



POC

piano operativo comunale

2018-2022

ALLEGATI

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
ACCORDO EX ART. 18 L.R. 20/2000
STUDIO DEL TRAFFICO

Elab. 5

Sindaco
Erika Ferranti

Segretario Comunale
Dott. Vincenzo Errico

Servizio Urbanistica
Ing. Antonio Peritore

Adozione: delibera C.C. n. 44 del 27/11/2017
Approvazione delibera C.C. n. 16 del 28/03/2019



Comune:

COMUNE DI BENTIVOGLIO (BO)

Oggetto:

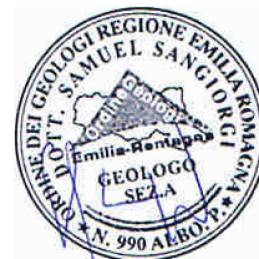
**PROPOSTA DI INSERIMENTO NEL POC DI UN'AREA
CLASSIFICATA ANC-C E COMPRESA NELL'AMBITO N.10
DEL PSC
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

Stesura:

luglio 2017

Elaborazione:

Dott. Geol. Samuel Sangiorgi



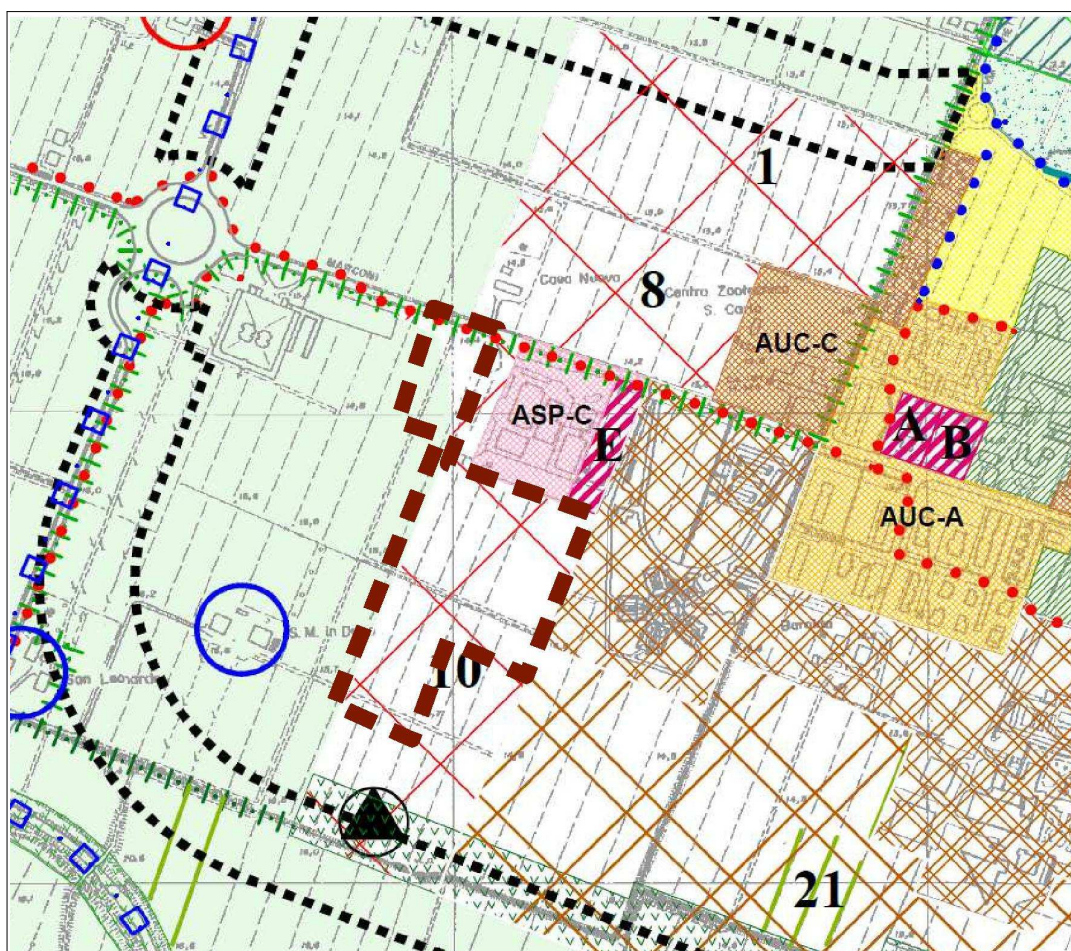
Indice generale

1	PREMESSA.....	2
2	METODO DI LAVORO.....	4
2.1	Contenuti della relazione e metodi analitici perseguiti.....	4
2.2	Dati di riferimento e di repertorio.....	4
2.3	Piano delle indagini eseguite.....	5
3	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA.....	7
3.1	Geologia.....	7
3.2	Contesto idrogeologico ed elementi di pericolosità idraulica.....	9
3.3	Caratteristiche geotecniche dei sedimenti.....	10
4	CATTERIZZAZIONE SISMICA.....	13
4.1	Pericolosità sismica preliminare e Microzonazione sismica semplificata (DGR 2193/2015).....	13
4.2	Verifiche della liquefacibilità.....	19
4.2.1	Aspetti generali.....	19
4.2.2	Stima del fattore di sicurezza e dei cedimenti post sisma.....	21
4.2.3	Analisi sito specifica del rischio di liquefazione.....	24
4.2.4	Conclusioni e commenti sulla liquefacibilità.....	26
5	Valutazioni sulla di fattibilita' dell'intervento.....	27
APPENDICE: SCHEDA DI SINTESI		
ALLEGATI		

1 PREMESSA

Lo Studio scrivente è stato incaricato di redigere lo studio geologico di fattibilità e lo studio di pericolosità sismica (ai sensi della DGR 2193/2015 della Regione Emilia-Romagna) per la proposta di inserimento nel POC di Bentivoglio di un'area classificata nel PSC come Ambito di potenziale localizzazione di nuovi insediamenti urbani a funzioni integrate (ANC-C). In particolare, l'area di interesse è compresa nell'Ambito n.10 (figura 1.1). La figura 1.2 localizza con un maggior dettaglio il limite dell'area di interesse.

*Figura 1.1 –
Localizzazione
nella cartografia
del PSC
dell'Ambito n.10
comprendente
anche l'area di
POC proposta
(TAV.1 –
Assetto
Territoriale,
scala 1:10.000).
Il perimetro è
delimitato dallo
Scrivente con
linea
tratteggiata
marrone*



Lo studio ha analizzato tutti gli elementi geologici e sismici necessari per esprimere una valutazione di fattibilità della proposta di piano.

Per quanto riguarda lo studio di pericolosità sismica, si rammenta che la Regione Emilia-Romagna, attraverso uno specifico apparato normativo (LR 20/2000; DAL 112/2007; DGR 2193/2017) ha imposto i criteri di elaborazione degli studi di pericolosità e di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale, definendo livelli di approfondimento differenziati a seconda delle fasi di programmazione affrontate e del contesto di pericolosità locale riscontrato. Ciò detto, il territorio urbanizzato/urbanizzabile di Bentivoglio è già dotato dello studio di Microzonazione di "livello 2" elaborato per il Piano Strutturale Comunale, ai sensi della DAL 112/2007. Con il presente studio, la

pericolosità sismica locale è stata ulteriormente analizzata, in conformità con quanto richiesto dalla più recente DGR 2193/2015.

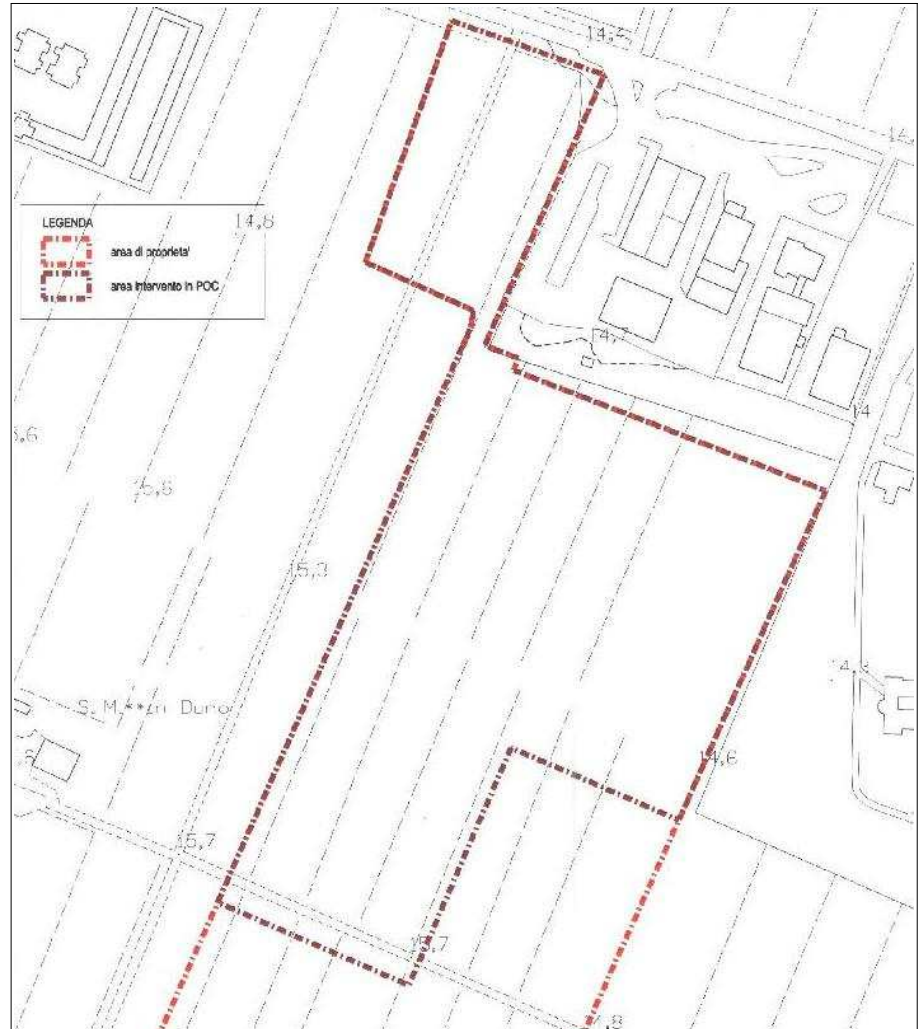


Figura 1.2 – delimitazione dell'area di intervento nel POC (planimetria fornita dai Progettisti della proposta)

2 METODO DI LAVORO

2.1 Contenuti della relazione e metodi analitici perseguiti

La presente Relazione descrive gli esiti delle seguenti analisi:

1. la raccolta delle indagini e dei dati di repertorio, di riferimento per questo lavoro, e la descrizione del piano delle indagini integrative;
2. la caratterizzazione geologica e in particolare la descrizione degli aspetti più generali di geologia, geomorfologia idrogeologia e pericolosità idraulica;
3. la caratterizzazione geotecnica dei sedimenti compresi nel "volume significativo", basata sull'analisi dei dati delle indagini geognostiche di repertorio e sull'analisi dei dati ricavati dalle prove eseguite per questo lavoro. In particolare, le prove CPTe/CPTU hanno permesso la stima dei parametri tessiturali e meccanici dei sedimenti attraversati, mediante correlazioni empiriche desunte dalle seguenti fonti bibliografiche scientifiche, ampiamente accreditate: "Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 4th Edition, July 2010" (Robertson, P.K., Cabal K.L.) e "Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11), 2009" (Robertson, P.K.);
4. L'analisi della pericolosità sismica locale, basata sull'analisi della sismicità storica dell'area (pericolosità sismica di base) e sull'elaborazione delle verifiche quantitative degli effetti cosismici potenzialmente attesi (amplificazione; liquefazione e cedimenti post sisma) in coerenza con le NTC 2008 con la DGR 2193/2015.

Per quanto riguarda le verifiche di liquefacibilità nei sedimenti granulari e fini poco coesivi, si sono espletate analisi quantitative di tipologia deterministica, basate sugli esiti delle prove CPTe/CPTU e utilizzando il riconosciuto metodo di valutazione stocastica NCEER (1998; 2001) aggiornato da Robertson (2009; 2010). Si fornisce, infine, un'ulteriore analisi del rischio di liquefazione, in considerazione dell'edificazione di progetto, mediante il calcolo dell'indice del potenziale di liquefazione LPI (Liquefaction Potential Index) di Iwasaki et al. (1982) e la stima del parametro LSN (Liquefaction Severity Number), proposto da Tonkin & Taylor (2013).

2.2 Dati di riferimento e di repertorio

- Per il contesto geologico e geolitologico → ci si è riferiti alla Carta Geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna (pubblicata anche on line nel sito del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli – SGSS – della nostra Regione). Per il modello geologico profondo si sono inoltre considerate le sezioni geologiche RER anch'esse pubblicate nel sito internet del SGSS e la Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:250.000 (SGSS RER e CNR, 2006);
- Per il contesto idrogeologico → ci si è riferiti alla Carta Idrogeologica elaborata alla scala 1:25.000 (tav.AC.1.2b) per il Quadro Conoscitivo del PSC dei Comuni delle associazioni "Reno-Galliera" e "Terre d'Acqua", e ai dati piezometrici ricavati direttamente dalle prove

eseguite nell'area di interesse;

- Per la pericolosità idraulica → ci si è riferiti al Piano di Gestione rischio Alluvioni realizzato dalle UoM del Distretto idrografico Appennino Settentrionale, tra cui Reno (UoM ITI021), Regionali Romagnoli (UoM ITR081), Marecchia-Conca (UoM ITI01319) in recepimento alla “direttiva alluvioni 2007/60/CE”.
- Per il contesto di pericolosità sismica locale → ci si è riferiti allo studio pericolosità e microzonazione sismica elaborata alla scala 1:5.000 (Tavola 1a e Tavola 2a) per il Piano Strutturale di Castenaso (S. Sangiorgi, 2013);
- Indagini geognostiche e geofisiche pregresse → si sono considerate le indagini disponibili nella Banca Dati del SGSS regionale. È inoltre disponibile l'Archivio Prove Geognostiche e Geofisiche di riferimento elaborato per lo studio di microzonazione sismica comunale 2013 (figura 2.1).

2.3 Piano delle indagini eseguite

La necessità di espletare approfondimenti geologico tecnici e sismici ha richiesto l'esecuzione di nuove indagini geognostiche e geofisiche in sito (figura 2,1). Sono state così eseguite:

- n. 4 penetrometrie statiche con puntale elettrico (denominate CPTe3; CPTe3) di cui due dotate di piezocono (CPTU1; CPTU4) per la misura delle pressioni interstiziali → sono state tutte approfondite fino a -20 metri dal p.c. Le terebrazioni sono state realizzate con un penetrometro dotato di spinta da 200 kN, montato su mezzo semovente cingolato. La punta piezometrica utilizzata presenta caratteristiche standard e la speciale attrezzatura utilizzata permette l'acquisizione dei dati ogni cm di avanzamento attraverso lettura diretta delle resistenze. I dati di penetrazione (q_c ; f_s ; u_2) sono stati elaborati per le verifiche quantitative della liquefazione e cedimenti post sisma e per la stima automatica dei principali parametri meccanici fondamentali: quota di falda locale, resistenza alla punta normalizzata (Q_{c1n}), I_c , D.R., ϕ' , c_u , OCR, Modulo Edometrico, conducibilità idraulica, ecc. In calce al testo si allegano i grafici di sintesi delle prove CPTU eseguite.
- n. 1 stendimento sismico combinato MASW/ReMi → la prova ha permesso la stima della velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio (V_s) nel sottosuolo, attraverso la misura delle onde superficiali (Rayleigh) in corrispondenza di geofoni disposti in linea. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno. La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW ha previsto acquisizioni dei segnali sismici con sismografo multicanale ABEM RAS24 a 24 canali, generati da sorgenti energizzanti artificiali lungo lo stendimento dei geofoni. La spaziatura tra geofoni è stata mantenuta pari a 2,5 metri, per uno sviluppo complessivo di 57,5 metri. L'elaborazione degli esiti (con software “Geogiga Surface”) consiste, sinteticamente, nell'estrazione dei modi dalle

curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh e nell'analisi dell'inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle VS. La metodologia ReMi (Refractor Microtremor), come la MASW, studia le proprietà dispersive delle onde superficiali (Rayleigh) in modalità di acquisizione passiva, ovvero registrando i microtremori del sottosuolo. Si tratta di una prova non invasiva, con array lineare, utilizzando la medesima strumentazione della prova MASW. Lo studio scrivente ha proposto per questo lavoro la combinazione delle due acquisizioni MASW e ReMi, in quanto tale soluzione offre i seguenti vantaggi:

- entrambi i metodi si basano sulle onde Rayleigh e sulla loro dispersione;
- si usano sia il rumore ambientale (ReMi) sia una sorgente puntuale artificiale (MASW attiva);
- la curva di dispersione sperimentale "combinata" può essere definita tra 0 e 60 Hz (basse e alte frequenze).

La prova MASW/Re.Mi. è stata eseguita nella limitrofa area verde pubblica, per consentire uno stendimento di 69 metri complessivi (spaziatura tra i geofono di 3 m). In calce al testo si allega il report della prova eseguita.

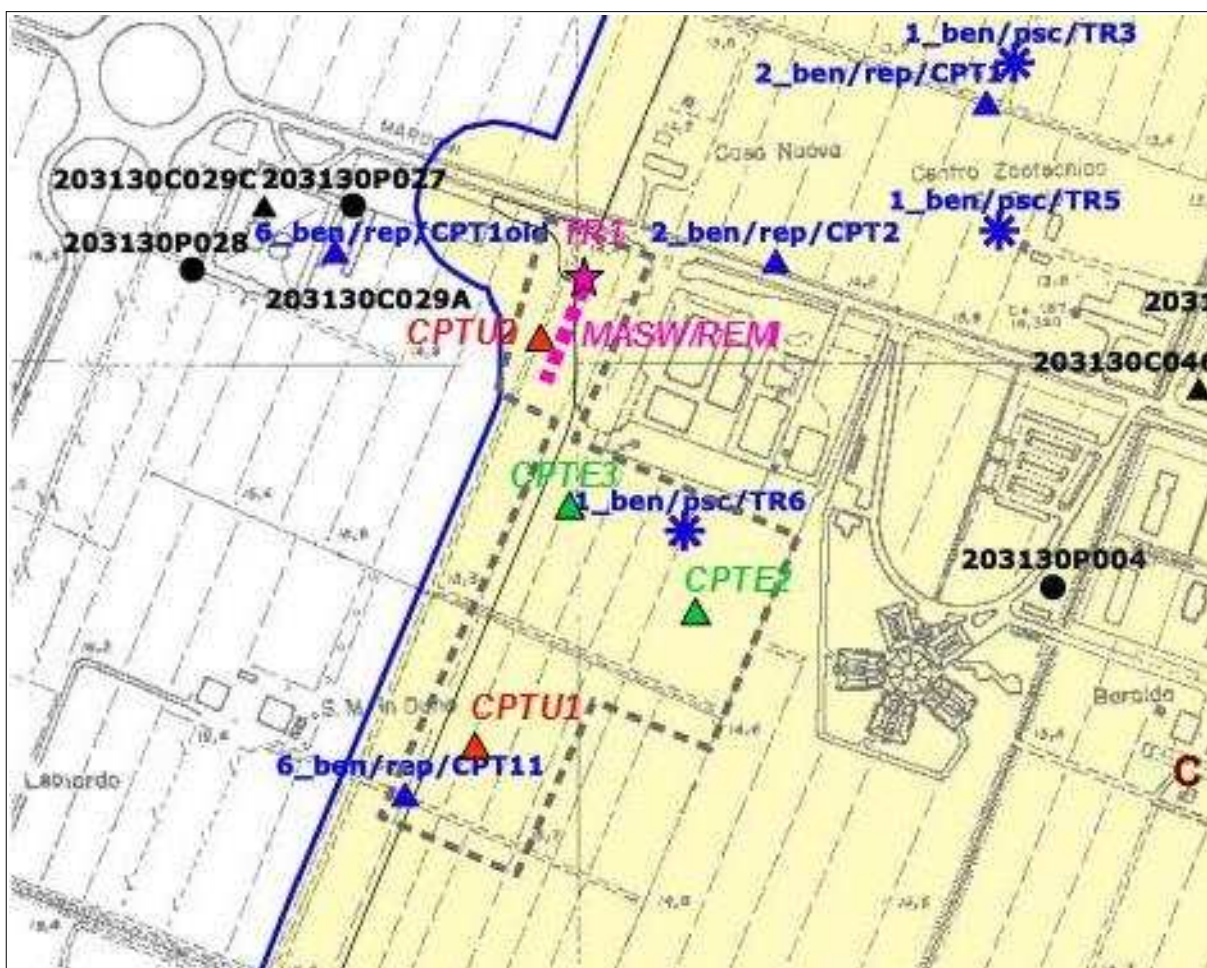


Figura 2.1 – Stralcio della Tav.1a del PSC (aree suscettibili di effetti locali). La figura riporta la localizzazione delle indagini geognostiche e geofisiche di repertorio (in nero: Banca Dati SGSS; in blu: archivio PSC) e di nuova esecuzione (in rosso: CPTU; in verde: CPTe; in fuxia: MASW/REMI e HVSR). Il perimetro del comparto è schematicamente rappresentato con il tratteggio grigio

- n. 1 registrazione del rumore sismico (microtremori) del sottosuolo con tecnica HVSR → è stata eseguita una registrazione (TR1) con strumentazione tomografica portatile in dotazione dello Studio scrivente. Lo strumento dispone di tre canali di acquisizione connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alta risoluzione, in grado di misurare le componenti della velocità (moto) di ogni strato lungo le direzioni N-S; E-W; H-V. L'elaborazione del microtremore misurato, fornisce i rapporti spettrali HVSR o H/V (Nogoshi & Igarashi, 1970), risultando efficace per la stima delle frequenze fondamentali di risonanza f_r del sottosuolo: $f_r = V_s/4*H$ (con H = spessore dello strato).

In questo modo, gli esiti delle misure tomografiche, opportunamente calibrati con la stratigrafia direttamente desunta dalle penetrometrie e dai dati di sottosuolo pregressi forniscono un ulteriore e utile supporto alla ricostruzione di sottosuolo e alla stima della velocità media delle onde di taglio nel volume di sottosuolo investigato. La stima delle frequenze amplificanti del terreno consente anche una preliminare valutazione delle eventuali “doppie risonanze” con le tipologie di manufatti di progetto. In calce al testo si allega il report dell'acquisizione tomografica eseguita.

La figura 2.1 riporta la localizzazione delle indagini geognostiche/geofisiche eseguite per questo studio e di repertorio. La figura 2.1 è uno stralcio della Tav.1a del PSC (Pericolosità sismica: tavola comunale delle aree suscettibili di effetti locali) alla scala 1:5.000 che riporta le indagini dell'archivio comunale siglate con identificativo univoco.

3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA

3.1 Geologia

L'area studiata si colloca nel contesto più generale di pianura alluvionale e più in particolare in ambito deposizionale di “depositi di argine, canale e rotta fluviale” attribuibili al corso d'acqua Savena (IV – VI secolo d.c.). Morfologicamente, è situata a circa 15,5÷14,0 metri s.l.m. con blando declivio verso NE.

La figura 3.1 riporta uno stralcio della cartografia geologica interattiva delle RER pubblicata dal SGSS regionale: essa distingue le Unità continentali alluvionali secondo la convenzionale classificazione stratigrafica sequenziale (cicli deposizionali), comprese nel principale “Supersistema Emiliano-Romagnolo” (R.E.R., ENI-AGIP, 1998). I depositi alluvionali affioranti vengono attribuiti al “Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore” (AES) e sono suddivisi in sequenze deposizionali di diverso ordine gerarchico (subsistemi identificati con sigle da AES5 – più antichi - ad AES8 – più recenti) delimitati in genere da scarpate di erosione. Ciò detto, i sedimenti affioranti nell'area di studio vengono compresi nel “Subsistema di Ravenna” (identificati con sigla AES8). Si tratta di depositi alluvionali recenti (Olocene), che possono comprendere sedimenti caratterizzati da tessiture variabili da ghiaie sabbiose e/o sabbie a limi e argille.



Figura 3.1 – Cartografia geologica interattiva pubblicata nel sito internet del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (SGSS). L'area di studio è localizzata nel cerchiato in tratteggio rosso

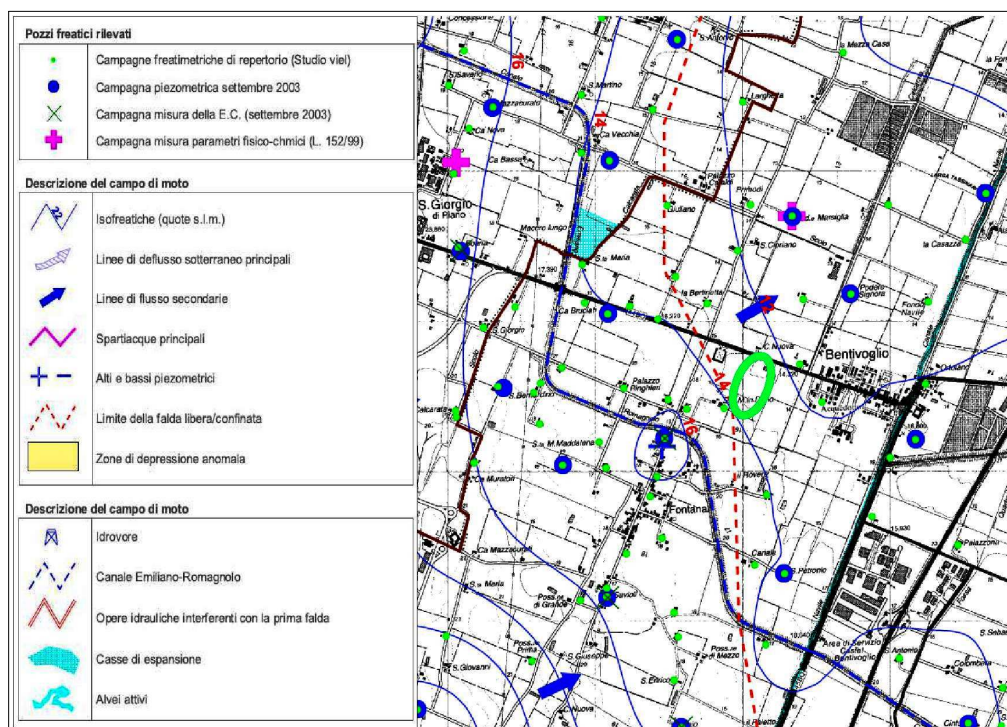
Le indagini penetrometriche CPTE/CPTU eseguite nell'area in oggetto evidenziano dalla superficie):

- ✓ da p.c. fino a 1,4÷1,6 m → sedimenti più superficiali fini e caratterizzati da evidente essiccamento (sovra consolidazione reversibile);
- ✓ da 1,4÷1,6 m fino a 2,7÷3,1 m → sedimenti prevalentemente limoso argillosi, debolmente sabbiosi. Occorre evidenziare che la prova CPTE3 ha attraversato, in questo intervallo, sedimenti sabbioso limosi fino alla profondità di 4 metri;
- ✓ da 2,7÷3,1 m fino a 7,3 ÷8,0 m → sedimenti prevalentemente argillosi, scarsamente consistenti, con rari livelli limoso sabbiosi;
- ✓ da 7,3 ÷8,0 m a fine prova (20 m) → sedimenti prevalentemente argillosi, più consistenti, con rare intercalazioni di strati limoso sabbiosi.

3.2 Contesto idrogeologico ed elementi di pericolosità idraulica

La tavola A.C.1.2b “Carta Idrogeologica” elaborata alla scala 1:25.000 per il PSC dei Comuni delle unioni “Reno – Galliera” e “Terre di Pianura”, riporta la geometria della tavola d'acqua meno profonda (figura 3.2): si evince un blando deflusso sotterraneo diretto verso NE e un livello statico a circa 14 ÷ 12 metri slm. Nell'area di studio, la prima falda è pertanto caratterizzata da una soggiacenza media locale di circa 1,5 ÷2,0 metri. Si tratta, peraltro, di una falda superficiale con mediocri caratteristiche idrogeologiche in termini di permeabilità e trasmissività, ospitata nei modesti intervalli (ad esclusione della prova CPTE3) di sedimenti limoso sabbiosi riscontrati a tale profondità; la ricarica è principalmente legata a ricarica per infiltrazione verticale e per infiltrazione dalla rete scolante limitrofa.

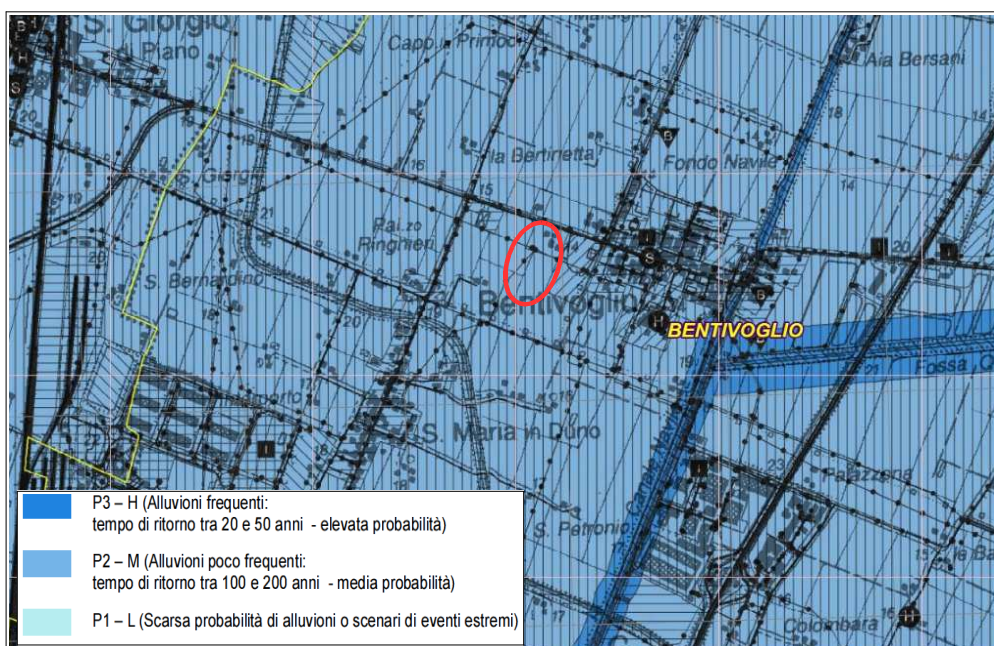
Figura 3.2 – Stralcio della Carta Idrogeologica – Tav A.C.1.2b – alla scala 1:25.000, elaborata per il QC del PSC delle Unioni di Comuni “Reno – Galliera” e “Terre di Pianura”



Le penetrometrie, eseguite in un periodo caratterizzato da scarse precipitazioni meteoriche, hanno riscontrato presenza di acqua nei fori a profondità comprese tra 2,1÷2,2 metri. Gli esiti conferma tuttavia il quadro idrogeologico sopra descritto.

