima individuato coincida con un orario in cui la gran parte delle attività non sarà attiva o comunque in chiusura a favore della sicurezza si procede valutando questa condizione.

Pertanto il rumore residuo può essere calcolato con la formula seguente:

$$Leq_{P0Day} = LeqDay' - K_{D0} - K_F$$

$$Leq_{P0Night} = LeqNight' - K_{N0} - K_F$$

Dove:

Leq' – Rappresenta in valore di Leq Day e Night previsto dal modello in P0 senza considerare le emissioni legate al nuovo complesso commerciale, calcolate escludendo la riflessione della facciata corrispondente al ricettore.

$K_{Di}$  – Differenza tra LeqDay e Leq(30 min) min diurno in P0 pari a -5,8 dB(A)

$K_{Ni}$  – Differenza tra LeqNight e Leq(30 min) min notturno in P0 pari a -3,6 dB(A)

$K_F$  – Indice per considerare l'attenuazione dovuta alla misura interna a finestre aperte come richiesto dalla verifica del differenziale.

L'indice di correzione  $K_F$  (-1,9 dB(A)) che tiene conto dell'effetto dovuto alla misura all'interno di un locale tipo, si considera questa correzione in quanto la definizione di rumore differenziale presuppone la misura della rumorosità all'interno di un locale con il microfono ad 1,0 m dalla finestra aperta. Maggiori dettagli sul calcolo di questo fattore di correzione sono riportati in allegato 2.

Poiché il DPCM 14-11-97 definisce come valore minimo per l'applicabilità del differenziale, un rumore ambientale di 50 dB(A) in periodo diurno e 40 dB(A) in periodo notturno, la condizione più critica per il rispetto del limite è per ciascun ricettore il massimo tra: il livello che sommato al contributo degli impianti in esame determina il superamento della condizione di soglia e il livello di rumore residuo minimo calcolato secondo le formule precedenti.

Nota la condizione di rumore residuo per tutti i ricettori è stato calcolato il livello di pressione sonora determinata dalle emissioni del nuovo complesso utilizzando il modello di simulazione descritto, nel calcolo sono state considerate le seguenti sorgenti:

- Tutti gli impianti tecnologici a pieno carico in periodo diurno

- Tutti gli impianti tecnologici a servizio del ristorante a pieno carico in periodo notturno
- I gruppi frigo a servizio del negozio alimentare a pieno carico in periodo notturno
- Tutti gli altri impianti tecnologici funzionanti al 50% in periodo notturno

Tutte le sorgenti sono state considerate contemporaneamente in funzione. In Tabella 12 si riportano i risultati ottenuti che evidenziano un ampio rispetto dei limiti di legge in tutti i ricettori considerati. Mediamente i valori previsti sono contenuti (<0,5 dBA) e spesso trascurabili (<0,1 dBA). Il ricettore più impattato in periodo notturno, R03, presenta un differenziale pari a 1,5 dB(A), per la nuova ubicazione dei gruppi frigo e condizionamento; la collocazione a terra consente comunque la possibilità di eseguire interventi correttivi.

I valori previsti dal calcolo sono inferiori a quelli che risultavano nel piano approvato per i quali il differenziale era comunque contenuto con valore massimo diurno pari a 2,5 dBA per il ricettore R6 ed un valore massimo notturno pari a 0,9 dBA per il ricettore R3.

**Tabella 12 Risultati numerici differenziale di immissione atteso**

Ric	Dir	Piano	Residuo minimo		Residuo critico		Emissioni nuovo complesso		Ambientale critico		Differenziale	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R01	1	N	41,7	38,1	50,0	39,8	27,5	26,2	50,0	40,0	0,0	0,2
R01	2	N	43,1	39,5	50,0	39,8	28,3	27	50,0	40,0	0,0	0,2
R02	1	NE	46,6	43,1	50,0	43,1	27,2	25,8	50,0	43,2	0,0	0,1
R02	2	NE	47,3	43,7	50,0	43,7	28,3	26,9	50,0	43,8	0,0	0,1
R02	3	NE	47,9	44,3	50,0	44,3	28,6	27,2	50,0	44,4	0,0	0,1
R03	1	NE	41,3	37,6	49,9	38,9	34,4	33,5	50,0	40,0	0,1	1,1
R03	2	NE	42,2	38,4	49,8	38,5	35,5	34,6	50,0	40,0	0,2	1,5
R04	1	SE	43,6	39,7	50,0	39,8	28,6	27,2	50,0	40,0	0,0	0,2
R04	2	SE	44,5	40,5	50,0	40,5	30,3	28,8	50,0	40,8	0,0	0,3
R04	3	SE	45,4	41,5	50,0	41,5	30,5	29	50,0	41,7	0,0	0,2
R05	1	SE	44,1	40	50,0	40,0	22,9	21,2	50,0	40,1	0,0	0,1
R05	2	SE	44,4	40,4	50,0	40,4	24,7	23	50,0	40,5	0,0	0,1
R06	1	SE	45,9	41,8	50,0	41,8	29	27,4	50,0	42,0	0,0	0,2
R06	2	SE	46,8	42,7	50,0	42,7	30,5	29	50,0	42,9	0,0	0,2
R06	3	SE	47,5	43,4	49,9	43,4	31,4	29,8	50,0	43,6	0,1	0,2
R06	4	SE	48,2	44	49,9	44,0	32,1	30,5	50,0	44,2	0,1	0,2
R07	1	SE	48,4	44,2	50,0	44,2	29,2	27,6	50,0	44,3	0,0	0,1
R07	2	SE	49,4	45,2	49,9	45,2	30,9	29,3	50,0	45,3	0,1	0,1
R07	3	SE	50,3	46,1	50,3	46,1	32	30,3	50,4	46,2	0,1	0,1
R07	4	SE	51,2	47	51,2	47,0	32,5	30,8	51,3	47,1	0,1	0,1
R08	1	SE	46,3	42,1	50,0	42,1	23,6	22,1	50,0	42,1	0,0	0,0
R08	2	SE	47,4	43,2	50,0	43,2	25,2	23,8	50,0	43,2	0,0	0,0
R09	1	SE	49,6	45,2	50,0	45,2	18,1	16,4	50,0	45,2	0,0	0,0
R09	2	SE	50,7	46,4	50,7	46,4	19,7	17,9	50,7	46,4	0,0	0,0
R10	1	SE	53,6	49,2	53,6	49,2	22,3	20,8	53,6	49,2	0,0	0,0
R10	2	SE	55,4	51	55,4	51,0	23,8	22,3	55,4	51,0	0,0	0,0
U01	1	NO	48,3	-	50,0	-	29,9	-	50,0	-	0,0	-
U01	1	SE	49,7	-	49,7	-	40,7	-	50,2	-	0,5	-
U01	1	SO	46,6	-	50,0	-	30,5	-	50,0	-	0,0	-

## 9.2. GIORNO FESTIVO

Primo passo per la valutazione del differenziale di immissione dovuto al comparto in progetto è stato la definizione del rumore residuo minimo.

Analizzando i valori di  $Leq(30min)$  rilevati nella misura in P2 le condizioni di minima rumorosità si rilevano: alle 6:00 di domenica in periodo diurno, alle 2:30 sempre di domenica in periodo notturno; i livelli rilevati sono rispettivamente: 49,4 dB(A) e 47,7 dB(A)

Sebbene l'orario di rumorosità minima individuato coincida con un orario in cui la gran parte delle attività non sarà attiva o comunque in chiusura a favore della sicurezza si procede valutando questa condizione.

Pertanto il rumore residuo può essere calcolato con la formula seguente:

$$Leq_{P0Day} = LeqDay' - K_{D0} - K_F$$

$$Leq_{P0Night} = LeqNight' - K_{N0} - K_F$$

Dove:

$Leq'$  – Rappresenta in valore di  $Leq$  Day e Night previsto dal modello in P0 senza considerare le emissioni legate al nuovo complesso commerciale, calcolate escludendo la riflessione della facciata corrispondente al ricettore.

$K_{D0}$  – Differenza tra  $LeqDay$  e  $Leq(30 min)$  min diurno in P2-domenica pari a -4,6 dB(A)

$K_{N0}$  – Differenza tra  $LeqNight$  e  $Leq(30 min)$  min notturno in P2-domenica pari a -5,3 dB(A)

$K_F$  – Indice per considerare l'attenuazione dovuta alla misura interna a finestre aperte come richiesto dalla verifica del differenziale.

L'indice di correzione  $K_F(-1,9 dB(A))$  che tiene conto dell'effetto dovuto alla misura all'interno di un locale tipo, si considera questa correzione in quanto la definizione di rumore differenziale presuppone la misura della rumorosità all'interno di un locale con il microfono ad 1,0 m dalla finestra aperta. Maggiori dettagli sul calcolo di questo fattore di correzione sono riportati in allegato 2.

Poiché il DPCM 14-11-97 definisce come valore minimo per l'applicabilità del differenziale, un rumore ambientale di 50 dB(A) in periodo diurno e 40 dB(A) in periodo notturno, la condizione più critica per il rispetto del limite è per ciascun ricettore il massimo tra: il livello che sommato al contributo degli impianti in esame determina il superamento della condizione di soglia e il livello di rumore residuo minimo calcolato secondo le formule precedenti.

Nota la condizione di rumore residuo per tutti i ricettori è stato calcolato il livello di pressione sonora determinata dalle emissioni del nuovo complesso utilizzando il modello di simulazione descritto, nel calcolo sono state considerate le seguenti sorgenti:

- Tutti gli impianti tecnologici a pieno carico in periodo diurno
- Tutti gli impianti tecnologici a servizio del ristorante a pieno carico in periodo notturno
- I gruppi frigo a servizio del negozio alimentare a pieno carico in periodo notturno
- Tutti gli altri impianti tecnologici funzionanti al 50% in periodo notturno

Tutte le sorgenti considerate sono state considerate contemporaneamente in funzione.

In Tabella 12 si riportano i risultati ottenuti che evidenziano un ampio rispetto dei limiti di legge in tutti i ricettori considerati. Mediamente i valori previsti sono contenuti (<0,5 dBA) e spesso trascurabili (<0,1 dBA). Il ricettore più impattato in periodo notturno, R03, presenta un differenziale pari a 1,5 dB(A), a causa della nuova ubicazione dei gruppi frigo e condizionamento, ampiamente inferiore ai limiti di legge

I valori previsti dal calcolo sono inferiori a quelli che risultavano nel piano approvato per i quali il differenziale era comunque contenuto con valore massimo diurno pari a 2,5 dBA per il ricettore R6 ed un valore massimo notturno pari a 0,9 dBA per il ricettore R3.

**Tabella 13 Risultati numerici differenziale di immissione atteso**

Ric	Dir	Piano	Residuo minimo		Residuo critico		Emissioni nuovo complesso		Ambientale critico		Differenziale	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R01	1	N	42,9	36,4	50,0	39,8	27,5	26,2	50,0	40,0	0,0	0,2
R01	2	N	44,3	37,8	50,0	39,8	28,3	27	50,0	40,0	0,0	0,2
R02	1	NE	47,8	41,4	50,0	41,4	27,2	25,8	50,0	41,5	0,0	0,1
R02	2	NE	48,5	42	50,0	42,0	28,3	26,9	50,0	42,1	0,0	0,1
R02	3	NE	49,1	42,6	50,0	42,6	28,6	27,2	50,0	42,7	0,0	0,1
R03	1	NE	42,5	35,9	49,9	38,9	34,4	33,5	50,0	40,0	0,1	1,1
R03	2	NE	43,4	36,7	49,8	38,5	35,5	34,6	50,0	40,0	0,2	1,5
R04	1	SE	44,8	38	50,0	39,8	28,6	27,2	50,0	40,0	0,0	0,2
R04	2	SE	45,7	38,8	50,0	39,7	30,3	28,8	50,0	40,0	0,0	0,3
R04	3	SE	46,6	39,8	50,0	39,8	30,5	29	50,0	40,1	0,0	0,3
R05	1	SE	45,3	38,3	50,0	39,9	22,9	21,2	50,0	40,0	0,0	0,1
R05	2	SE	45,6	38,7	50,0	39,9	24,7	23	50,0	40,0	0,0	0,1
R06	1	SE	47,1	40,1	50,0	40,1	29	27,4	50,0	40,3	0,0	0,2
R06	2	SE	48	41	50,0	41,0	30,5	29	50,0	41,3	0,0	0,3
R06	3	SE	48,7	41,7	49,9	41,7	31,4	29,8	50,0	42,0	0,1	0,3
R06	4	SE	49,4	42,3	49,9	42,3	32,1	30,5	50,0	42,6	0,1	0,3
R07	1	SE	49,6	42,5	50,0	42,5	29,2	27,6	50,0	42,6	0,0	0,1
R07	2	SE	50,6	43,5	50,6	43,5	30,9	29,3	50,6	43,7	0,0	0,2
R07	3	SE	51,5	44,4	51,5	44,4	32	30,3	51,5	44,6	0,0	0,2
R07	4	SE	52,4	45,3	52,4	45,3	32,5	30,8	52,4	45,5	0,0	0,2
R08	1	SE	47,5	40,4	50,0	40,4	23,6	22,1	50,0	40,5	0,0	0,1
R08	2	SE	48,6	41,5	50,0	41,5	25,2	23,8	50,0	41,6	0,0	0,1
R09	1	SE	50,8	43,5	50,8	43,5	18,1	16,4	50,8	43,5	0,0	0,0
R09	2	SE	51,9	44,7	51,9	44,7	19,7	17,9	51,9	44,7	0,0	0,0
R10	1	SE	54,8	47,5	54,8	47,5	22,3	20,8	54,8	47,5	0,0	0,0
R10	2	SE	56,6	49,3	56,6	49,3	23,8	22,3	56,6	49,3	0,0	0,0
U01	1	NO	49,5	-	50,0	-	29,9	-	50,0	-	0,0	-
U01	1	SE	50,9	-	50,9	-	40,7	-	51,3	-	0,4	-
U01	1	SO	47,8	-	50,0	-	30,5	-	50,0	-	0,0	-

## 10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La revisione della relazione di impatto acustico redatta nel febbraio 2016 si è resa necessaria a seguito della modifica della previsione di insediamento che prevede ora nel lotto A un unico edificio che sarà occupato da una media struttura commerciale con superficie coperta di circa mq 2050, ovvero pressoché pari alla somma dei tre edifici originariamente previsti e la concentrazione nell'edificio B, su due piani, di un pubblico esercizio (ristorante), negozi ed uffici.

Risulta modificata anche la distribuzione dei parcheggi pertinenziali e della viabilità di accesso; in particolare, si è inoltre progettata la modifica della zona carico e scarico e delle modalità di carico e scarico delle merci rispetto a quanto previsto in precedenza.

La revisione del marzo 2017 è stata necessaria al fine ottemperare alla richiesta di integrazioni di Arpae che richiede di effettuare misure aggiuntive nei giorni di sabato e domenica che potrebbe determinare valori di rumore residuo inferiori e di verificare l'impatto acustico, riguardo al valore differenziale di immissione in queste condizioni. La revisione ha introdotto una nuova unità esterna secondo le indicazioni dei progettisti.

La campagna di misure eseguita nel dicembre 2015 ha messo in evidenza come nell'area di indagine il clima acustico sia in prevalenza influenzato dalle emissioni legate al traffico. I ricettori direttamente esposti alle emissioni di via Emilia e della tangenziale sono caratterizzati da livelli di Leq anche elevati.

La progettata modifica alla zona ed alle modalità di carico e scarico delle merci rispetto a quelle precedenti limita l'impatto acustico verso i fabbricati limitrofi non rende necessaria la barriera mobile prevista nella precedente valutazione. La previsione di collocare in copertura parte degli impianti tecnologici, confermata, è una ulteriore soluzione per limitare l'impatto acustico.

La previsione, nelle condizioni di progetto descritte, mette in evidenza come l'incremento dei livelli di rumore atteso sia trascurabile ed in generale determinato dal traffico indotto. In particolare il modesto incremento per i ricettori (R2 ed R6) è da imputare alle aree a parcheggio.

I pochi superamenti calcolati del limite notturno fissato dalla classificazione acustica non corrispondono a superamenti dei limiti prescritti in quanto i ricettori ricadono all'interno della fascia di pertinenza stradale della SS9 pertanto la verifica dell'effettivo superamento dei limiti vigenti dovrebbe escludere il rumore stradale che risulta il contributo principale, da confrontare con i limiti stabiliti dal D.P.R. n. 142. Qualora si sottraesse il rumore dovuto al traffico della SS9 i valori limite prescritti dalla zonizzazione acustica sarebbero ampiamente rispettati.

I risultati della misura eseguita sabato 25 e domenica 26 febbraio hanno determinato la riduzione del valore residuo del rumore ma non modificato la condizione di applicabilità. La stima del valore differenziale di immissione mette in evidenza un ampio rispetto dei limiti di legge in tutti i ricettori considerati; mediamente i valori previsti sono contenuti (<0,5 dBA) e spesso trascurabili (<0,1 dBA). Il ricettore più impattato in periodo notturno, R03, presenta un differenziale pari a 1,5 dB(A), per la nuova ubicazione dei gruppi frigo e condizionamento; la collocazione a terra consente comunque la possibilità di eseguire interventi correttivi.

Esiste un modello silenziato caratterizzato da emissione sonora minore di 5 dBA rispetto al valore riportato nella previsione, si suggerisce l'installazione della versione silenziata.