Dal punto di vista idraulico, la regimazione locale secondaria è fornita dai fossi di testata e trasversali dei campi agricoli. Poco a sud, oltre il limite dell'area, è presente uno scolo (acque basse) e il Canale Emiliano-Romanolo (distante circa 350 m). L'area di interesse rimane a circa 850 metri di distanza dal Canale Navile (a est). Non sussistono, comunque, particolari criticità idrauliche. Ciò è confermato anche dalla cartografia prodotta per il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (Direttiva Europea 2007/60/CE) che inserisce l'area studiata nello scenario "P2" (alluvioni poco frequenti: TR 100-200 anni) relativamente al reticolo naturale (principale e secondario) e al reticolo secondario artificiale (figura 3.3).

Figura 3.3 – Stralcio della mappa di pericolosità idraulica (reticolo naturale principale e secondario) elaborata per il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (tavola 203SO "San Giorgio di Piano", scala 1:25.000)



3.3 Caratteristiche geotecniche dei sedimenti

I dati di resistenza alla punta e laterale delle prove CPTU consentono di ricavare le proprietà meccaniche del sottosuolo attraversato, in sostanza costituito nei primi 20 metri (profondità investigata) da sedimenti prevalentemente fini (argille e limi) con rare intercalazioni di limi e limi sabbiosi.

La seguente figura 3.4 riporta le principali correlazioni¹ utilizzate per la stima delle proprietà meccaniche dei sedimenti indagati, mentre la figura 3.5 riporta una sintesi delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo fino ad una profondità di circa 10 metri, che comprende il "volume significativo" relativo a edifici di normale impegno costruttivo e dotato di fondazioni dirette. In appendice al testo si allegano, i diagrammi completi di tutto lo spessore investigato dalle prove.

¹ Robertson, P.K., Cabal K.L., Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 4th Edition, July 2010

Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11): 1337-1355 (2009)

Si precisa che il sottosuolo è stato necessariamente semplificato in strati omogenei ai quali vengono attribuiti le caratteristiche geotecniche medie relative a tale spessore.

<p>Unit Weight, g (kN/m³) ::</p> $g = g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log\left(\frac{q_t}{p_a}\right) + 1.236 \right)$ <p>where g_w = water unit weight</p> <p>Permeability, k (m/s) ::</p> <p>$I_c < 3.27$ and $I_c > 1.00$ then $k = 10^{0.952 - 3.04 \cdot I_c}$</p> <p>$I_c \leq 4.00$ and $I_c > 3.27$ then $k = 10^{-4.52 - 1.37 \cdot I_c}$</p> <p>N_{SPT} (blows per 30 cm) ::</p> $N_{60} = \left(\frac{q_c}{p_a} \right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268 - 0.2817 \cdot I_c}}$ $N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268 - 0.2817 \cdot I_c}}$ <p>Young's Modulus, E_s (MPa) ::</p> $(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$ <p>(applicable only to $I_c < I_{c_cutoff}$)</p> <p>Relative Density, D_r (%) ::</p> $100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}} \quad \text{(applicable only to SBT}_n\text{: 5, 6, 7 and 8 or } I_c < I_{c_cutoff}\text{)}$ <p>State Parameter, ψ ::</p> $\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$ <p>Peak drained friction angle, ϕ (°) ::</p> $\phi = 17.60 + 11 \cdot \log(Q_{tn})$ <p>(applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8)</p>	<p>:: 1-D constrained modulus, M (MPa) ::</p> <p>If $I_c > 2.20$</p> <p>$\alpha = 14$ for $Q_{tn} > 14$</p> <p>$\alpha = Q_{tn}$ for $Q_{tn} \leq 14$</p> $M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$ <p>If $I_c \leq 2.20$</p> $M_{CPT} = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$ <p>:: Small strain shear Modulus, G_0 (MPa) ::</p> $G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$ <p>:: Shear Wave Velocity, V_s (m/s) ::</p> $V_s = \left(\frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$ <p>:: Undrained peak shear strength, S_u (kPa) ::</p> $N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r) \text{ or user defined}$ $S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$ <p>(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)</p> <p>:: Remolded undrained shear strength, $S_u(rem)$ (kPa) ::</p> $S_{u(rem)} = f_s \quad \text{(applicable only to SBT}_n\text{: 1, 2, 3, 4 and 9 or } I_c > I_{c_cutoff}\text{)}$ <p>:: Overconsolidation Ratio, OCR ::</p> $k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25} \text{ or user defined}$ $OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$ <p>(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)</p>
---	---

Figura 3.4 – Correlazioni utilizzate per la stima dei parametri geotecniche da prove CPTe/CPTU

Come già scritto, le indagini hanno evidenziato uno spessore più superficiale (fino a circa 1,4÷1,6 metri) di sedimenti più superficiali fini, con evidente essiccamento e caratterizzati da maggiori resistenze penetrometriche: si tratta di una condizione che può ritenersi reversibile e da tenere in considerazione in fase di progettazione.

Sono stati poi attraversati (fino a 2,7÷3,1 metri) sedimenti parzialmente insaturi a tessitura limoso argillosa, debolmente sabbiosa, e con caratteristiche di resistenza alla penetrazione variabili anche in relazione alla presenza della falda (2,1÷2,3 metri). La prova CPTe3 ha invece attraversato sedimenti sabbioso limosi mediamente addensati fino alla profondità di 4 metri w con resistenze alla punta più elevate (qc circa 4.000 kPa).

Più in profondità, sono attraversati sedimenti prevalentemente argillosi, scarsamente consistenti e con resistenze alla penetrazione mediocri (qc <1.000 kPa) fino a profondità di circa 7 metri.

Dal punto di vista geotecnico, l'area è da ritenersi idonea all'edificazione, tuttavia le successive analisi geotecniche (per le fasi di attuazione e progettazione definitiva), dovranno stimare l'entità dei cedimenti attesi (assoluti e/o differenziali), per valutare con cura le profondità di incastro e l'adeguato dimensionamento delle strutture di fondazione.

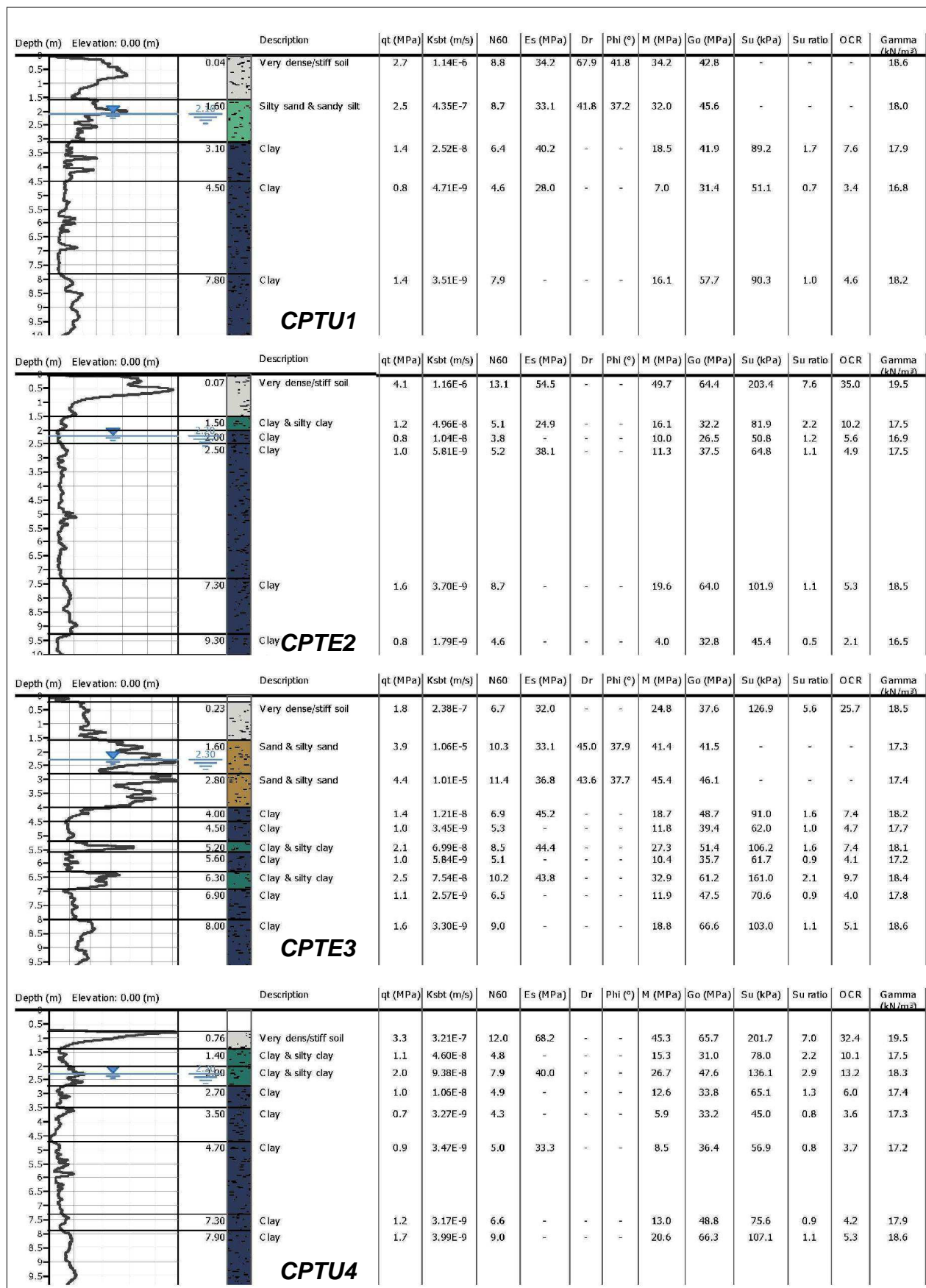


Figura 3.5 – Parametri geotecnici desunti dalle prove CPE/CPTU eseguite. Valori medi dello strato

4 CATERIZZAZIONE SISMICA

4.1 Pericolosità sismica preliminare e Microzonazione sismica semplificata (DGR 2193/2015)

L'ultima zonazione sismogenica del territorio nazionale è nota con la semplice sigla "ZS9" (2004), prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questa zonazione rappresenta il più recente riferimento per gli studi di pericolosità sismica del territorio italiano, elaborata riferendosi anche i più recenti background informativi sui terremoti ed in particolare le ultime banche dati relative alle sorgenti sismogeniche italiane DISS² 3.2 e il catalogo CPTI³.

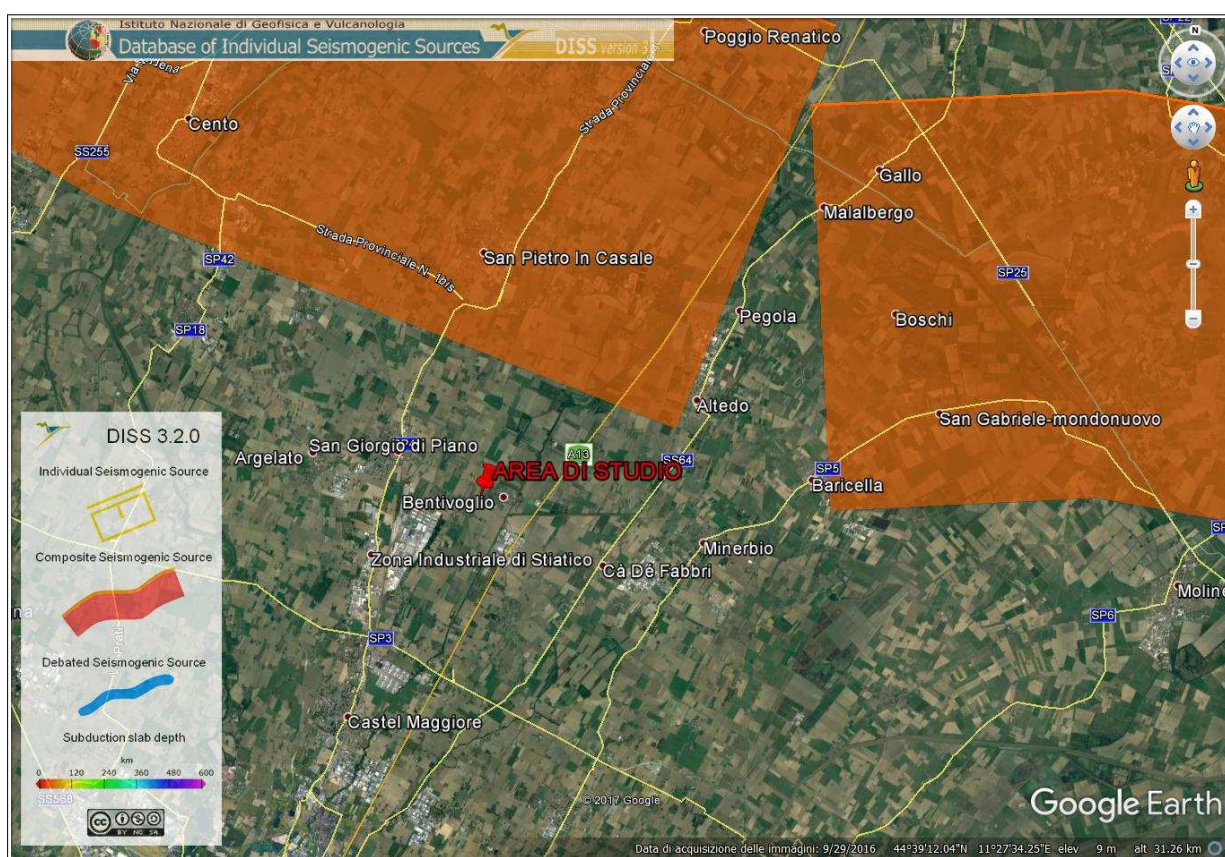


Figura 4.1 - Distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute in DISS 3.2 (foto aerea: Google Earth). Le sigle ITCS corrispondono alle zone composite mentre le sigle ITIS corrispondono a singole sorgenti sismogenetiche

L'area di studio ricade nella macrozona sismogenica 612 (ZS9), con magnitudo massima attribuita $M = 6,14$; la sismicità è correlabile alla tettonica attiva del fronte compressivo del margine appenninico sepolto. Più nel dettaglio (figura 4.1) la banca dati DISS 3.2 indica che l'area studiata ricade a sud della sorgente sismogenica complessa denominata ITCS051 "Carpi-Poggio

² <<Database of Potential Sources for Earthquake Larger than M5.5 in Italy">> (Valensise e Pantosti, 2001)

³ <<Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani", Gruppo di lavoro CPTI, 1999-2002">>

Renatico”, alla quale si associa una magnitudo massima anch'essa pari a $M_w = 6.0$ e che include la faglia “Mirandola” effettivamente attiva (terremoti emiliani 2012) ma con tempi di ritorno (per eventi significativi) non chiaramente valutabili.

Dai cataloghi storici e dalla Banca Dati delle intensità macrosismiche elaborato da INGV (DBMI, 2015), per Bentivoglio è documentato un solo evento sismico di significativa intensità (terremoto bolognese del 1501; int. =7), come evidenziato nella figura 6.1 e peraltro ascrivibile alla sorgente sismogenica del margine appenninico emerso ITCS047 “Castelvetro di Modena-Castel San Pietro Terme”.

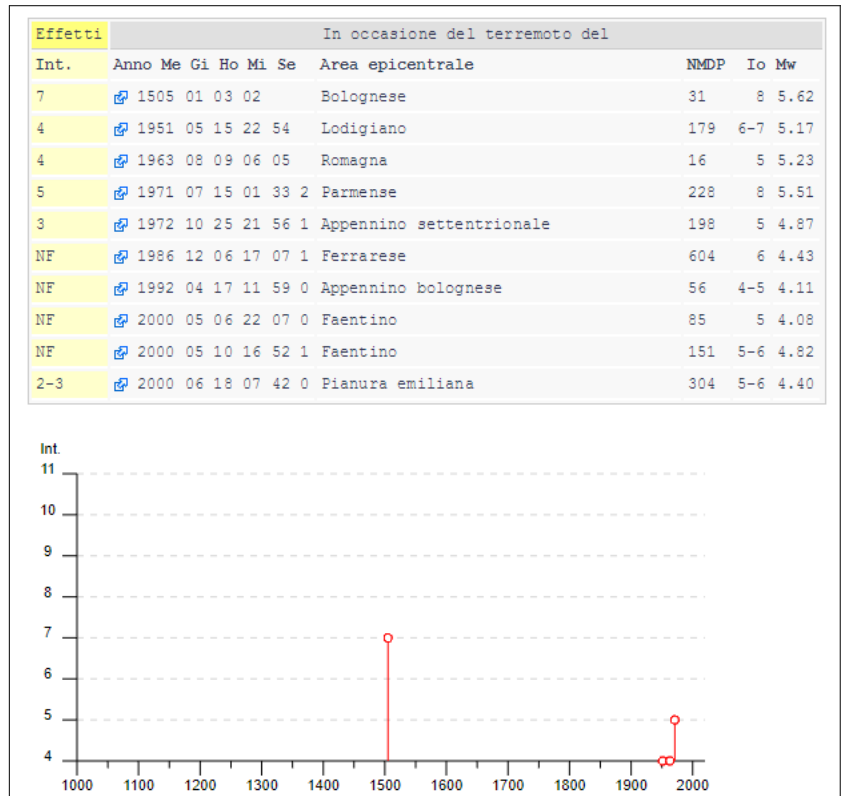


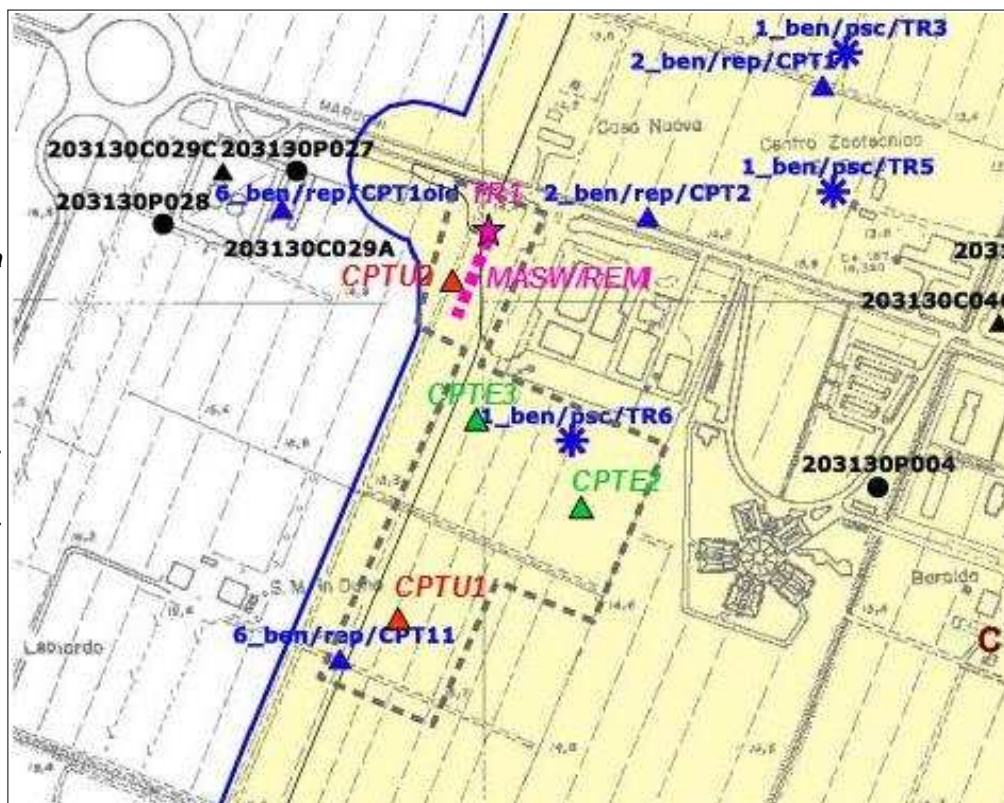
Figura 4.2 - Diagramma temporale dei principali eventi sismici che hanno interessato Bentivoglio e le relative intensità macrosismiche (fonte: DBMI15 – scaricabile dal sito internet INGV)

Lo studio geologico e sismico elaborato a corredo del PSC di Bentivoglio ha inoltre individuato le principali condizioni di pericolosità sismica locali, ed elaborato la microzonazione sismica di secondo livello ai sensi della DAL 112/2007 per le aree urbane e urbanizzabili. La DAL n.112/2007 propone la definizione semplificata delle amplificazioni locali sulla base delle tabelle allegate in appendice al documento e riferite a grandi situazioni morfologico-stratigrafiche (secondo livello). Le variabili, da inserire nelle tabelle per la stima dell’amplificazione locale sono:






- F.A. P.G.A. → rapporto tra la massima ampiezza dell’accelerazione su affioramento rigido ($a_{max,r}$) e la massima ampiezza dell’accelerazione alla superficie del deposito ($a_{max,s}$) alla frequenza f . Il fattore di amplificazione dipende dalla frequenza di eccitazione armonica, dal fattore di smorzamento D e dal rapporto tra l’impedenza sismica, prodotto tra densità-velocità, della roccia base e quella del deposito;
- F.A. S.I. - Intensità spettrale di Housner → indicatore della pericolosità sismica, è definito come l’area sottesa dello spettro di risposta di pseudovelocità. Per lo studio di MS di Bentivoglio, i fattori di amplificazione si riferiscono ai due intervalli di periodo $0.1 < T_0 < 0.5$ s e $0.5 < T_0 < 1$ s;
- la velocità equivalente delle onde di taglio nel sottosuolo (V_s).

Le figure 4.3 e 4.4 propongono rispettivamente uno stralcio della tavola 1a del PSC "Aree suscettibili di effetti locali" alla scala 1:5.000 e della relativa legenda: si evince che l'area di studio ricade nella zona "C" con possibilità di amplificazione stratigrafica e di cedimenti post sisma. Per l'area di studio non vengono pertanto richiesti approfondimenti sismici di "terzo livello".

Figura 4.3 – Stralcio della Tav.1a del PSC (aree suscettibili di effetti locali). La figura riporta la localizzazione delle indagini geognostiche e geofisiche di repertorio (in nero: Banca Dati SGSS; in blu: archivio PSC) e di nuova esecuzione (in rosso: CPTU; in verde: CPTE; in fuxia: MASW/REMI e HVSR). Il perimetro del comparto è schematicamente rappresentato con il tratteggiato grigio



**APPROFONDIMENTI SULLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI:
 AREE OMOGENEE DI PERICOLOSITA' SISMICA**

	C = POSSIBILITA' DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E DI CEDIMENTI POST SISMA [equivalente a C (PTCP) = Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti]
	I = POSSIBILITA' DI LIQUEFAZIONE E DI CEDIMENTI SIGNIFICATIVI [equivalente a L2 (PTCP) = Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione - Sabbie prevalenti certe]
	II = POSSIBILITA' DI LIQUEFAZIONE CON CEDIMENTI, TESSURE E SPESSORE DA CONTROLLARE [equivalente a L2 (PTCP) = Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione - Sabbie prevalenti certe]
	III = LIQUEFAZIONE POCO PROBABILE DA VERIFICARE [equivalente a L1 (PTCP) = Area soggetta ad amplificazione e potenziale presenza di terreni predisponenti la liquefazione - Sabbie prevalenti potenziali]
	R = AREE DI CAVA; DISCARICHE E DEPOSITI TERRE DI SCAVO [equivalente a R (PTCP) = Area incoerenti/incerte per caratteristiche litologiche e morfologiche]

ZONE OMOGENEE: SINTESI DEI LIVELLI DI APPROFONDIMENTO DA ESPLETARE (DAL 112/2007):



	Aree che necessitano dell'analisi semplificata (secondo livello)
	Aree che richiedono analisi approfondite (terzo livello)

Figura 4.4 – Stralcio della legenda della Tav.1a del PSC (aree suscettibili di effetti locali)

Per l'analisi dell'amplificazione locale è di fondamentale importanza l'elaborazione di un modello sismostratigrafico profondo il più possibile oggettivo. In tal senso, risultano di fondamentale supporto i dati e gli studi del SGSS regionale e in particolare le sezioni geologiche RER (figura 4.6) e gli approfondimenti espletati per lo studio di microzonazione sismica dei Comuni interessati dal sisma emiliano del 2012.

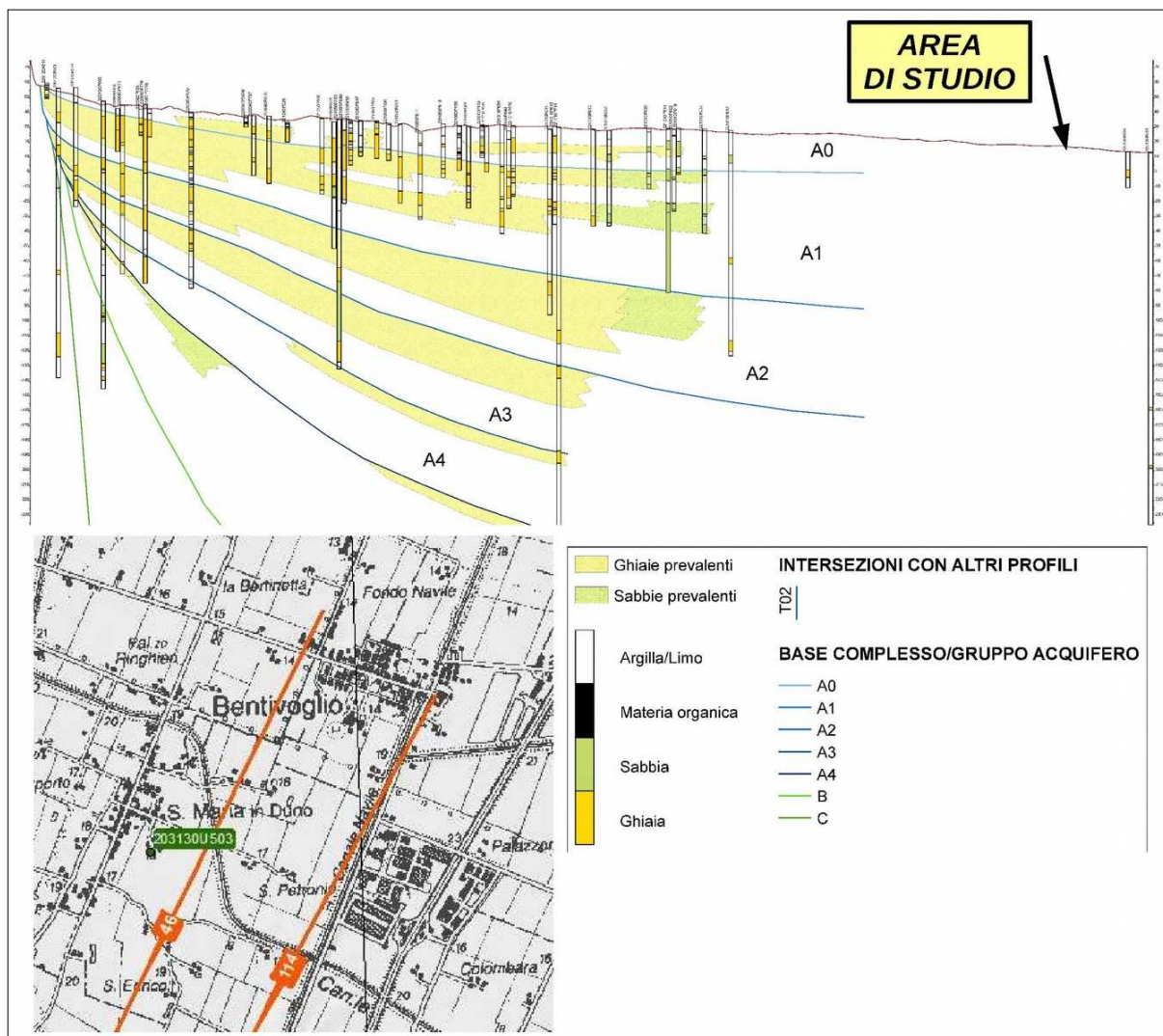


Figura 4.6 - Sezioni geologiche pubblicate dal SGSS regionale e stralcio della sezione n.46

Tali studi hanno ad esempio confermato come il primo forte contrasto di impedenza si ha nei depositi alluvionali, in genere tra la base del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES, datata 400.000-450.000 anni) e la base del subsintema AES6 (datata 230.000-250.000 anni), mentre una seconda importante discontinuità sismica corrisponde alla più profonda interfaccia da depositi alluvionali e bedrock marino. Gli studi del SGSS regionale consentono di stimare la profondità della base del Sintema AES subsintema AES6 a circa 110÷120 metri dal p.c., mentre la Carta Sismotettonica RER (scala 1:250.000) indica la profondità del Sintema AES a circa 200÷230 metri dal p.c.

La stima della velocità delle onde di taglio dei sedimenti è ottenuta dalla prova MASW/Re.Mi eseguita nell'area di studio. L'indagine ha fornito esiti di Vs30 pari a circa 206 m/s (figura 4.7).

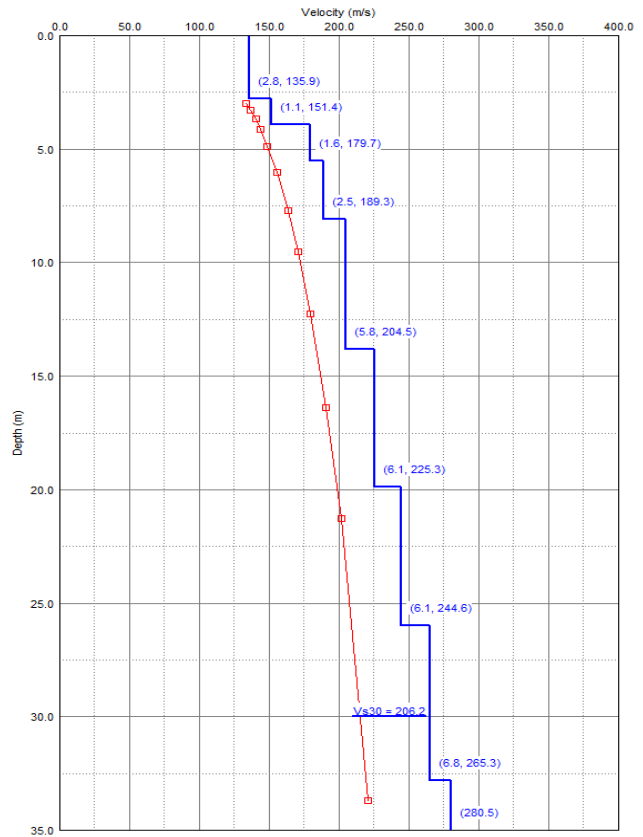


Figura 4.7 - Modello sismostratigrafico ottenuto dalla prova sismica MASW/Re.Mi. Eseguita nell'area di studio

Sono inoltre disponibili gli esiti delle due registrazioni sismiche HVSr, una di repertorio eseguita per il PSC e una eseguita per questo lavoro (figura 4.8): tali prove evidenziano massime amplificazioni spettrali a basse frequenze (0,8÷0,9 Hz), con un'ulteriore blanda amplificazione a circa 0,4 Hz, entrambi correlabili a riflettori sismici profondi (>100 metri).