**Ing. Davide Ascari**

**Dott. Michela Malagoli**

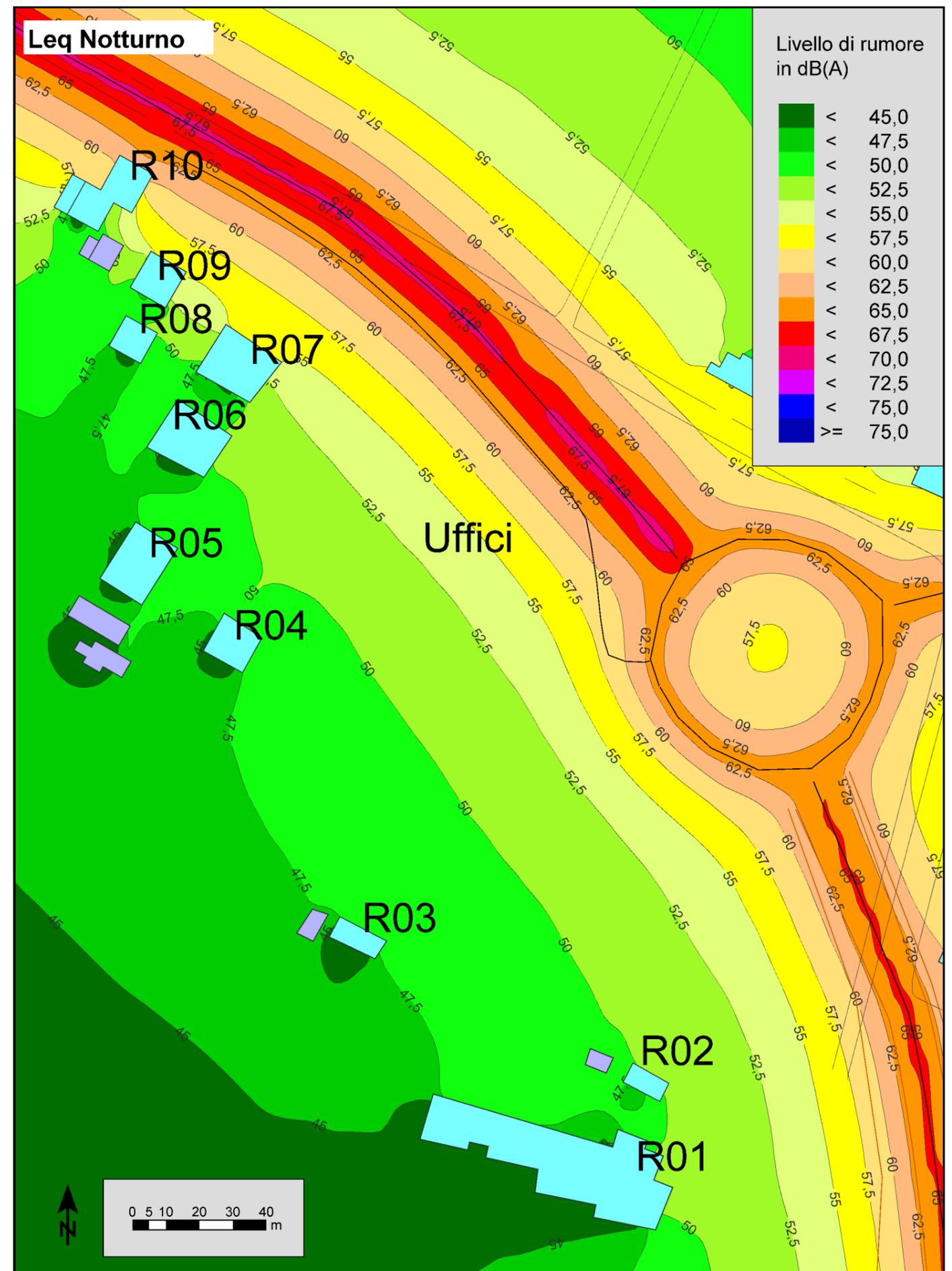
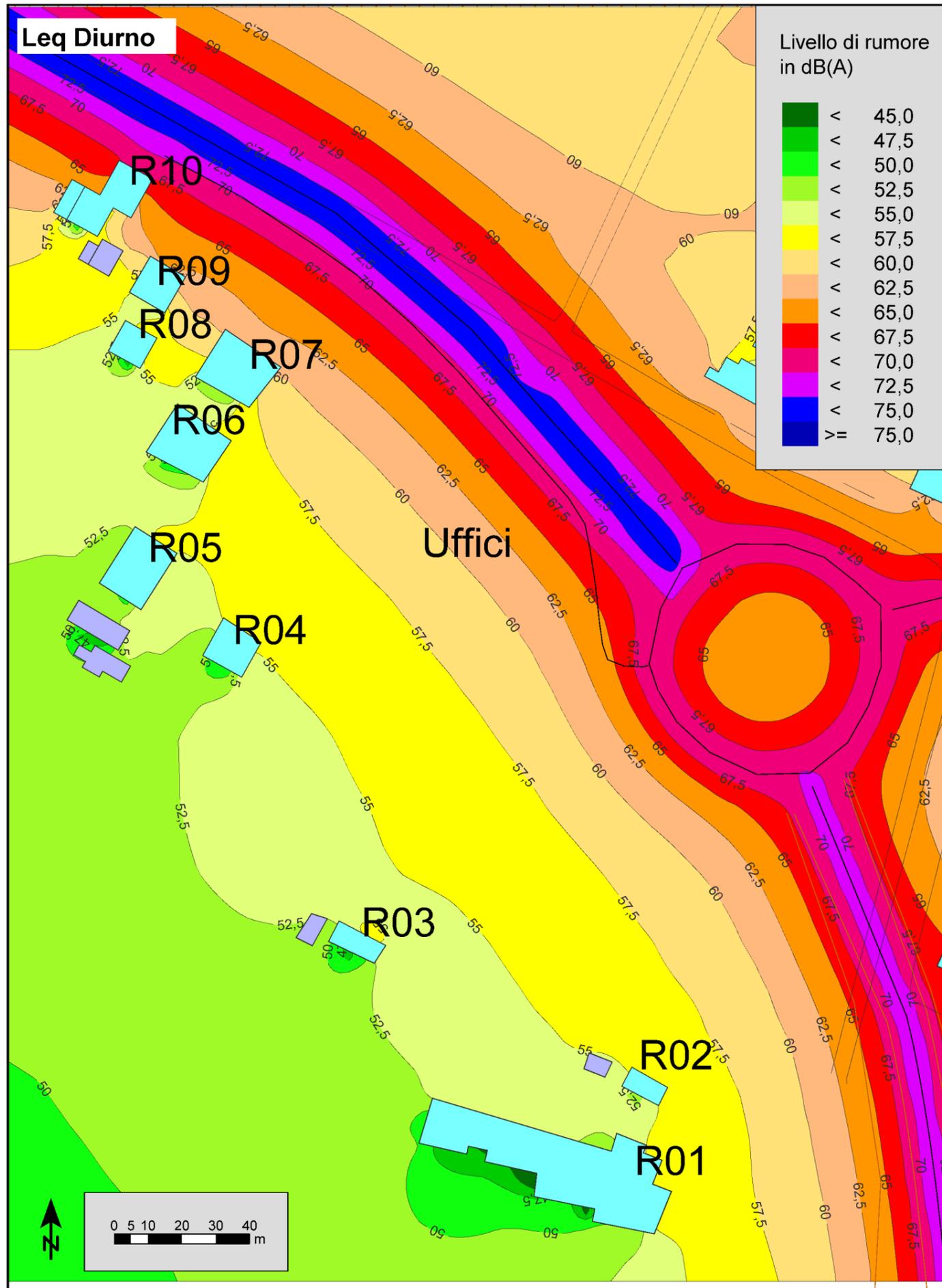
Tecnico competente in acustica ambientale  
Comunicazione Provincia di Modena  
prot. n. 53955/3.3.5 del 21/04/2004



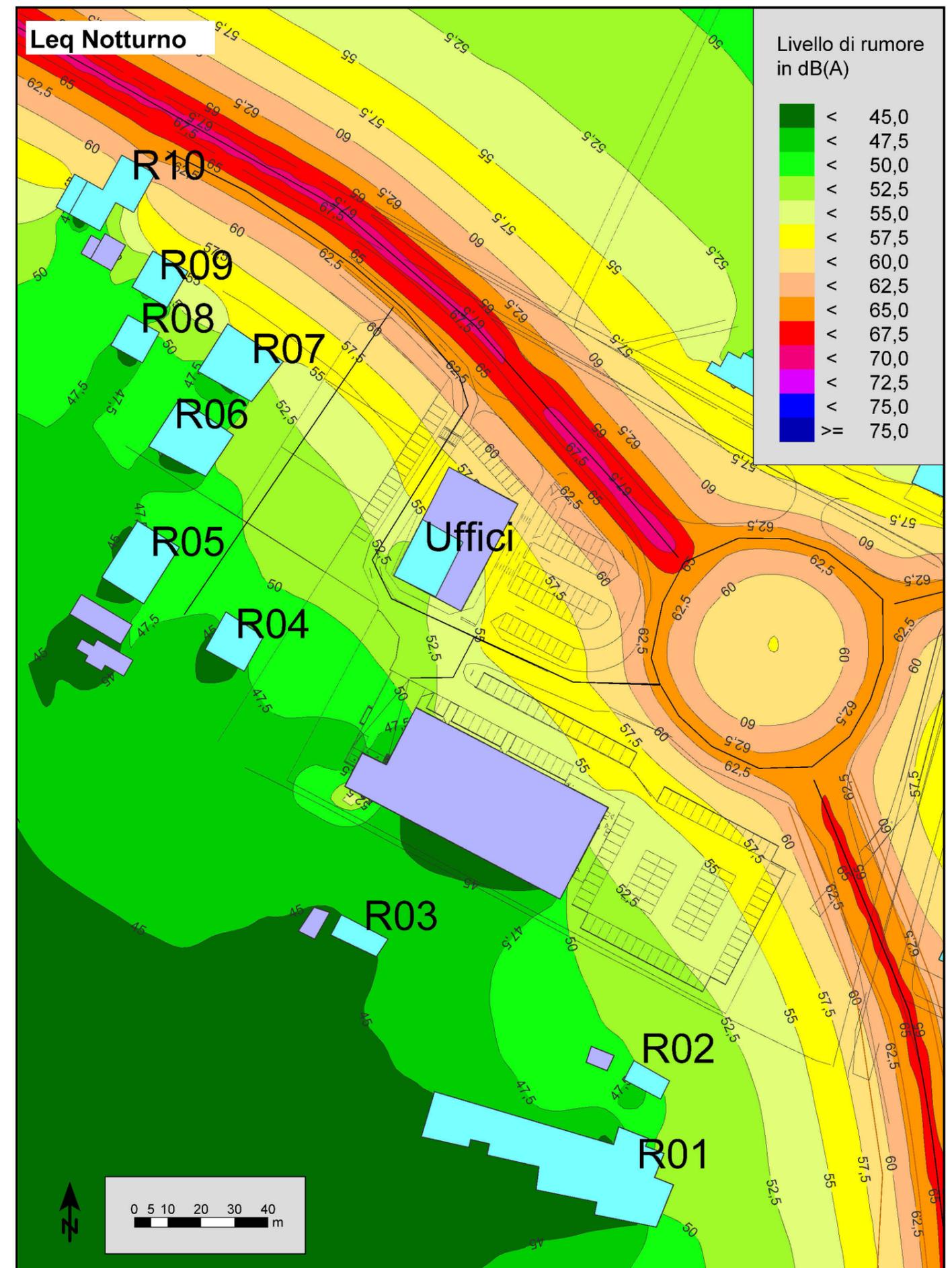
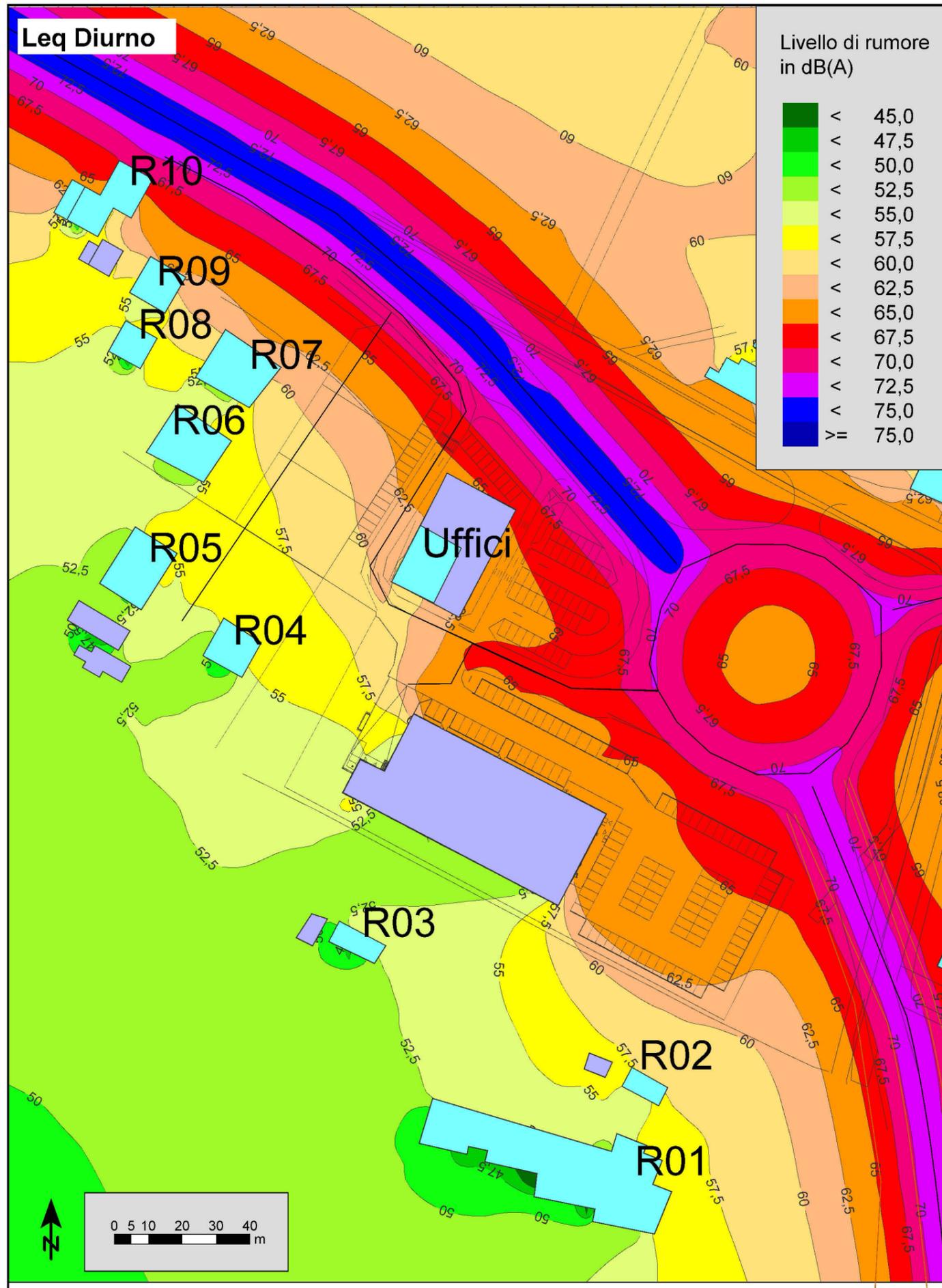
# **Allegato 1**

(Mappe Leq )

Allegato 1.1 Mappa Leq Stato di Fatto a 4m dal p.c.



Allegato 1.2 Mappa Leq Stato di Progetto a 4m dal p.c.



Comune di Castelfranco Emilia, MODENA

**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE PREVISTO IN  
CORRISPONDENZA DELLA ROTATORIA TRA VIA EMILIA  
OVEST E LA TANGENZIALE A CASTELFRANCO EMILIA**



**Valutazione sulla viabilità**

marzo 2016

aggiornamento 30.06.2016

---

**UFFICIO PROGETTI** *architetti associati*

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



**Giorgio Adelmo Bertani & Francesca Vezzali**

*Sedi a Reggio Emilia*

Via Toschi, 10 (sede legale) tel. 0522.452945 fax 0522.434684 [vezzali.f@iol.it](mailto:vezzali.f@iol.it)

Via E. De Filippo, 20 tel. 0522.560812 fax 0522.360936 [giorgio.bertani@tin.it](mailto:giorgio.bertani@tin.it)

**Partner Tecnico:** Studio Alfa s.r.l.



**Relazione Illustrativa:**

**Nuovo insediamento commerciale previsto in corrispondenza della rotatoria tra via Emilia Ovest e la tangenziale a Castelfranco.**



**Indice**

1. Premessa.....	2
2. Piano di lavoro – le attività sviluppate.....	3
3. Stato di fatto urbanistico .....	5
3.1. L'area di progetto: l'ambito APC.a 34 .....	5
3.2. L'ambito APC.a 34 e il contesto urbano .....	10
4. Stato di progetto .....	12
5. Accessibilità pedonale e ciclabile.....	14
6. Rilievi di traffico .....	15
7. Analisi scenario di progetto – stima dei carichi attesi .....	20
7.1. Descrizione degli scenari analizzati.....	20
7.2. Matrici O/D – scenario intermedio e scenario di progetto.....	23
8. Valutazione degli impatti trasportistici – Livelli di Servizio .....	25
8.1. Ritardo medio per ramo di accesso .....	27
8.2. Velocità media per ramo di accesso.....	29
8.3. Stima della coda per ramo di accesso .....	31
8.4. Stima del tempo medio di percorrenza delle coppie O/D .....	34
8.5. Stima del flusso su ramo di uscita "Via Emilia" .....	36
9. Viabilità interna di accesso all'area commerciale .....	36
10. Conclusioni .....	39
Allegati.....	40
Allegato 1 .....	40
Allegato 2.....	42
Allegato 3.....	44



## 1. Premessa

La presente relazione si pone l'obiettivo di restituire:

- L'inquadramento dello stato di fatto urbanistico, in relazione agli strumenti urbanistici vigenti: PSC approvato con DCC n. 76 del 08/04/2009; e successive varianti approvate con DCC n 228 del 13.11.2014 e n. 10 del 29.01.2015 e a quanto previsto dal RUE approvato con DCC n.75 del 08.04 2009 e modificato da successive varianti approvate con DCC n.119 del 15.06.2011; DCC n.99 del 12.07.2013 e n. 97 del 30.07.2015
- l'inquadramento dello stato di progetto – con riferimento agli elementi salienti di natura urbanistica contestualizzati rispetto all'attuale vigente pianificazione;
- l'analisi accessibilità pedonale e ciclabile, con riferimento allo stato di fatto urbanistico;

allo scopo di verificare la sostenibilità del progetto sotto il profilo dell'accessibilità veicolare, pedonale e ciclabile ed in particolare in relazione al traffico indotto dall'insediamento in progetto.



Figura 1 – Inquadramento. Localizzazione dell'area

L'area di localizzazione del progetto si trova ad Ovest del capoluogo (Figura 1) in una posizione strategica sotto il profilo viabilistico, ovvero lungo la principale arteria



costituita dalla SS9 (Via Emilia Ovest) ed in prossimità dell'ingresso in tangenziale per chi proviene da Modena; i due bracci infrastrutturali si incontrano nella rotatoria antistante l'area di progetto e servirà direttamente anche le attività che andranno ad insediarsi.

Allo stato attuale l'area di progetto, si presenta libera e situata immediatamente ai margini dell'urbanizzato; fa parte di un tessuto discontinuo in cui si alternano aree agricole e commerciali/terziarie con piccole espansioni residenziali, caratterizzato da una facile accessibilità veicolare. (Figura 2).



Figura 2 – Area di progetto

Per la descrizione del progetto si veda il successivo capitolo 2.

## 2. Piano di lavoro – le attività sviluppate

L'attività si è articolata come segue:

- inquadramento urbanistico dello stato di fatto e di progetto;
- effettuazione ed elaborazione di rilievi di traffico in corrispondenza della rotatoria presente all'intersezione tra la tangenziale e la Via Emilia;

COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

- analisi scenari di traffico generati dal nuovo insediamento in ora di punta della sera (con valutazione dell'impatto derivato dal cambio di uso di uno dei lotti)
- valutazione dei livelli di servizio legati al carico veicolare generato dal nuovo insediamento - si prenderanno in esame gli effetti sulla rotatoria presente all'intersezione tra la tangenziale e la Via Emilia;
- verifica sistema di accessibilità pedonale e ciclabile verso il centro di Castelfranco e della viabilità interna di accesso all'area commerciale e agli insediamenti preesistenti;



### 3. Stato di fatto urbanistico

#### 3.1. L'area di progetto: l'ambito APC.a 34

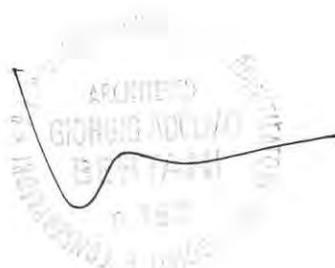
Il PSC di Castelfranco Emilia, in coerenza alla LR. 20/00 e s.m. ei., suddivide il territorio della città in tre tipologie di territorio: urbanizzato, urbanizzabile e rurale. L'area di progetto ricade all'interno del territorio urbanizzato ed in particolare nell'ambito APC.a 34 le cui caratteristiche specifiche sono riportate nella relativa Scheda a pagina 111 dell'Allegato "Schede d'ambito" alle Norme del Piano Strutturale Comunale vigente, approvato con DCC n 76 del 08/04/2009 e modificato dalle successive varianti. La Scheda d'ambito è riportata in Allegato 1 alla presente Relazione.

Negli ambiti APC - Ambiti consolidati specializzati per attività produttive comunali- "il PSC persegue il mantenimento e la qualificazione degli attuali livelli di servizi e delle dotazioni territoriali, il miglioramento delle condizioni di salubrità dell'ambiente urbano, la qualificazione funzionale ed edilizia degli edifici esistenti, la monofunzionalità delle destinazioni d'uso. [...] Gli ambiti di cui al comma 1 del presente articolo vengono differenziati, in base alla loro struttura funzionale e agli obiettivi di riorganizzazione territoriali [...] Gli ambiti APC.a sono ambiti produttivi consolidati totalmente o parzialmente edificati a prevalente funzione terziaria, direzionale e commerciale nei quali, per collocazione e conformazione territoriale, non è ammessa la funzione produttiva" (Art. 68 PSC- Norme di PSC).

L'Art.68 specifica inoltre come le trasformazioni edilizie e funzionali ammesse negli ambiti APC siano definite nel Regolamento Urbanistico Edilizio ed in particolare all'Art. 4.3.3 che disciplina usi, interventi ammessi in regime di edilizia libera e i parametri urbanistico ecologici da rispettare. In particolare:

- densità fondiaria (DF) max= 0,65 mq/mq;
- altezza max (H) = m 15, incrementabili fino a m 25 per magazzini automatizzati e volumi tecnici;

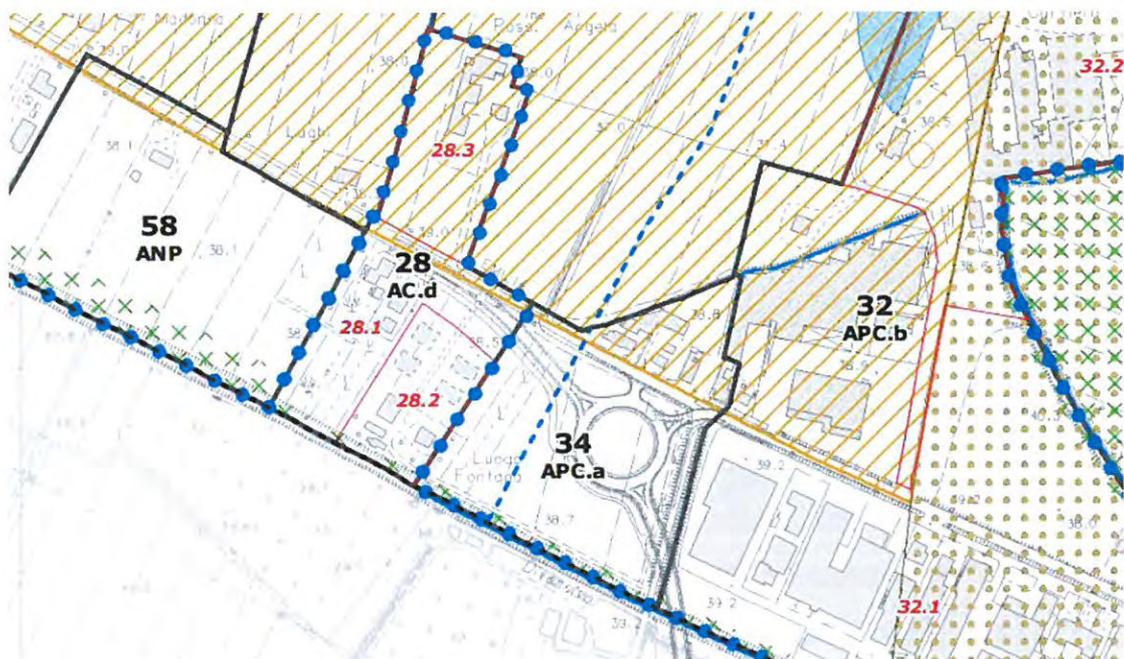
$Q \leq 60\%$  della Sf, in caso di nuova costruzione (NC) o ampliamento (AM), anche a seguito di demolizione (D); nel caso di ambiti assoggettati dal PSC a Piano Urbanistico Attuativo obbligatorio, potranno essere ammessi valori diversi;



ARLUNTI  
GIORGIO ADUZZO  
UFFICIO URBANISTICO  
COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
 NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST



**Aree ed elementi interessati da rischi naturali**

-  invasi ed alvei di bacini e corsi d'acqua - art. 10
-  fasce di espansione inondabili di bacini e corsi d'acqua - art. 11
-  fascia di deflusso della piena e fascia di esondazione (PAI Bacino Fiume Po) - art. 12
-  fascia di inondazione per piena catastrofica (PAI Bacino Fiume Po) - art. 12
-  alvei dei corsi d'acqua (Piano Stralcio Bacino Torrente Samoggia) - art. 12
-  fasce di pertinenza fluviale (Piano Stralcio Bacino Torrente Samoggia) - art. 12
-  aree ad elevata pericolosità idraulica rispetto alla piena ciquantennale - art. 13
-  aree ad elevata criticità idraulica in comparti morfologici allagabili - art. 14
-  aree a media criticità idraulica - art. 14
-  paleodossi di accertato interesse idraulico - art. 15

**Elementi di valore paesaggistico ambientale**

-  pianta monumentale - art.28
-  filare, piantata - art.28
-  reti ecologiche - art.29

Figura 3 – Tav 1.1\_Sistema Ambientale\_PSC

Il contesto urbano in cui si inserisce l'area di progetto presenta un generale problema di criticità idraulica. Le aree a media criticità idraulica sono definite dall'Art 14 delle norme del PSC; esse "sono aree caratterizzate da scorrimento rapido e buona capacità di smaltimento ad elevata criticità idraulica poiché situate in comparti allagabili"

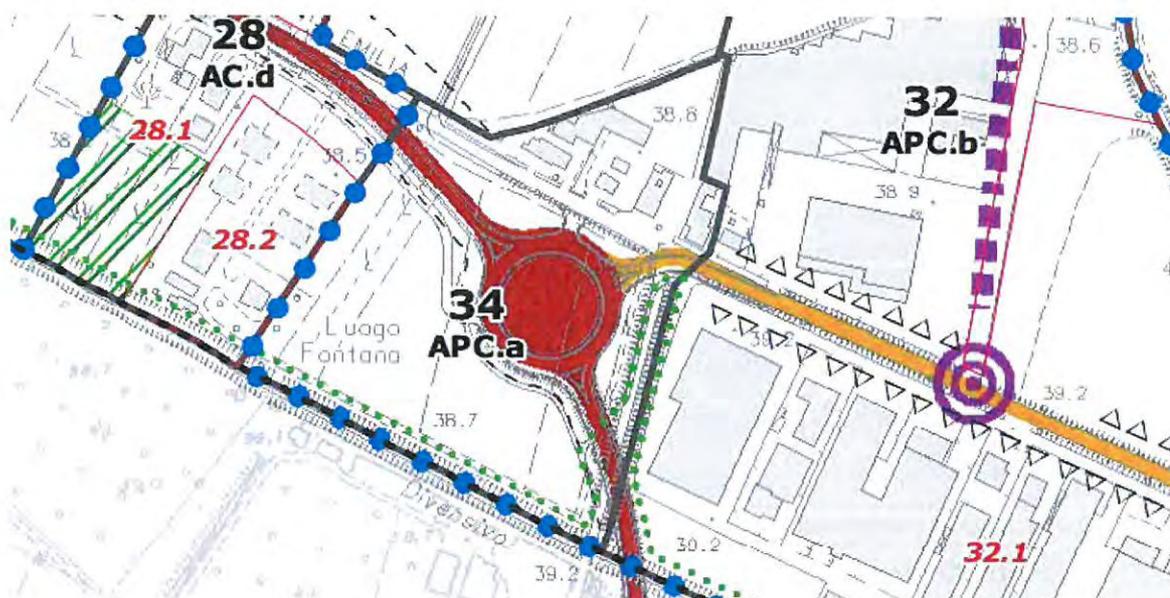
Per quanto l'area di progetto non sia direttamente coinvolta, il tema idraulico deve essere tenuto in debita considerazione anche considerando il passaggio ai



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

limiti dell'area stessa dello Scolo diversivo Muzza che costituisce l'unica vera emergenza ambientale individuata anche nella scheda d'ambito già sopra richiamata e asse fondamentale della rete ecologica individuata in cartografia dalle crocette verdi e definita dall'art.29 delle norme del PSC. Questa fascia di rete ecologica costituisce l'unica connessione con le aree più ampie individuate dagli strumenti urbanistici ad Est e lungo il Canal Torbido.

Sempre rispetto ai vincoli riguardanti il tema idraulico è anche bene sottolineare come l'area di progetto ricada inoltre parzialmente all'interno della fascia di "inondazione per piena catastrofica" (Fascia C) individuata nel PSC Tav.1.1 a recepimento di quanto indicato all' Allegato 3, Titolo II delle NTA del PAI vigente per il fiume Panaro.



**Infrastrutture della mobilità - MOB**

Viabilità stradale di rilevanza strutturale - artt. 32, 33 e 34

- tracciato autostradale (cat. A) e aree di pertinenza
- strada extraurbana secondaria di primo livello (cat. C)
- strada urbana secondaria di quartiere (cat. E)
- strada extraurbana locale (cat. E/F)
- strada locale interzonale primaria (cat. E/F1)
- strada locale interzonale secondaria (cat. E/F2)
- strada locale interzonale complementare (cat. E/F3)
- fascia di rispetto per la viabilità di rilevanza strutturale
- viabilità di progetto
- adeguamenti della viabilità esistente e relativi corridoi di fattibilità
- previsioni di viabilità sovracomunale - art.77
- rotatorie in progetto, adeguamento di intersezioni

Mobilità ciclabile e ciclopedonale - art. 36

- percorsi ciclabili esistenti
- percorsi ciclabili di progetto

Figura 4 – Tav 2.1 \_Sistema delle Dotazioni\_PSC



Rilevante è anche la prossimità dell'area alla Via Emilia e ai grandi assi di scorrimento veicolare, che influisce sui livelli di inquinamento acustico e atmosferico rilevabili, anche questo aspetto è richiamato nella scheda d'ambito riportata nell'Allegato 1 che tra gli obiettivi per l'APC.a 34 cita proprio quelli della "mitigazione dell'impatto acustico generato dalla Via Emilia" (in special modo a protezione del piccolo insediamento residenziale posto nell'area Nord dell'ambito in oggetto).

La presenza della via Emilia (strada extraurbana secondaria di primo livello – cat. C) è la "dotazione" urbana più evidente. Si evidenzia la presenza di una diversificazione delle possibilità di accesso all'ambito con un percorso ciclabile di progetto –distinto dai tracciati veicolari - in corrispondenza della fascia di rete ecologica già individuata dalla tavola relativa al sistema ambientale e segnata in cartografia con la linea "puntinata" verde indicante i "percorsi ciclabili in progetto" come definiti all'art. 36 "Sistema della Mobilità ciclabile e ciclopedonabile" delle norme del PSC di cui si riporta per esteso quanto detta il comma 2: "I percorsi ciclabili di progetto di cui al comma 1 del presente articolo, sono da intendersi come tracciati di massima, da definire in dettaglio negli studi di fattibilità per il territorio consolidato ovvero in sede di POC e di PUA per gli ambiti territoriali di nuovo insediamento e di riqualificazione all'interno dei quali sono previsti. Compete al POC anche l'eventuale apposizione di vincolo preordinato all'esproprio."

Da quanto sopra riportato deriva che in sede di inserimento nel POC dell'ambito in oggetto- comunque necessario per procedere all'attuazione a causa di quanto detto all'inizio del presente paragrafo in riferimento agli usi commerciali - **sarà inoltre necessario procedere alla definizione di dettaglio del percorso ciclopedonale previsto dal PSC.**



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**



Classificazione del territorio

- 12 AC.a ambiti del territorio urbanizzato, numero e tipo d'ambito - art. 63, artt. 65 - 68
- 83 AN ambiti del territorio urbanizzabile, numero e tipo d'ambito - art.63, art. 70
- 163 AVP ambiti del territorio rurale, numero e tipo d'ambito - art.63, artt. 80 - 83
- 12.1 subambiti e relativo numero
- ambito produttivo sovracomunale
- confine comunale

Figura 5 – Tav 3.1\_Sistema Insediativo Storico\_PSC

L'area di progetto non presenta alcun valore particolare di tipo storico, dalla cartografia appare però chiara la collocazione dell'ambito e dell'area in progetto del territorio in territorio urbanizzato.

### 3.2. L'ambito APC.a 34 e il contesto urbano

Nelle tavole del PSC sopra riportate viene evidenziata con la linea puntinata blu l'area dell'Ambito Produttivo Sovracomunale (APS) identificata dal PSC e successivamente recepita dal PTCP della Provincia di Modena (approvato con DCP n.46 del 18/03/2009).

“Ai sensi degli articoli A-13 e A-14 della L.R. 20/2000 si definiscono ambiti specializzati per attività produttive di rilievo sovracomunale le parti di territorio caratterizzate da effetti sociali, territoriali ed ambientali che interessano più comuni.” (rif. PTCP 2009 della Provincia di Modena).



“ Le scelte strutturali relative alla gestione urbanistica complessiva degli ambiti di rilievo sovracomunale [...] sono definite in sede di Accordo Territoriale” (art 57.5-D)

Dell'APS in oggetto fanno parte sette ambiti tra cui l'APC.a34 in cui si trova l'area di progetto e gli adiacenti 32 APC.b e 50 ANP, quest'ultimo insieme al 39 APC.b, immediatamente ad Ovest, è interessato dall'accordo territoriale che ha costituito l'oggetto della IV variante al POC di Castelfranco Emilia approvata con DCC n.200 del 22/09/2014.

Gli interventi entro tale APS, da considerarsi integrato con l'area produttiva limitrofa e già in essere anche detta "la Graziosa" posta in Comune di S.Cesario s/Panaro, si attuano previo inserimento nel POC (o Variante al POC vigente). Al POC spetta l'individuazione e la selezione degli ambiti da attivare in un arco temporale di validità quinquennale, sulla base: delle priorità degli obiettivi fissate dall'Amministrazione; dell'accertamento della disponibilità degli interessati ad intervenire; della disponibilità di risorse pubbliche dirette e indirette eventualmente necessarie; del coordinamento temporale con gli altri interventi inseriti nel POC." (Art 77 PSC - Norme).

**La stipula di un accordo territoriale e l'approvazione di una variante al Piano Operativo Comunale è quindi necessaria affinché possano attuarsi progetti all'interno dell'area APS.**

Per una descrizione esauriente e completa del contesto in cui si trova l'area di progetto non ci si può esimere dall'osservare le caratteristiche degli ambiti limitrofi a quello in cui si trova l'area di progetto: ad Ovest dell'area di progetto si trova l'ambito 28 AC.d a sua volta suddiviso in 3 sub ambiti (28.1; 28.2; 28.3) mentre ad Est l'ambito 32 APC.b

Sebbene tali previsioni non costituiscano alcun ostacolo e non pongano alcun vincolo allo sviluppo dell'area di progetto, come di seguito evidenziato, è infatti opportuno riferire l'inquadramento urbanistico all'ambito APC .a 34 anche ad essi.

Gli Ambiti AC.d sono definiti all'Art.65 del PSC come quelle aree "totalmente o parzialmente edificate, con standards insufficienti, assenza di servizi pubblici, per i quali non si attivano specifiche politiche di riqualificazione". Fanno parte di questo ambito un complesso colonico ed alcuni edifici residenziali. I Sub Ambiti 28.2 e 28.3 sono in corso di realizzazione a seguito dei rispettivi accordi di pianificazione che



ne hanno fissato le capacità edificatorie realizzabili pari a SU 2242 mq per il sub-ambito 28.2 e SU= 2973 per il 28.3.

Ad Est dell'area di progetto, verso il capoluogo, si trova l'area APC. b 32 facente quindi parte del gruppo di "ambiti produttivi consolidati totalmente o parzialmente edificati nei quali, per collocazione rispetto alle strutture della viabilità e per la preesistenza di standard, è ammessa la presenza di funzioni direzionale, commerciale e produttiva" (Art. 68 PSC\_Norme)

L'ambito APC.b 32 è suddiviso in due Sub-Ambiti il cui dimensionamento deriva dal piano particolareggiato ancora non completamente attuato e che prevede la realizzazione di una nuova grande struttura nell'area nord del comparto.

#### 4. Stato di progetto

Il progetto per l'area identificata in Figura 2 prevede la costruzione di quattro nuovi edifici, distribuiti su altrettanti lotti, che, coerentemente con quanto previsto dal PSC e dalle norme del RUE e già richiamato al paragrafo 3.1 della presente relazione, potranno ospitare funzioni ricettive, di servizio, commerciale (U.2, U.4, U.5, U.6, U.7, U.8, U.9, U.10, U.10.1, U.10.2, U.11, U.12, U.13, U.14, U.15, U.16) e speciali (U.21, U.22, U.23, U.25, U.26, U.27, U.28, U.29, U.31, U.33 e U.34). Le definizioni di tali usi sono consultabili all'Allegato 2 della presente relazione.

Si illustra di seguito la proposta di progetto riguardante tale area, cui è riferito il presente Studio:



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

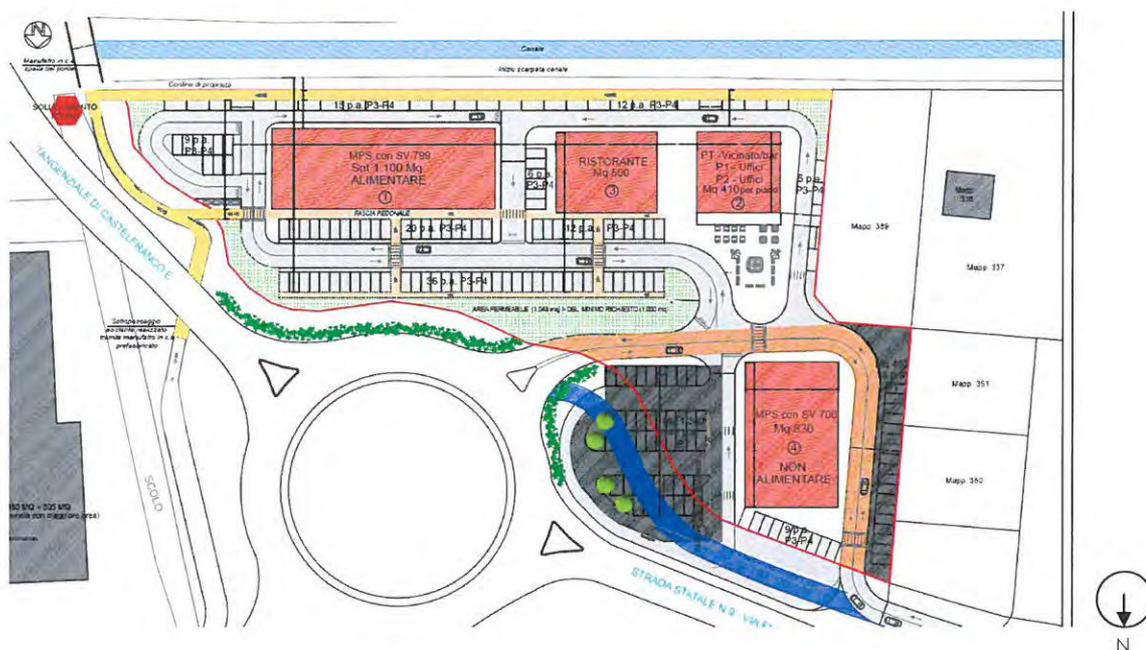


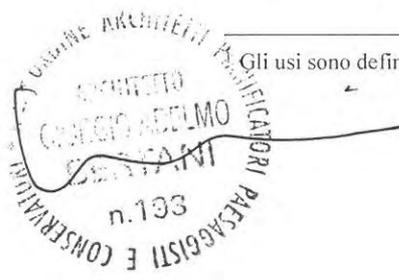
Figura 6 – Planimetria di progetto

Il progetto prevede una struttura per uffici e commercio di vicinato (usi U.11 e U.4.1) con Snt= 1230 mq distribuita su due piani oltre al piano terra, un edificio dedicato alla ristorazione (U.7) per una superficie di 500 mq e due medio-piccole strutture di vendita, una alimentare e una non alimentare (U 4.2) <sup>1</sup> con superfici di vendita (SV) rispettivamente pari a 799 mq e 700 mq.

Riassumendo lo scenario di progetto prevede:

n lotto	Destinazione d'uso	Snt (mq)	SV (mq)
1	Medio piccola struttura di vendita (USO U.4.2) ALIMENTARE	1100	799
2	Commercio di vicinato / BAR (USO U.4.1) – PT	410	
	Attività terziarie private / uffici (USO U.11) – (Piano 1)	410	
	Attività terziarie private / uffici (USO U.11) – (Piano 2)	410	
3	Pubblico esercizio (USO U.7) (Ristorante)	500	
4	Medio piccola struttura di vendita (USO U.4.2) NON ALIMENTARE	830	700

<sup>1</sup> Gli usi sono definiti al TITOLO 3 del RUE approvato con DCC n.75 del 08.04 2009



Per quanto all'interno degli ambiti APC.a siano ammessi tutti gli usi previsti, l'inserimento di strutture di vendita diverse da quelle di vicinato (quindi anche quelle medio-piccole) è ammesso solo l'ambito viene prima inserito tra gli ambiti previsti in attuazione dal POC o sua variante.

E' inoltre necessario, poichè l'ambito APC.a 34 si colloca in un Ambito Produttivo Sovracomunale, che venga stipulato un accordo territoriale come già richiamato nel paragrafo 3.2 della presente relazione.

Lo stato di progetto richiede inoltre degli interventi di modifica alla viabilità con il nuovo disegno della via che dalla rotatoria permetterebbe di accedere alle aree di progetto e inserirsi direttamente nella Via Emilia Ovest. La "bretella" attualmente esistente (in blu nella planimetria di Figura 6) verrebbe quindi dismessa per essere sostituita da un'altra il cui tracciato è più funzionale alla distribuzione delle attività del nuovo insediamento e al loro collegamento con la viabilità principale esistente. Le strade di distribuzione interne al comparto saranno create ex-novo essendo questa al momento un'area libera ed una loro più dettagliata analisi è consultabile al Cap.9

Non vi sono ulteriori condizionamenti di tipo urbanistico alla realizzazione del progetto se non la presenza della fascia di rete ecologica a sud, da lasciare libera (come individuata dalla tavola di PSC 1.1) come evidente in Figura 3 utile, utile anche a consentire il collegamento mediante nuovo percorso ciclopedonale come individuato dalla Tav. di PSC 2.1 e riportata in Figura 4 e che come già illustrato nel paragrafo 3.2 va dettagliata in fase di inserimento dell'Ambito nel POC e successivamente in fase attuativa di PUA.

## 5. Accessibilità pedonale e ciclabile

Come già richiamato l'area in esame è situata in prossimità di importanti assi di scorrimento- Via Emilia Ovest e accesso alla tangenziale- e pertanto presenta ottima accessibilità veicolare; mentre non dispone di percorsi dedicati per l'accessibilità di tipo ciclopedonale.

Un nuovo percorso ciclopedonale è però previsto dal Piano Strutturale vigente (Tav 2.1 TAVOLA DELLE DOTAZIONI\_PSC- estratto riportato in Figura 4), si può quindi prevedere che l'area sarà raggiungibile anche utilizzando questo nuovo percorso.



Il progetto risulta coerente con tale previsione perché non esclude la possibilità di lasciare una fascia disponibile per il percorso ciclopedonale in corrispondenza del Canale posto al margine Sud dell'area di progetto (ovvero nella parte alta della planimetria in Figura 6).

## 6. Rilievi di traffico

Al fine di ricostruire il carico veicolare che grava attualmente nel nodo considerato è stata condotta, in accordo con la committenza, una campagna di rilevamento nella giornata di mercoledì 13 gennaio 2016 dalle ore 17.30 alle ore 19.30. I rilievi sono stati condotti da tre operatori, ognuno dei quali monitorava un braccio della rotatoria rilevando i veicoli in entrata e in uscita dal nodo.