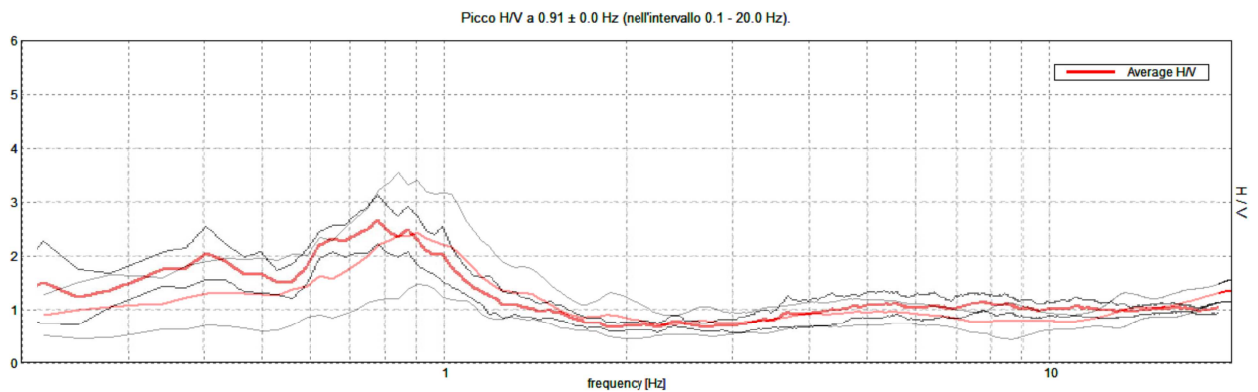


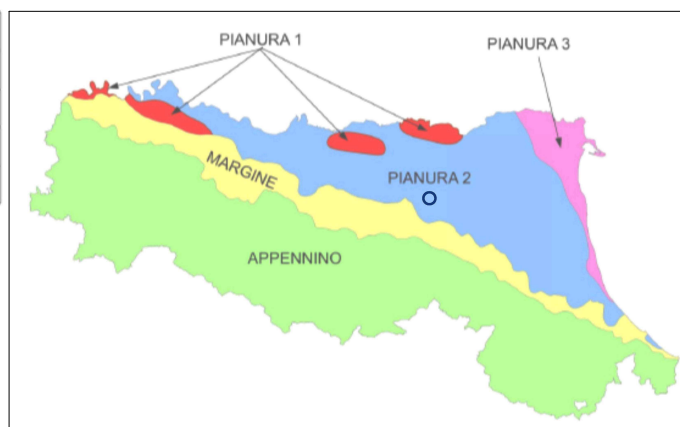
Figura 4.8 - Confronti tra gli spettri H/V ottenuti dalle registrazioni sismiche HVSr disponibili (TR1 e PSC/TR6)

Sulla base di quanto indicato nella DGR 2193/2015 (allegato A2), l'area di interesse può essere ascrivibile al macro contesto di "PIANURA 2" (<<settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 da p.c. e dal tetto del substrato rigido a circa 150 m da p.c.>>

La figura 4.9 riporta i parametri di RSL calcolati in modo semplificato (livello 2), cioè utilizzando gli abachi RER aggiornati con la DGR 2193/2015 (allegato 2).

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400
F.A. PGA	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5
F.A. SI1	2.0	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6
F.A. SI2	3.1	3.0	2.7	2.4	2.1	2.0
F.A. SI3	3.6	3.3	2.9	2.5	2.2	2.0

Figura 4.9 - Abaco dei parametri di RSL semplificata (DGR 2193/2015, all. A2) riferito al macro contesto "PIANURA 2". L'area di studio è localizzata nel cerchiato blu



4.2 Verifiche della liquefabilità

4.2.1 Aspetti generali

L'analisi della liquefabilità dei sedimenti, se sottoposti a sollecitazioni cicliche indotte da terremoti, è di fondamentale importanza per gli aspetti di progettazione geotecnica antisismica. In particolare, occorre valutare, nel modo più adeguato possibile, le effettive condizioni di suscettibilità, le condizioni di innesco e il rischio sito specifico di tale fenomeno.

Con il termine "liquefazione" si indicano vari fenomeni fisici (mobilità ciclica, liquefazione ciclica, fluidificazione) osservati durante terremoti significativi (generalmente, $M > 5.5$) nei depositi e nei pendii sabbiosi saturi; in questi sedimenti, le condizioni "non drenate" durante il sisma possono indurre un incremento e un accumulo delle pressioni interstiziali, che a loro volta possono provocare una drastica caduta della resistenza al taglio e quindi una perdita di capacità portante del terreno. Il meccanismo di liquefazione dei sedimenti è governato da molti fattori che si possono ricondurre principalmente:

- alle caratteristiche dell'impulso sismico (forma; durata dello scuotimento; ecc.) e la sua energia (magnitudo; accelerazioni; ecc.);
- alle caratteristiche tessiturali e meccaniche dei sedimenti (fuso granulometrico; densità relativa; coesione; limiti di Atterberg; ecc.);
- alla presenza di falda superficiale e alle condizioni di confinamento dello strato liquefacibile (non sono riportati casi in letteratura di liquefazione in strati granulari profondi oltre 15-20 metri).

La differenza fra i diversi fenomeni dipende dalle tensioni di taglio mobilitate per l'equilibrio in condizioni statiche e dalla resistenza al taglio residua dopo il terremoto.

In condizioni di sisma, vi possono anche essere effetti di "riordino" dei sedimenti, con possibilità di cedimenti significativi che possono coinvolgere sia i depositi granulari, sia i sedimenti fini poco

coesivi. Nell'ultimo decennio, sono state elaborate procedure di stima delle potenziali deformazioni post-sisma, provocate da perdite di resistenza, anche nei sedimenti fini (limi e argille a comportamento "non drenato"). Quest'ultimo fenomeno è noto con il termine "cyclic softening" (Idriss & Boulanger, 2004 e 2008).

Fenomeni di liquefazione si sono chiaramente manifestati con gli eventi sismici emiliani del maggio 2012, tuttavia non si sono riscontrati i fenomeni più critici riconducibili a fluidificazione (con perdita della capacità portante del terreno dei sedimenti al di sotto delle costruzioni) e neppure scorrimenti significativi nelle scarpate degli argini; anche i cedimenti rilevati degli edifici sono risultati complessivamente limitati e per lo più uniformi al di sotto delle costruzioni⁴. Per ulteriori aspetti teorici, si rimanda alla vasta letteratura scientifica e in particolare ai rapporti tecnici elaborati a seguito del sisma emiliano del maggio 2012 (consultabili anche on line nel sito del SGSS).

Il presente studio, ha elaborato le analisi del rischio di liquefazione mediante correlazioni empiriche che si basano sui risultati delle tre prove penetrometriche CPTe/CPTU eseguite nel comparto. Il vantaggio dell'uso di tali prove, è da ricercarsi nella maggiore accuratezza e ripetibilità rispetto ad altre indagini, nella relativa economicità e soprattutto nella possibilità di avere profili continui con la profondità, con informazioni dettagliate anche sulla stratigrafia.

Gli esiti delle prove CPTe/U sono stati utilizzati per la stima del rischio di liquefazione, procedendo secondo le seguenti fasi:

- 1) stima del Fattore di Sicurezza nei confronti della Liquefazione (FSL);
- 2) stima dei cedimenti post sisma indotti da densificazione volumetrica;
- 3) analisi della pericolosità e del rischio di liquefazione sito specifica attraverso la stima dei parametri LPI (Liquefaction Potential Index) e LSN (Liquefaction Severity Number).

La stima del Fattore di Sicurezza nei confronti della Liquefazione (FSL) è definito dalla relazione:

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

con

$CRR_{7.5}$ = resistenza alla liquefazione ciclica (Cyclic Resistance Ratio) dei sedimenti attraversati, ricavata dagli esiti CPT (a punta elettrica), per terremoti di $M = 7,5$. La procedura si fonda su equazioni che determinano i valori di CRR dei sedimenti attraversati utilizzando i valori di resistenza alla punta q_t , corretti per tenere conto delle tensioni litostatiche di confinamento, della differente classificazione dei sedimenti attraversati (contenuto di fine; plasticità);

CSR = rapporto di sollecitazione ciclica (Cyclic Stress Ratio) prodotta da un sisma e stimata sulla base di correlazioni empiriche dalle caratteristiche del terremoto, magnitudo e accelerazione tangenziale del suolo (a_{max}). Il CSR viene calcolato dalla nota equazione semiempirica proposta da Seed e Idriss (1971) per terremoti di $M = 7,5$:

$$CSR = 0.65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right) \cdot r_d$$

⁴ Fonte: "Rapporto preliminare sui diffusi fenomeni di liquefazione verificatisi durante il terremoto in pianura padana emiliana del maggio 2012", C. Crespellani et Al., 2012.

K_{σ} = Fattore di correzione per la pressione di confinamento (Overburden Correction Factor)

MSF = Fattore di Scala della Magnitudo (Magnitude Scale Factor) da applicare per sismi con magnitudo diverse da 7,5.

Il valore di FSL è stato determinato mediante calcolo automatico con il noto software "Cliq", sviluppato dalla GeoLogismiki Geotechnical Engineers, che consente di utilizzare differenti metodi di stima di FSL. Per questo lavoro, si è considerato il metodo di calcolo di P. K. Robertson (2009), ritenuto sufficientemente cautelativo rispetto ad altri metodi empirici.

Si rammenta che la punta CPTU rileva l'interfaccia tra diversi tipi di terreno con un ritardo strumentale che risulta funzione della rigidità del suolo. In terreni maggiormente rigidi si avrà una zona più ampia di influenza sulle misure. Ciò che appare sul profilo CPTU, è una rapida variazione dei valori di resistenza di punta (q_t) attraverso queste zone di transizione sabbie/argille. Si è accertato che i dati CPTU raccolti attraverso queste zone di transizione non risultano veramente rappresentativi dei sedimenti, in quanto i dati sono in transizione tra strati a differente rigidità. Pertanto, quando i dati CPTU vengono elaborati attraverso gli algoritmi di liquefazione, l'esito non risulta effettivamente rappresentativo degli intervalli sedimentari che ricadono nelle zone di transizione. Questa condizione si traduce in una classificazione di liquefacibilità generalmente sovrastimata, come verificato da recenti test in situ effettuati in aree che hanno subito recenti eventi sismici significativi (es. Imperial Valley e Mississippi River, USA; Christchurch, NZ).

Per questo motivo, il software utilizzato per le verifiche di liquefacibilità è in grado di escludere parzialmente gli intervalli di sedimenti classificati nelle zone di transizione, basandosi sulla velocità di variazione dell'indice I_c dei sedimenti attraversati. Se si riscontra una rapida variabilità di I_c , con valori che sono rappresentativi della zona di transizione tra sabbie e argille ($2,0 < I_c < 3,0$), i dati CPTU sono molto probabilmente all'interno di una zona di transizione tra sabbia e argilla. Ciò detto, nel calcolo di FSL si sono considerate le seguenti condizioni di input:

- si è utilizzata la a_{max} al suolo ottenuta dalla microzonazione semplificata ai sensi della DGR 2193/2015 ($a_{max} = 0,27g$);
- si sono implementati gli esiti delle quote d'acqua ricavate dalle indagini penetrometriche;
- sulla base della pericolosità sismica di base, si è considerata una magnitudo di input pari a $M_w = 6,14$ (cfr. zonizzazione macrosismica "ZS9).

4.2.2 Stima del fattore di sicurezza e dei cedimenti post sisma

Per le prove CPTU1, CPTU2 e CPTU4 le simulazioni non hanno riscontrato intervalli sedimentari potenzialmente liquefacibili di particolare significato. La prova CPTU3 (figura 4.10) evidenzia che l'intervallo granulare attraversato fino alla profondità di 4 metri fornisce esiti di FSL inferiori all'unità.

Per quanto riguarda la stima dei cedimenti post sisma e in particolare nei sedimenti saturi a comportamento granulare, si è proceduto al calcolo automatico secondo il metodo di Zhang et. Al. (2002; 2004). Questo procedimento si basa sui risultati empirici di Ishihara & Yoshimine (1992), per sabbie e sedimenti limosi, e definisce l'entità delle deformazioni volumetriche post-liquefazione sulla base delle resistenze alla punta (q_{c1N})_{cs} e dei corrispondenti esiti di FSL (figura 4.11).

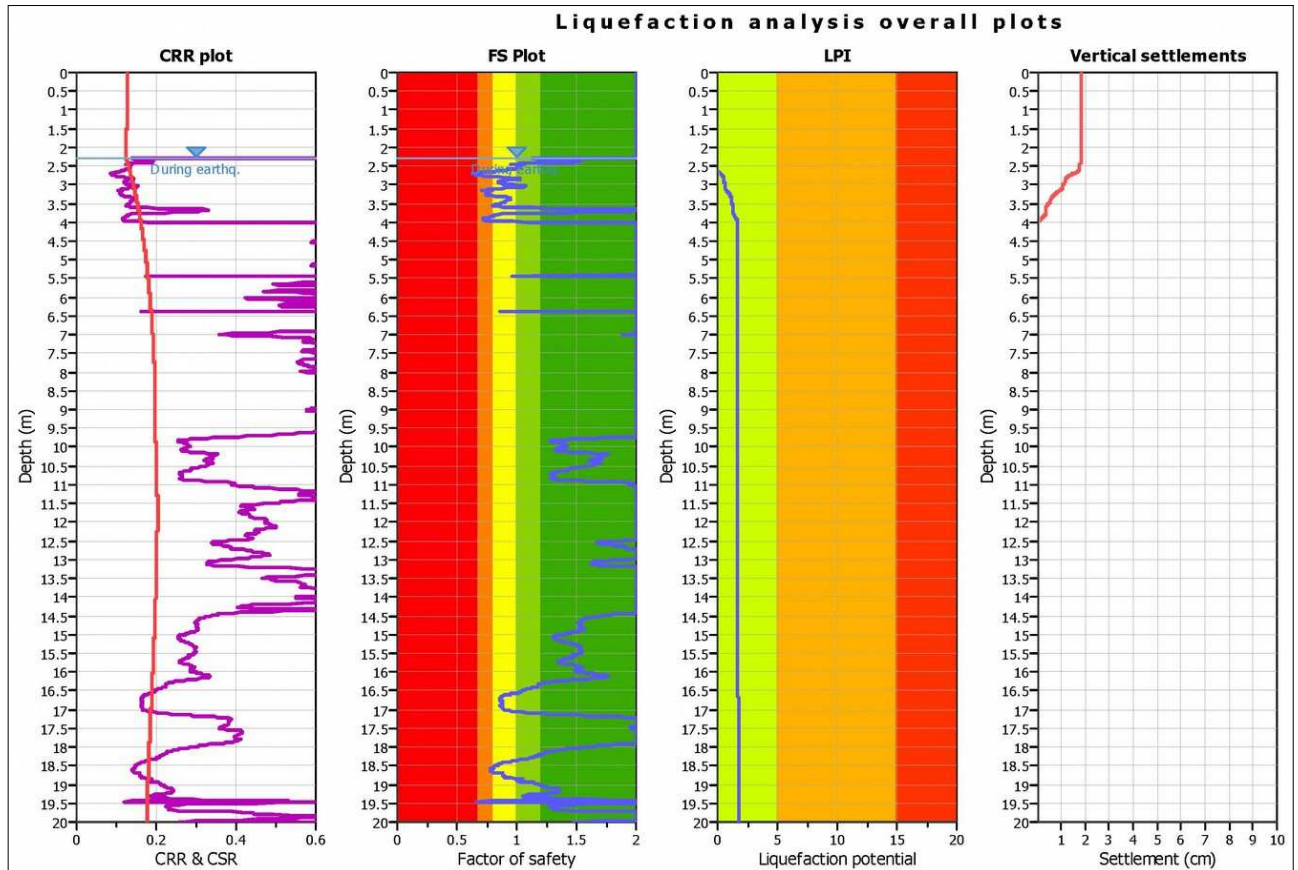
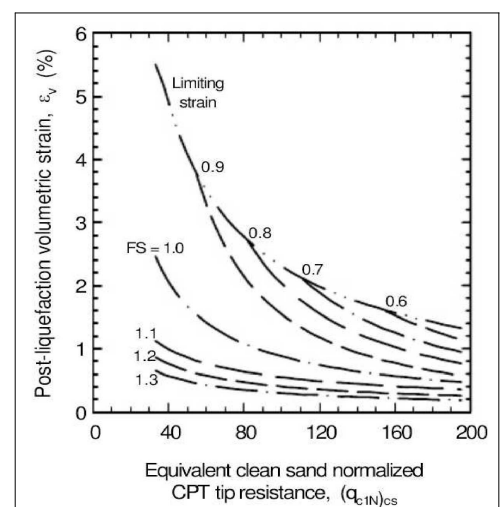


Figura 4.10 – Plottaggio degli verifiche di liquefazione della prova CPTe3 secondo l'approccio di P. K. Robertson (2009)

Figura 4.11 – Diagrammi di correlazione tra deformazioni volumetriche post-liquefazione e resistenze CPT per differenti fattori di sicurezza (da Zhang et Al., 2002)



Per i sedimenti a comportamento fine, il cedimento è causato principalmente da fenomeni di riconsolidazione conseguenti alla dissipazione delle

pressioni interstiziali accumulate durante il terremoto e al manifestarsi di deformazioni da taglio indotte dalle sollecitazioni cicliche. Esperienze empiriche, hanno dimostrato che le deformazioni per riconsolidamento nelle argille sono controllate principalmente dallo sforzo di taglio massimo, funzione di un fattore di sicurezza $FS_{\gamma=3\%} = CRR_M/CSR_M = CRR_{7,5}/CSR_{7,5}$ (Boulanger & Idriss, 2007) e dello stato tensionale dei sedimenti (OCR). Il fattore di sicurezza è stato dunque calcolato come $FS_{\gamma=3\%} = CRR_{6,14}/CSR_{6,14}$. Le deformazioni volumetriche sono state calcolate secondo il metodo di Robertson (2009), utilizzando le seguenti relazioni:

$$\epsilon_{vol} = [0.8 - 2.66 \log (FS)] / [0.33 A (Q_{ln})^3]$$

$$A = 10 - 9 \log (OCR)$$

When $FS \leq 0.84$ set $r_u = 1.0$ & limit $\epsilon_{vol} \leq 1\%$

Come si evince dalla figura 4.12, per le prove CPTU1, CPTE2 e CPTU4 le simulazioni evidenziano esiti di cedimento complessivamente trascurabili. Anche dalla prova CPTE3 si ricavano cedimenti post sisma non significativi (<2 cm). Occorre inoltre rammentare che le simulazioni si riferiscono alle condizioni “free field” e che i cedimenti calcolati sono cumulativi.

Overall vertical settlements report

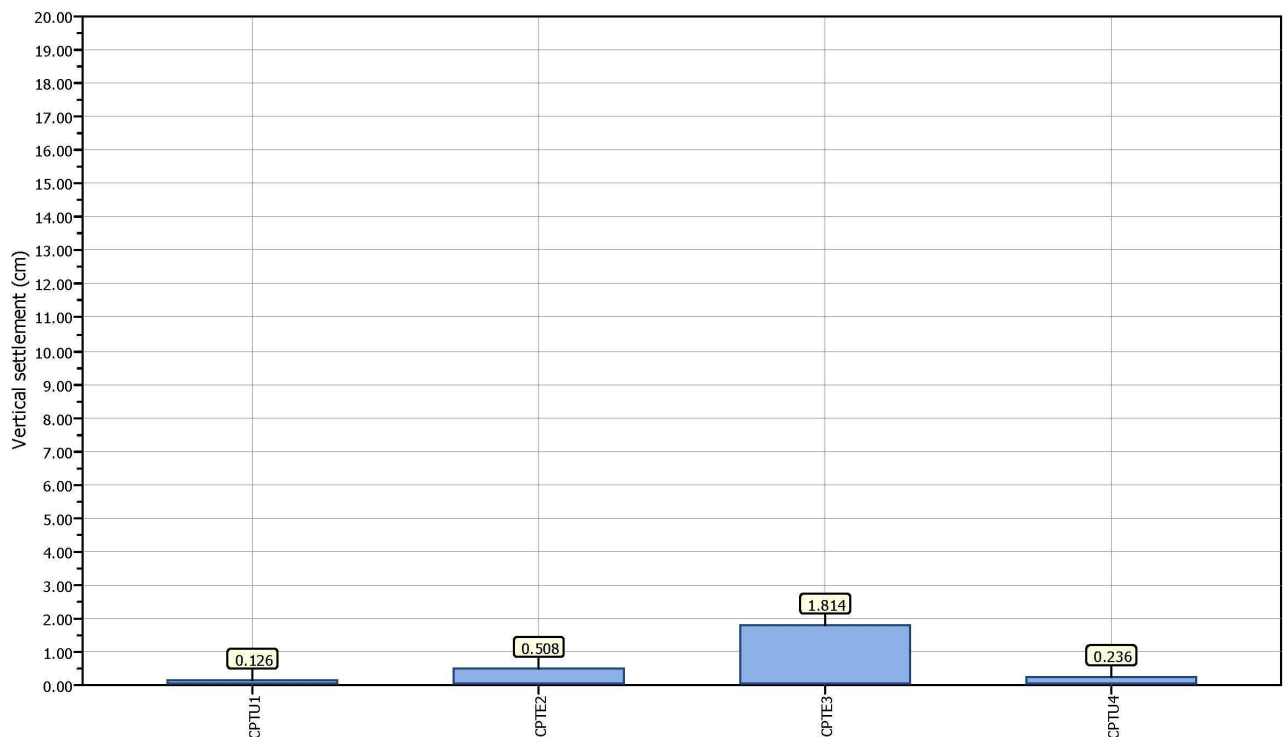


Figura 4.12 – Esiti dei cedimenti post sisma ottenuti nelle verticali CPTE/CPTU sulla base degli esiti di RSL semplificata (DGR 2193/2015)

4.2.3 Analisi sito specifica del rischio di liquefazione

Il rischio di liquefazione è valutato mediante il calcolo dell'indice del potenziale di liquefazione LPI (Liquefaction Potential Index) di Iwasaki et al. (1982) e la stima del parametro LSN (Liquefaction Severity Number), recentemente proposto da Tonkin & Taylor (2013).

L'Indice di Potenziale Liquefazione si calcola per una profondità "critica" fino a 20 metri di profondità ed è definito nel seguente modo:

$$LPI = \int_0^{20} F_1 W(z) dz$$

[con: $W(z)$ fattore di peso della profondità $=10^{-0.5z}$; F_1 variabile $=1-FSL$ (per $FSL < 1,2$) oppure $F_1 = 0$ per $FSL > 1,2$; z =profondità dello strato considerato]

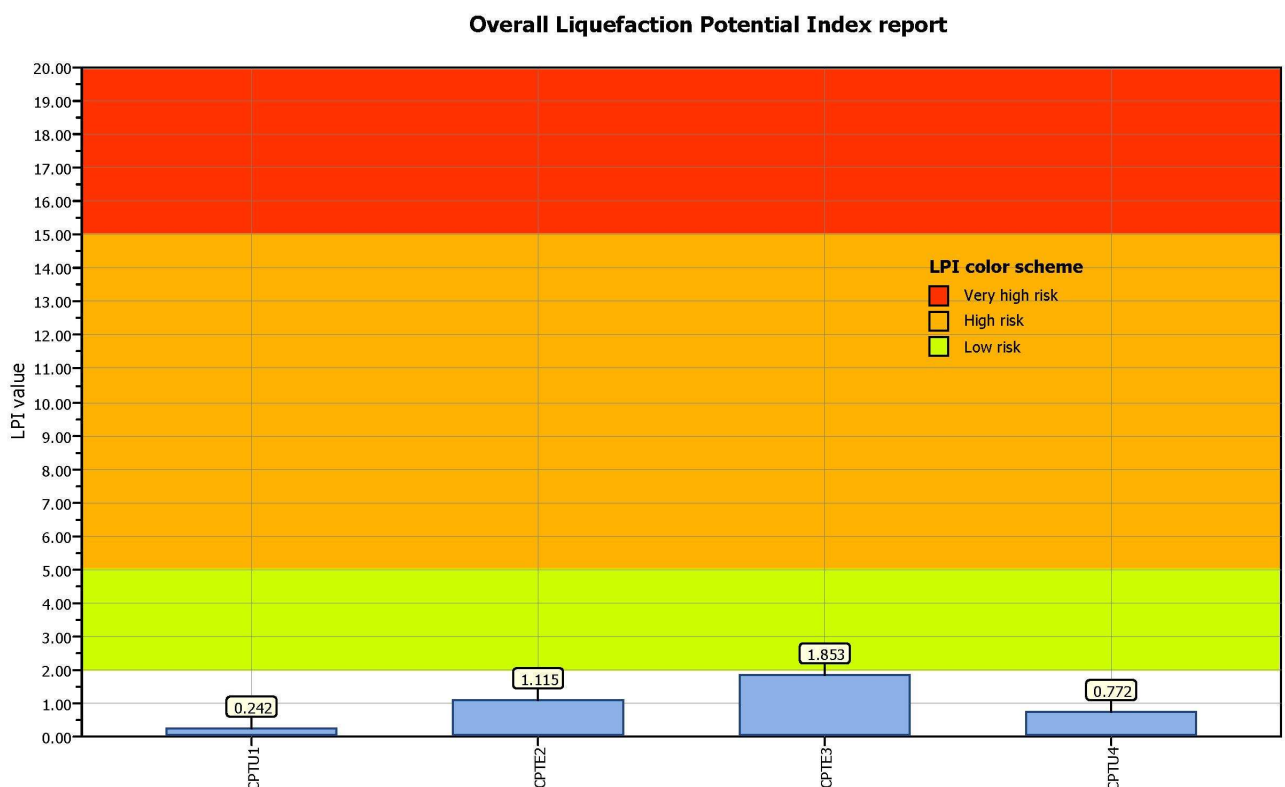


Figura 4.13 – Confronto delle stime di LPI ottenuti nelle verticali CPTU/CPTU sulla base degli esiti di RSL semplificata (DGR 2193/2015)

Il calcolo fornisce un valore numerico compreso tra 0 e 100 e quantifica i possibili effetti della liquefazione secondo classi di rischio, tenendo conto della severità dell'azione sismica, della profondità, dello spessore e del valore di FSL degli strati liquefacibili. La figura 4.13 offre una sintesi degli esiti basati sul calcolo di FSL secondo il metodo di riferimento per questo lavoro e con i medesimi parametri di input: si evince come l'esito più severo sia ricavato nella prova CPTU3 e tuttavia con esiti che risultano ancora inclusi nella classe di rischio "basso" ($LPI < 2$).

Per questo studio, si fornisce un ulteriore indicatore di rischio, ovvero il LSN ("Liquefaction Severity Numbers"), definito nel seguente modo:

$$LSN = \int \frac{\varepsilon_v}{z} dz$$

[con: ε_v =deformazioni volumetriche di densificazione post-liquefazione; z =profondità dello strato considerato]

Si tratta di una variante del metodo di calcolo del LPI, sperimentato da Tonkin & Taylor (2013) sulla base dei recenti rilievi effettuati a Christchurch e Canterbury, località della Nuova Zelanda, le cui abitazioni hanno subito danni diffusi e di differente intensità a seguito degli eventi sismici accaduti tra il settembre 2010 e il dicembre 2011, per fenomeni di liquefazione ciclica, “lateral spreading” e cedimenti. Questo metodo, stima l'intensità della liquefazione sulla base degli esiti delle deformazioni volumetriche post liquefazione ε_v ricavate secondo il metodo di Zhang et All. (2002; 2004), ponderata in funzione della differente profondità degli strati liquefacibili.

Figura 4.14 – Correlabilità dell'indice LSN con gli effetti di liquefazione nei sedimenti superficiali e con l'intensità del danno riscontrato nei manufatti (Tonkin & Taylor, 2013)

LSN 0 - 20	Little or no expression of liquefaction, minor sand boils, minor damage to homes.		
LSN 20 - 40	Moderate expression of liquefaction, undulations and cracking of ground surface (there are occasional instances of severe damage).		
LSN 40+	Widespread severe damage, extension expression of liquefaction, severe settlement of buildings and damage to services.		

Il calcolo fornisce un valore numerico compreso tra 0 e 100 e gli Autori hanno proposto una classificazione di LSN relazionata agli effetti di liquefazione superficiali rilevati nelle zone “free field” e/o alla severità dei danni riscontrati nei manufatti (figura 4.14). Secondo gli Autori, l'indice LSN, rispetto alla stima di LPI, risulterebbe “pesare” maggiormente il contributo degli strati superficiali liquefacibili rispetto agli strati critici riscontrabili a profondità maggiori, fornendo esiti più coerenti con gli effetti di liquefazione effettivamente rilevati al piano campagna, inoltre fornirebbe una migliore (seppure blanda) correlazione anche con l'entità dei danni riscontrati nelle opere

fondali degli edifici.

La figura 4.15 riporta la stima di LSN ricavate sulle tre verticali CPTU, basate sul calcolo di FSL secondo il metodo di riferimento per questo lavoro con Pga di input ricavato dal modello di RSL: si evince come tutti gli esiti risultino compresi entro la classe meno severa (LSN <10), pertanto con nulle o scarse possibilità di danni per liquefazioni.

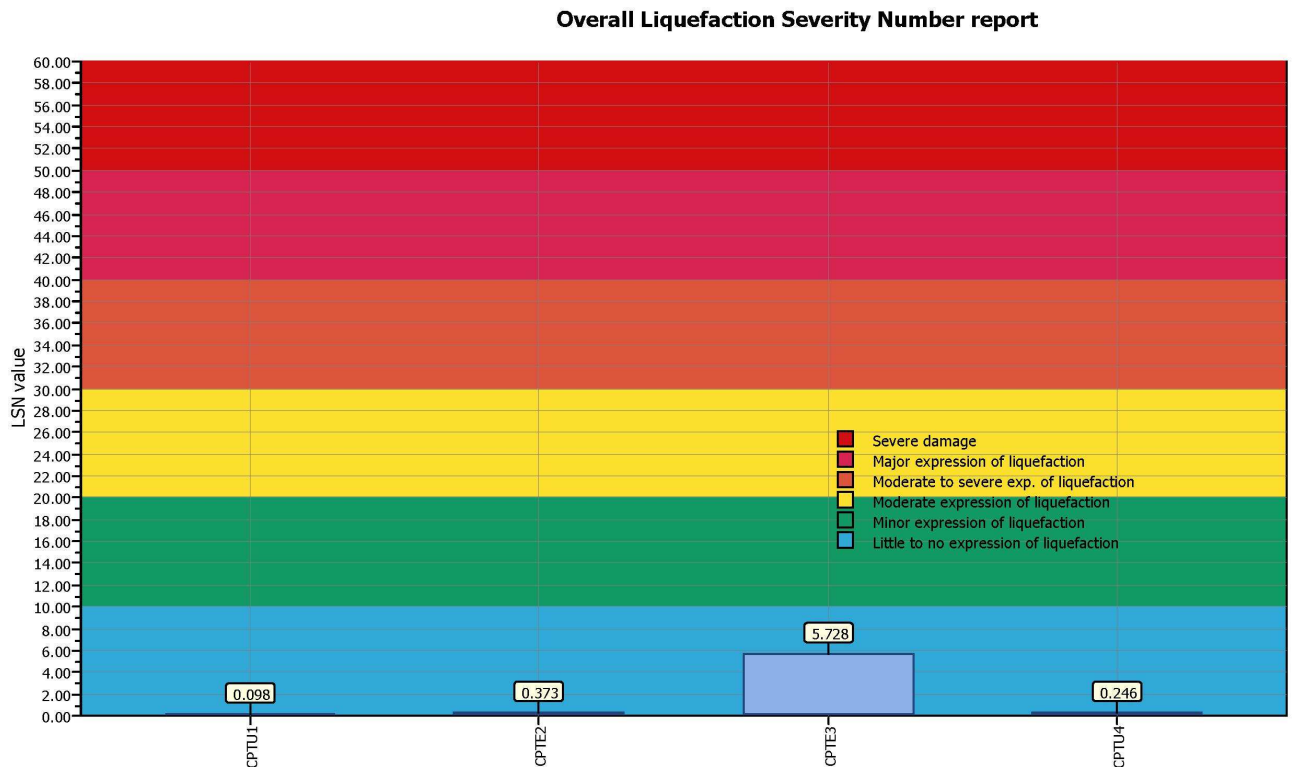


Figura 4.15 – Confronto delle stime di LSN ottenuti nelle verticali CPTU/CPTU sulla base degli esiti di RSL semplificata (DGR 2193/2015)

4.2.4 Conclusioni e commenti sulla liquefacibilità

Le verifiche forniscono esiti di liquefazione sito specifici che possono ritenersi poco significativi in termini di pericolosità. Questa complessiva valutazione, è giustificata dai risultati ottenuti dalle verifiche sopra descritte, con esiti che appaiono cautelativi anche in relazione alle ineludibili condizioni stocastiche che ancora inficiano tutte le modellazioni effettuate. Occorre anche evidenziare che le verifiche effettuate sono state eseguite considerando input cautelativi (microzonazione sismica semplificata; magnitudo); inoltre, le simulazioni non hanno considerato la presenza della costruzione, dunque il possibile contributo alla resistenza alla liquefazione che può essere fornito dalle opere di fondazione e dalle sovrappressioni scaricate al sottostante terreno.