Figura 7 – Posizione e denominazione delle sezioni di rilevamento

Il traffico veicolare è stato classificato in tre classi: leggero (autovetture dedicate al trasporto passeggeri), commerciale (veicoli merci a 2 assi) e pesante (veicoli merci a 3 o più assi e autobus extraurbani).

Nella Figura 8 sono presentati alcune elaborazioni dei dati di rilevamento che restituiscono in termini generali una panoramica del carico veicolare attuale che grava sulla rotatoria. Per ogni ramo, in riferimento alle fasce orarie di rilievo, è riportato il traffico veicolare totale in ingresso e in uscita dalla rotatoria. Sono inoltre riportate le ripartizioni dei veicoli nelle tre classi considerate complessive per l'intero

*[Handwritten signature and official stamp]*

COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

nodo. Come si può osservare la Via Emilia rappresenta il ramo più caricato, con una media oraria di 778 veicoli in ingresso e 710 veicoli in uscita dalla rotatoria.



Figura 8 – Analisi dei carichi di traffico rilevati

Nel Grafico 1 e nel Grafico 2 sono mostrati i flussi rilevati per direzione e categoria di veicoli rispettivamente per le fasce orarie 17.30-18.30 e 18.30-19.30. Si rimanda all' Allegato 3 per un'analisi di dettaglio del carico veicolare rilevato sui bracci della rotatoria.

\* UNIONE ARCHITETTI \*  
 ARCHITETTO  
 GIORGIO ADELMO  
 BERTANI  
 n.193  
 INGEGNERI E CONSERVATORI \*

COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

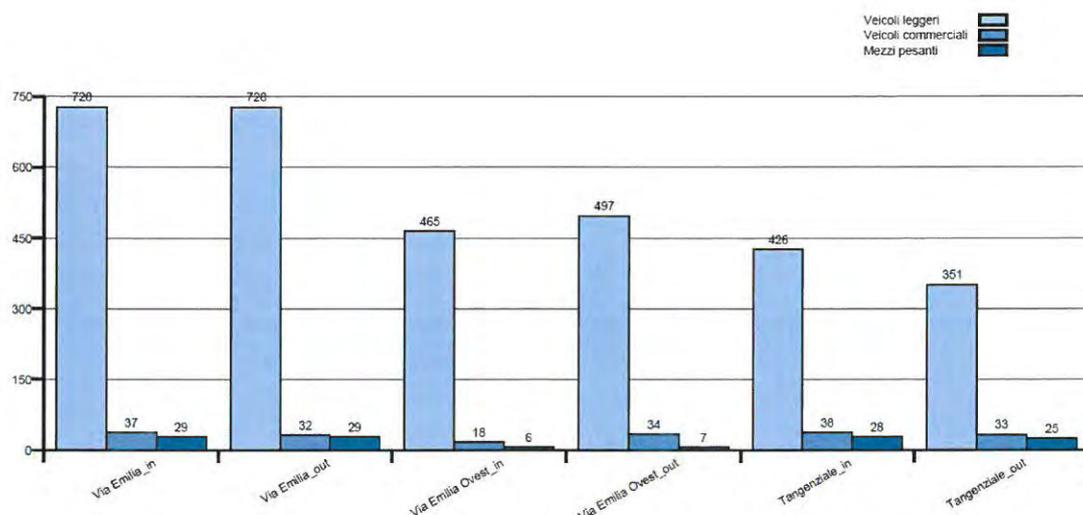


Grafico 1 – Veicoli rilevati per direzioni e categoria nella fascia oraria 17.30-18.30

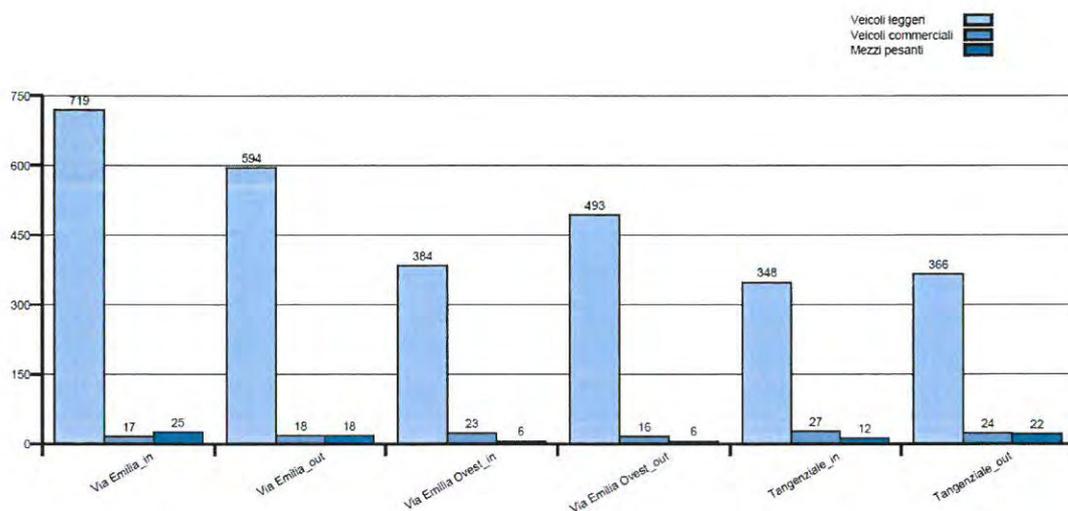
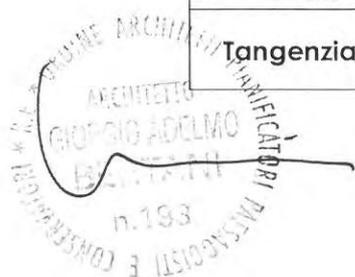


Grafico 2 – Veicoli rilevati per direzioni e categoria nella fascia oraria 17.30-18.30

Sulla base dei rilievi veicolari, attraverso un metodo iterativo sono stati stimati le matrici origine e destinazione (matrici O/D) dei flussi presenti nella rotatoria.

	Via Emilia	Via Emilia Ovest	Tangenziale	totale
Via Emilia	0	454	340	<b>794</b>
Via Emilia Ovest	402	0	87	<b>489</b>
Tangenziale	378	114	0	<b>492</b>



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

<b>totale</b>	<b>780</b>	<b>568</b>	<b>427</b>	<b>1775</b>
---------------	------------	------------	------------	-------------

Tabella 1 – matrice O/D attuale totale, fascia oraria 17.30-18.30



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

	Via Emilia	Via Emilia Ovest	Tangenziale	totale
<b>Via Emilia</b>	0	433	295	<b>728</b>
<b>Via Emilia Ovest</b>	389	0	76	<b>465</b>
<b>Tangenziale</b>	331	95	0	<b>426</b>
<b>totale</b>	<b>720</b>	<b>528</b>	<b>371</b>	<b>1619</b>

*Tabella 2 – matrice O/D attuale veicoli leggeri, fascia oraria 17.30-18.30*

	Via Emilia	Via Emilia Ovest	Tangenziale	totale
<b>Via Emilia</b>	0	21	45	<b>66</b>
<b>Via Emilia Ovest</b>	13	0	11	<b>24</b>
<b>Tangenziale</b>	47	19	0	<b>66</b>
<b>totale</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	<b>56</b>	<b>156</b>

*Tabella 3 matrice O/D attuale veicoli commerciali e pesanti, fascia oraria 17.30-18.30*

	Via Emilia	Via Emilia Ovest	Tangenziale	totale
<b>Via Emilia</b>	0	430	331	<b>761</b>
<b>Via Emilia Ovest</b>	323	0	90	<b>413</b>
<b>Tangenziale</b>	288	99	0	<b>387</b>
<b>totale</b>	<b>611</b>	<b>529</b>	<b>421</b>	<b>1561</b>

*Tabella 4 – matrice O/D, stato attuale, fascia oraria 18.30-19.30*



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

	Via Emilia	Via Emilia Ovest	Tangenziale	totale
Via Emilia	0	419	300	719
Via Emilia Ovest	311	0	73	384
Tangenziale	262	86	0	348
<b>totale</b>	<b>573</b>	<b>505</b>	<b>373</b>	<b>1451</b>

*Tabella 5 – matrice O/D attuale veicoli leggeri, fascia oraria 18.30-19.30*

	Via Emilia	Via Emilia Ovest	Tangenziale	totale
Via Emilia	0	11	31	42
Via Emilia Ovest	12	0	17	29
Tangenziale	26	13	0	39
<b>totale</b>	<b>38</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>110</b>

*Tabella 6 – matrice O/D attuale veicoli commerciali e pesanti, fascia oraria 18.30-19.30*

## **7. Analisi scenario di progetto – stima dei carichi attesi**

### *7.1. Descrizione degli scenari analizzati*

Nel corso dell'analisi verranno esaminati gli scenari descritti nella Tabella 7, che si differenziano tra loro per il cambio di destinazione d'uso del lotto 1. Lo **scenario intermedio** corrisponde a quanto già previsto dal POC vigente, che assegna al lotto 1 una destinazione d'uso di "medio piccola struttura di vendita (non alimentare)". Lo **scenario di progetto** include lo stato modificato proposto, che prevede il cambio d'uso del lotto 1 ad una medio piccola struttura di vendita (alimentare). Le superfici totali e le superfici di vendita rimangono invariate per i due scenari considerati.



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

Numero lotto	Tipologia area d'uso		Snt (mq)	SV (mq)
	Scenario intermedio	Scenario di progetto <sup>2</sup>		
1	MPS di vendita (USO U.4.2) <b>NON ALIMENTARE</b>	MPS di vendita (USO U.4.2) <b>ALIMENTARE</b>	1.100	799
2	Commercio di vicinato / BAR (USO U.4.1) – PT	Commercio di vicinato / BAR (USO U.4.1) – PT	410 <sup>3</sup>	--
	Attività terziarie private / uffici (USO U.11) – P1	Attività terziarie private / uffici (USO U.11) – P1	410	--
	Attività terziarie private / uffici (USO U.11) – P2	Attività terziarie private / uffici (USO U.11) – P2	410	--
3	Pubblico esercizio (USO U.7) (Ristorante)	Pubblico esercizio (USO U.7) (Ristorante)	500	--
4	MPS di vendita (USO U.4.2) NON ALIMENTARE	MPS di vendita (USO U.4.2) NON ALIMENTARE	830	700

Tabella 7 – Descrizioni degli scenari di analisi

Al fine di stimare i carichi veicolari indotti dal nuovo insediamento si è utilizzato il metodo riportato nel manuale "Trip Generation – 8th Edition" pubblicato da Institute of Transportation Engineers (ITE) e richiamato nel seguito come "Manuale". Tale metodo fornisce una stima del traffico indotto basata su funzioni di generazioni e/o indici per categoria di destinazione ed uso del suolo parametrizzati su grandezze caratteristiche, come superficie di vendita, numero di addetti, e così via. Le variabili indipendenti delle funzioni generative, ovvero questi indici parametrici, sono rapportate alle stesse grandezze nelle dimensioni del particolare caso in studio e consentono di arrivare ad una stima dei valori di traffico relativi al caso stesso. La determinazione delle funzioni di generazione e degli indici

<sup>2</sup> Fonte: "Stato di progetto – Planimetria generale – Verifica dei parametri urbanistici" (File: AREA APCA34.dwg)

<sup>3</sup> Si ipotizza la seguente ripartizione della superficie totale: 3/4 destinata al commercio di vicinato; 1/4 destinata al bar.



parametrici per categoria è basata sull'analisi statistica di strutture analoghe su cui lo stesso Manuale si basa.

La Tabella 8 mette in relazione le tipologie d'uso dei lotti del nuovo insediamento con il codice riportato nel manuale "Trip Generation – 8th Edition" che corrisponde ad una destinazione d'uso il più possibile corrispondente a quella prevista dallo stato di progetto. Come si può inoltre osservare dalla tabella, la variabile indipendente della funzione generatrice è la superficie di ogni esercizio.

<b>Tipologia area d'uso</b>	<b>Codice uso del suolo (ITE)</b>	<b>Grandezza caratteristica</b>
Medio piccola struttura di vendita – NON ALIMENTARE	--	Superficie
Commercio di vicinato	--	Superficie
BAR	936	Superficie
Attività terziarie private / uffici	710	Superficie
Ristorante	932	Superficie
Medio piccola struttura di vendita - ALIMENTARE	850	Superficie

*Tabella 8 – Tavola di corrispondenza uso del suolo – codice ITE*

Per differenziare la struttura di vendita alimentare da quella non alimentare ed in mancanza di una specifica destinazione d'uso delle strutture di vendita, per la stima del traffico indotto dalla struttura di vendita non alimentare e dal commercio di vicinato si è considerato un valore medio del traffico indotto riferito a diverse tipologie di uso del suolo disponibili nel Manuale.

L'output del modello restituisce, per l'ora di punta della mattina e per quella della sera, il numero di veicoli aggiuntivi nelle strade adiacenti al nuovo insediamento, quindi nella rotatoria, che sono generati in entrata (IN) o in uscita (OUT) dai diversi lotti e un numero di veicoli che sono attratti dal nuovo insediamento ma non costituiscono un elemento nuovo nello scenario di progetto in quanto, allo stato attuale, percorrono già la rotatoria (PASS BY).



Come si può osservare dalla Tabella 9, si stima che il nuovo insediamento ne potrebbe attrarre nell'ora di punta serale (nello scenario di progetto) un flusso in ingresso pari a 115 veicoli/ora e generare un flusso in uscita pari a 218 veicoli/ora. Tali flussi costituiscono il carico atteso che graverà sulla rotatoria e nella rete stradale circostante.

A questo punto dell'analisi risulta necessario formulare le seguenti ipotesi:

1. nello scenario di progetto il traffico generato/attratto si mantiene costante per entrambe le fasce orarie considerate (17.30-18.30 e 18.30-19.30);
2. i flussi stimati secondo il metodo proposto dall'ITE sono composti esclusivamente da veicoli leggeri e contestualmente si ritiene che gli orari in cui si potranno osservare i flussi più consistenti di veicoli commerciali e pesanti non coincidano con le fasce orarie di punta serale considerate nell'analisi.
3. i flussi stimati si ripartiscono tra i bracci della rotatoria in maniera proporzionale rispetto alle matrici O/D attuali dei veicoli leggeri (Tabella 2 e Tabella 5).

La Tabella 9 mostra il numero di veicoli generati e attratti dai nuovi lotti nell'ora di punta serale.

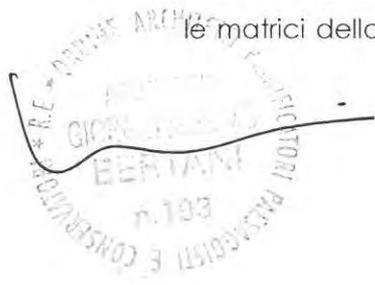
Lotto	Ora punta sera					
	Scenario intermedio			Scenario di progetto		
	IN	OUT	PASS BY	IN	OUT	PASS BY
1	11	11	5	29	28	33
2	55	166	2	55	166	2
3	20	14	26	20	14	26
4	10	10	4	10	10	4
<b>Totale</b>	<b>96</b>	<b>201</b>	<b>37</b>	<b>115</b>	<b>218</b>	<b>64</b>

*Tabella 9 – Numero di veicoli generati/attratti dal nuovo insediamento*

I veicoli "pass by", come già anticipato in precedenza, percorrono attualmente la rotatoria e quindi non costituiscono un carico veicolare aggiuntivo rispetto allo stato attuale. Anche in questo caso la loro ripartizione tra i rami di accesso e di uscita della rotatoria è proporzionale alle matrici O/D attuali dei veicoli leggeri.

### 7.2. Matrici O/D – scenario intermedio e scenario di progetto

In riferimento a quanto descritto nel paragrafo precedente, si illustrano di seguito le matrici dello scenario intermedio e di quello di progetto. Si elencano le ipotesi



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

più rilevanti, già citate nel testo, formulate per la costruzione delle matrici corrispondenti allo scenario di progetto:

1. Il traffico indotto dal nuovo insediamento è composto esclusivamente da veicoli appartenenti alla categoria dei veicoli leggeri;
2. La matrice del traffico indotto viene stimata, secondo il metodo proposto dall'ITE, per l'ora di punta serale e quindi nei due scenari di analisi viene applicata per entrambe le fasce orarie considerate (17.30-18.30 e 18.30-19.30)
3. I flussi stimati (sia quelli nuovi che quelli definiti come "pass by") si ripartiscono in maniera proporzionale rispetto alle matrici O/D attuali stimate per i veicoli leggeri.

	Via Emilia	Via Emilia Ovest	Tangenziale	Nuovo insediamento	totale
Via Emilia	0	444	333	60	<b>837</b>
Via Emilia Ovest	393	0	85	38	<b>516</b>
Tangenziale	370	112	0	35	<b>517</b>
Nuovo insediamento	105	78	54	0	<b>237</b>
totale	<b>868</b>	<b>634</b>	<b>472</b>	<b>133</b>	<b>2107</b>

Tabella 10 – Matrice O/D scenario intermedio 17.30 – 18.30

	Via Emilia	Via Emilia Ovest	Tangenziale	Nuovo insediamento	totale
Via Emilia	0	419	324	66	<b>809</b>
Via Emilia Ovest	315	0	89	35	<b>439</b>
Tangenziale	281	97	0	32	<b>410</b>
Nuovo insediamento	94	83	61	0	<b>238</b>
totale	<b>690</b>	<b>599</b>	<b>474</b>	<b>133</b>	<b>1896</b>

Tabella 11 – Matrice O/D scenario intermedio 18.30 – 19.30

	Via Emilia	Via Emilia Ovest	Tangenziale	Nuovo insediamento	totale
Via Emilia	0	437	328	81	<b>846</b>



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

Via Emilia Ovest	386	0	84	51	<b>521</b>
Tangenziale	365	110	0	47	<b>522</b>
Nuovo insediamento	125	93	64	0	<b>282</b>
<b>totale</b>	<b>876</b>	<b>640</b>	<b>476</b>	<b>179</b>	<b>2171</b>

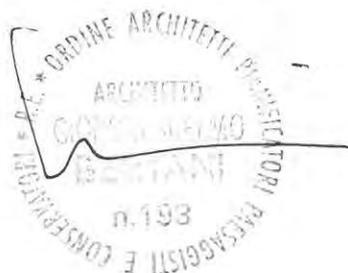
Tabella 12 – Matrice O/D scenario di progetto 17.30 – 18.30

	Via Emilia	Via Emilia Ovest	Tangenziale	Nuovo insediamento	totale
Via Emilia	0	411	318	89	<b>818</b>
Via Emilia Ovest	309	0	87	47	<b>443</b>
Tangenziale	276	96	0	43	<b>415</b>
Nuovo insediamento	112	98	73	0	<b>283</b>
<b>totale</b>	<b>697</b>	<b>605</b>	<b>478</b>	<b>179</b>	<b>1959</b>

Tabella 13 – Matrice O/D scenario di progetto 18.30 – 19.30

## 8. Valutazione degli impatti trasportistici – Livelli di Servizio

Dalle matrici O/D ottenute per i diversi scenari analizzati (attuale, intermedio, progetto), insieme alla planimetria fornita dal committente, sono state costruite due modelli di microsimulazione grazie ai quali è stato possibile valutare gli impatti trasportistici indotti dal nuovo insediamento (lo scenario intermedio e quello di progetto vengono analizzati con lo stesso modello). I modelli di microsimulazione degli scenari considerati sono riportati rispettivamente nella Figura 9 (attuale), dove l'area verde rappresenta il futuro insediamento e nella Figura 10 (intermedio e progetto), dove al ramo "Lotti" confluiscono tutti i flussi provenienti e diretti ai nuovi insediamenti commerciali.



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**



Figura 9 – Modello di microsimulazione dello scenario attuale



Figura 10 – Modello di microsimulazione dello scenario di progetto

Al fine di valutare gli impatti del traffico indotto dall'insediamento commerciale (scenario intermedio e scenario di progetto) sulla rete stradale attuale (scenario attuale) si ritiene di interesse la variazione dei seguenti parametri:

- Ritardo medio per veicolo, coda media e massima e velocità media sui seguenti rami di accesso alla rotatoria:
  - Via Emilia;



- Via Emilia Ovest;
- Tangenziale.
- Tempo di percorrenza degli itinerari che collegano le seguenti coppie O-D:
  - Via Emilia Ovest – Via Emilia;
  - Via Emilia Ovest – Tangenziale;
  - Via Emilia – Via Emilia Ovest;
  - Via Emilia – Tangenziale;
  - Tangenziale – Via Emilia;
  - Tangenziale – Via Emilia Ovest
- Flusso stimato sui rami di uscita della rotatoria.