5 VALUTAZIONI SULLA DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

Come riportato in premessa, il presente studio geologico e sismico è stato elaborato a corredo della proposta di inserimento dell'area in oggetto nel POC di Bentivoglio.

Il presente studio geologico e sismico si è basato sugli esiti di nuove indagini geognostiche e geofisiche, nonché di studi e indagini di repertorio. Ciò ha permesso di elaborare una preliminare caratterizzazione geotecnica del sottosuolo investigata e di aggiornare la caratterizzazione sismica semplificata ai sensi della DGR 2193/2015. La realizzazione di prove CPTe/CPTU ha inoltre consentito di espletare verifiche quantitative della liquefacibilità e dei cedimenti post sisma.

Gli esiti delle analisi geologiche, idrogeologiche, idrauliche; geotecniche e sismiche, descritti nei precedenti capitoli non evidenziano particolari elementi ostativi alle previsioni d'uso del comparto e non sussistono particolari fattori di rischio geologico e sismico.

In conclusione, si fornisce un complessivo giudizio favorevole riguardo la fattibilità dell'intervento urbanistico in oggetto, rammentando la necessità di ulteriori approfondimenti relativamente agli aspetti geotecnici da espletare in fase di attuazione e/o nella successive fasi di progettazione definitiva, ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti.

In appendice, la scheda di sintesi riporta gli ulteriori elementi prescrittivi per le successive fasi attuative e di intervento diretto.

APPENDICE: SCHEDA DI SINTESI

Prove geognostiche e geofisiche di riferimento eseguite per il POC (figura 2.1)

Prove geognostiche → CPTU1; CPTE2; CPTE3; CPTU4

Prove geofisiche → MASW/RE.MI.; TR1

Ulteriori prove di repertorio → CPT11; PSC/TR6

Inquadramento geologico e idrogeologico

Contesto geologico → contesto geologico di pianura alluvionale e più in particolare di “depositi di argine, canale e rotta fluviale” attribuibili al Savena (IV – VI secolo d.c.). I sedimenti alluvionali affioranti sono compresi nel “Subsistema di Ravenna” (sigla AES8) di età deposizionale recente (Olocene). Le prove eseguite nell'Ambito evidenziano sedimenti fini (argille e limi), con rari intercalazioni di limi sabbiosi. Unica eccezione la prova CPTE3, con sabbie limose attraversate fino a -4 m dal p.c.

Contesto morfologico → l'Ambito presenta una blanda acclività verso NE e quote comprese tra circa 15,5 m e 14,0 m s.l.m.

Contesto idrogeologico e aspetti idraulici locali → la tavola A.C.1.2b “Carta Idrogeologica” elaborata per il PSC dei Comuni delle unioni “Reno – Galliera” e “Terre di Pianura”, evidenzia un blando deflusso sotterraneo della falda meno profonda diretto verso NE e un livello statico a circa 14 ÷ 12 m slm (soggiacenza media di circa 1,5÷2,0 metri). Dal punto di vista idraulico, la regimazione locale secondaria è fornita dai fossi di testata e trasversali dei campi agricoli. Poco a sud, oltre il limite dell'area, è presente uno scolo (acque basse) e il Canale Emiliano-Romanolo (distante circa 350 m). L'area di interesse rimane a circa 850 metri di distanza dal Canale Navile (a est). Non sussistono particolari criticità idrauliche.

Caratterizzazione geotecnica preliminare

Le penetrometrie hanno fornito esiti di resistenza utili per la caratterizzazione geotecnica dei sedimenti attraversati. Si rileva uno spessore più superficiale (fino a circa 1,4÷1,6 m) di sedimenti fini, con evidente essiccamento (condizione da ritenersi reversibile) e da in considerazione in fase di progettazione. Sono poi attraversati (fino a 2,7÷3,1 metri) sedimenti parzialmente insaturi a tessitura limoso argillosa, debolmente sabbiosa, e con caratteristiche di resistenza alla penetrazione variabili anche in relazione alla presenza della falda (a 2,1÷2,3 metri). La prova CPTE3 ha attraversato sabbie limose mediamente addensate fino alla profondità di 4 metri e con resistenze alla punta più elevate (qc circa 4.000 kPa). Più in profondità, sono attraversati sedimenti prevalentemente argillosi, scarsamente consistenti e con resistenze alla penetrazione mediocri (qc <1.000 kPa) fino a profondità di circa 7 metri.

L'Ambito è idoneo alla edificazione di normale impegno costruttivo, tuttavia le successive analisi geotecniche (fasi di attuazione e/o progettazione definitiva), dovranno stimare l'entità dei cedimenti attesi (assoluti e/o differenziali), per valutare con cura le profondità di incastro e l'adeguato dimensionamento delle strutture di fondazione.

In allegato alla relazione è riportata la sintesi dei principali parametri geotecnici desunti dalle prove CPTU eseguite nell'area (cfr. paragrafo 3.3).

Caratterizzazione sismica

Aree suscettibili di effetti locali (tavola 1a della microzonazione sismica comunale) → l'area ricade nella zona “C” con possibilità di amplificazione stratigrafica e di cedimenti post sisma. Per l'area di studio non vengono richiesti approfondimenti sismici di “terzo livello”.

Microzonazione sismica semplificata (ai sensi della DGR 2193/2015) → il contesto sismostratigrafico profondo (cfr. paragrafo 4.1) consente di includere l'area nel macro contesto di “PIANURA 2” ($V_{s30} = 200$ m/s). I fattori di amplificazione semplificati risultano $FA(Pga) = 1,7$; $FA SI(0,1s \div 0,5s) = 2,0$; $FA SI(0,5s \div 1,0s) = 3,0$ e $FA SI(0,5s \div 1,5s) = 3,3$. $A_{g,ref} 0,161g$. Le registrazioni HVSr evidenziano frequenze fondamentali di vibrazione a circa $0,8 \div 0,9$ Hz (possibile risonanza con edifici molto elevati, cioè >10 piani).

Ulteriori approfondimenti sulla liquefazione e sui cedimenti post sisma → le prove CPTE/CPTU hanno consentito di espletare verifiche quantitative della liquefacibilità e dei cedimenti post sisma. Gli esiti (cfr. paragrafo 4.2) rilevano una pericolosità di liquefazione “bassa” ($LPI < 2$; $LSN < 6$) e cedimenti post sisma cumulativi non significativi (< 2 cm).

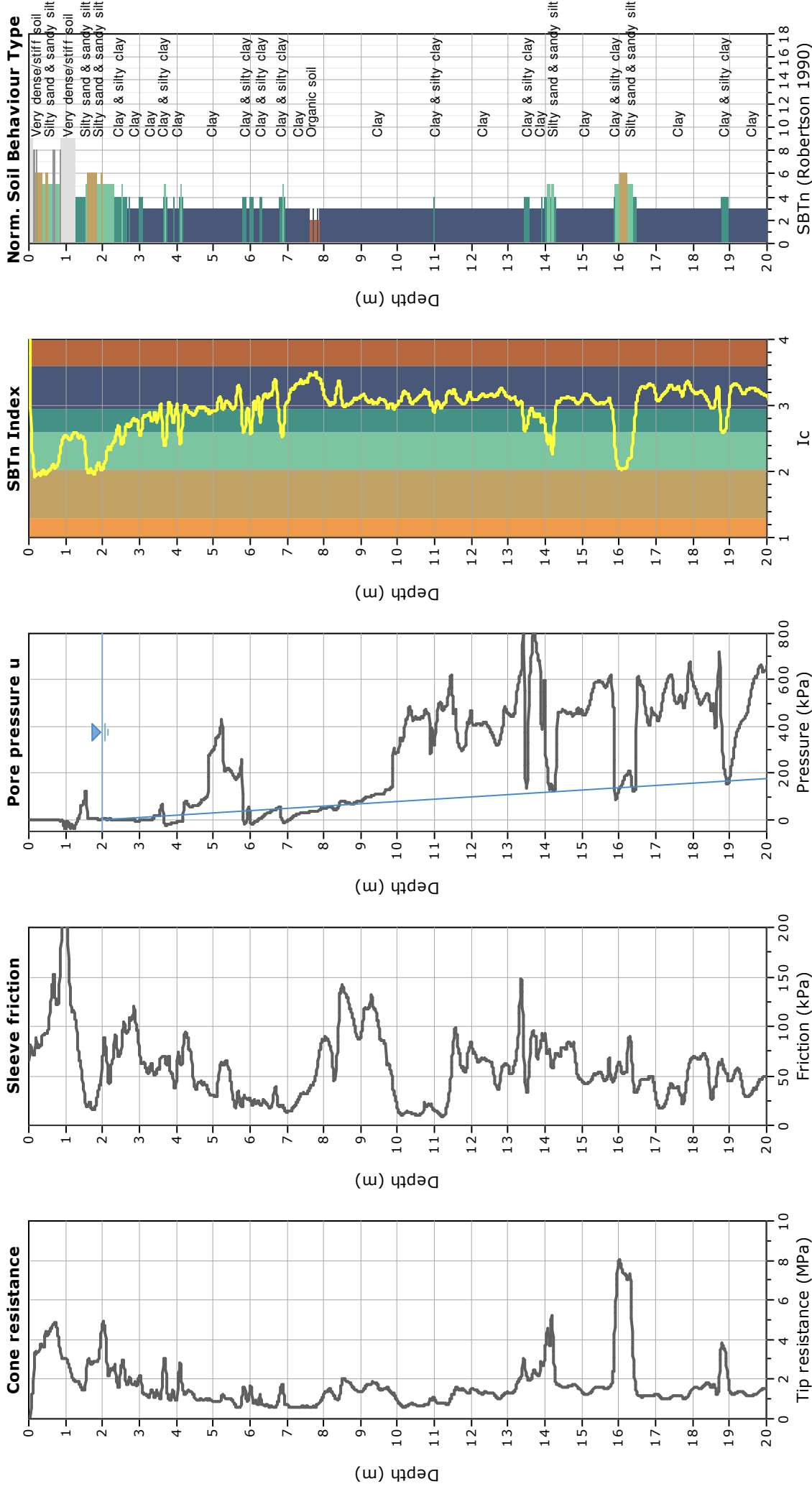
Prescrizioni e approfondimenti richiesti per la fase attuativa

Gli ulteriori studi geologici e geotecnici da espletarsi in fase attuativa e/o di progettazione definitiva dovranno approfondire gli aspetti di caratterizzazione geotecnica e sismica, in relazioni alle caratteristiche prestazionali degli edifici da realizzare.

Le successive analisi geotecniche dovranno stimare l'entità dei cedimenti attesi (assoluti e/o differenziali), per valutare con cura le profondità di incastro e l'adeguato dimensionamento delle strutture di fondazione.

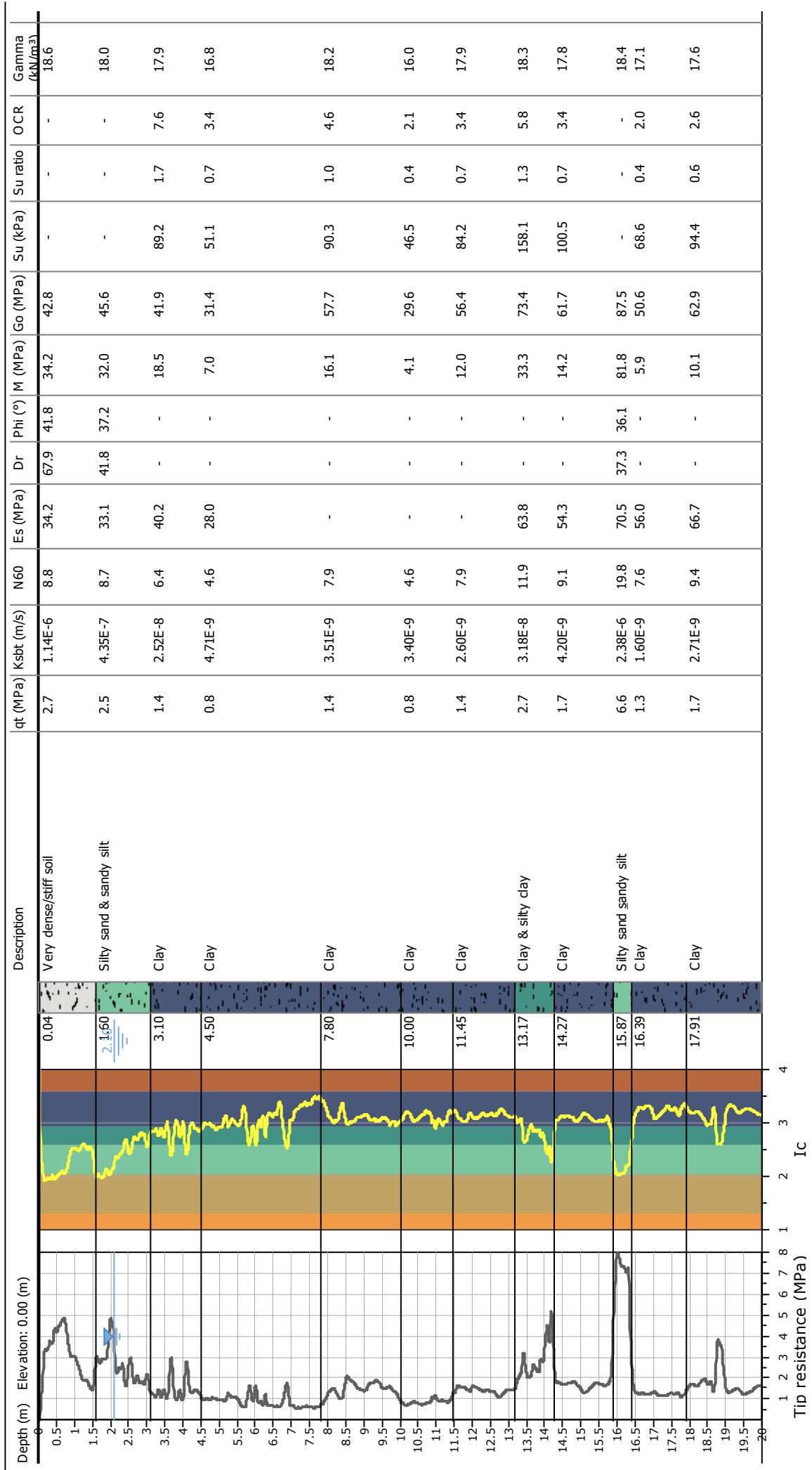
ALLEGATI

Project:
Location: via Marconi - Bentivoglio (BO)

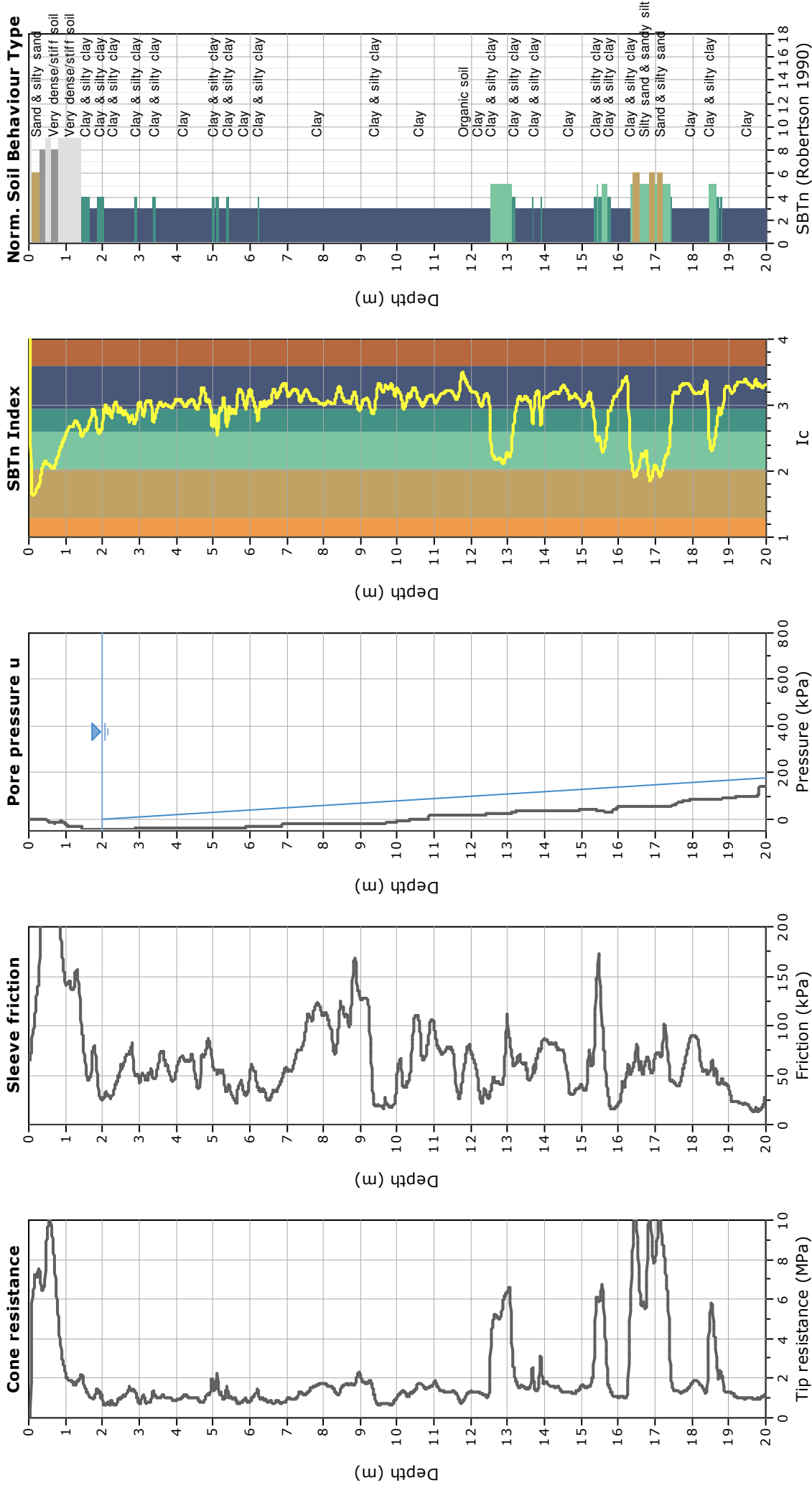


Project:

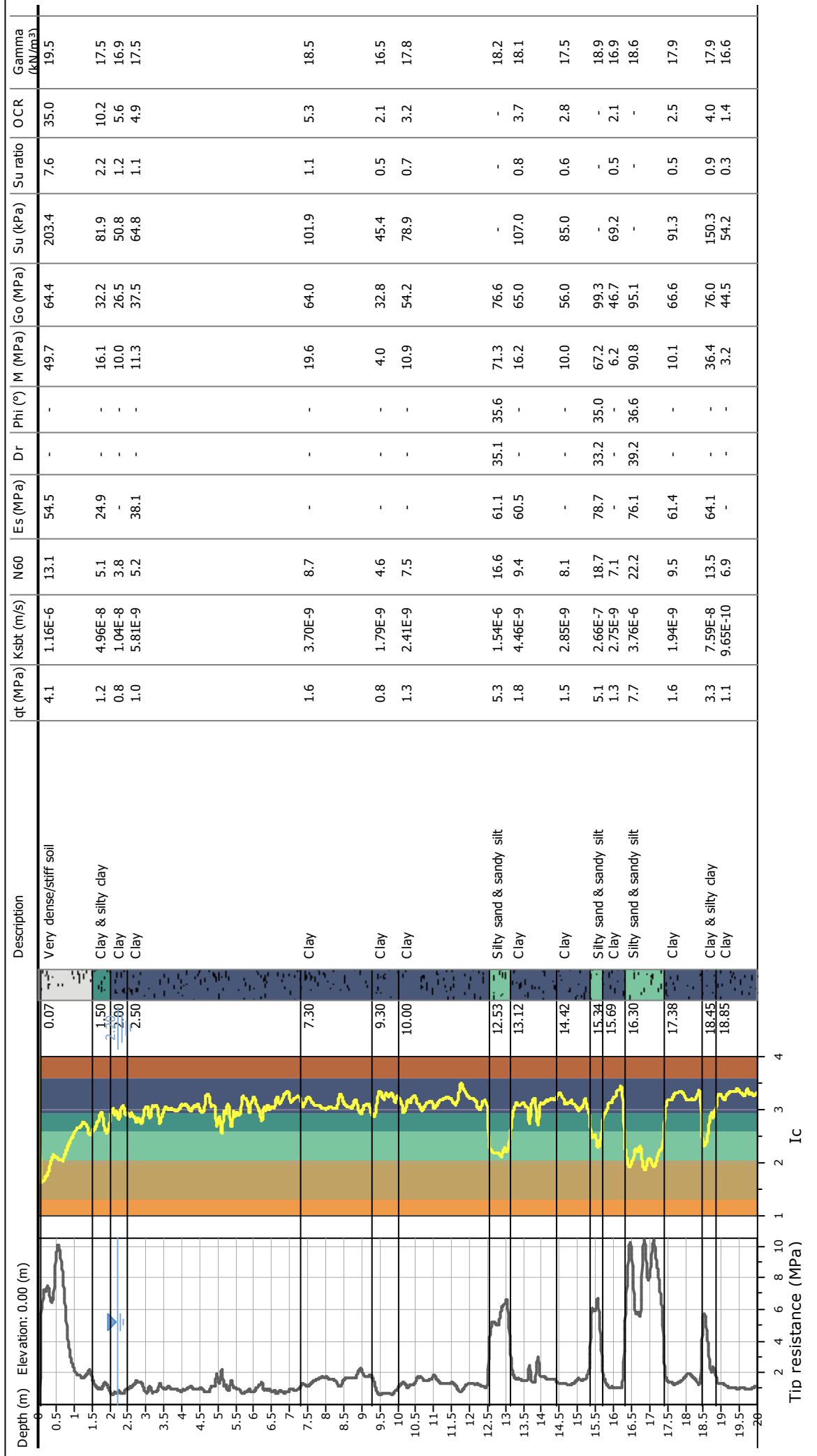
Location: via Marconi - Bentivoglio (BO)



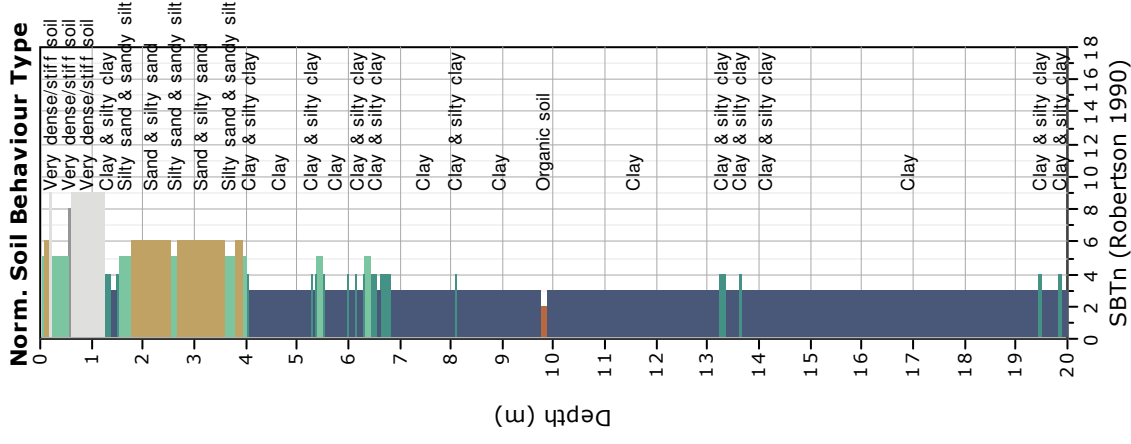
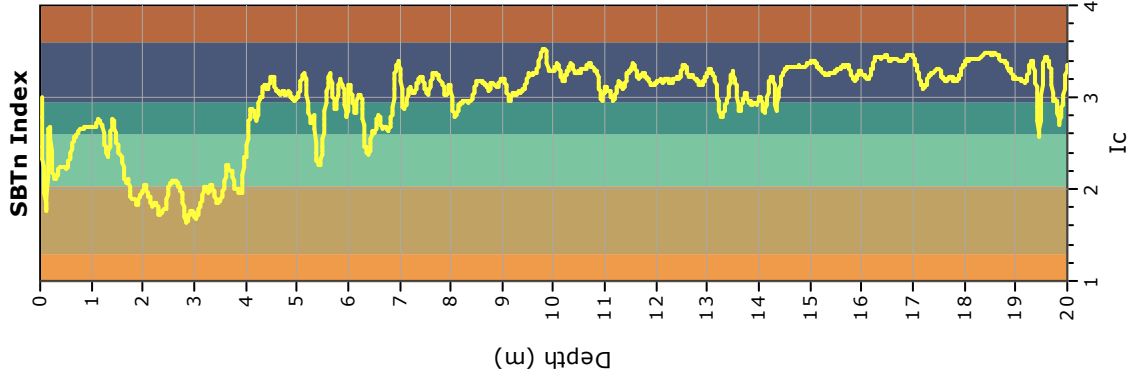
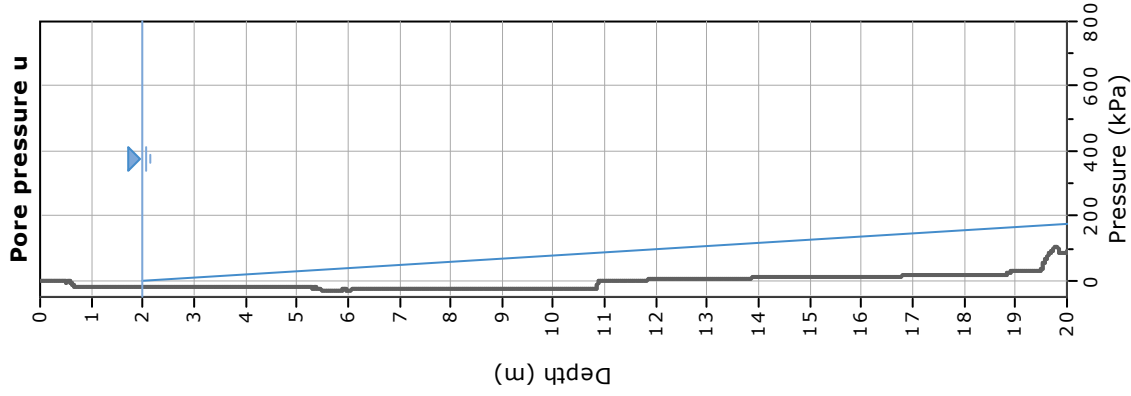
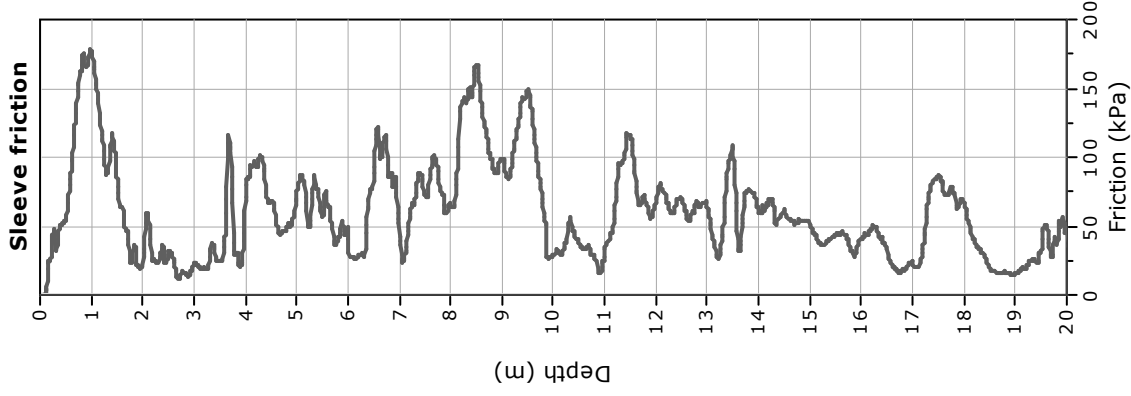
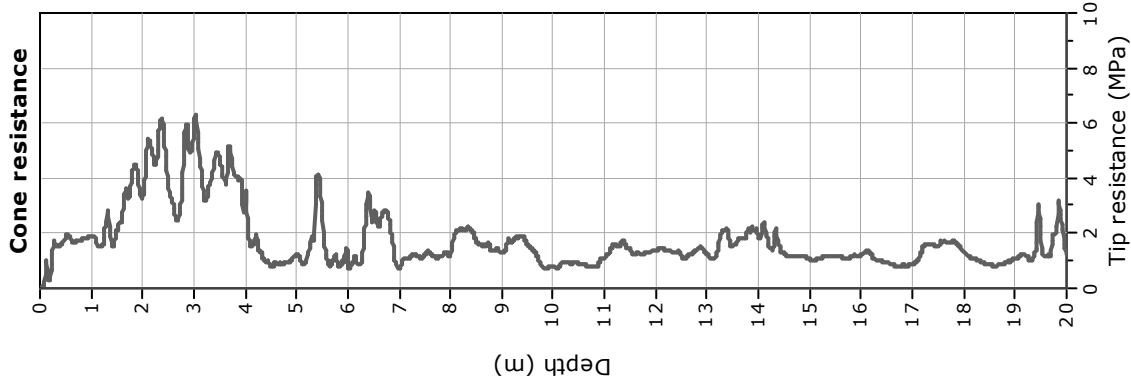
Project:
Location: via Marconi - Bentivoglio (BO)