I risultati della simulazione verranno di seguito presentati per le due fasce orarie considerate (17.30-18.30 e 18.30-19.30). Come si può osservare dal Grafico 3, il ramo di ingresso più penalizzato risulta la Tangenziale dove, per la fascia oraria 17.30-18.30, il ritardo medio a veicolo sale da 14 secondi per lo scenario attuale a 88 secondi per lo scenario di progetto. Nella Tabella 14 sono riportati i ritardi medi per veicolo per ogni ramo di accesso nei diversi scenari considerati. La fascia oraria 18.30-19.30 risulta in generale meno penalizzata in quanto il flusso attuale risulta inferiore di quello rilevato per la fascia oraria 17.30-18.30.

#### *8.1. Ritardo medio per ramo di accesso*

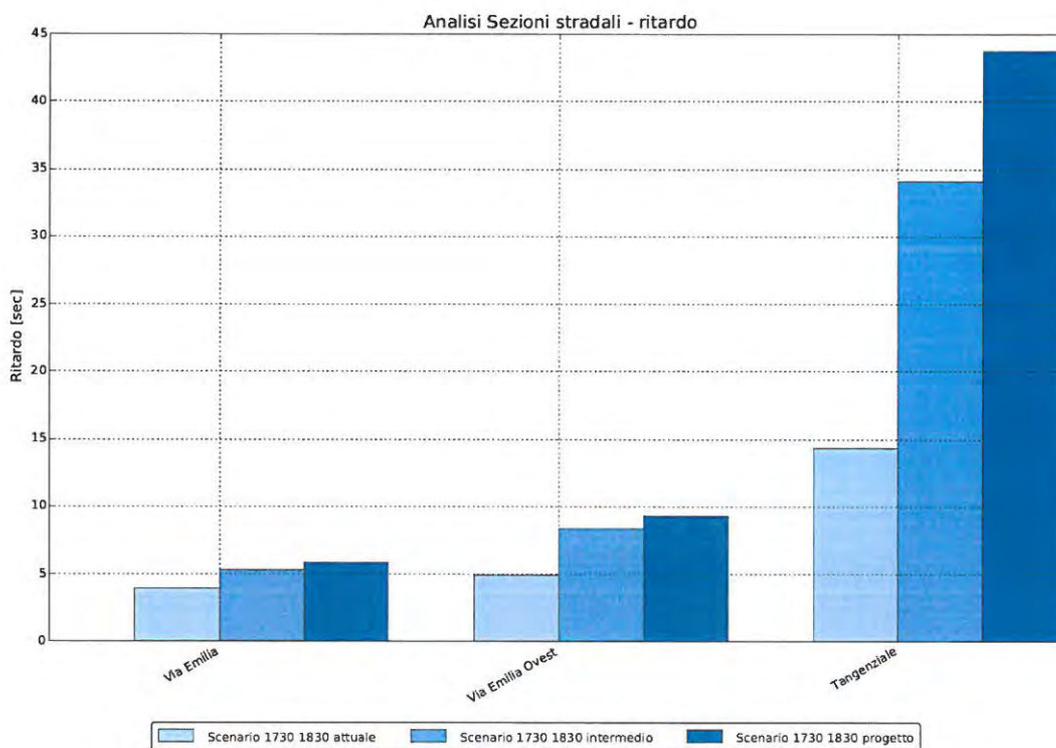
Nella presente sezione vengono riportati il ritardo medio (espresso in secondi) associabile ad ogni veicolo che approccia la rotatoria in un determinato ramo di ingresso. Nella Tabella 14 sono riportati i dati di ritardo stimati per entrambe le ore di analisi. Come si può osservare il ramo più penalizzato risulta la Tangenziale dove, per la fascia oraria 17.30-18.30 (Grafico 3), il ritardo medio a veicolo sale da 14 secondi per lo scenario attuale a 34 secondi per lo scenario intermedio e fino a 44 secondi per lo scenario di progetto.



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

	Ritardo medio a veicolo (sec)					
	17.30-18.30			18.30-19.30		
	attuale	intermedio	progetto	attuale	intermedio	progetto
<b>Emilia</b>	4	5	6	3	4	5
<b>Emilia Ovest</b>	5	8	9	4	5	6
<b>Tangenziale</b>	14	34	44	10	18	22

*Tabella 14- Ritardo medio a veicolo per ramo di accesso*



*Grafico 3 – Ritardo medio a veicolo per ramo di accesso (fascia oraria 17.30-18.30)*



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

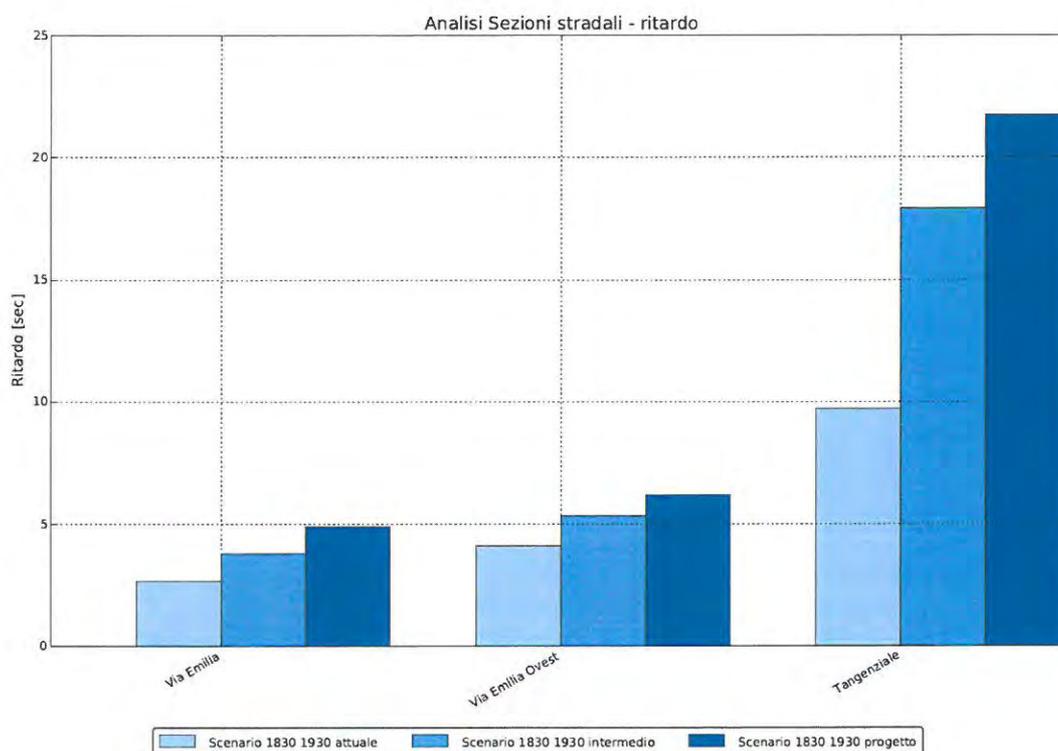


Grafico 4 – Ritardo medio a veicolo per ramo di accesso (fascia oraria 18.30-19.30)

### 8.2. Velocità media per ramo di accesso

Nella Tabella 15 sono riportate le velocità medie stimate per i tre rami di accesso considerati. Per la fascia oraria 17.30-18.30, la velocità media di percorrenza della Tangenziale cala da 38 km/h a 21 km/h (scenario di progetto).

	Velocità media di percorrenza arco (km/h)					
	17.30-18.30			18.30-19.30		
	attuale	intermedio	progetto	attuale	intermedio	progetto
<b>Emilia</b>	47	44	44	49	46	45
<b>Emilia Ovest</b>	43	39	38	45	42	41
<b>Tangenziale</b>	38	25	21	43	34	31

Tabella 15 – Velocità media per ramo di accesso



**COMUNE CASTELFRANCO EMILIA**  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

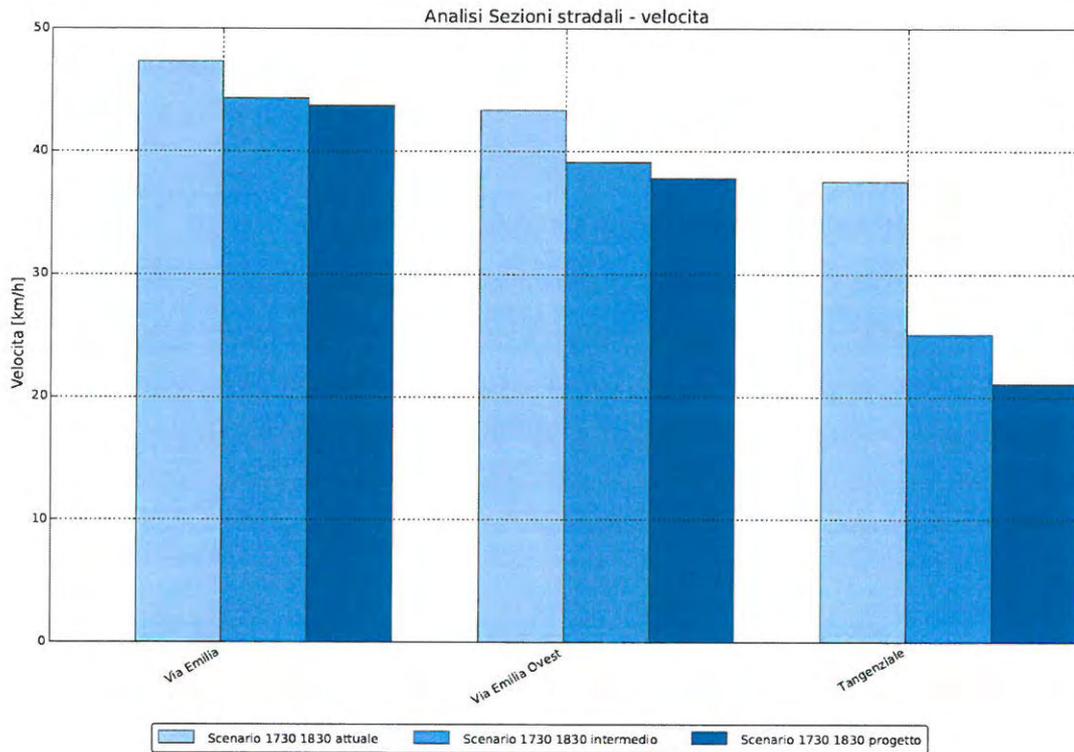


Grafico 5 – Velocità media per ramo di accesso (fascia oraria 17.30-18.30)

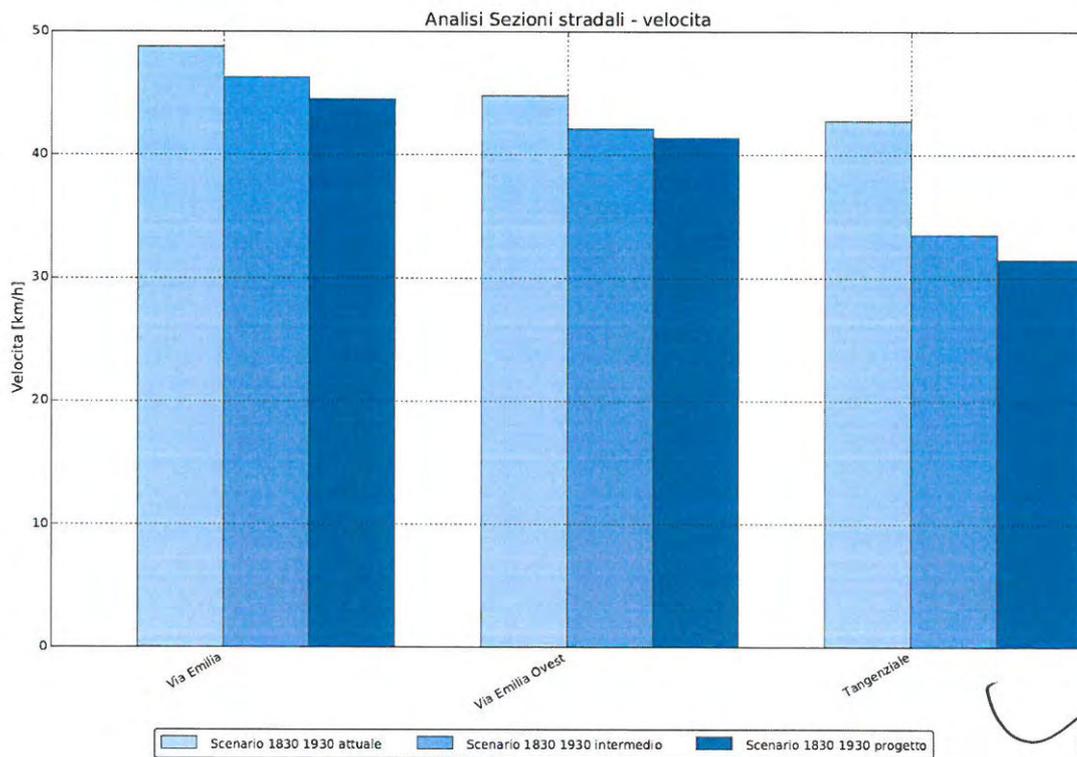


Grafico 6 – Velocità media per ramo di accesso (fascia oraria 18.30-19.30)



### 8.3. Stima della coda per ramo di accesso

In questa sezione vengono riportati i risultati relativi alle code stimate nei diversi scenari di simulazione che si generano sui rami di ingresso alla rotatoria. In particolare verranno illustrati i risultati relativi alla stima del numero medio e del numero massimo di veicoli in coda simulati dal modello.

Il numero medio di veicoli. Questo parametro esprime, nell'ora di simulazione, la lunghezza della coda media (in termini di veicoli) che si sviluppa lungo il ramo di accesso. Anche in questo caso (v. Tabella 16) il ramo più penalizzato risulta la Tangenziale dove, per lo scenario di progetto, la coda media raggiunge il valore di 5 veicoli, mentre la coda massima simulata dal modello viene stimata pari a 24 veicoli (v. Tabella 17).

	Numero medio di veicoli in coda (veh)					
	17.30-18.30			18.30-19.30		
	attuale	intermedio	progetto	attuale	intermedio	progetto
<b>Emilia</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Emilia Ovest</b>	0	1	1	0	0	0
<b>Tangenziale</b>	1	3	5	1	1	2

Tabella 16 – Numero medio di veicoli in coda per ramo di accesso



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

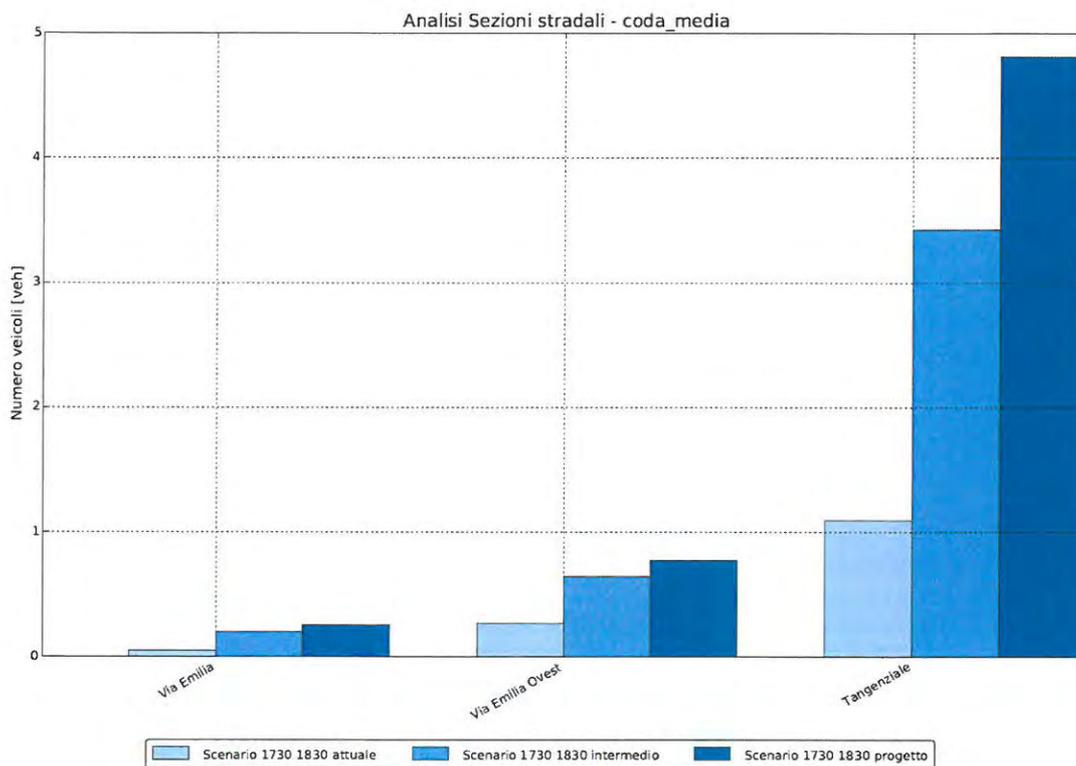


Grafico 7 – Numero medio di veicoli in coda (fascia oraria 17.30-18.30)

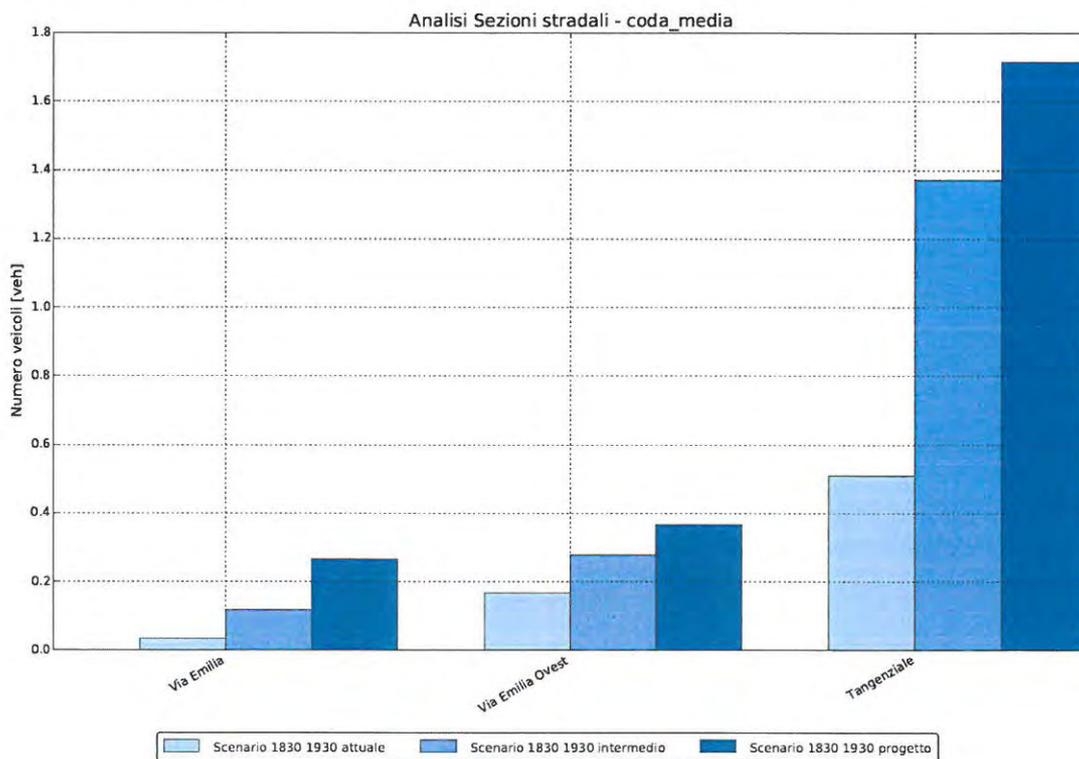


Grafico 8 – Numero medio di veicoli in coda (fascia oraria 18.30-19.30)

32

ORDINE ARCHITETTI EMILIANI  
 ARCHITETTO  
 GIORGIO ADELMO  
 BERTANI  
 n.193  
 CONSERVATORIO DI PAVIA  
 E CONSERVATORIO DI PAVIA

COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

	Numero massimo di veicoli in coda (veh)					
	17.30-18.30			18.30-19.30		
	attuale	intermedio	progetto	attuale	intermedio	progetto
<b>Emilia</b>	5	9	9	4	6	10
<b>Emilia Ovest</b>	7	10	1	6	6	7
<b>Tangenziale</b>	13	18	24	10	11	17