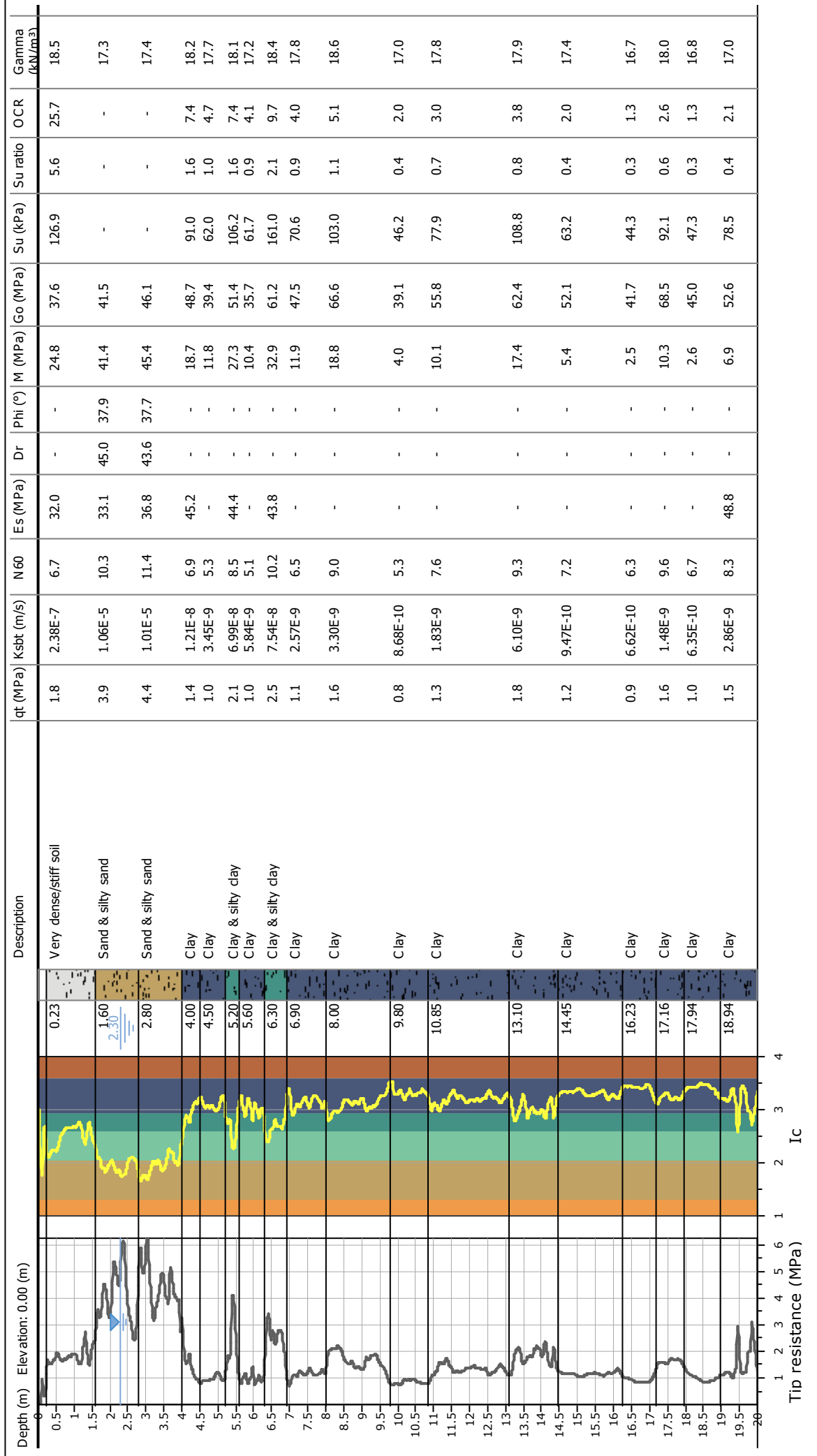
Project:
Location: via Marconi - Bentivoglio (BO)



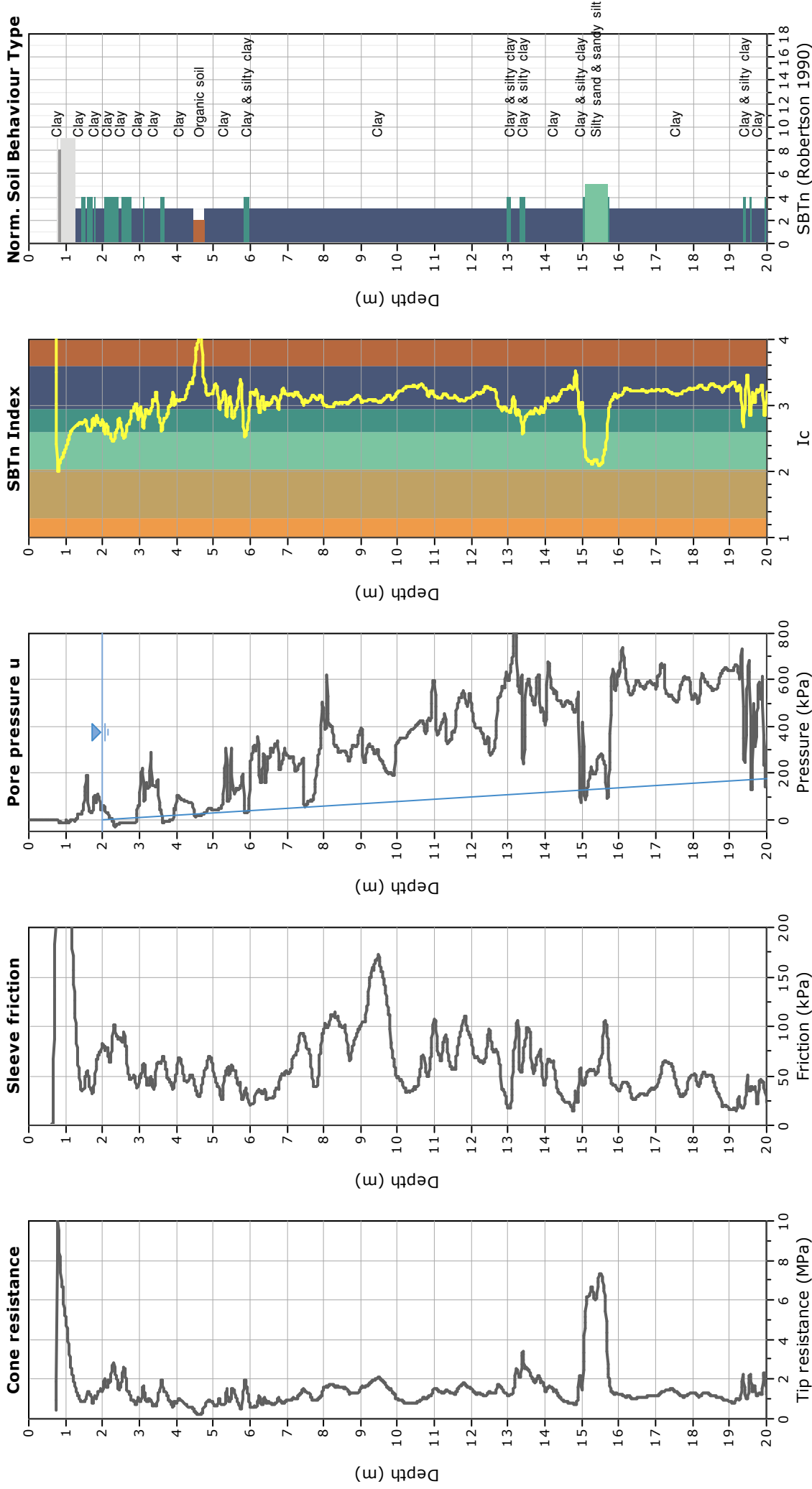
Project:
Location: via Marconi - Bentivoglio (BO)



Project:
Location: via Marconi - Bentivoglio (BO)

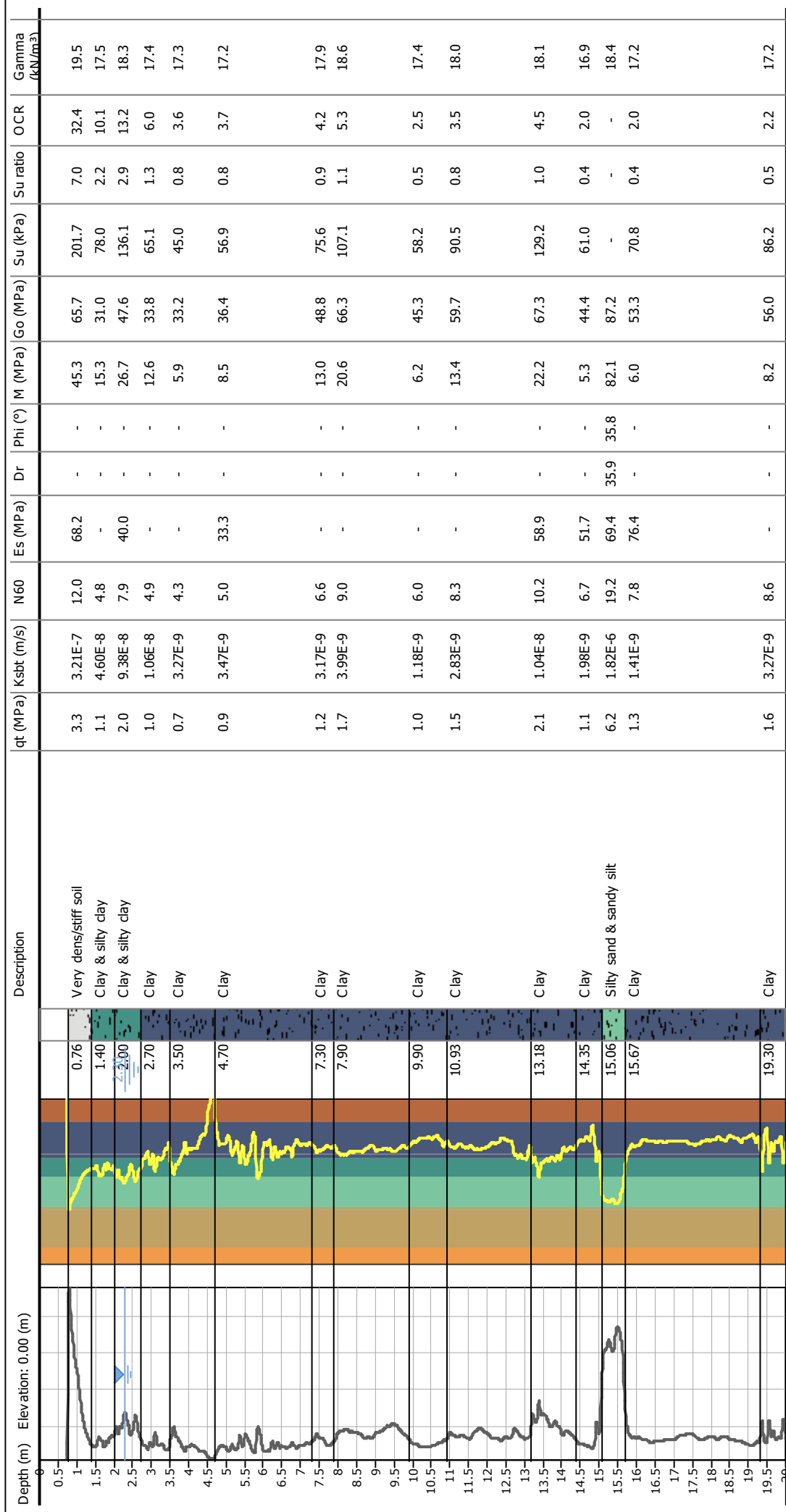


Project:
Location: via Marconi - Bentivoglio (BO)



Project:

Location: via Marconi - Bentivoglio (BO)

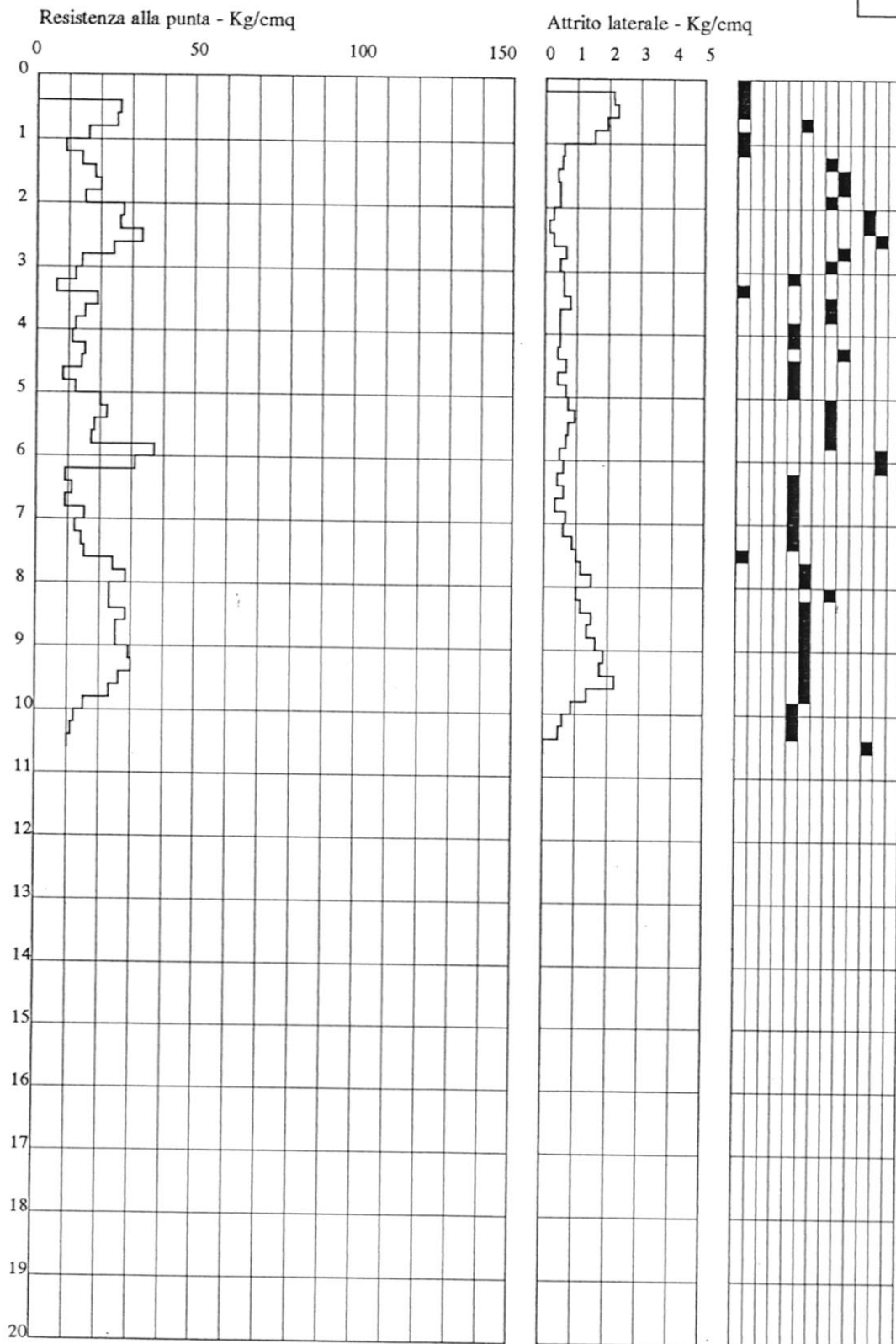


Tip resistance (MPa) Ic

Ditta esecutrice: Viel & Galassi
 Comune: Bentivoglio
 Cantiere:

Committente: Comune
 Via:
 Data esecuzione: 30/09/98

Prova N. 11



Certificato Numero:

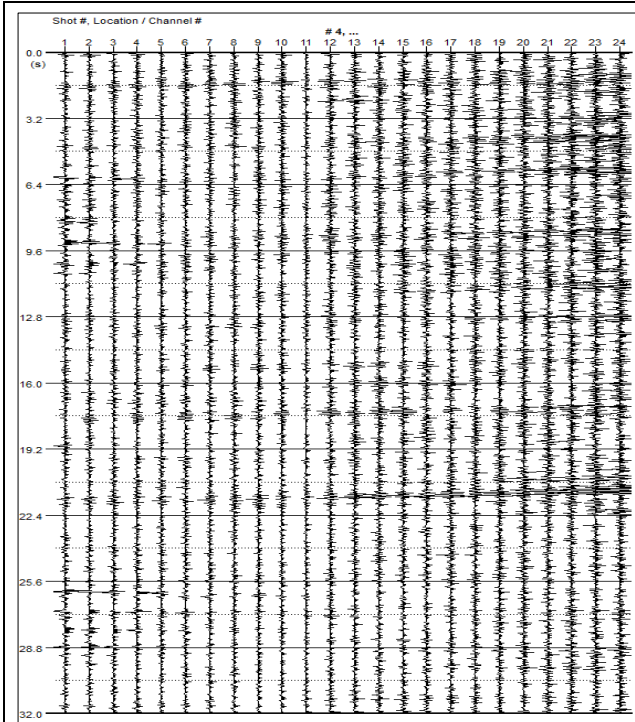
- Argilla organica
- Argilla molto tenera
- Argilla tenera
- Argilla media
- Argilla compatta
- Argilla molto compatta
- Argilla inorganica
- Sabbia compatta
- Sabbia
- Sabbia sciolta
- Sabbia e limo
- Sabbia lim.-arg.
- Argilla sab.-lim.

PROSPEZIONE SISMICA CON METODOLOGIA ATTIVA/PASSIVA MASW/Re.Mi.

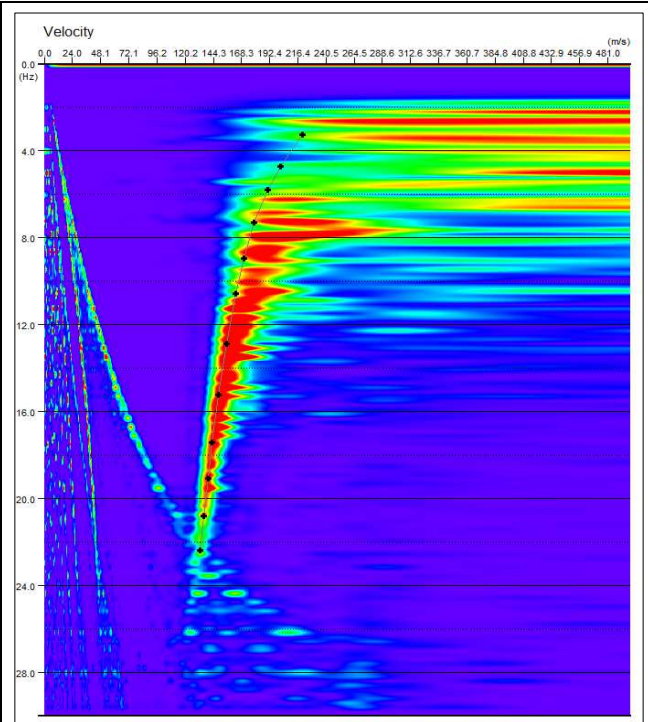
Proposta inserimento POC – via Marconi, Bentivoglio (BO)

n° tracce	Δx (m)	L tot (m)	Δt (ms)	T (s)
25	3,0	69,0	0,5/2,0	2,0/32,0

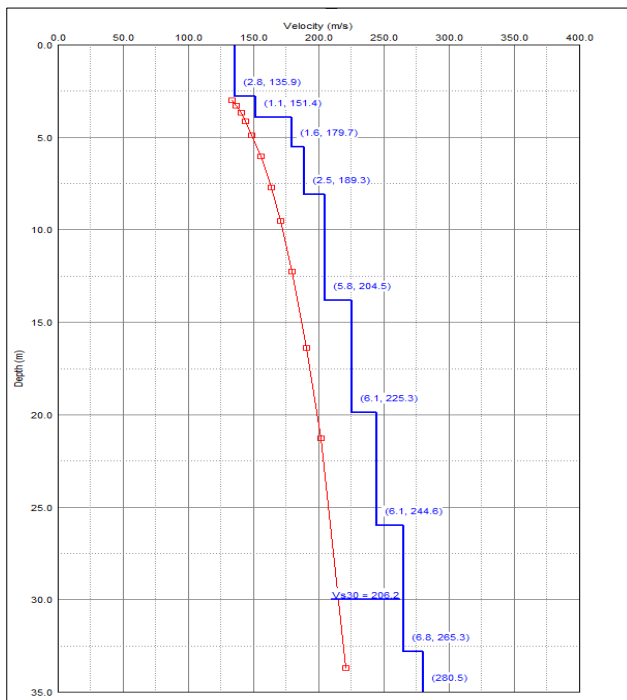
Δx : interdistanza geofonica; L tot: lunghezza profilo; Δt : passo di campionamento; T: durata registrazione.



Sismogramma registrato durante le acquisizioni di microtremore sismico. In ascissa la distanza tra i geofoni (m), in ordinata il tempo (ms).



Spettro di potenza nel dominio $f-v$ e Picking della curva sperimentale delle onde R (croci nere).



Modello di sottosuolo (1D) descritti in termini di V_s e spessore dei sismostrati (spezzata blu) e curva di dispersione sperimentale delle onde R (curva rossa).

Tabella di sintesi

n. Strato	Profondità letto (m dal p.c.)	Spessore (m)	V_s (m/s)
1	2.8	2.8	135.9
2	3.9	1.1	151.4
3	5.5	1.6	179.7
4	8.0	2.5	189.3
5	13.8	5.8	204.5
6	19.9	6.1	225.3
7	26.0	6.1	244.6
8	32.8	6.8	265.3
9	∞	∞	280.5

$$V_{s30} = 206.2 \pm 10 \text{ [m/s]}$$

Sintesi dei parametri del modello di sottosuolo ottenuto e Valore di V_{s30} calcolato.

BENTIVOGLIO TR1

Strumento: TRZ-0108/01-10

Inizio registrazione: 21/07/17 17:22:22 Fine registrazione: 21/07/17 17:42:23

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 75% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

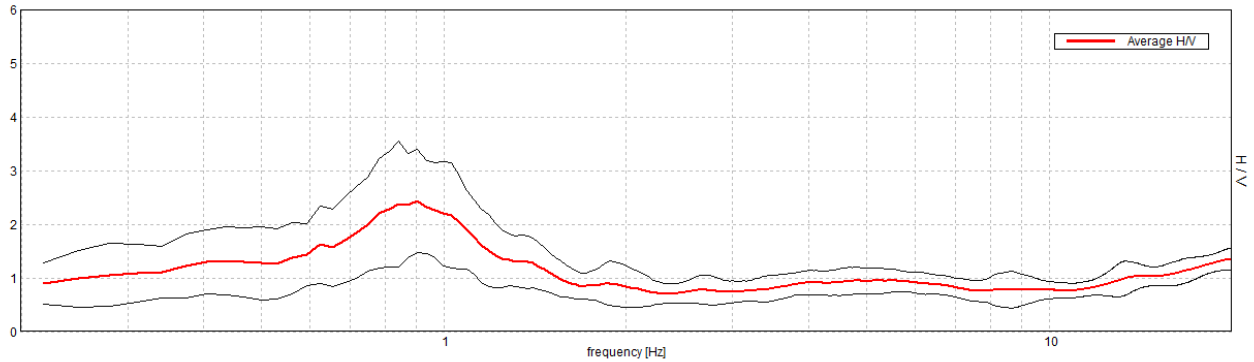
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

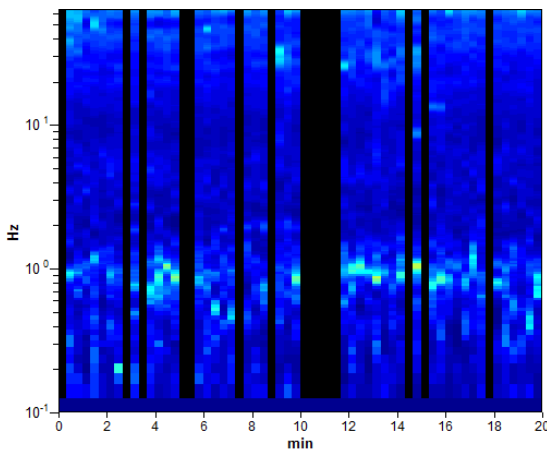
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

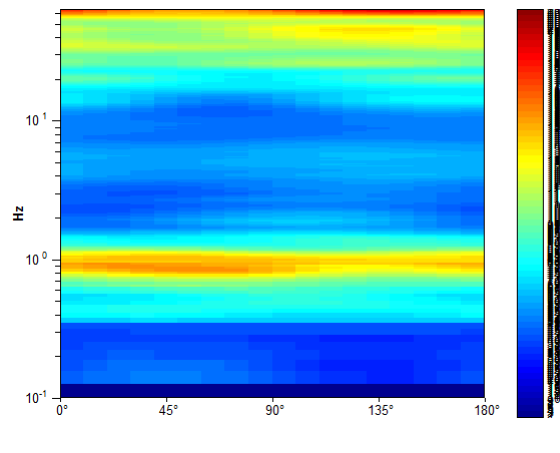
Picco H/V a 0.91 ± 0.0 Hz (nell'intervallo 0.1 - 20.0 Hz).



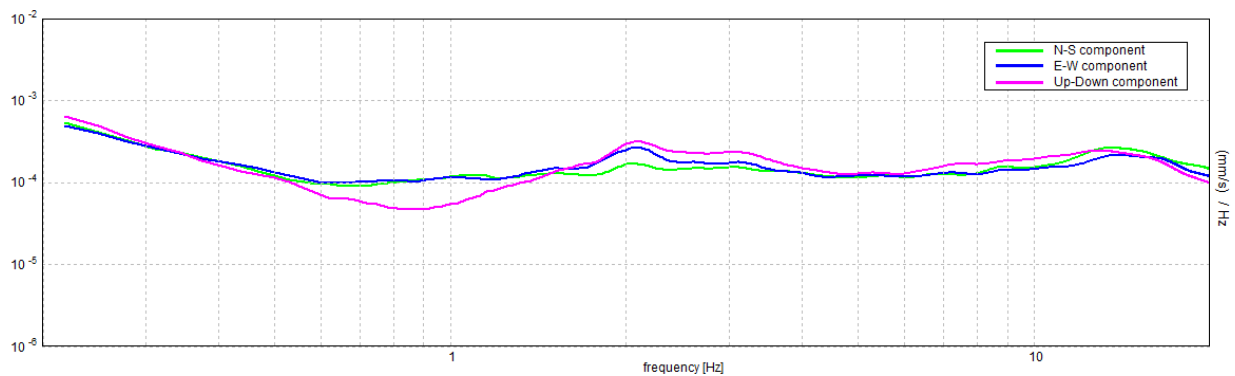
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.91 ± 0.0 Hz (nell'intervallo 0.1 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.91 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$815.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 44	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

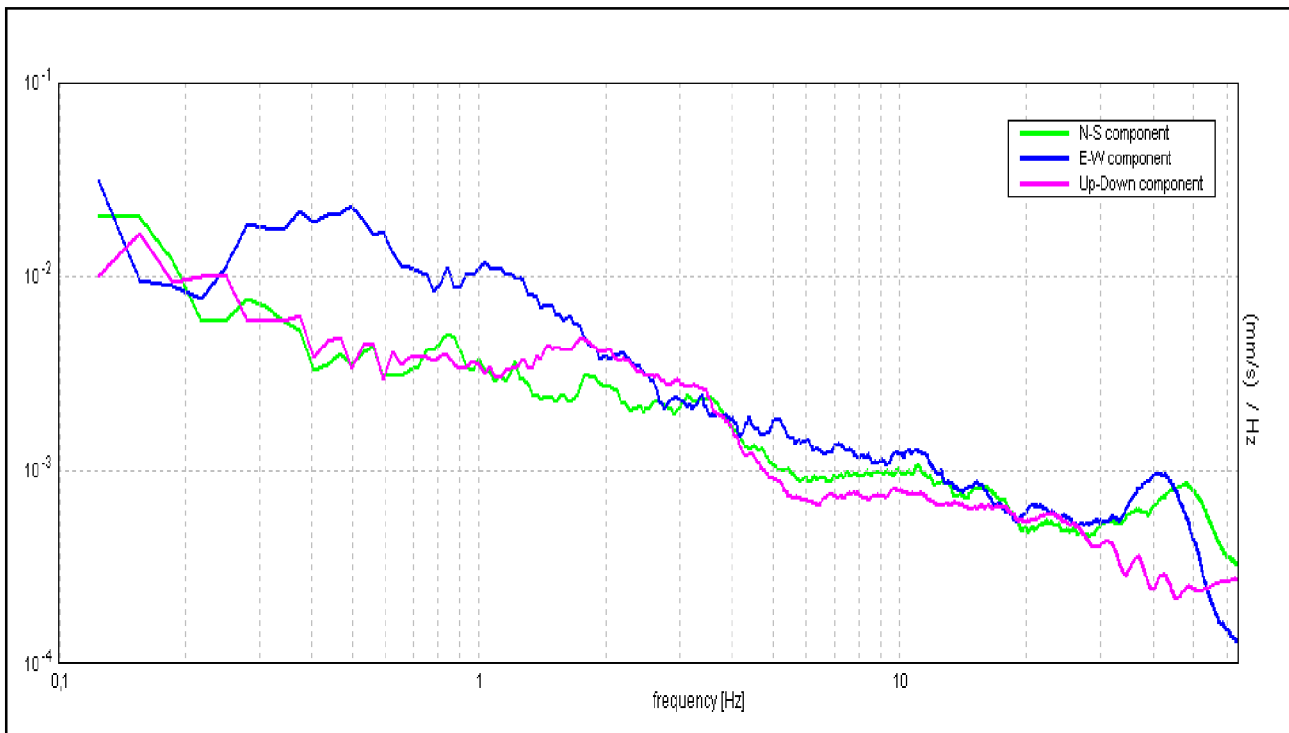
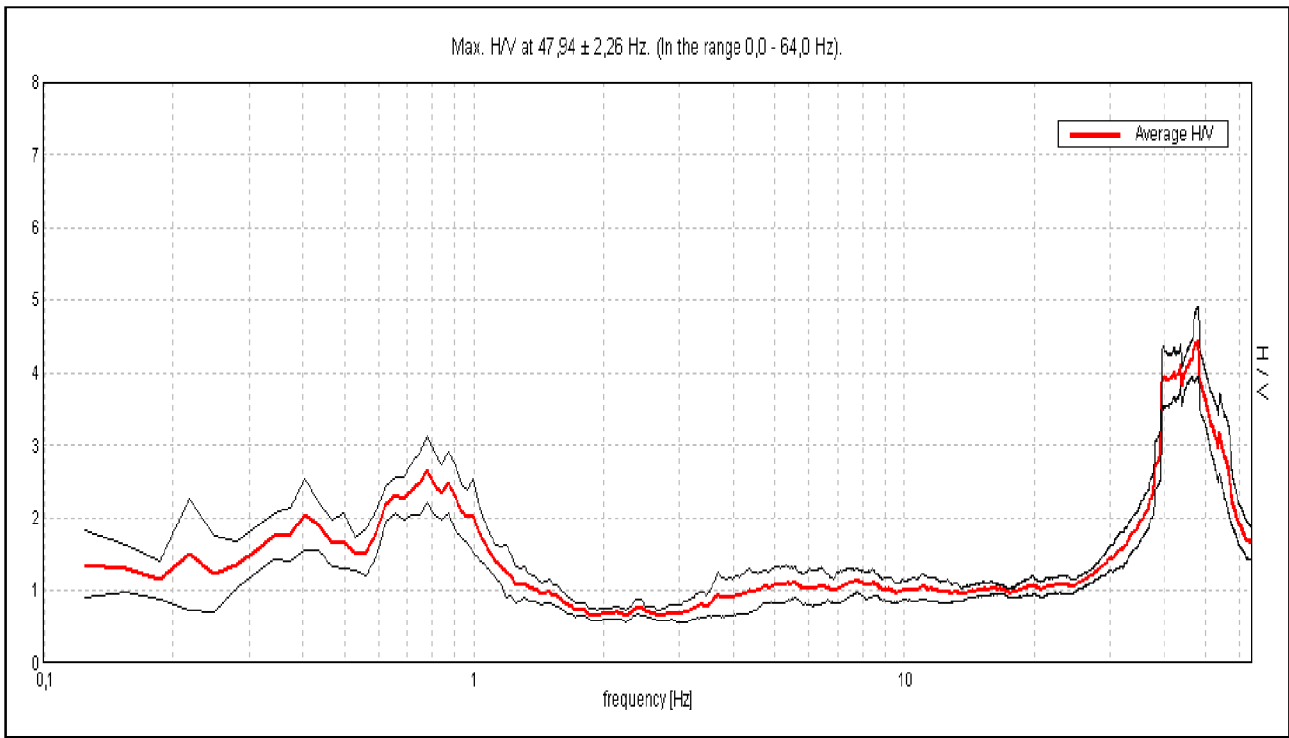
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.344 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.43 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00217 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00196 < 0.13594$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4679 < 2.0$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