Tabella 17 – Numero massimo di veicoli in coda per ramo di accesso

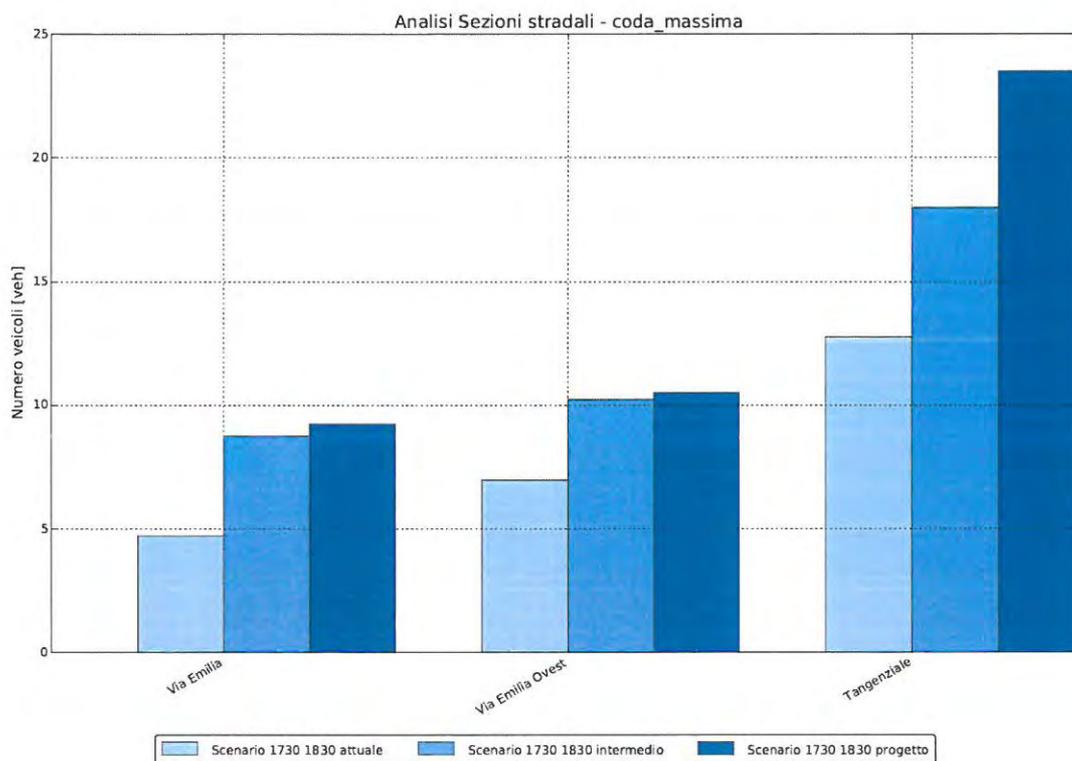


Grafico 9 – Numero massimo di veicoli in coda (fascia oraria 17.30-18.30)



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

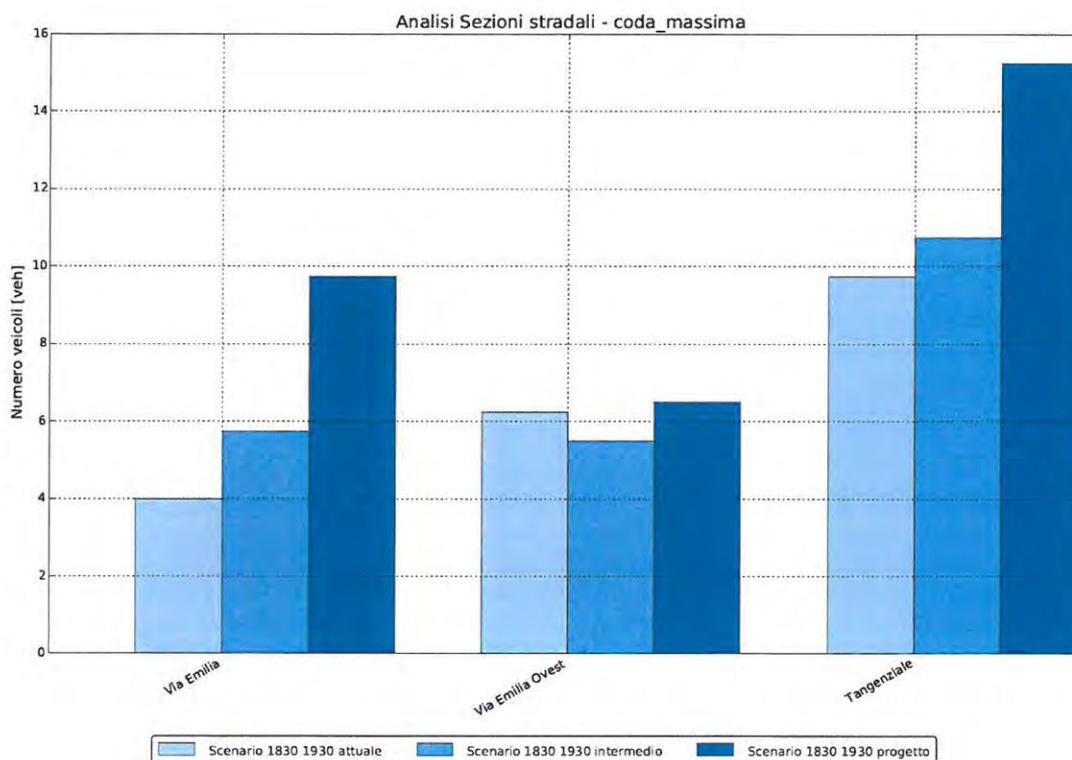


Grafico 10 – Numero massimo di veicoli in coda (fascia oraria 18.30-19.30)

#### 8.4. Stima del tempo medio di percorrenza delle coppie O/D

Il Grafico 12 riporta i tempi di percorrenza degli itinerari che collegano le coppie O/D. Anche in questo caso gli itinerari più penalizzati hanno come origine il ramo "Tangenziale". Il tempo di viaggio, per la fascia oraria 17.30-18.30 per la coppia O/D Tangenziale – Via Emilia sale da 48 a 123 secondi e per la coppia O/D Tangenziale – Via Emilia Ovest da 43 a 115.

		Tempo di percorrenza coppie O/D (sec)					
		17.30-18.30			18.30-19.30		
Origine	Destinazione	attuale	intermedio	progetto	attuale	intermedio	progetto
Via Emilia	Via Emilia Ovest	44	46	46	42	44	45
Via Emilia	Tangenziale	36	37	38	33	35	36
Via Emilia Ovest	Via Emilia	38	42	43	37	38	39
Via Emilia Ovest	Tangenziale	44	48	49	44	46	47
Tangenziale	Via Emilia	48	68	79	43	52	55
Tangenziale	Via Emilia Ovest	43	63	73	38	47	51

Grafico 11 – Tempo di viaggio per coppia O/D



**COMUNE CASTELFRANCO EMILIA**  
**NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST**

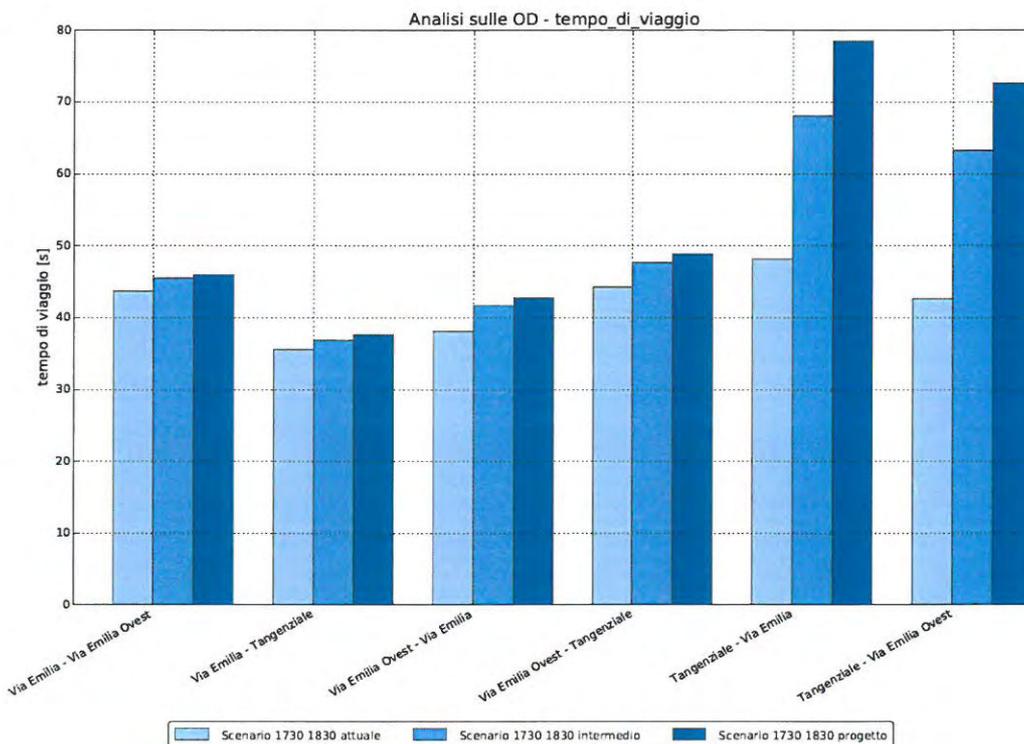


Grafico 12 – Tempo di viaggio per coppia O/D (fascia oraria 17.30-18.30)

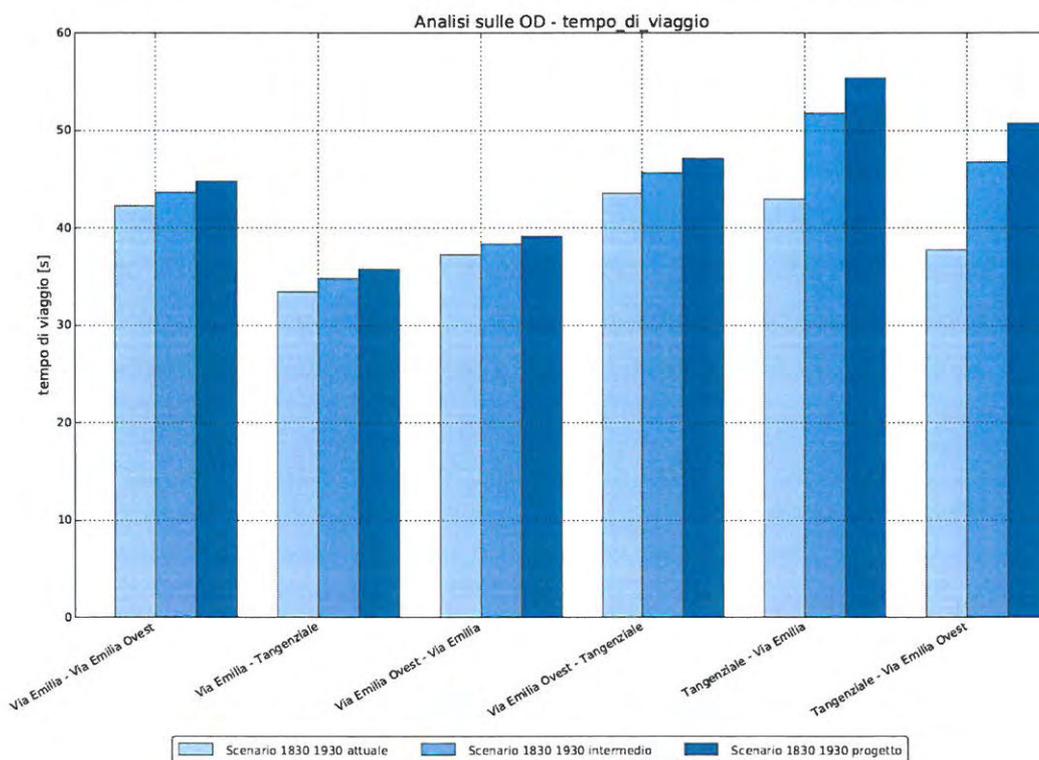


Grafico 13– Tempo di viaggio per coppia O/D (fascia oraria 18.30-19.30)



### 8.5. Stima del flusso su ramo di uscita "Via Emilia"

Dalle matrici O/D relative ai diversi scenari esaminati, è possibile stimare il flusso in uscita sui rami della rotatoria. Risulta di particolare interesse per l'analisi l'uscita in direzione Modena (ramo Via Emilia) in quanto essere percorsa, così come emerso dai rilievi, dal flusso più rilevato.

Ramo	Flusso in uscita (veh/h)					
	17.30-18.30			18.30-19.30		
	attuale	intermedio	progetto	attuale	intermedio	progetto
<b>Via Emilia</b>	780	868	876	611	690	697

Tabella 18 – Flusso in uscita ramo "Via Emilia"

Ipotizzando una capacità dell'arco pari circa a 1.000 veicoli/ora, si può osservare come il margine per il raggiungimento della saturazione si riduca, per la fascia oraria 17.30-18.30, dal 22% (scenario attuale) all'12% (scenario di progetto).

## 9. Viabilità interna di accesso all'area commerciale

La viabilità interna ai parcheggi dell'area commerciale è stata analizzata tramite un software che permette di simulare lo spazio occupato da un veicolo durante il suo spostamento.

Le caratteristiche scelte per il veicolo (camion di medio-piccole dimensioni) sono indicate nella Tabella 19. La percorrenza del veicolo è stata verificata per diverse velocità, come indicato nelle figure di seguito riportate.

Veicolo di riferimento	
Lunghezza	6.80 m
Larghezza	2.40 m
Passo	3.70 m
Sbalzo anteriore	1.40 m

Tabella 19 – Dati veicolo di riferimento



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST

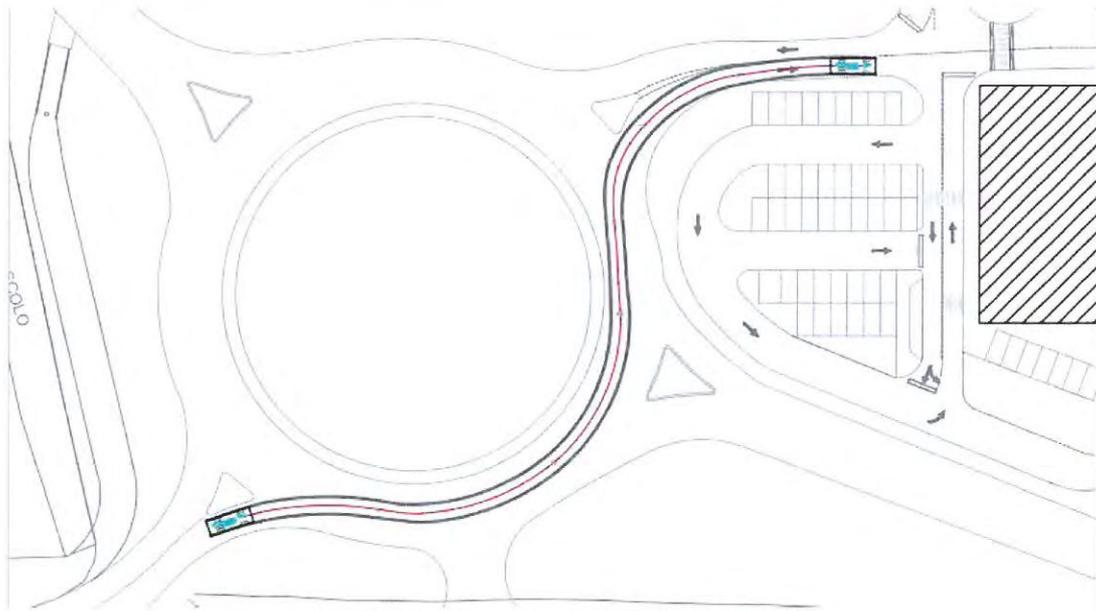


Figura 11 – Veicolo in ingresso a 20 km/h

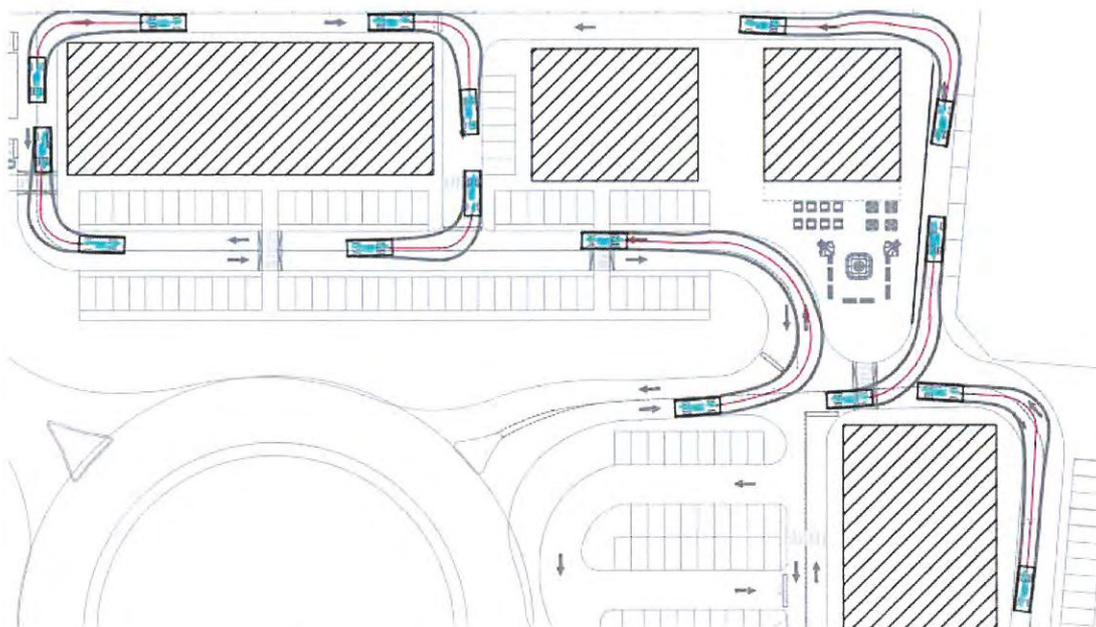


Figura 12 – Manovre interne, velocità 10 km/h

UNIONE ARCHITETTI PIANIFICATORI  
ARCHITETTO  
GIORGIO ADELMO  
BERTANI  
n.193  
CONSERVATORI E CONSERVATRICI

COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST

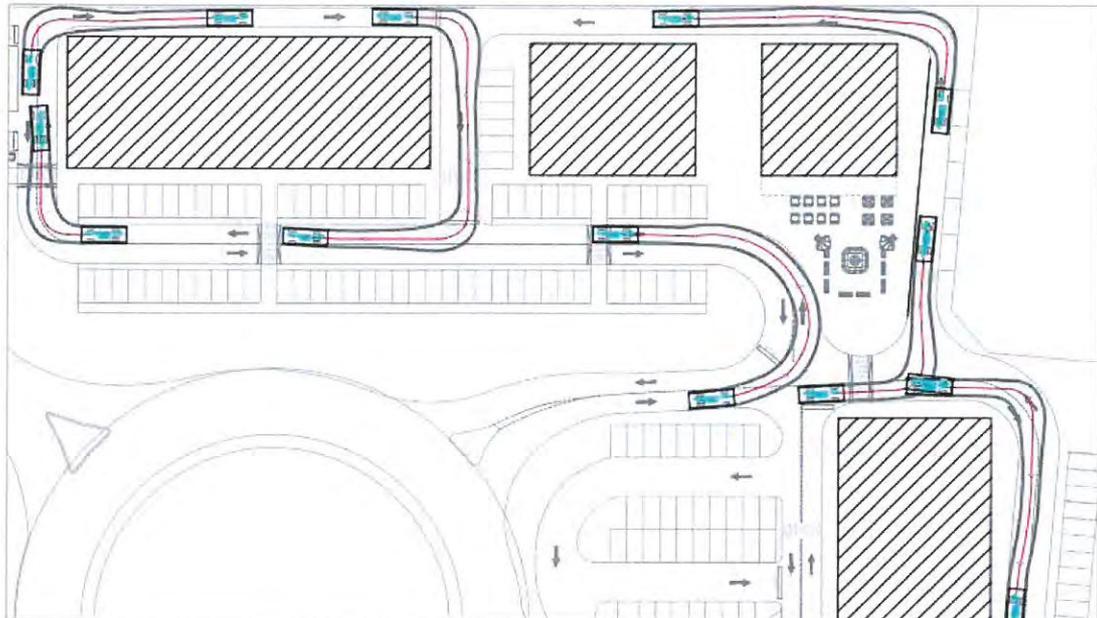


Figura 13 – Manovre interne, velocità 5 km/h

Dalle simulazioni degli scenari considerati (sia quello intermedio che quello di progetto) si può osservare come durante l'accesso dei veicoli ai parcheggi del nuovo lotto commerciale non vi sia la formazione di accodamenti tali da provocare un degrado delle condizioni di deflusso all'interno della corona giratoria.



## 10. Conclusioni

Dai risultati delle simulazioni emerge che il ramo di ingresso “Tangenziale” è quello più penalizzato dall'aumento del traffico indotto dal nuovo insediamento commerciale. La causa può essere individuata nell'aumento del flusso circolante davanti al ramo di ingresso della Tangenziale (+44% di flusso circolante nello scenario di progetto rispetto allo scenario attuale, fascia oraria 17.30-18.30.)