Tr 6

1_ben/psc/TR6

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

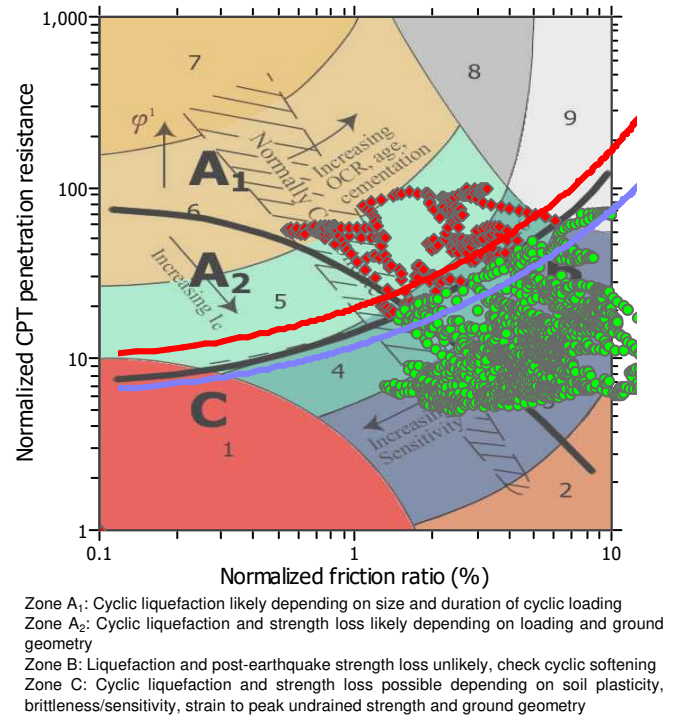
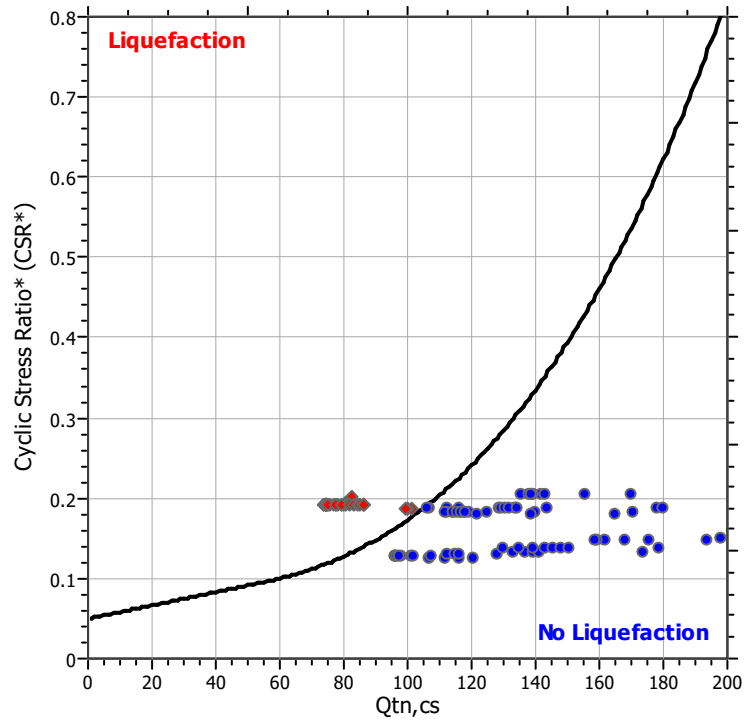
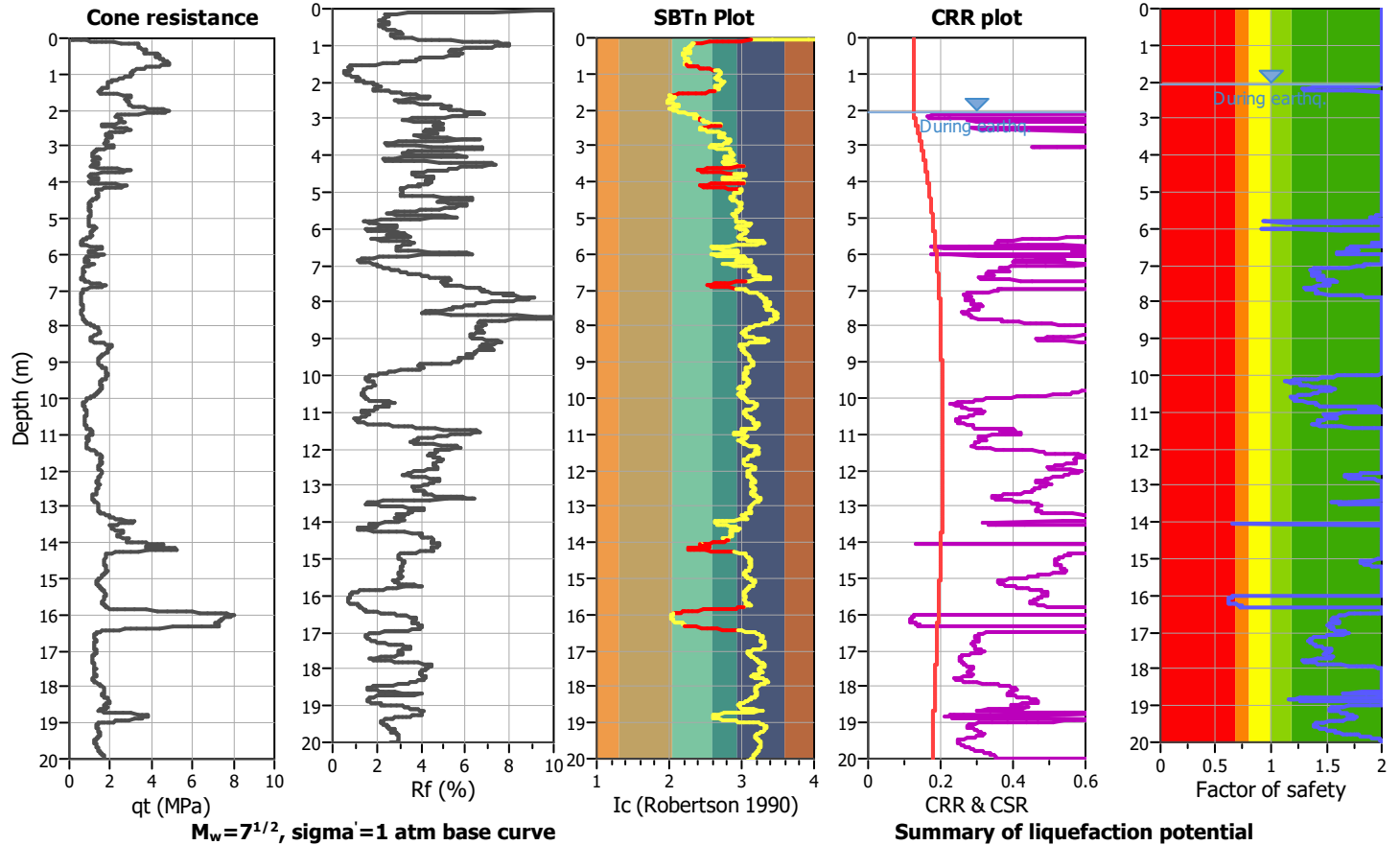
Project title :

Location : via Marconi - Bentivoglio (BO)

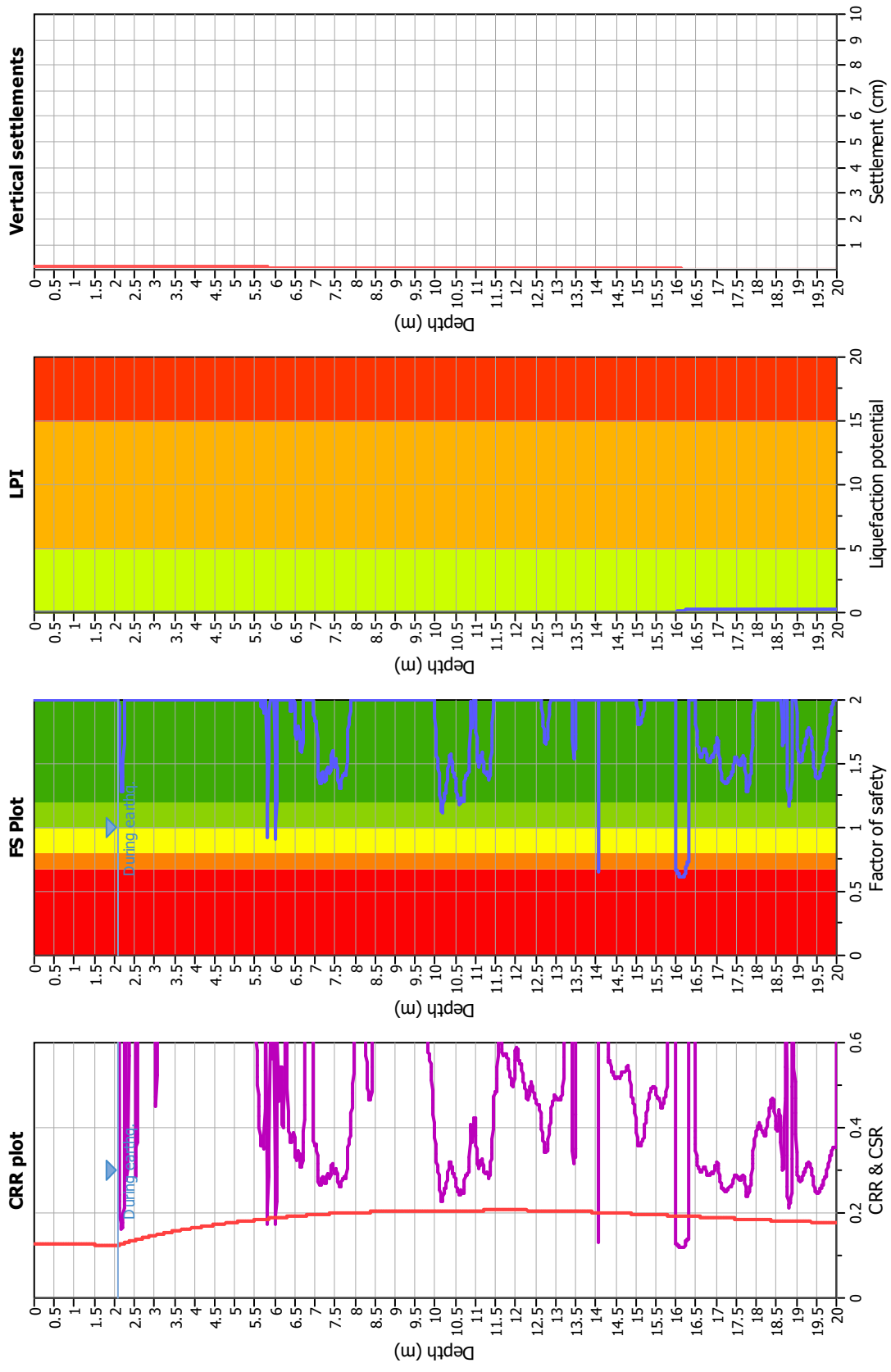
CPT file : CPTU1

Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.10 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	All soils
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.10 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	MSF	
Peak ground acceleration:	0.27	on:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes		



Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)
Fines correction method:	Robertson (2009)
Points to test:	Based on I _c value
Earthquake magnitude M _w :	6.14
Peak ground acceleration:	0.27
Depth to water table (insitu):	2.10 m

Depth to water table (earthq.):	2.10 m
Average results interval:	3
I _c cut-off value:	2.60
Unit weight calculation:	Based on SBT
Use fill:	No
Fill height:	N/A

Fill weight:	N/A
Transition detect. applied:	Yes
K _σ applied:	Yes
Clay like behavior applied:	All soils
Limit depth applied:	Yes
Limit depth:	20.00 m

F. S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT
via Marconi - Bentivoglio (BO)

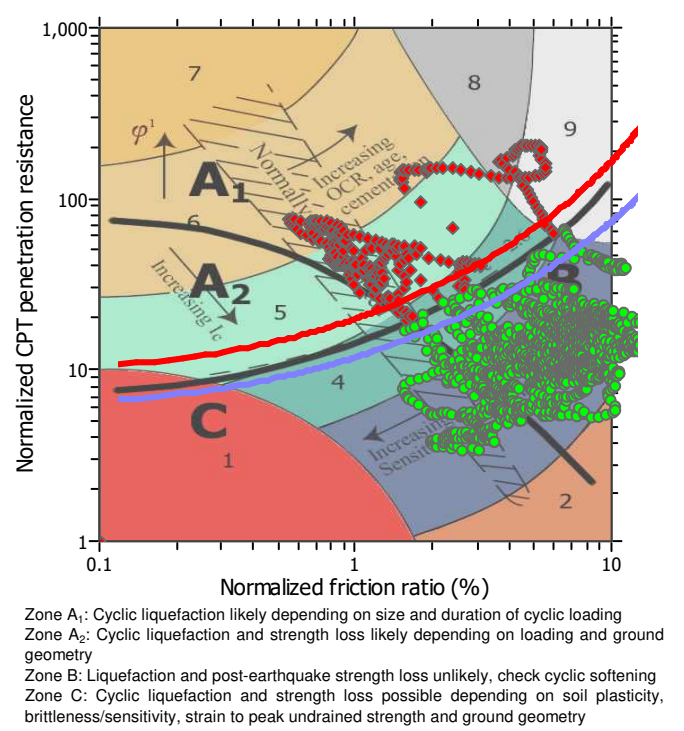
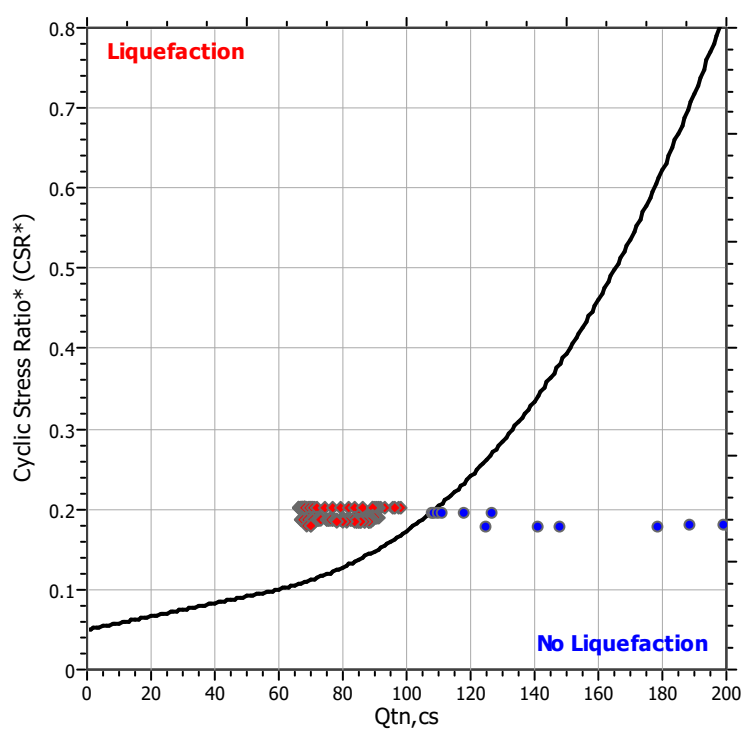
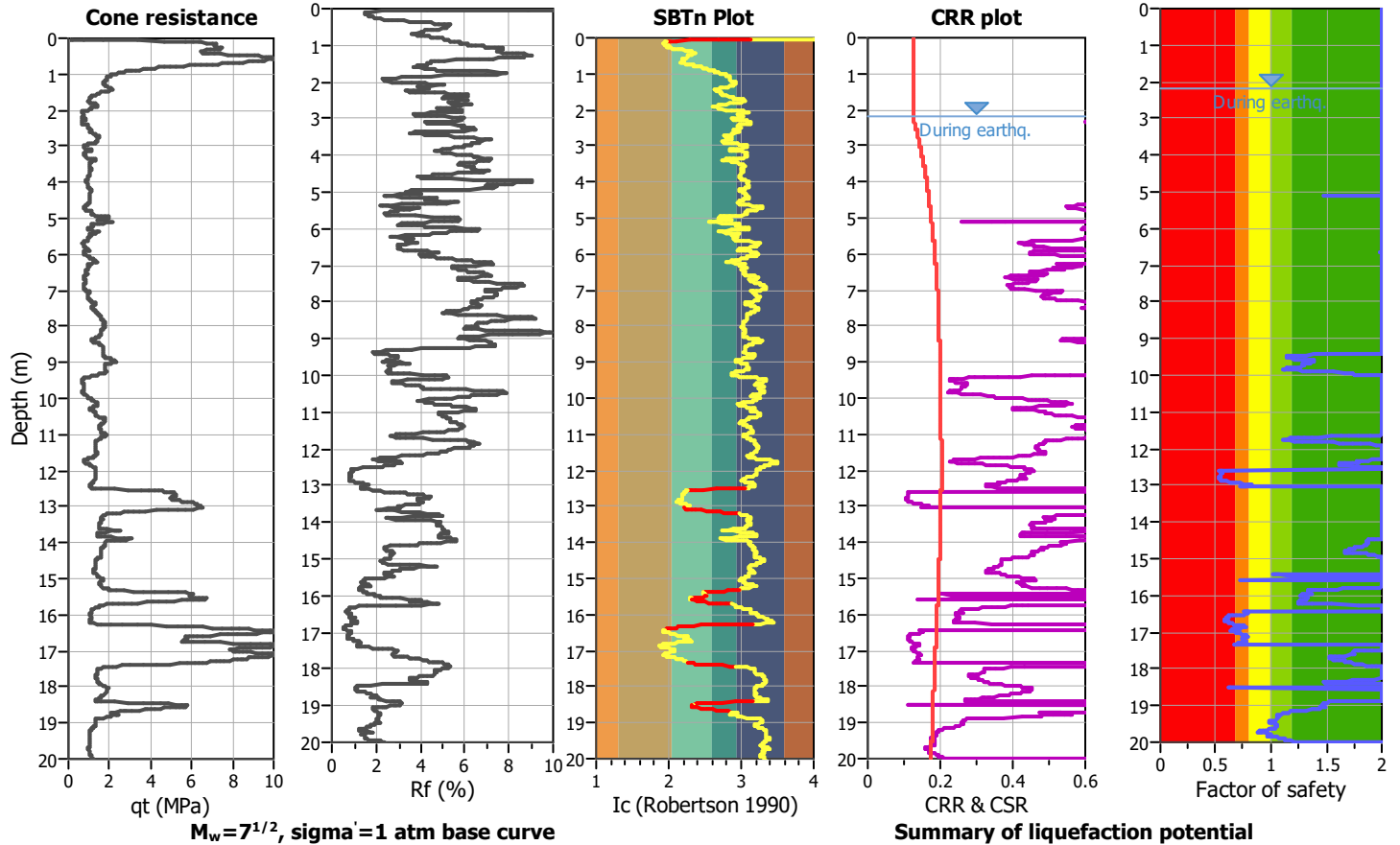
Project title :

Location :

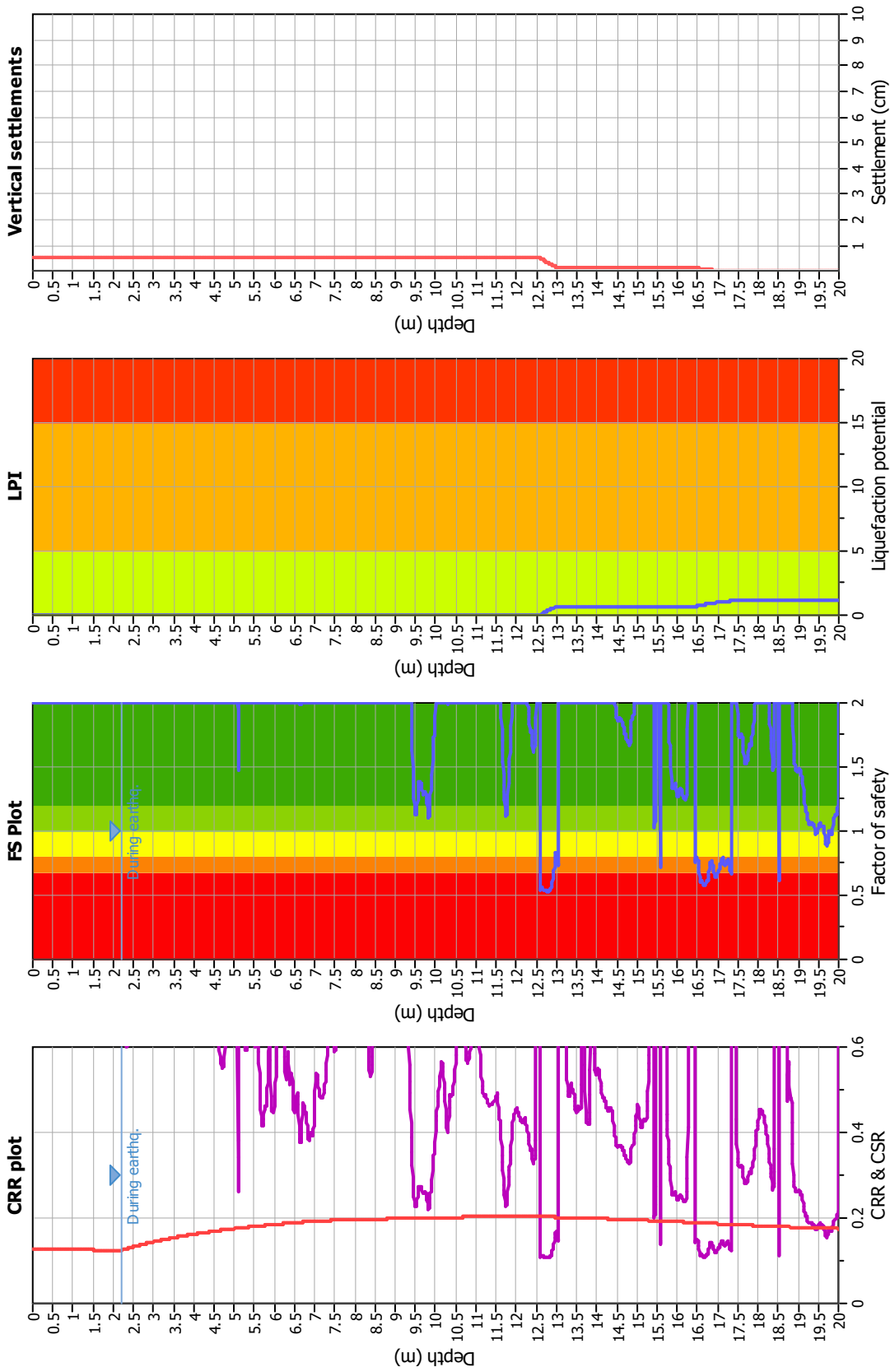
CPT file : CPTE2

Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.20 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	All soils
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.20 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	MSF	
Peak ground acceleration:	0.27	on:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes		



Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)
Fines correction method:	Robertson (2009)
Points to test:	Based on I _c value
Earthquake magnitude M _w :	6.14
Peak ground acceleration:	0.27
Depth to water table (insitu):	2.20 m
Depth to water table (earthq.):	2.20 m
Average results interval:	3
I _c cut-off value:	2.60
Unit weight calculation:	Based on SBT
Use fill:	No
Fill height:	N/A
Fill weight:	N/A
Transition detect. applied:	Yes
K _σ applied:	Yes
Clay like behavior applied:	All soils
Limit depth applied:	Yes
Limit depth:	20.00 m

F. S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT
via Marconi - Bentivoglio (BO)

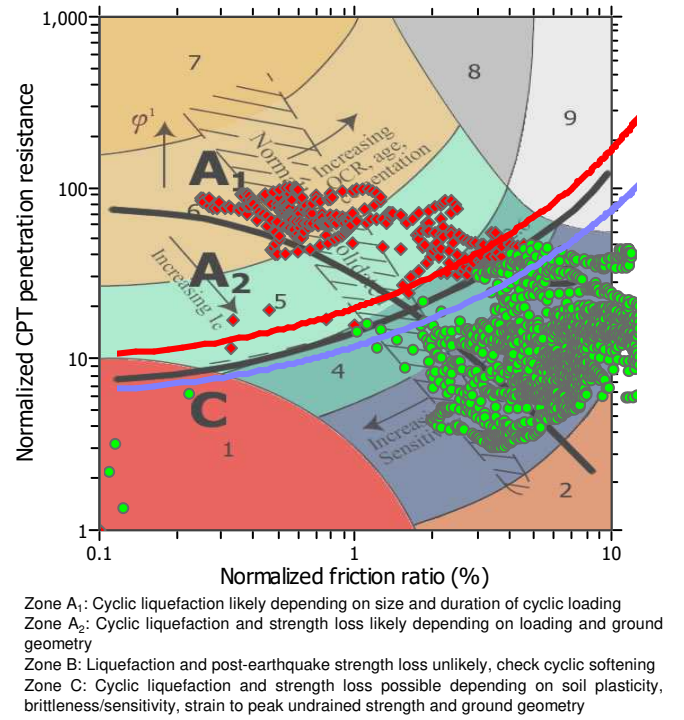
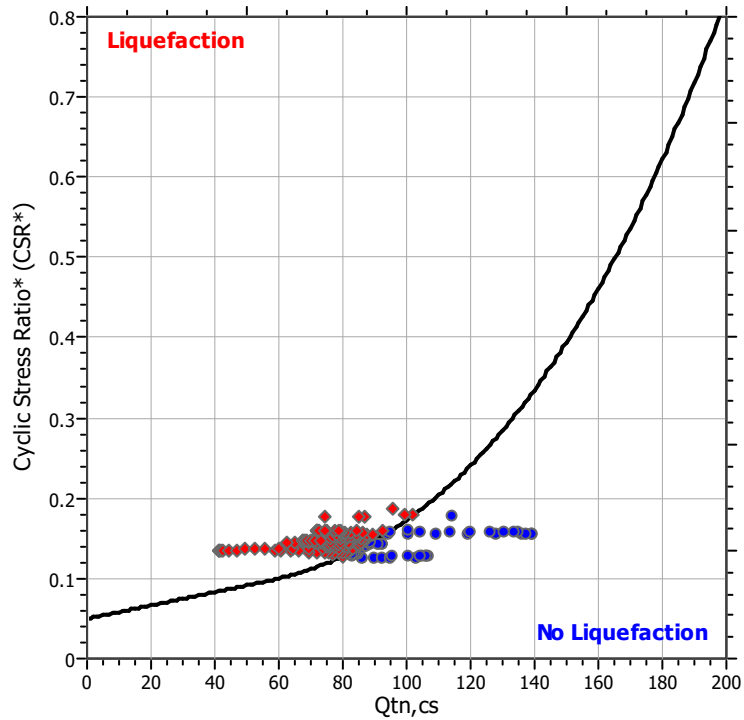
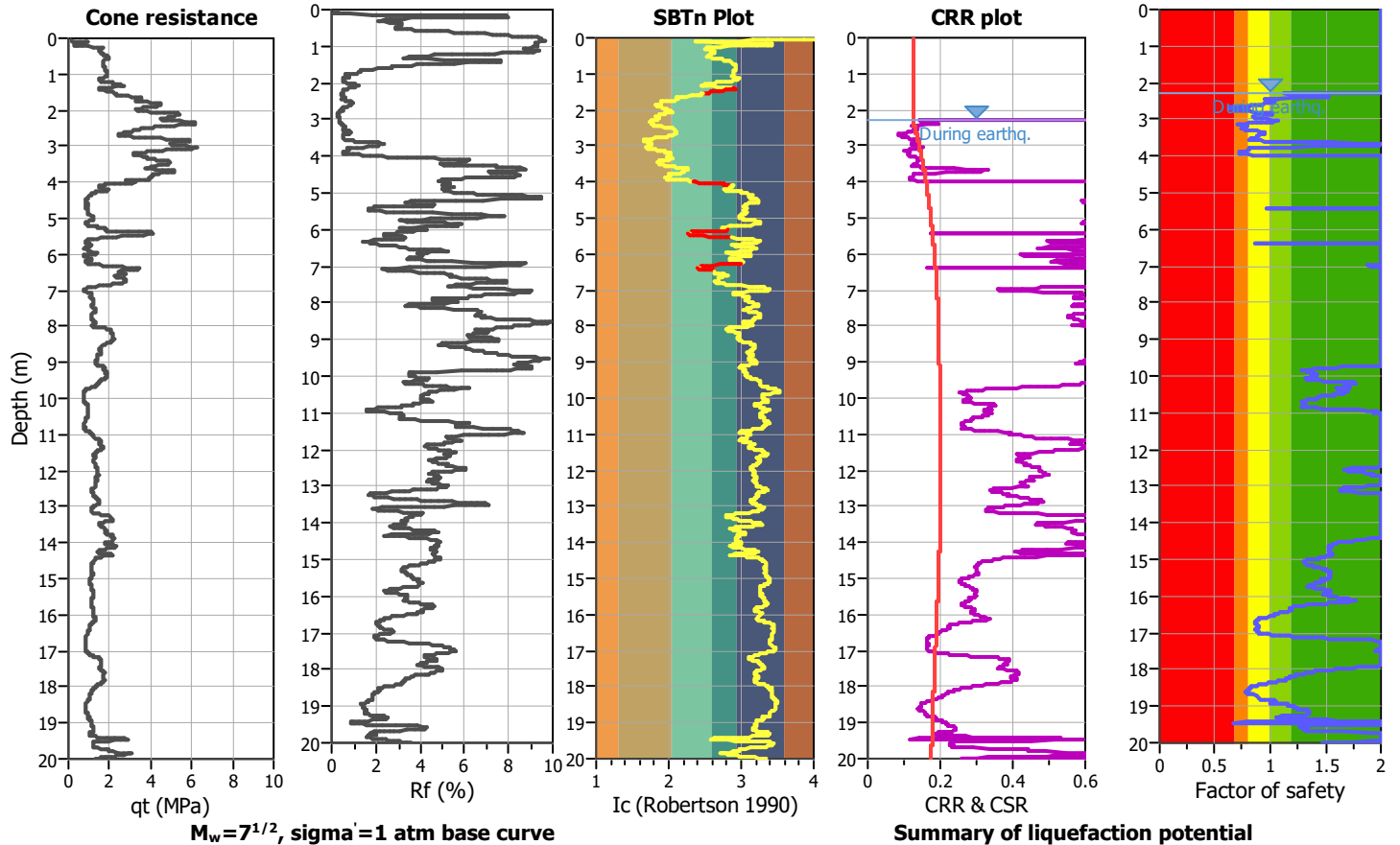
Project title :