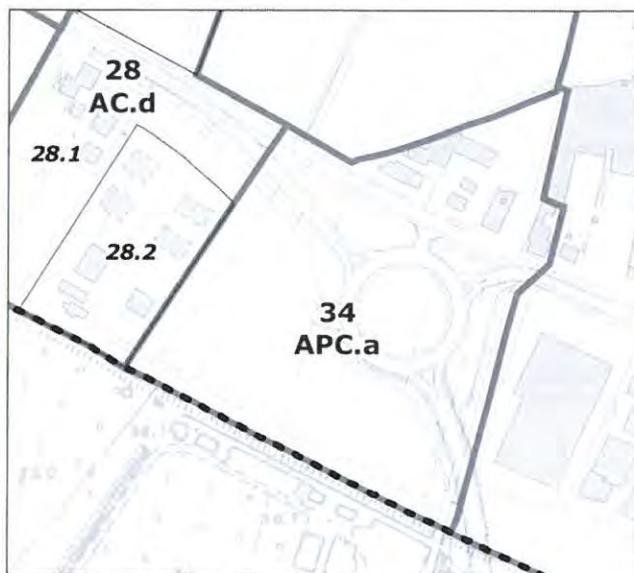
Dal confronto tra i risultati relativi dagli scenari di simulazione si può notare un degrado di tutte le caratteristiche di traffico esaminate. In modo particolare si può osservare come la **variazione maggiore** di tali caratteristiche si verifichi tra lo stato attuale e lo **scenario intermedio**, ovvero con le destinazioni d'uso dei lotti già contenute negli strumenti urbanistici vigenti. **Pertanto l'inserimento della media struttura alimentare non produce alterazioni significative rispetto alle destinazioni d'uso previste dagli strumenti urbanistici vigenti.** E' comunque possibile in ogni caso una soluzione per il miglioramento del deflusso sul ramo Tangenziale. Essa potrebbe essere rappresentata dal raddoppio di corsia dello stesso ramo di accesso in prossimità della rotatoria, che potrebbe consentire a chi svolta dalla Tangenziale in Via Emilia Ovest l'inserimento nel flusso circostante. Un'altra alternativa potrebbe consistere nella realizzazione di una bretella di collegamento tra la Tangenziale e la Via Emilia Ovest. In entrambi i casi si presenta il problema della conformazione del territorio nell'area compresa tra i due rami. In modo particolare, la realizzazione della bretella comporterebbe l'utilizzo dello spazio destinato al percorso ciclopedonale adiacente alla rotatoria.



## Allegati

### Allegato 1

<b>Ambito n. 34 Capoluogo – produttivo Madonna degli Angeli</b>	<b>APC.a</b>
<i>Politica generale d'ambito: consolidare e riqualificare il sistema insediativo produttivo.</i>	



#### **Localizzazione e caratteri insediativi**

Questo ambito è costituito dal piccolo nucleo di attività produttive ad ovest del capoluogo in corrispondenza dello svincolo della tangenziale con la via Emilia.

#### **Ambito – Parametri urbanistici dello stato attuale edificato**

n.	Tipo	ST (mq)	Abitanti (31/12/07)	Trasformazione attuativa
34	APC.a	38.322	10	RUE

#### **Criticità ed Emergenze**

##### **Sistema ambientale**

Il piccolo nucleo è fortemente interessato dalla presenza della via Emilia e dall'impatto che questa determina.

Una importante emergenza ambientale è rappresentata dalla presenza del Diversivo Muzza.

##### **Sistema delle dotazioni**

###### Infrastrutture

La rete fognaria è assente.

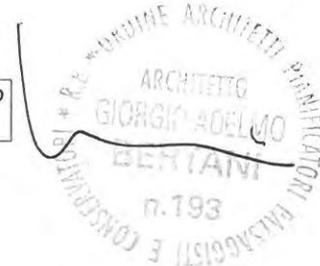
###### Mobilità

L'ambito è individuato in corrispondenza dello svincolo di collegamento tra la tangenziale e la via Emilia, questo genera una certa pericolosità rispetto alle immissioni.

Sono completamente assenti i collegamenti ciclopeditoni con il capoluogo.

#### **Obiettivi dell'ambito**

Per gli aspetti morfologici e ambientali gli obiettivi riguardano essenzialmente la mitigazione dell'impatto acustico generato dalla via Emilia e la tutela del nucleo abitato attorno all'oratorio.



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST

Comune di Castelfranco Emilia – Schede degli Ambiti

Sotto l'aspetto funzionale gli obiettivi sulla viabilità riguardano:

- la messa in sicurezza delle immissioni sulla via Emilia;
- la realizzazione di una nuova direttrice ciclopedonale per collegare l'ambito con il capoluogo e con le funzioni pubbliche in esso presenti.

Per quello che riguarda la rete delle infrastrutture gli obiettivi riguardano la realizzazione della rete fognaria ed il conferimento dei reflui alle dorsali che recapitano al depuratore.

**Disciplina delle destinazioni d'uso e delle trasformazioni**

**Parametri edilizio urbanistici**

Indice massimo consentito  $U_f = 0.65 \text{ mq Snt} / \text{mq di SF}$ .

Il RUE definisce nel dettaglio i parametri edilizi e urbanistici.

Le destinazioni consentite in questo ambito sono le attività terziarie, commerciali e di pubblico esercizio; sono escluse le attività produttive manifatturiere impattanti.

Limitatamente al commercio il POC definisce la localizzazione di strutture commerciali con superficie di vendita comprese tra i 251 e i 1.500 mq.

Il POC dovrà, in particolare per le strutture con superficie di vendita comprese tra i 251 e i 1.500 mq, definire le specifiche norme commerciali individuando la tipologia e merceologia delle attività ammesse.

117



41

*Allegato 2*

- (U.2) Attività ricettive di tipo alberghiero ed extra-alberghiero
- (U.4) Attività commerciali al dettaglio
  - (U.4.1) Esercizi commerciali di vicinato
  - (U.4.2) Medio-piccole strutture di vendita
    - (U.4.2/a) Medio-piccole strutture di vendita del settore alimentare
    - (U.4.2/n) Medio-piccole strutture di vendita del settore non alimentare
  - (U.4.3) Medio-grandi strutture di vendita
    - (U.4.3/a) Medio-grandi strutture di vendita del settore alimentare
    - (U.4.3/n) Medio-grandi strutture di vendita del settore non alimentare.
  - (U.4.4) Grandi strutture di vendita
    - (U.4.4/a) Grandi strutture di vendita del settore alimentare
    - (U.4.4/n) Grandi strutture di vendita del settore non alimentare
- (U.5) Attività commerciali complementari
- (U.6) Centri commerciali d'attrazione di livello inferiore
- (U.7) Pubblici esercizi
- (U.8) Attività espositive
- (U.9) Attività commerciali all'ingrosso
- (U.10) Attività di spettacolo con limitato effetto di disturbo sul contesto urbano
  - (U.10.1) Attività di spettacolo non rientranti nell'uso U.10
  - (U.10.2) Attività di intrattenimento non rientranti nell'uso U.10 o U.10.1
- (U.11) Attività terziaria di carattere prevalentemente privato
- (U.12) Attività terziaria a forte concorso di pubblico
- (U.13) Attività terziaria a basso concorso di pubblico
- (U.14) Attività terziaria avanzata e specializzata (servizi per l'industria, la ricerca, il terziario avanzato e specializzato)
- (U.15) Attività di stoccaggio e smistamento merci, nonché attività doganale
- (U.16) Artigianato di servizio

**Funzioni speciali**



- (U.21) Parcheggi attrezzati di uso pubblico
- (U.22) Attività collettive di interesse comunale
- (U.23) Verde pubblico
- (U.25) Attività politico-amministrative e sedi istituzionali
- (U.26) Impianti tecnici e infrastrutture per l'urbanizzazione
- (U.27) Servizi tecnici urbani e attrezzature funzionali
- (U.28) Attività socio-sanitarie
- (U.29) Attività culturali
- (U.31) Distribuzione di carburante
- (U.33) Attrezzature ed impianti fissi di telefonia mobile
- (U.34) Attrezzature ed Impianti sportivi privati



COMUNE CASTELFRANCO EMILIA  
NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA EMILIA OVEST

Allegato 3



# Allegato 3 - Analisi dei rilievi di traffico

Progetti e territorio

11/02/2016

*Sommario: Il documento presenta le analisi dei conteggi di traffico effettuati in corrispondenza dei bracci della rotatoria adiacente all'area destinata al nuovo insediamento.*



## Premessa

Il presente documento contiene le elaborazioni dei rilievi di traffico veicolare effettuati in corrispondenza della rotonda adiacente all'area destinata al nuovo insediamento. I conteggi sono stati condotti sulle sezioni indicate in Figura 1 dalle ore 17:30 alle ore 19:30 di Mercoledì 13/01/2016. Ogni sezione è stata monitorata da un operatore il quale rilevava i veicoli in entrata e in uscita dalla rotonda.

Il traffico veicolare è classificato in tre classi: leggero (autovetture dedicate al trasporto passeggeri), commerciale (veicoli merci a 2 assi) e pesante (veicoli merci a 3 o più assi e autobus extraurbani).

Il report è suddiviso in due sezioni principali in cui i flussi sono analizzati in riferimento rispettivamente alla fascia oraria e alla sezione di rilievo.

Nella Figura 1 sono illustrati alcuni risultati che rendono restituiscono una panoramica di carattere generale del traffico rilevato nel nodo. Come si può osservare, la Via Emilia è il braccio più caricato, mentre quello più scarico è il ramo "Tangenziale". Ognuno dei rami, in termini di veicoli in entrata e in uscita dal nodo, risulta mediamente bilanciato. Dal punto di vista della composizione di traffico, la componente "veicoli leggeri" risulta essere superiore al 90% sul totale dei veicoli in entrambe le ore di monitoraggio.

Figura 1: Analisi dei carichi di traffico rilevati



## Analisi dei conteggi di traffico (fascia oraria di rilievo)

In questa sezione sono presentate, in riferimento alle fasce orarie del rilievo, le elaborazioni dei rilievi per categoria di veicolo e per sezione.

### Analisi dei conteggi per la fascia oraria 17:30\_18:30

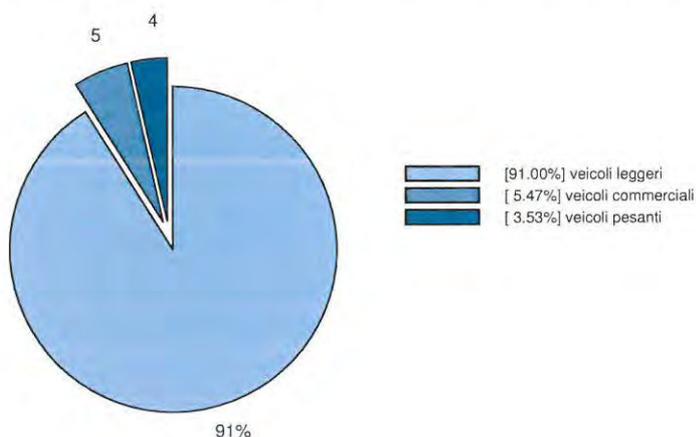
Nella Tabella 1 viene indicato il totale dei veicoli rilevati (in ingresso e in uscita) nella fascia oraria 17:30\_18:30.

Sulle sezioni "via Emilia" e "via Emilia Ovest", oltre al 90% dei veicoli rilevati appartiene alla categoria dei veicoli leggeri. Sul ramo "Tangenziale" si nota un incremento percentuale, rispetto agli altri bracci, dei mezzi commerciali e pesanti.

**Tabella 1:** Totale veicoli (in ingresso e in uscita) conteggiati per sezione e per categoria nella fascia oraria 17:30\_18:30

id_sezione	nome sezione	veicoli leggeri	veicoli commerciali	veicoli pesanti	totale	perc_leggeri	perc_commerciali	perc_pesanti
1	Via Emilia	1.456	69	58	1.583	92.0	4.4	3.7
2	Via Emilia Ovest	962	52	13	1.027	93.7	5.1	1.3
3	Tangenziale	777	71	53	901	86.2	7.9	5.9
<b>TOTALE</b>		3.195	192	124	3.511			

**Grafico 1:** Ripartizione veicoli (in ingresso e in uscita) conteggiati per categoria nella fascia oraria 17:30\_18:30

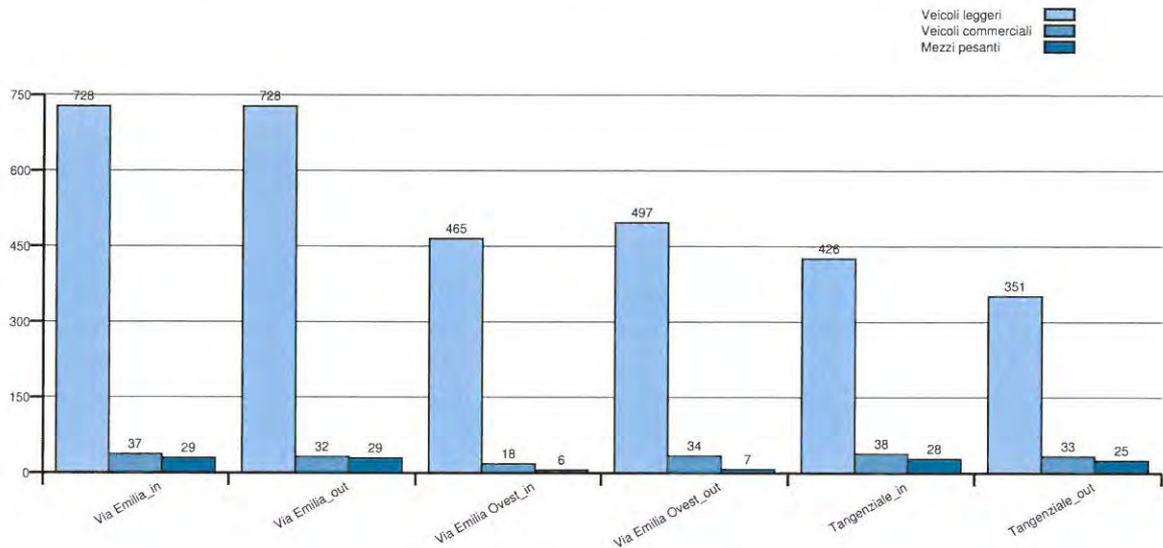


Nella Tabella 2 viene indicato il numero dei veicoli rilevati nella fascia oraria 17:30\_18:30 suddivisi per sezione, direzione e categoria.

**Tabella 2:** Totale veicoli conteggiati per sezione, per direzione e per categoria nella fascia oraria 17:30\_18:30

id_sezione	sezione_direzione	veicoli leggeri	veicoli commerciali	veicoli pesanti	totale	perc_leggeri	perc_commerciali	perc_pesanti
1	Via Emilia_in	728	37	29	794	91.7	4.7	3.7
1	Via Emilia_out	728	32	29	789	92.3	4.1	3.7
2	Via Emilia Ovest_in	465	18	6	489	95.1	3.7	1.2
2	Via Emilia Ovest_out	497	34	7	538	92.4	6.3	1.3
3	Tangenziale_in	426	38	28	492	86.6	7.7	5.7
3	Tangenziale_out	351	33	25	409	85.8	8.1	6.1
<b>TOTALE</b>		3.195	192	124	3.511			

**Grafico 2** : Veicoli rilevati per direzione e per categoria nella fascia oraria 17:30\_18:30



## Analisi dei conteggi per la fascia oraria 18:30\_19:30

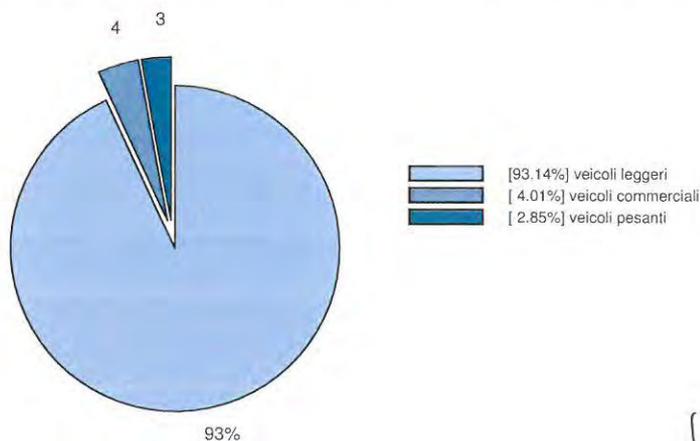
Nella Tabella 3 viene indicato il totale dei veicoli rilevati (in ingresso e in uscita) nella fascia oraria 18:30\_19:30.

Sulle sezioni "via Emilia" e "via Emilia Ovest", oltre al 90% dei veicoli rilevati appartiene alla categoria dei veicoli leggeri. Sul ramo "Tangenziale" si nota un incremento percentuale, rispetto agli altri bracci, dei mezzi commerciali e pesanti.

**Tabella 3:** Totale veicoli (in ingresso e in uscita) conteggiati per sezione e per categoria nella fascia oraria 18:30\_19:30

id_sezione	nome sezione	veicoli leggeri	veicoli commerciali	veicoli pesanti	totale	perc_leggeri	perc_commerciali	perc_pesanti
1	Via Emilia	1.313	35	43	1.391	94.4	2.5	3.1
2	Via Emilia Ovest	877	39	12	928	94.5	4.2	1.3
3	Tangenziale	714	51	34	799	89.4	6.4	4.3
<b>TOTALE</b>		2.904	125	89	3.118			

**Grafico 3:** Ripartizione veicoli (in ingresso e in uscita) conteggiati per categoria nella fascia oraria 18:30\_19:30

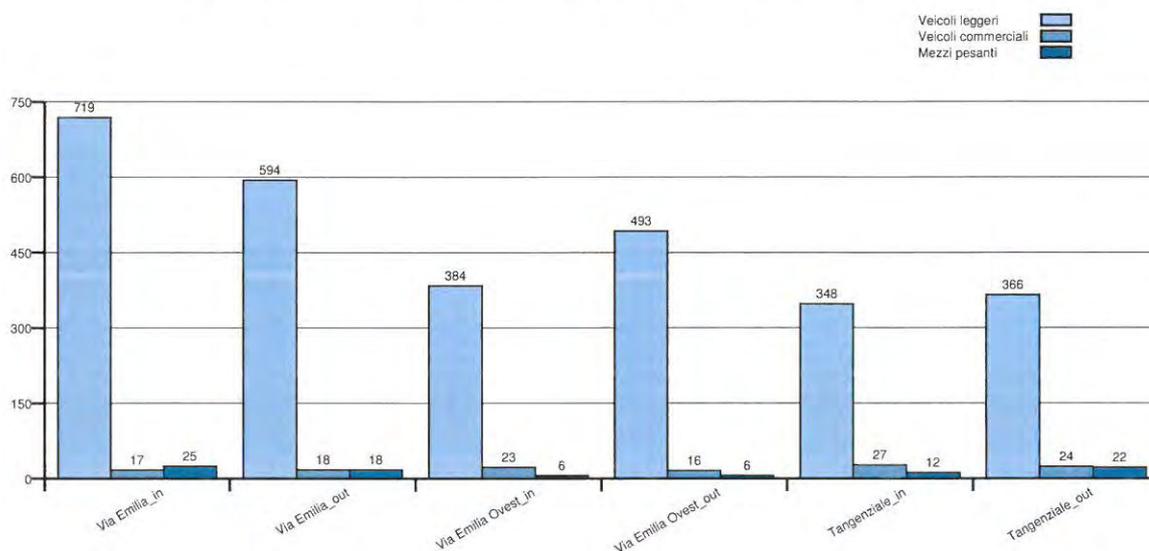


Nella Tabella 4 viene indicato il numero dei veicoli rilevati nella fascia oraria 18:30\_19:30 suddivisi per sezione, direzione e categoria.