Location :

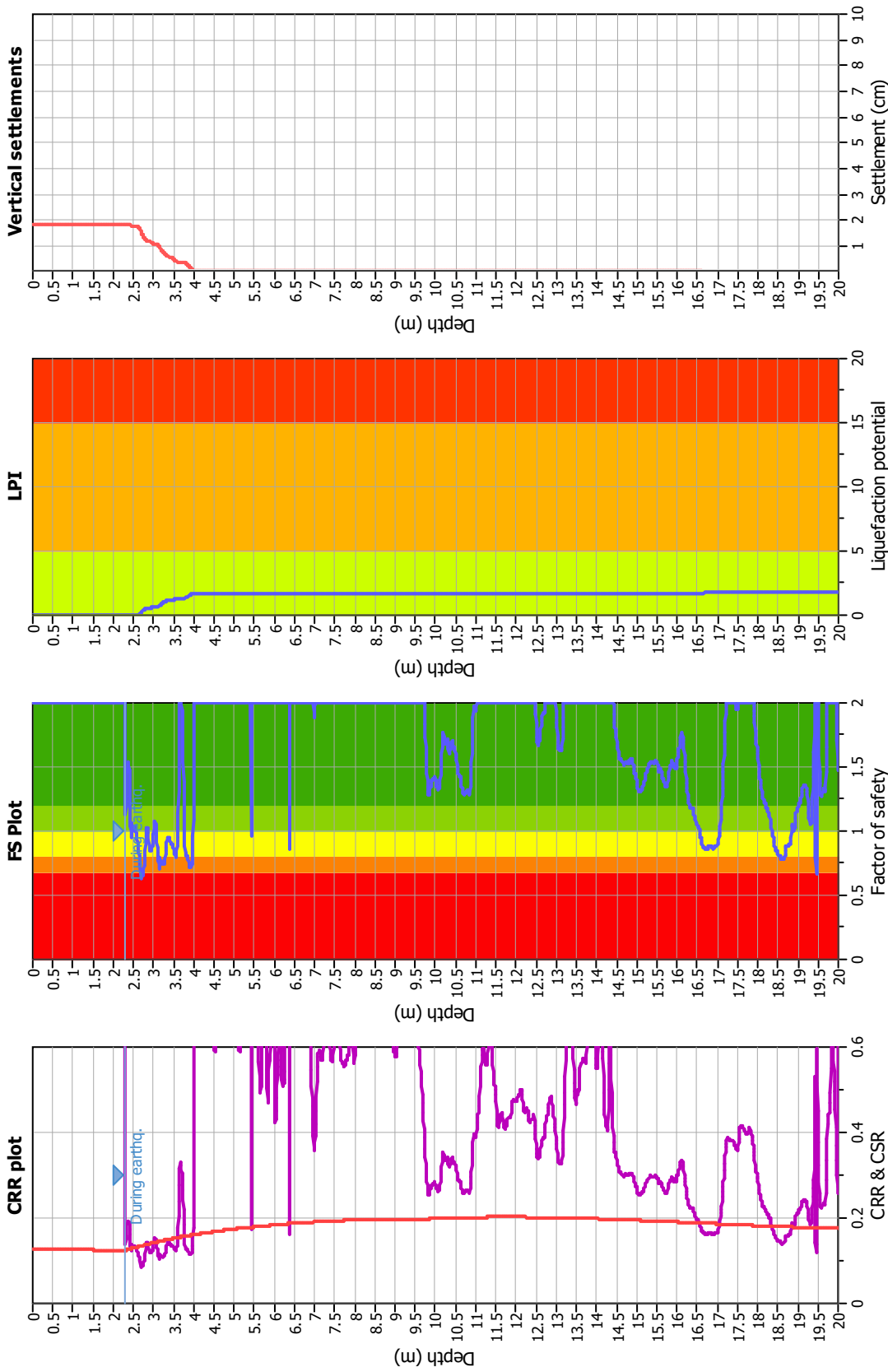
CPT file : CPTE3

Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.30 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	All soils
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.30 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	MSF	
Peak ground acceleration:	0.27	n:	Based on SBT	K_g applied:	Yes		



Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on I _c value	K _σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.27	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	2.30 m	Limit depth:	20.00 m
Depth to water table (earthq.):	2.30 m		
Average results interval:	3		
I _c cut-off value:	2.60		
Unit weight calculation:	Based on SBT		
Use fill:	No		
Fill height:	N/A		

F. S. color scheme

■	Almost certain it will liquefy
■	Very likely to liquefy
■	Liquefaction and no liq. are equally likely
■	Unlike to liquefy
■	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

■	Very high risk
■	High risk
■	Low risk

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT
via Marconi - Bentivoglio (BO)

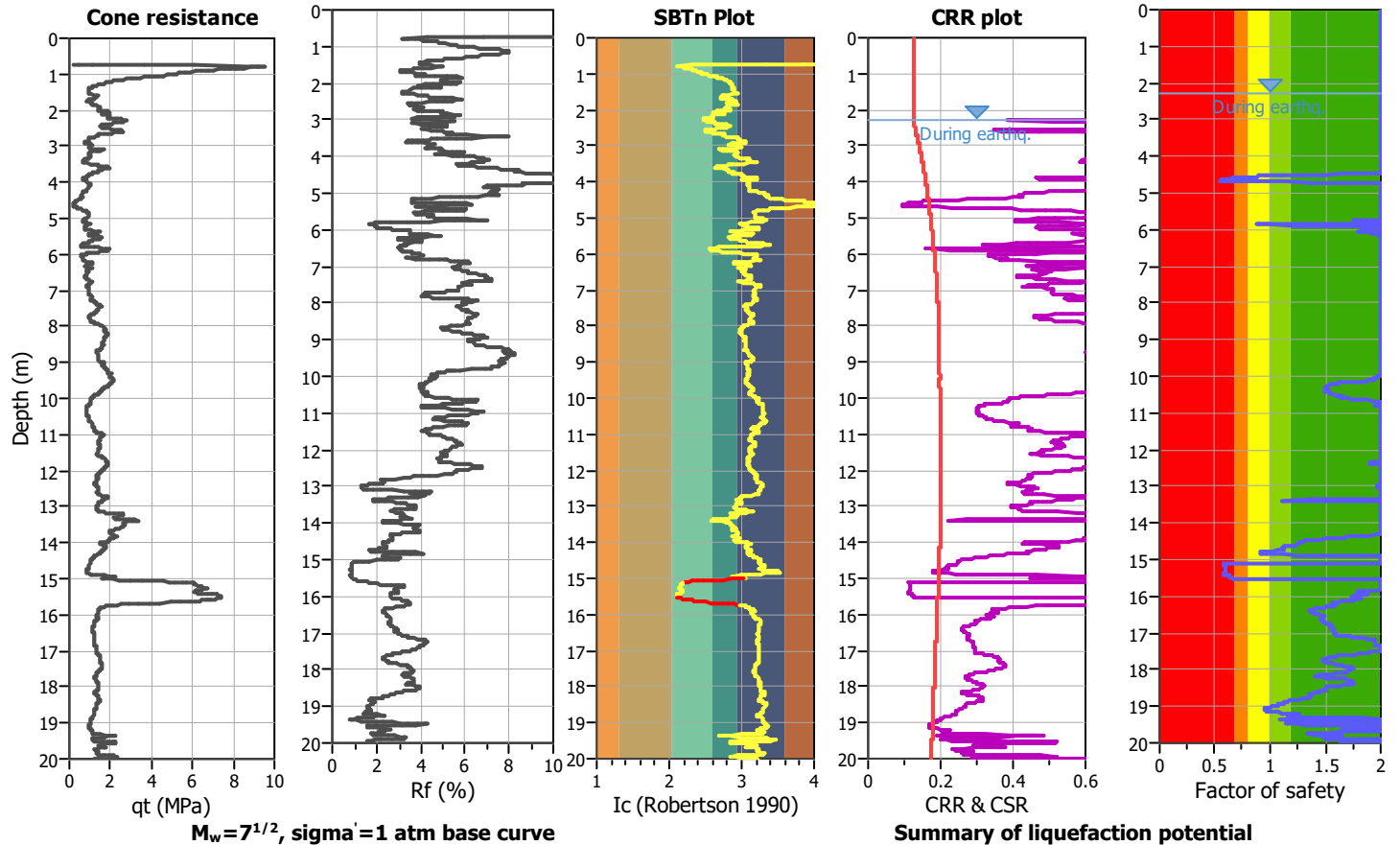
Project title :

Location :

CPT file : CPTU4

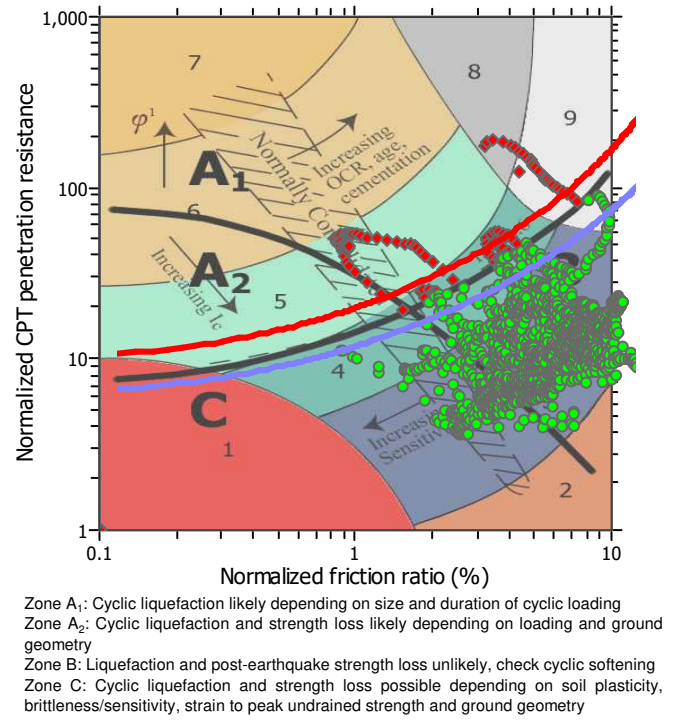
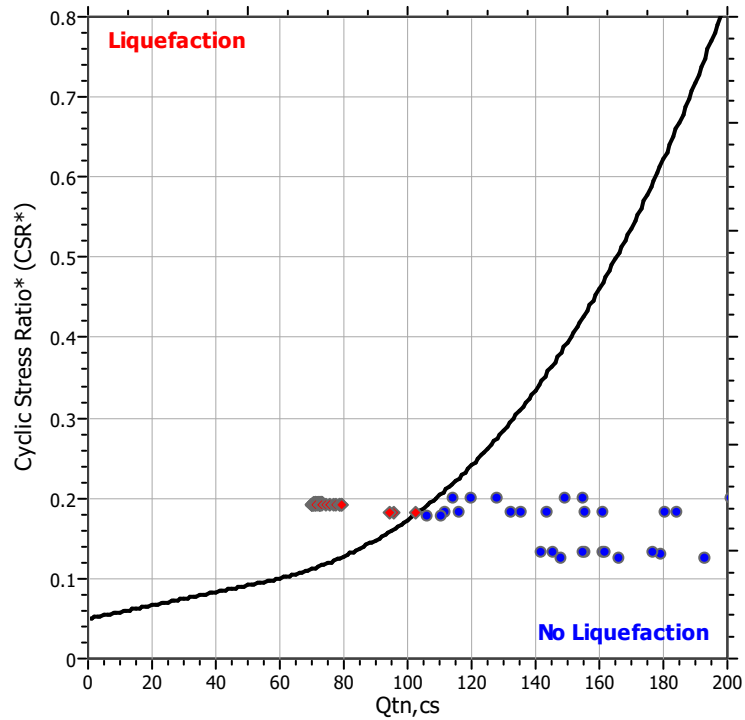
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.30 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	All soils
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.30 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	MSF	
Peak ground acceleration:	0.27	on:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes		

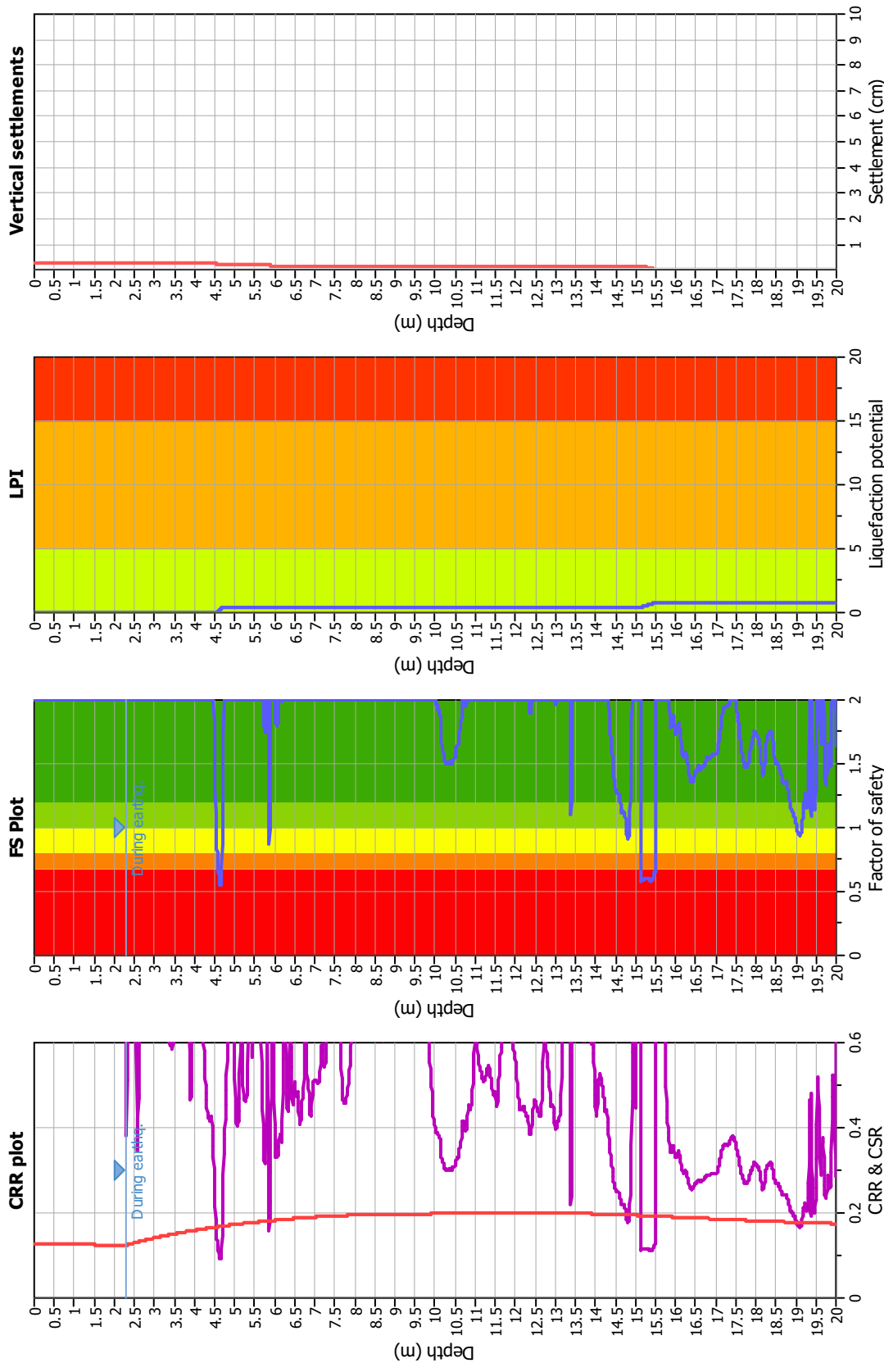


$M_w=7^{1/2}$, $\sigma'_v=1$ atm base curve

Summary of liquefaction potential



Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.30 m
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3
Points to test:	Based on I _c value	I _c cut-off value:	2.60
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT
Peak ground acceleration:	0.27	Use fill:	No
Depth to water table (insitu):	2.30 m	Fill height:	N/A
		Fill weight:	N/A
		Transition detect. applied:	Yes
		K _σ applied:	Yes
		Clay like behavior applied:	All soils
		Limit depth applied:	Yes
		Limit depth:	20.00 m

F. S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlikely to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk



n° rep. 605 del 7 giugno 2017

ACCORDO DI PIANIFICAZIONE CON PRIVATI

redatto ai sensi dell'art.18 della L.R. n. 20/2000 come modificato dall'art. 24 della L.R. n.6/2009 e dell'art.11 della L. n. 241/1990, nell'ambito della pianificazione operativa comunale (POC). Intervento nell'ambito 10 - destinato a nuovi insediamenti su area libera - (ANS-C)

L'anno duemiladiciassette (2017) il giorno mercoledì 7 del mese di giugno nella residenza municipale di Bentivoglio, con la presente scrittura privata, da valersi ad ogni effetto di legge, sono comparsi:

da una parte:

COMUNE DI BENTIVOGLIO – BO (di seguito Comune), con sede in Bentivoglio, Piazza dei Martiri della Libertà 2, codice fiscale 80008130371, PEC comune.bentivoglio@cert.provincia.bo.it nella persona dall'Arch. Natascia Franzoni nata a Bentivoglio (Bo) il 30/12/1971, la quale dichiara di intervenire nel presente atto nella sua qualità di Responsabile del Servizio Edilizia Privata del predetto Comune, domiciliata per la carica presso la sede dell'Ente, autorizzato in conformità dei disposti dell'art. 107 del D.Lgs 267/2000 e ai sensi dello Statuto Comunale, nonché in forza dell'art.73 -75 del vigente "Regolamento sull'ordinamento degli uffici e dei servizi e sulla disciplina dei concorsi e altre procedure di assunzione" approvato con deliberazione di G.C n°208 del 28 dicembre 2006 e di decreto Sindacale di nomina n. prot. 20022 del 30/12/2016. e per dare esecuzione alla deliberazione di Giunta Comunale n°38 del 11 maggio 2017 d'ora in poi indicata per brevità con l'espressione "Comune";

e dall'altra parte:

Soc. Mercurio Center S.r.l (di seguito Proponente) con sede legale a Bologna, in Via Albertoni 3, codice fiscale 02196911206, PEC mercuriocentersrl@pec.gpvr.it nella persona dell'Amministratore unico Sig.ra Pavirani Francesca nata a Bologna il 01/03/1963, nominata con atto 16/5/2013 come desumibile dalla visura camerale depositata, la quale dichiara in virtù dell'art.17 e 19) dello statuto societario di essere in possesso dei requisiti previsti dalla legislazione vigente per contrattare con una pubblica amministrazione e dichiara altresì, di agire in questo atto in nome, per conto dell'interesse della su menzionata ditta, quale proprietaria delle aree sotto descritte, d'ora in poi indicata per brevità con l'espressione "Proponente";

PREMESSO CHE

- la legge regionale 24 marzo 2000 n° 20 "Disciplina Generale sulla tutela e l'uso del territorio" e successive modifiche ed integrazioni, ha ridefinito la disciplina e l'uso del territorio determinando un nuovo livello della pianificazione regionale, provinciale e comunale;
- Gli articoli 28,29,30 e 31 della menzionata legge regionale hanno identificato e disciplinato gli strumenti della pianificazione urbanistica comunale nel Piano Strutturale Comunale (PSC), Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE), Piano Operativo Comunale (POC), e Piani Urbanistici Attuativi (PUA);
- con delibera consiliare n. 35 del 30/08/2011 è stato approvato il Piano Strutturale Comunale successivamente modificato e aggiornato con specifiche varianti nel quale sono individuati i "nuovi insediamenti su area libera - (ANS-C)" da realizzarsi in parte o totalmente con l'inserimento nel 1° POC, ovvero nei successivi POC che verranno approvati dal Comune di Bentivoglio;
- con delibera consiliare n. 36 del 30/08/2011 è stato approvato il Regolamento Urbanistico Edilizio successivamente modificato e aggiornato con specifiche varianti;





- in ottemperanza alle previsioni contenute nel PSC, l'Amministrazione Comunale ha avviato le procedure per la predisposizione e la formazione del Piano Operativo Comunale (POC), attraverso le forme di consultazione e partecipazione previste dall'art. 30, comma 10 della L.R. 20/2000, per identificare preventivamente sia gli ambiti su cui vi sia la disponibilità degli interessati ad intervenire, che le opere la cui attuazione è demandata all'inserimento nel POC dalla disciplina del PSC;
- in relazione agli impegni suddetti con delibera della Giunta comunale n°46 del 16 giugno 2016, esecutiva a tutti gli effetti di legge, sono state approvate le linee guida per la formazione del POC nel Comune di Bentivoglio e che con la stessa deliberazione è stato approvato lo schema di "Avviso per l'inserimento nel 1° Piano Operativo Comunale (POC) di aree ricadenti nei 5 ambiti destinati a "nuovi insediamenti derivanti da sostituzione edilizia - (AR-B)" ubicati nel capoluogo (ambito A,B ed E) e nelle frazioni di Santa Maria in Duno (ambito C) e di San Marino (ambito D) come dettagliati all'articolo 24.1 delle norme tecniche di attuazione del PSC e nei tre ambiti "destinati a nuovi insediamenti su area libera - (ANS-C)" ubicati nel capoluogo (ambito 1,8 e 10) come dettagliati all'articolo 24.2 delle norme di attuazione del PSC";
- l'avviso di cui sopra è stato pubblicato all'Albo Pretorio e sul sito istituzionale del Comune di Bentivoglio, indicando quale termine di scadenza per la presentazione delle proposte di inserimento nel POC la data del 30 settembre 2016;
- tutti i proprietari delle aree ricadenti nei 5 (cinque) ambiti destinati a "nuovi insediamenti derivanti da sostituzione edilizia - (AR-B) - ambito A,B,C,D ed E" e dei 3 (tre) ambiti "destinati a nuovi insediamenti su area libera - (ANS-C) - ambito 1,8 e 10" sono stati informati mediante formale comunicazione scritta della pubblicazione dell'avviso di cui al punto precedente;
- a seguito della informazione e pubblicizzazione anzidetta, sono pervenute n.2 proposte dei privati entro i termini stabiliti dall'avviso stesso;
- in conseguenza delle suddette manifestazioni di interesse l'Amministrazione nella delibera di Giunta Comunale n 38 del 11 maggio 2017 ha valutato le proposte ammissibili e regolarizzate, accompagnate dalle relazioni della commissione, individuando quelle ritenute di maggior interesse pubblico;
- l'Amministrazione ha ritenuto imprescindibile, come peraltro indicato nell'avviso approvato con la menzionata deliberazione di Giunta comunale n 46 del 16 giugno 2016 e meglio precisato al punto 6 del dispositivo del provvedimento medesimo, assoggettare gli interventi che concorrono all'attuazione del nuovo strumento urbanistico POC di cui ai precedenti punti, al perfezionamento di accordi con soggetti privati come previsto dall'art.18 della L.R. n. 20 del 24 marzo 2000 e s.m.i. "Accordi con i privati" che prevede:
- *"gli enti locali possono concludere accordi con soggetti privati per assumere nella pianificazione proposte di progetti e iniziative di rilevante interesse per la comunità locale, al fine di determinare talune previsioni del contenuto discrezionale degli atti di pianificazione territoriale e urbanistica, nel rispetto della legislazione e pianificazione sovra ordinata vigente e senza pregiudizio dei diritti dei terzi. La scelta di pianificazione definita con l'accordo deve essere motivata, secondo quanto previsto dal comma 3 dell'art. 3. L'accordo costituisce parte integrante dello strumento di pianificazione cui accede ed è soggetto alle medesime forme di pubblicità e di partecipazione. L'accordo è recepito con la delibera di adozione dello strumento ed è condizionato alla conferma delle sue previsioni nel piano approvato. Per quanto non disciplinato dalla presente legge trovano applicazione le disposizioni di cui ai commi 2 e seguenti dell'art. 11 della Legge n. 241 del 1990."*
- l'Amministrazione Comunale in relazione alle considerazioni sin qui espresse nel medesimo atto deliberativo n 38 del 11 maggio 2017 ha altresì provveduto ad approvare uno "SCHEMA TIPO - Accordo di pianificazione, redatto ai sensi dell'art.18 della L.R. n. 20/2000 e dell'art.11 della L. n. 241/1990, nell'ambito della pianificazione operativa comunale (POC)", cui il presente accordo si conforma.

PREMESSO ALTRESI' CHE

- il proponente risulta proprietario di un'area di terreno posta nel territorio del Comune di Bentivoglio ed identificata al catasto terreni al foglio 26 mappali 397, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 406, 408, 409, 410, 412, 413, 415, 416, 417, 418, 421, 422, 423, 426 della consistenza catastale complessiva di mq. 80.518,00 come risulta dalla planimetria catastale allegata.

- i suddetti terreni sono classificati nel PSC vigente come "nuovi insediamenti su area libera - ANS-C) - Capoluogo - ambito 10";

- all'interno di tale ambito, a seguito dell'approvazione del POC, assegnato il "Diritto edificatorio privato" in relazione agli indici perequativi definiti all'art. 35 del PSC;

- in data 30/09/2016 prot. 15060 il proponente ha inoltrato proposta di intervento, integrata in data 05/05/2017 prot. 6989, dimostrandosi intenzionato a trasformare urbanisticamente l'area di proprietà ovvero in disponibilità destinandola ad uso residenziale e terziario ;

- dopo aver esaminato le specifiche criticità urbanistico-insediative che presenta l'area in oggetto, si è ritenuto opportuno studiare una linea di intervento condivisa con il *Proponente*, al fine di ricercare sinergie fra pubblico e privato, e di individuare una disciplina di interventi che consenta la trasformazione urbanistica richiesta e preveda la contestuale realizzazione di intervento con rilevante interesse per la comunità locale;

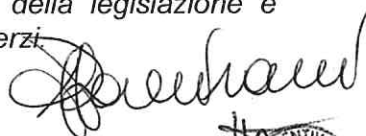
- a seguito di specifici incontri con i rappresentanti del Comune è stata concertata la soluzione progettuale meglio identificata nella scheda progetto, di cui al successivo art. 17 del presente accordo che ha ottenuto parere tecnico-politico favorevole (delibera di Giunta Comunale n.38 del 11 maggio 2017);

Dato atto che è interesse dell'Amministrazione Comunale rispondere al fabbisogno abitativo e di strutture commerciali/terziarie, evidenziati nel quadro conoscitivo del PSC e quantificati nel Documento preliminare, condivisi nelle successive fasi di concertazione attivate secondo le disposizioni della LR 20/2000.

Sottolineato che la proposta di intervento in argomento consente non solo di fornire un'adeguata risposta alle esigenze di cui sopra, ma riveste aspetti di rilevante interesse per la collettività comunale, in quanto la realizzazione delle dette opere, è corredata dalla contestuale realizzazione delle opere di urbanizzazione e delle dotazioni correlate, puntualmente definite nelle citate schede progetto, nonché dalla realizzazione di opere di notevole interesse strategico per l'A.C;

Visto l'art. 18 – accordi con i privati, della L.R. 24 marzo 2000, n° 20 e successive modifiche che così dispone:

"1. Gli enti locali possono concludere accordi con soggetti privati nel rispetto dei principi di imparzialità amministrativa, di trasparenza, di parità di trattamento degli operatori, di pubblicità e di partecipazione al procedimento di tutti i soggetti interessati per assumere in tali strumenti previsioni di assetto del territorio di rilevante interesse per la comunità locale condivise dai soggetti interessati e coerenti con gli obiettivi strategici individuati negli atti di pianificazione. Gli accordi possono attenersi al contenuto discrezionale degli atti di pianificazione territoriale ed urbanistica, sono stipulati nel rispetto della legislazione e pianificazione sovraordinata vigente e senza pregiudizio dei diritti dei terzi."





2. L'accordo indica le ragioni di rilevante interesse pubblico che giustificano il ricorso allo strumento negoziale e verifica la compatibilità delle scelte di pianificazione concordate, secondo quanto previsto dal comma 3 dell'articolo 3;

3. L'accordo costituisce parte integrante dello strumento di pianificazione cui accede ed è soggetto alle medesime forme di pubblicità e di partecipazione. La stipulazione dell'accordo è preceduta da una determinazione dell'organo esecutivo dell'ente. L'accordo è subordinato alla condizione sospensiva del recepimento dei suoi contenuti nella delibera di adozione dello strumento di pianificazione cui accede e della conferma delle sue previsioni nel piano approvato.

4. Per quanto non disciplinato dalla presente legge trovano applicazione le disposizioni cui ai commi 2 e seguenti dell'art. 11 della Legge n. 241 del 1990."



Considerato che, in virtù di quanto sopra precede, il presente accordo presenta il requisito del "rilevante interesse per la comunità locale" richiesto dall'art. 18, comma 1, della L. R. 20/2000.

Dato atto che la sottoscrizione del presente accordo non ha effetti conformativi dei diritti edificatori, ma è un'intesa preliminare condizionata al suo recepimento nella delibera di adozione del POC, la cui approvazione conformerà la potenzialità edificatoria dell'area oggetto della proposta.