**Tabella 4:** Totale veicoli conteggiati per sezione, per direzione e per categoria nella fascia oraria 18:30\_19:30

id_sezione	sezione_direzione	veicoli leggeri	veicoli commerciali	veicoli pesanti	totale	perc_leggeri	perc_commerciali	perc_pesanti
1	Via Emilia_in	719	17	25	761	94.5	2.2	3.3
1	Via Emilia_out	594	18	18	630	94.3	2.9	2.9
2	Via Emilia Ovest_in	384	23	6	413	93.0	5.6	1.5
2	Via Emilia Ovest_out	493	16	6	515	95.7	3.1	1.2
3	Tangenziale_in	348	27	12	387	89.9	7.0	3.1
3	Tangenziale_out	366	24	22	412	88.8	5.8	5.3
<b>TOTALE</b>		<b>2.904</b>	<b>125</b>	<b>89</b>	<b>3.118</b>			

**Grafico 4 :** Veicoli rilevati per direzione e per categoria nella fascia oraria 18:30\_19:30

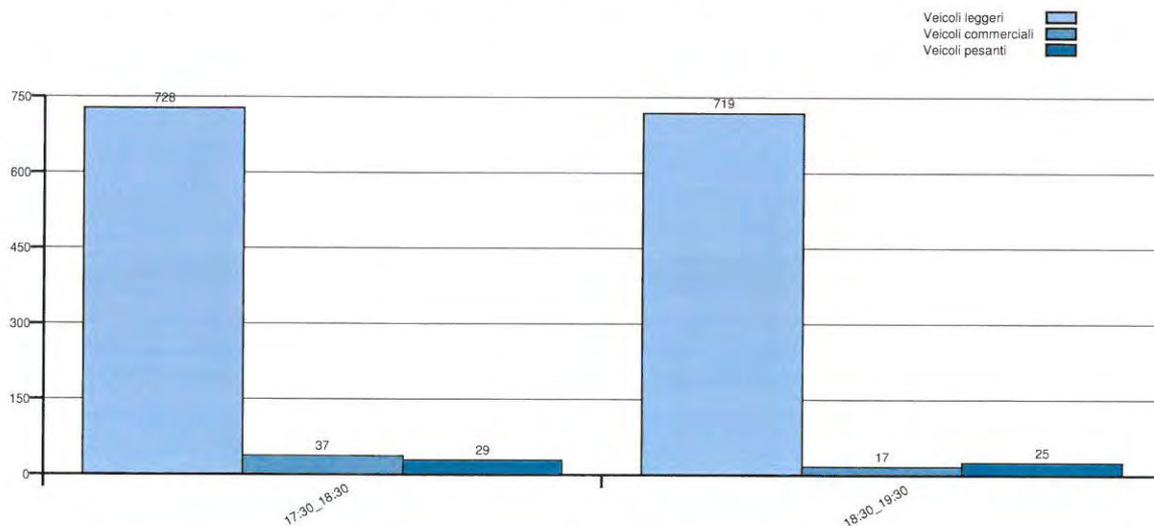


## Analisi dei conteggi veicolari (sezione di rilievo)

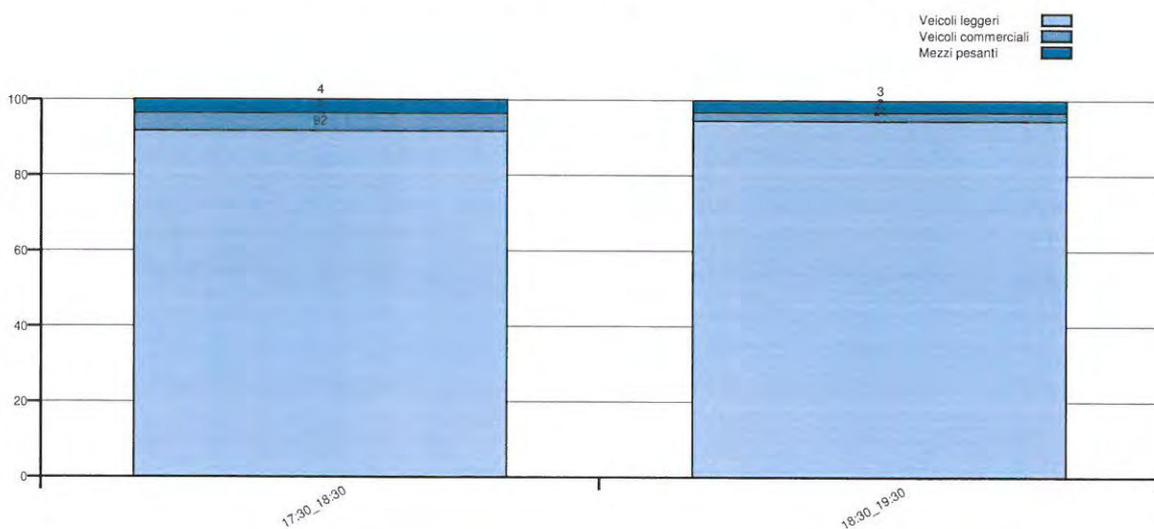
In questa sezione sono presentate, in riferimento alle sezioni di rilievo, le elaborazioni dei dati per categoria di veicolo e per fascia oraria di rilievo. I grafici illustrano la composizione del traffico nelle tre categorie veicolari considerate sia in valori assoluti che in valori percentuali.

### Analisi dei conteggi per la sezione Via Emilia\_in

**Grafico 5 :** Veicoli rilevati per fascia oraria e per categoria nella sezione Via Emilia\_in (valori assoluti)



**Grafico 6 :** Veicoli rilevati per fascia oraria e per categoria nella sezione Via Emilia\_in (valori percentuali)



## Analisi dei conteggi per la sezione Via Emilia\_out

Grafico 7 : Veicoli rilevati per fascia oraria e per categoria nella sezione Via Emilia\_out (valori assoluti)

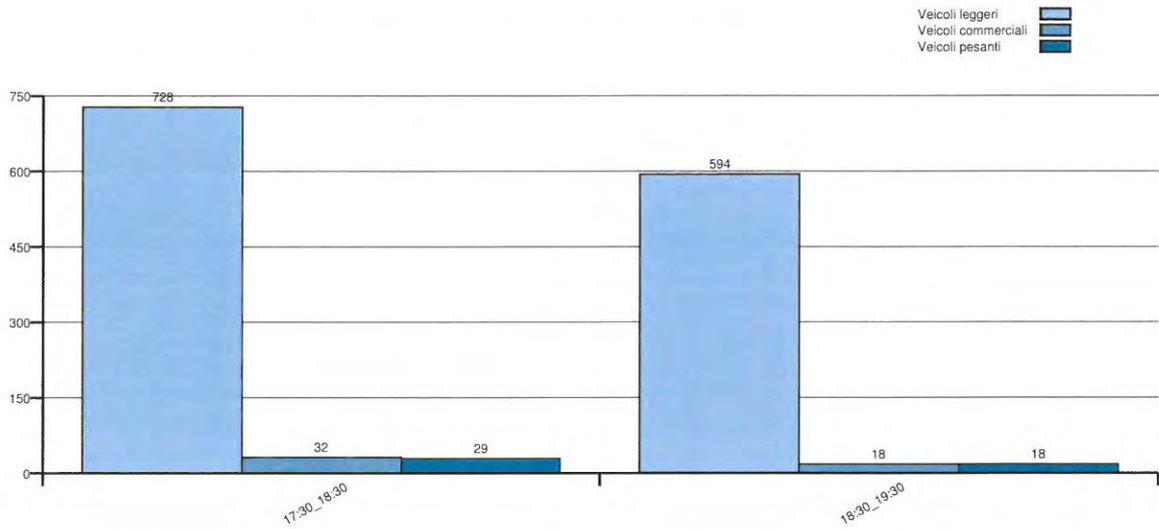
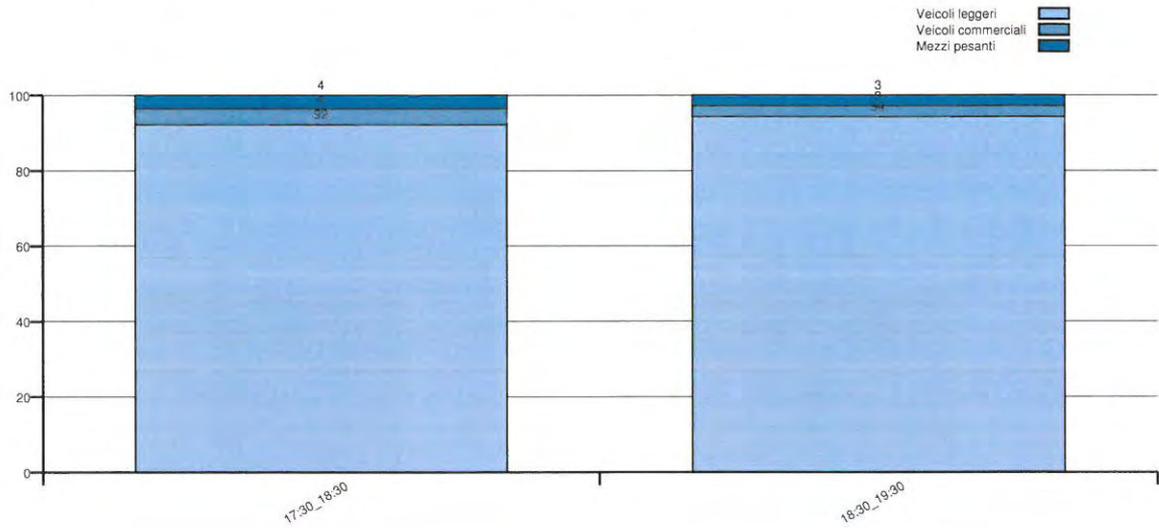


Grafico 8 : Veicoli rilevati per fascia oraria e per categoria nella sezione Via Emilia\_out (valori percentuali)



## Analisi dei conteggi per la sezione Via Emilia Ovest\_in

Grafico 9 : Veicoli rilevati per fascia oraria e per categoria nella sezione Via Emilia Ovest\_in (valori assoluti)

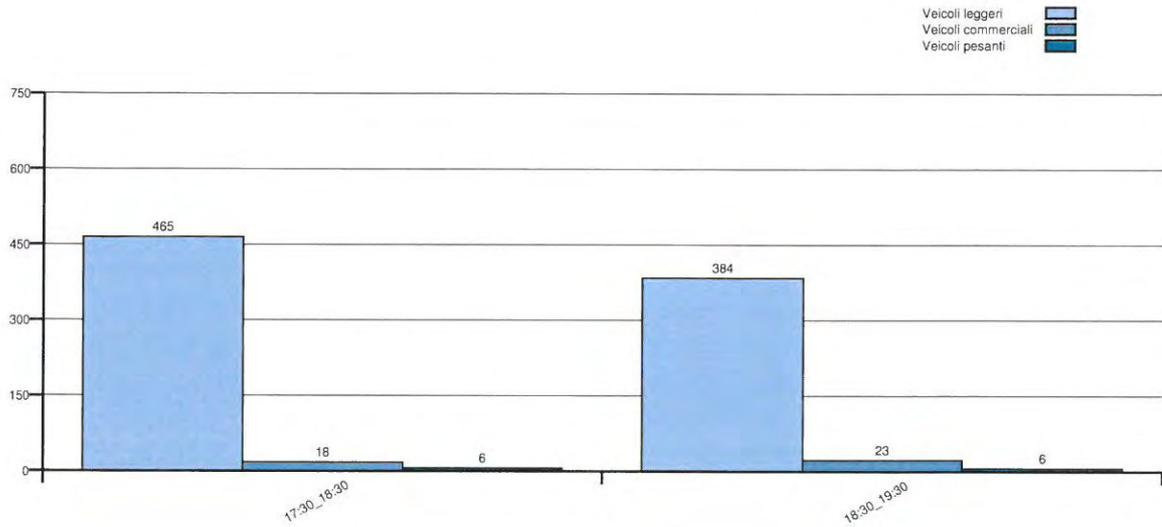
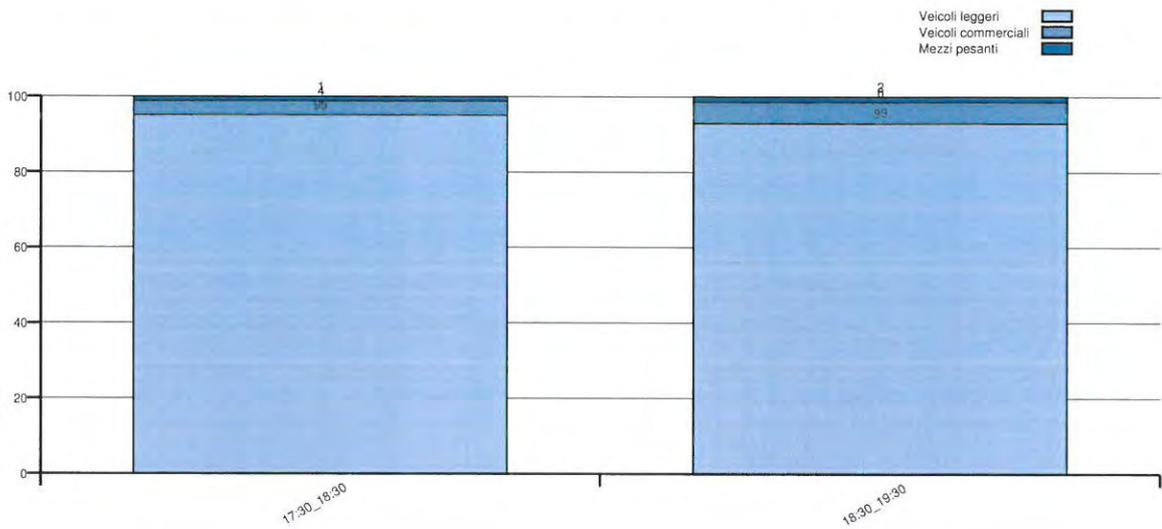


Grafico 10 : Veicoli rilevati per fascia oraria e per categoria nella sezione Via Emilia Ovest\_in (valori percentuali)



## Analisi dei conteggi per la sezione Via Emilia Ovest\_out

Grafico 11 : Veicoli rilevati per fascia oraria e per categoria nella sezione Via Emilia Ovest\_out (valori assoluti)

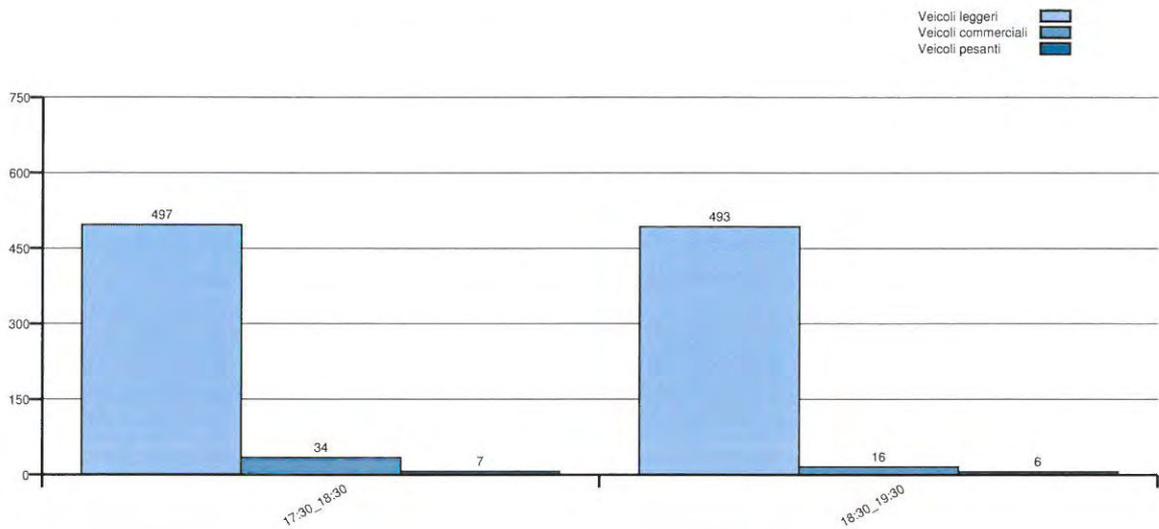
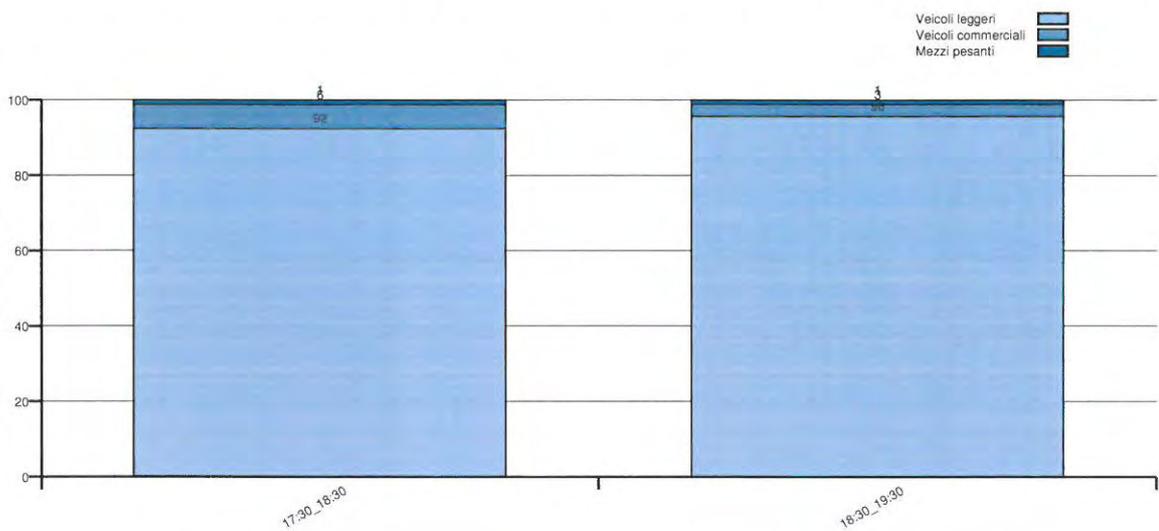
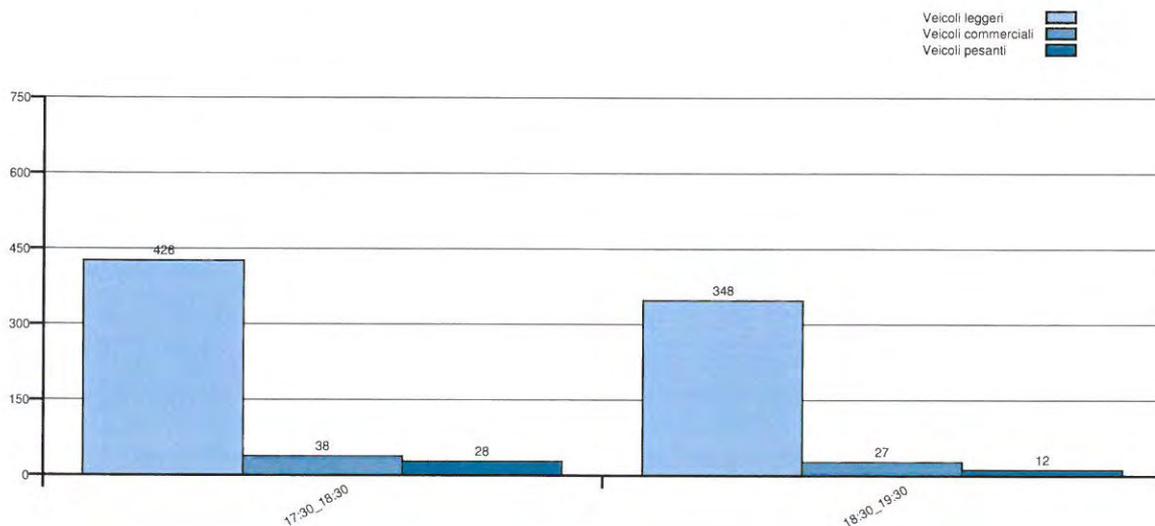


Grafico 12 : Veicoli rilevati per fascia oraria e per categoria nella sezione Via Emilia Ovest\_out (valori percentuali)

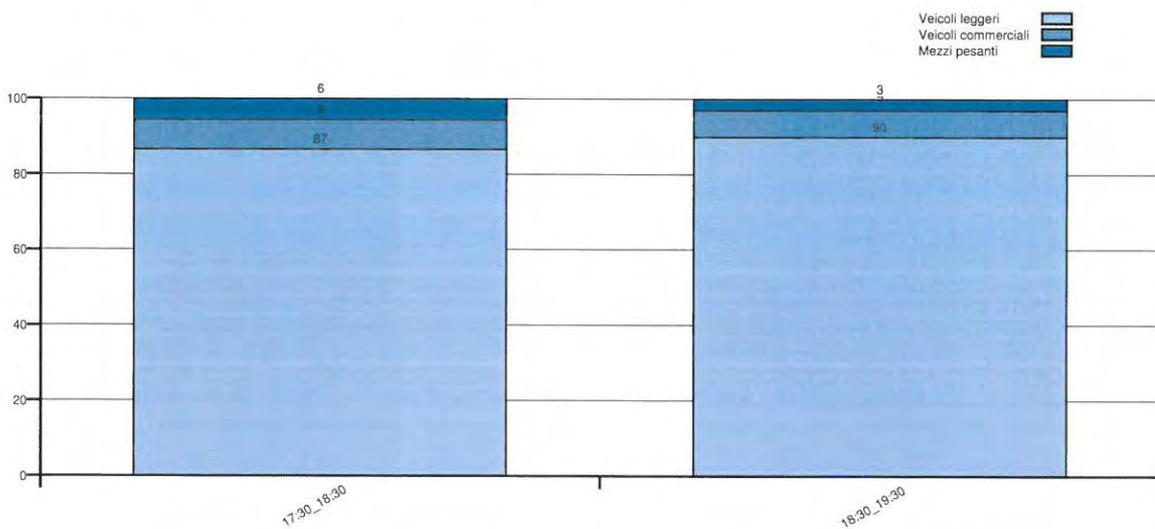


## Analisi dei conteggi per la sezione Tangenziale\_in

**Grafico 13** : Veicoli rilevati per fascia oraria e per categoria nella sezione Tangenziale\_in (valori assoluti)



**Grafico 14** : Veicoli rilevati per fascia oraria e per categoria nella sezione Tangenziale\_in (valori percentuali)



ARCHITETTO  
 GIORGIO ADELMO  
 BERTANI  
 n.193  
 CONSERVATORI DI ARCHITETTURA E PAESAGGI  
 ORDINE DEGLI ARCHITETTI