Ritenuto pertanto di poter accogliere la proposta avanzata giudicandone positivamente la compatibilità e sostenibilità urbanistica, che migliora il patrimonio immobiliare comunale, e più in generale consente un miglioramento delle qualità della vita della cittadinanza,

Ritenuto opportuno procedere alla stipula di un accordo ex art. 18 L. R. 10/2000 fra il *Comune* e il *Proponente* che sia volto a:

- consentire la trasformazione urbanistica di parte dell'area ricompresa all'interno del "nuovo insediamento su area libera - (ANS-C) - Capoluogo - ambito 10" ubicato in fregio alla Via Marconi, limitatamente ad un 1° stralcio attuativo che interessa le aree identificate catastalmente al foglio 26 mappali 399, 400 (parte), 401, 402, 403, 404, 406, 408 (parte), 409 (parte), 410, 412, 413, 415 (parte), 421 (parte) e, per una superficie territoriale di mq. 48.310,10, attribuendo una SU ad uso residenziale pari a mq 6.044,90 oltre all'attribuzione di mq 1000 di SU e una quota ad uso terziario-direzionale.
- realizzare un nuovo edificio per la scuola secondaria di primo grado – nuova palestra scolastica (rif. linea strategica DUP 2016-2018 – linea 2 punto 2);
- rifunzionalizzazione/miglioramento delle aree destinate a verde e a parcheggio pubblico limitrofe ai fabbricati artigianali posti in fregio alla Via Marconi (individuati dal civico 45/2 al civico 45/7 della medesima via);

Valutata quindi positivamente la compatibilità e sostenibilità urbanistica dell'intervento di cui al presente accordo.

Preso atto che il suddetto accordo, raggiunto nel pieno rispetto dei principi di imparzialità amministrativa, trasparenza, parità di trattamento degli operatori, di pubblicità e di partecipazione al procedimento di tutti i soggetti interessati, è di rilevante interesse per la collettività comunale, attraverso l'attuazione degli interventi sopra menzionati, che verrebbero realizzati con capitali privati e offerti in tempi celeri nella disponibilità del Comune;

Riconosciuto come nessuna delle prestazioni previste dal presente accordo di pianificazione sia effettuata a scomputo di alcun contributo di costruzione.



Rammentando come tale accordo, previsto nel PSC in vigore, sia accessorio al primo POC utile.

Ribadito che, in virtù di quanto sinora esposto, il presente accordo presenta il requisito del "rilevante interesse per la comunità locale", richiesto dall'art. 18 L.R. 20/2000.

TUTTO CIÒ PREMESSO

a seguito degli incontri intercorsi tra le parti, finalizzati a definire l'assetto urbanistico dell'area, anche sulla base delle richieste avanzate dalla proprietà, fra Proponente e Comune si conviene quanto segue:

Art. 1 Premesse ed allegati

Le premesse che precedono, gli atti e documenti nelle stesse richiamati, nonché gli allegati al presente accordo, costituiscono parte integrante e sostanziale del presente atto e costituiscono patto.

L'assunzione di responsabilità e di reciproci impegni è ritenuta condizione imprescindibile per l'attuazione del presente accordo.

I firmatari del presente accordo si impegnano a contribuire alla realizzazione degli obiettivi indicati, secondo gli obblighi a ciascuno di essi attribuiti ed in particolare, ai fini del raggiungimento dei risultati attesi, i medesimi firmatari osserveranno il criterio della massima diligenza per superare eventuali imprevisti e/o difficoltà sopravvenuti, con riferimento anche alle attività propedeutiche alla fase esecutiva dei programmi prestabiliti nei documenti di pianificazione in precedenza menzionati.

Art. 2 Principio di leale collaborazione

I soggetti sottoscrittori si impegnano a dare attuazione al presente accordo con spirito di leale collaborazione, volta al raggiungimento degli obiettivi attraverso una costruttiva ricerca dell'interesse pubblico generale, che conduca a soluzioni che realizzino il necessario contemperamento degli interessi coinvolti, evitando l'assunzione di posizioni pregiudizialmente dirette alla tutela esclusiva del singolo interesse, di cui ciascuna di esse è affidataria.

Art. 3 Assunzione degli obblighi

Il Proponente ed il Comune assumono gli obblighi per sé e per i successivi aventi causa, a qualsiasi titolo, obbligandosi ciascuna parte a rispettare il presente accordo e a far subentrare nei seguenti obblighi i rispettivi eventuali aventi causa.

Il presente accordo diviene per il *Proponente* immediatamente efficace dal momento della sua sottoscrizione. L'efficacia dell'accordo nei confronti del *Comune* è subordinata all'approvazione del POC al quale accede.

L'esito della determinazione dell'Organo consiliare potrà portare anche ad un parziale accoglimento ovvero alla necessità di introdurre talune modifiche ai contenuti dell'accordo. In tale caso le parti potranno variare e/o integrare le presenti clausole negoziali.

Art. 4 Oggetto del presente accordo





Il presente accordo ha ad oggetto l'esercizio della funzione urbanistica di cui è titolare il *Comune* secondo moduli consensuali definiti in intesa con il *Proponente*, il quale con la sottoscrizione del presente li accetta espressamente limitatamente alla realizzazione dell'intervento descritto nell'allegata scheda progetto, sinteticamente riassunto al successivo art. 5 e nel rispetto degli obblighi reciproci di seguito definiti.

Il *Comune* si impegna ad allegare il presente accordo al primo POC utile a tal senso, il quale ne riceverà i contenuti.

Gli obblighi di cui ai successivi artt. 5 e 6 costituiscono obbligazioni assunte volontariamente dalle parti e costituiscono onere ulteriore rispetto alla corresponsione del contributo di costruzione di cui all'art.29 della Legge regionale dell'Emilia-Romagna n° 15/2013.

Art. 5
Obblighi del Comune



Il Comune si impegna ad allegare il presente accordo al primo POC utile, il quale ne riceverà i contenuti, inserendovi il comparto d'intervento individuato nella allegata scheda progetto (all. unico), la cui effettiva superficie territoriale (ST) risulta pari a mq 48.310,10

In applicazione delle regole della perequazione urbanistica di cui all'art.35 del PSC, il Comune riconoscerà alle aree oggetto del presente accordo i diritti edificatori unitari indicati nella citata scheda progetto, utilizzabili secondo le modalità ivi previste, assegnando al proponente una capacità edificatoria complessiva di mq.7.244,90 di SU calcolata secondo la definizione contenuta nelle norme del RUE così suddivisa:

- 6.044,90 mq. Su massima realizzabile (ad uso residenziale) di cui:
 - o 3.626,94 mq di SU diritto edificatorio privato
 - o 2.417,96 mq di SU diritto edificatorio pubblico
- 3.629,94 mq. Sa massima realizzabile (ad uso residenziale) di cui:
 - o 2.177,96 mq di SA diritto edificatorio privato
 - o 1.451,98 mq di SA diritto edificatorio pubblico
- 1.200,00 mq. Su massima realizzabile (ad uso commerciale) diritto edificatorio esclusivamente privato
- 720 mq. Sa massima realizzabile (ad uso commerciale) diritto edificatorio esclusivamente privato

Il nuovo comparto sarà da attuarsi a mezzo di Piano Urbanistico Attuativo (PUA), presentato ad iniziativa del proponente, secondo lo schema direttore incluso nella citata scheda progetto. Il Comune si riserva la facoltà di apporre, in fase di approvazione del Piano Urbanistico Attuativo (P.U.A.), se necessario e con potere discrezionale da parte dell'Amministrazione Comunale, eventuali modifiche allo schema di assetto urbanistico al fine di ottimizzare la proposta progettuale, fermo il rispetto dello schema direttore approvato. A tal proposito il Comune si impegna ad inserire nel dispositivo deliberativo di adozione del POC la facoltà di autorizzare il deposito dello strumento attuativo suddetto prima dell'avvenuta approvazione del POC stesso allo scopo di economizzare i tempi e le procedure per l'acquisizione di tutti i pareri degli enti coinvolti. L'approvazione dello strumento attuativo (P.U.A) potrà avvenire solo a seguito dell'avvenuta approvazione del POC secondo quanto stabilito all'art. 31 della Legge Regionale dell'Emilia – Romagna n°20/2000.

Il PUA dovrà ricavare le necessarie dotazioni territoriali (ex standard urbanistici) all'interno del comparto perimetrato come detto, le quali saranno realizzate dal *Proponente* o chi per esso, a scomputo degli oneri di urbanizzazione primaria U1. La quantificazione minima delle dotazioni territoriali è desumibile dalla allegata scheda progetto.

Il *Comune* si impegna a dare al PUA valenza di permesso di costruire per le sole opere di urbanizzazione, ai sensi dell'art. 31 comma 5 della L.R. 20/2000, a condizione che sussistano tutti i requisiti dell'opera e siano stati ottenuti i pareri, le autorizzazioni ed i nulla osta cui è subordinato il rilascio del permesso di costruire. Le eventuali varianti al permesso di costruire potranno essere rilasciate senza la necessità di pronunce deliberative, purchè esse avvengano nel rispetto dello schema direttore approvato.

Per gli ambiti "destinati a nuovi insediamenti su area libera - (ANS-C)" assoggettati alla presentazione dello strumento attuativo PUA le modalità e le tempistiche per la redazione degli atti di collaudo verranno meglio definiti nelle convenzioni urbanistiche di riferimento che verranno sottoscritte a seguito dell'approvazione del PUA stesso.

Art. 6

Oneri ed Obblighi del Proponente

Il *Proponente* presenta a propria cura e spese il PUA relativo al comparto individuato nell'allegata scheda progetto, corredato del frazionamento catastale delle aree incluse nell'accordo, oltre che degli allegati definiti all'art.15 del RUE, entro e non oltre il termine di cui al successivo art.11.

Tutte le spese derivanti da eventuali cessioni per la realizzazione degli interventi urbanistici ed edilizi in parola, tecniche, notarili e di frazionamento, dovranno essere sopportate dal *Proponente*.

Nella convenzione urbanistica facente parte del PUA saranno trasfusi tutti gli obblighi residui scaturenti dal presente accordo di pianificazione.

In particolare la convenzione oltre a prevedere il rispetto delle prescrizioni, direttive ed indirizzi riportate in ciascuna "scheda progetto", dovrà avere i seguenti contenuti minimi:

1) impegno del soggetto attuatore a provvedere entro i termini ivi prestabiliti, comunque non superiori a 5 anni all'esecuzione degli interventi di seguito elencati:

a) realizzazione delle dotazioni territoriali in misura non inferiore a quanto previsto nella "scheda progetto" e cessione al Comune, dopo il loro completamento e collaudo. Rimarranno in capo al proponente gli obblighi manutentivi del verde pubblico secondo le modalità che verranno dettagliata e stabilite nella convenzione urbanistica;

b) realizzazione e cessione al Comune, delle infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti che siano al diretto servizio degli stessi, ivi compresi gli allacciamenti con le reti tecnologiche di interesse generale e le eventuali opere di adeguamento di queste ultime rese necessarie dal nuovo carico insediativo;

c) realizzazione delle dotazioni ecologiche ed ambientali individuate dalla "scheda progetto";

Qualora il *Proponente* decida di realizzare il progetto dell'intero PUA in più sub-comparti, questi dovranno essere stralci funzionali pertanto le opere di urbanizzazioni di ogni singolo sub-comparto dovranno essere perfettamente funzionanti.

2) impegno del soggetto attuatore a concorrere alla realizzazione delle dotazioni territoriali, attraverso la corresponsione del contributo di costruzione di cui all'art.29 della L.R. 15/2013;



3) impegno del soggetto attuatore a rinnovare le apposite garanzie, in ordine agli impegni di cui sopra;

4) impegno del soggetto attuatore a realizzare direttamente gli edifici in misura pari al 20% (della S.U realizzabile) per la cessione alle condizioni previste dalle vigenti disposizioni regionali in materia di edilizia sociale e per il restante 80% a condizioni di libero mercato.

Il *Proponente* risponderà nei confronti del Comune per evizione e vizi delle opere ai sensi degli artt. 1483, 1490, 1494 nonché ove applicabile dell'art. 1669 del Codice Civile. Il *Comune* potrà avvalersi di ogni garanzia che sia stata rilasciata al *Proponente* od ai suoi esecutori, da parte di ogni fornitore di servizi, opere o forniture.

In caso di inadempimento o ritardo di ognuno degli obblighi risultanti dal presente articolo, il *Comune* potrà legittimamente sospendere o revocare strumenti urbanistici attuativi o permessi di costruire eventualmente già rilasciati, chiedendo l'eventuale sospensione dei lavori, oppure già presentati e in fase di approvazione e/o rilascio.

Saranno a carico del *Proponente* tutte le certificazioni, abilitazioni ed autorizzazioni comunque denominate richieste dalla normativa vigente o dalle corrette regole di esecuzione, quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, le certificazioni impiantistiche, l'accatastamento della struttura e il collaudo statico.

Saranno altresì a carico del *Proponente* tutte le spese tecniche e notarili derivanti dall'eventuale cessione al Comune dell'opera.

Gli obblighi di cui ai punti precedenti costituiscono obbligazioni assunte volontariamente dal *Proponente* e costituiscono onere ulteriore rispetto alla corresponsione del contributo di costruzione di cui all'art.29 della L.R. 15/2013.

Il proponente dichiara, in relazione agli oneri ed agli obblighi assunti con la sottoscrizione della presente intesa, di non pretendere nulla in cambio e di rinunciare ad ogni richiesta, anche in sede giurisdizionale, relativa ad ogni compenso per l'attività espletata, a prescindere da eventuali indagini sulla congruità del "quantum" convenuto nel progetto di cui sopra rispetto all'impegno assunto, ritenendosi completamente soddisfatto in virtù di quanto pattuito, astenendosi anche da eventuali azioni rivolte al risarcimento del danno, non avendo più null' altro a pretendere.

L'accordo viene recepito con deliberazione di Consiglio comunale avente ad oggetto l'adozione dello strumento ed è condizionato alla conferma delle sue previsioni nel piano approvato. Tutti gli impegni del *Proponente*, ad esclusione del rilascio delle garanzie fideiussorie, sono sottoposti alla condizione sospensiva del recepimento del presente accordo nel contenuto del piano approvato.

Art. 7

Obblighi del Proponente - opere di interesse pubblico

Il *Proponente* si impegna a:

- a) realizzare una palestra scolastica per un importo pari ad € 585.000,00 come meglio individuata alla pg.13 del bando approvato con DGC n°46 del 16 giugno 2016;
- b) realizzazione di una rotatoria stradale per garantire il deflusso del traffico da e verso il nuovo comparto oggetto del presente accordo, nonché una miglior fruizione/utilizzazione dell'area artigianale posta a nord dell'areale 10, in fregio alla via Marconi (fabbricati individuati dal civico 45/2 al civico 45/7 della Via Marconi);



c) contribuire alla sistemazione/riprogettazione delle aree di proprietà pubblica di seguito elencate:

- area verde in fregio all'areale oggetto di intervento individuata catastalmente al foglio 26 mappali 405, 223, 224, 427,414, 428,429, 430;
- parcheggio pubblico a servizio dei fabbricati artigianali dal civico 45/2 al civico 45/7 della Via Marconi, come meglio individuati catastalmente al foglio 26 mappali 433, 431, 432, 436,437,439,438,435, 434, 282 di mq 4.890;

Il *Proponente* si impegna altresì a cedere, a semplice richiesta dell'Amministrazione Comunale, un'area di terreno (corrispondente indicativamente a parte dei mappali 422 e 423 del foglio 26 secondo un dimensionamento che verrà opportunamente individuato e frazionato in relazione a specifiche esigenze) anche prima della completa realizzazione, collaudo e cessione delle opere di urbanizzazione del 2° stralcio attuativo dell'areale 10 senza che detta cessione influisca sulla verifica degli standards pubblici afferenti il comparto stesso.

Il *Proponente* s'impegna ad ultimare le opere di cui sopra secondo le scadenze di seguito riportate:

- 1) per le opere di cui alla lettera b) e c) entro 5 anni dall'approvazione del PUA e comunque entro 3 anni dal ritiro del permesso di costruire per le opere di urbanizzazione del comparto;
- 2) per le opere di cui alla lettera a) entro 2 anni dal ritiro del permesso di costruire per le opere di urbanizzazione del comparto. Contestualmente al decorrere di tale termine il Comune metterà a disposizione del proponente il progetto esecutivo per la realizzazione dell'opera pubblica prevista (palestra scolastica). Qualora il Comune non fosse nelle condizioni di mettere a disposizione il progetto esecutivo approvato, i tempi sopra riportati decorreranno nuovamente per intero dalla messa a disposizione dello stesso, senza che ciò comporti applicazione delle penali.

In caso di ritardata consegna le parti stabiliscono una penale giornaliera di Euro 216,00 (euro duecentosedici/00), salvo in ogni caso la risarcibilità del danno ulteriore.

Sarà possibile, in caso di ritardi e/o eventi accidentali non imputabili al proponente presentare, per quanto possibile, al momento del manifestarsi delle problematiche stesse apposita istanza scritta con la quale richiedere al Comune la proroga dei tempi di consegna di cui al punto 1 e 2). L'accoglimento delle argomentazioni manifestate per iscritto dal proponente, dovrà avvenire mediante risposta formale da parte dell'A.C.

Il direttore dei lavori, individuato dal *Proponente*, dovrà consegnare entro 30 (trenta) giorni decorrenti dall'ultimazione dei lavori, un certificato di corretta esecuzione lavori, che asseveri sotto la propria responsabilità che i lavori siano stati eseguiti nel rispetto del progetto esecutivo approvato dal *Comune* e del relativo titolo abilitativo, nel rispetto di tutte le vigenti normative e discipline, nonché nel rispetto delle norme sulla corretta esecuzione delle opere. Tale certificazione dovrà essere accompagnata dalla eventuale documentazione di regolare esecuzione dei lavori e dalle certificazioni di conformità e/o collaudo degli impianti.

Il *Proponente*, entro trenta giorni dalla data di consegna dei lavori, dovrà attribuire l'incarico del collaudo in corso d'opera. Rimane a carico del *Proponente* l'onere della liquidazione degli onorari nonché ogni altro onere relativo al collaudo stesso. L'emissione del certificato di collaudo e la relativa presa in carico delle opere da parte dell'Amministrazione Comunale, dovrà avvenire entro sei mesi dal ricevimento della documentazione di cui al comma precedente. Fino a tale data la manutenzione delle opere sarà a carico del *Proponente*.





Contestualmente alla presa in carico il Comune procederà, altresì, a svincolare la fideiussione di cui all'art.12

Potranno essere disposte visite di sopralluogo anche in corso di opera; il *Proponente* s'impegna fin d'ora a far accedere al cantiere gli incaricati del *Comune*, facendo prendere visione dei materiali utilizzati e delle lavorazioni eseguite, prestando ogni collaborazione in tal senso. Il *Comune* potrà esigere dal *Proponente* la consegna della documentazione necessaria a procedere alle operazioni di collaudo.

Delle visite effettuate ai sensi del presente comma verrà redatto verbale, normalmente in contraddittorio con la direzione lavori nominata dal *Proponente*.

Il *Proponente* risponderà nei confronti del *Comune* per evizione e vizi delle opere ai sensi degli artt. 1483, 1490, 1494, nonché ove applicabile dell'art. 1669 c.c. Le opere così realizzate dovranno essere cedute al *Comune* libere da ogni peso, gravame, ipoteca od ogni altro peso, reale od obbligatorio, comunque denominato.

In caso di inadempimento o ritardo di ognuno degli obblighi risultanti dal presente articolo, il *Comune* potrà legittimamente sospendere o revocare titoli abilitativi eventualmente già rilasciati al *Proponente*, ordinandone nel caso l'eventuale immediata sospensione dei lavori, o negare rilascio dei titoli abilitativi richiesti o da richiedersi da parte del *Proponente*.

Art. 8 Motivazione

In ottemperanza a quanto richiesto dall'articolo 18 della Legge regionale n. 20 del 2000, si da atto che, l'accordo con il soggetto privato è ritenuto, essenziale per il raggiungimento del miglior assetto della parte del territorio comunale oggetto dell'intesa.

La definizione dell'accordo consente, altresì, di perseguire l'interesse pubblico attraverso una maggiore efficacia dell'azione amministrativa, risultando nel contempo garantita l'effettiva attuazione del progetto di trasformazione territoriale, in un quadro di reciproche responsabilità, controlli, interventi sostitutivi o sanzionatori di eventuali inadempienze.

ART. 9 Rapporti con i terzi

L'attività dell'Amministrazione comunale è stata ed è improntata alla rigorosa osservanza dei principi di imparzialità, trasparenza e concorrenzialità e, di conseguenza, di non discriminazione nei confronti degli altri operatori privati, che versano in una posizione legale di fatto analoga a quella del privato contraente.

Art.10 Ulteriori soggetti coinvolti nella realizzazione degli interventi

Per la realizzazione degli interventi, il *Proponente* può individuare un soggetto attuatore, in capo al quale trasferire tutti o parte degli obblighi derivanti dal presente accordo, fermo restando la responsabilità in solido del *Proponente* nei confronti del *Comune*.

L'eventuale individuazione di un soggetto attuatore, dovrà essere comunicata a cura del *Proponente* alla amministrazione comunale, a mezzo di raccomandata. Nel termine di 30 gg il comune potrà formulare eventuale riserve. Trascorso il termine di 30 gg si considera accettato senza riserve il subentro.



Il soggetto attuatore avrà titolo a presentare istanze nei confronti del *Comune*.

Per l'individuazione del soggetto esecutore dell'intervento, il proponente o chi per lui attiverà a propria cura e spese le procedure previste dall'art. 122 del Dlgs 163/06 e s.m.i.

Art.11

Termine entro cui presentare il PUA

Il *Proponente* si impegna a presentare al *Comune* il PUA relativo all'intervento in parola, entro il termine massimo di 6 mesi dall'approvazione del POC stesso a cui il presente accordo acceda fermo restando la facoltà di presentarlo già a seguito dell'adozione del POC (così come esplicitato anche al precedente art.4).

Decorso inutilmente il termine di cui sopra, il *Proponente* perderà i diritti edificatori assegnati dal POC stesso, senza che alcun risarcimento, indennizzo o altro possa essere richiesto al *Comune*.

Art.12

Garanzie

Prima dell'approvazione in Consiglio Comunale del Piano Operativo Comunale il Proponente presenterà una cauzione, calcolata in ragione del valore delle opere da realizzare in perequazione dei diritti edificatori pari ad €.722.533,00 (importo dettagliato al punto 3.3 della parte terza dell'allegato cartografico al presente accordo recante "*Costi delle dotazioni territoriali e delle opere di pubblica utilità - Beneficio pubblico derivante dalla perequazione*") attraverso apposita garanzia bancaria o assicurativa, a garanzia delle obbligazioni assunte per utilizzo dei diritti edificatori assegnati.

Nel caso in cui il Proponente non presenti detta fidejussione il Consiglio Comunale non procederà alla approvazione della delibera di approvazione del POC, senza che il proponente nulla possa eccepire.

La fidejussione di cui sopra verrà allegata alla Convenzione che, a seguito della approvazione del PUA, dovrà essere sottoscritta.

Qualora entro 12 mesi dalla approvazione del POC non sia stata sottoscritta la Convenzione tra il Proponente ed il Comune, il Consiglio Comunale procederà alla revoca della delibera con la quale è stato approvato il POC, senza che il Proponente nulla possa eccepire e la cauzione sarà svincolata.

Dopo la sottoscrizione della Convenzione il *Comune* potrà escutere l'intero importo, ai sensi e con gli effetti di cui all'art. 1382 del Codice Civile, fatto salvo il risarcimento del danno ulteriore, in caso di inadempimento, ritardo o non corretto adempimento del *Proponente* di anche solo uno degli obblighi nascenti dal presente accordo.

La fideiussione verrà automaticamente svincolata, una volta cedute le aree e/o le opere dovute in perequazione dei diritti edificatori.

La garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa dovrà prevedere:

- il pagamento entro 15 giorni a semplice richiesta scritta del Comune dell'importo da quest'ultimo indicato;
- la rinuncia del beneficio della preventiva escussione del debitore principale ex art. 1944 del Codice Civile;
- la rinuncia all'eccezione di cui all'art. 1957 comma 2 del Codice Civile;

[Handwritten signature]





- l'indicazione che è posta a garanzia di ogni obbligo nascente dal presente accordo urbanistico;
- l'indicazione che si intende presentata per tutto il periodo di validità del POC ed in ogni caso finché non sarà svincolata formalmente dal Comune.

Successivamente all'approvazione del POC, al momento della sottoscrizione della conseguente convenzione urbanistica a governo del PUA dovranno inoltre essere prestate le garanzie per l'esecuzione delle opere di urbanizzazione e per la cessione delle relative aree, nella misura minima indicata nei computi metrici allegati al PUA.

Art. 13

Condizioni di efficacia del presente accordo

Il *Comune* s'impegna ad attribuire efficacia conformativa al presente accordo allegandolo al primo strumento urbanistico utile in tal senso, in particolare al momento dell'approvazione del POC; l'efficacia conformativa è subordinata e condizionata sospensivamente, ai sensi del comma 3 dell'art. 18 della L.R. 20/2000, all'approvazione definitiva dello strumento urbanistico a cui lo stesso accederà, nonché alla prestazione delle garanzie di cui al precedente art. 9.

L'Amministrazione Comunale si riserva, in sede di adozione del POC, di promuovere eventuali modifiche delle scelte di cui al presente accordo di pianificazione, previa intesa con il Proponente, qualora ciò dovesse risultare nel prosieguo necessario per la tutela di un interesse pubblico afferente alla salvaguardia della salute, dell'ambiente e della sicurezza o per evenienze indotte da forza maggiore o derivanti da altre ragioni di rilevante pubblico interesse connesse agli obiettivi e contenuti dell'accordo stesso.

Art. 14

Inadempienze della parte privata; sanzioni; conseguenze.

Qualora il Proponente risulti inadempiente agli obblighi assunti con il presente accordo, l'Amministrazione si riserva la facoltà di ripristinare lo stato di fatto dei terreni interessati o di completare l'intervento, ciò al fine di perseguire comunque l'interesse pubblico e gli obiettivi prefissati.

Inoltre, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 11, comma 4, della L. 241/90 il Comune, ai fini della tutela dell'interesse pubblico, si riserva la facoltà di recedere dal presente accordo in caso di grave inadempienza delle parti private in ordine agli obblighi assunti con il presente accordo.

Il Comune per sopravvenuti motivi di pubblico interesse, potrà altresì recedere unilateralmente dal presente accordo, fino all'approvazione dello strumento urbanistico al quale questo acceda, salvo l'obbligo di provvedere alla liquidazione di un indennizzo in relazione agli eventuali pregiudizi verificatisi in danno del soggetto proponente.

Art. 15

Spese

Saranno a carico del Proponente tutte le spese, nessuna esclusa, derivanti dall'applicazione ed esecuzione del presente accordo, quali a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelle tecniche, amministrative, notarili, di registrazione, di trasferimento della proprietà di aree o immobili.

Saranno altresì a carico del Proponente tutte le spese, nessuna esclusa, che derivassero da eventuali richieste od integrazioni istruttorie formulate da Amministrazioni pubbliche a seguito del presente accordo o in sede di approvazione dello strumento urbanistico a cui lo stesso acceda,



quali a titolo esemplificativo e non esaustivo, accertamenti, studi, valutazioni, indagini, saggi e prove tecniche, in materia geologica, ambientale, paesistica, urbanistica, od altre che si rendessero eventualmente necessarie.

Il Proponente potrà avvalersi di professionisti di propria fiducia.

Art. 16
Adempimenti fiscali

Ai fini dell'imposta di registro si dichiara che il presente accordo sarà soggetto a registrazione a tassa fissa.

Art. 17
Allegati

Si allegano, quali parti integranti del presente accordo, pure sottoscritti dalle parti, l'**elaborato grafico/progettuale unico** costituito da:

- PARTE PRIMA: DATI GENERALI;
- PARTE SECONDA: LO STATO DI FATTO;
- PARTE TERZA: IL PROGETTO;
 - ALLEGATO 1. Inquadramento urbanistico
 - ALLEGATO 2. Planimetria dello stato di fatto
 - ALLEGATO 3. Planimetria catastale con individuazione dell'area
 - ALLEGATO 4. Visure catastali e preliminare di acquisto
 - ALLEGATO 5. Planimetria di progetto – individuazione sub-ambiti e lotti
 - ALLEGATO 6. Planimetria di progetto
 - ALLEGATO 7. Schema plani volumetrico
 - ALLEGATO 8. Individuazione dei lotti da cedere all'amministrazione

Art. 18
Richiami normativi

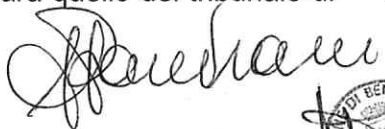

Per quanto non previsto nel presente accordo, trovano applicazione le disposizioni dell'art. 18 L.R. n. 20/2000 e successive modifiche e integrazione, le disposizioni contenute nei commi 2 e seguenti dell'art. 11 della legge n. 241/1990 e successive modifiche e integrazioni nonché, in quanto compatibili, i principi del Codice Civile in materia di obbligazioni e contratti, nonché le leggi urbanistiche vigenti.

Art. 19
Controversie

Per qualsiasi controversia che dovesse insorgere tra il Comune e il Proponente per l'interpretazione, esecuzione, risoluzione della presente scrittura privata, sarà competente l'autorità giudiziaria entro la cui circoscrizione ha la sede legale il Comune e resterà comunque esclusa la competenza arbitrale. Ai sensi dell'articolo 11, comma 5, della legge 7 agosto 1990, n.241, se è competente a decidere il Giudice amministrativo; in caso in cui la controversia non sia di esclusiva competenza del Giudice amministrativo il foro competente sarà quello del tribunale di Bologna.

Art. 20
Norme finali

Ogni comunicazione fra le parti dovrà avvenire in forma di raccomandata A.R. inviata agli indirizzi in premessa.



Resta facoltà del Proponente la nomina di un tecnico o procuratore di fiducia quale rappresentante delegato per ogni questione nascente dal presente accordo.

L'incarico, da conferirsi con mandato irrevocabile nelle forme di legge, diverrà efficace nei confronti del Comune dal momento della comunicazione a questi.

LE PARTI DANNO ATTO CHE :

- le superfici territoriali indicate dal presente atto potranno subire variazioni di modesta entità in sede di frazionamento, entro i limiti di tolleranza previsti dalle Norme generali del POC;
- il presente accordo e la proposta ivi contenuta sono impegnativi per il Proponente dalla data della sua sottoscrizione, pur essendo tale accordo concluso sotto condizione sospensiva della riconferma delle sue previsioni, da parte del Consiglio Comunale, tramite l'approvazione del POC;
- solo a decorrere da tale approvazione l'accordo diverrà impegnativo anche per il Comune;
- il presente accordo è stipulato ai sensi dell'art. 11 della legge n. 241/1990 e s.m. nella forma della scrittura privata, da valere ad ogni effetto di legge;
- al presente atto si applicano, per quanto compatibili, le norme del codice civile in materia di contratti.

Art. 21

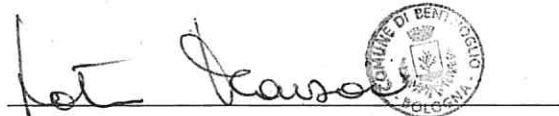

Trattamento dati personali

Il soggetto proponente prende atto che i dati personali contenuti nel presente accordo verranno trattati soltanto per lo svolgimento delle funzioni istituzionali, connesse o strumentali all'esercizio dell'attività amministrativa del Comune, nei limiti stabiliti dalla normativa di cui al decreto legislativo n. 196 del 2003.

Letto, approvato e sottoscritto in n° 2 (due) originali, il giorno 7 giugno 2017

Comune di Bentivoglio

Sig.

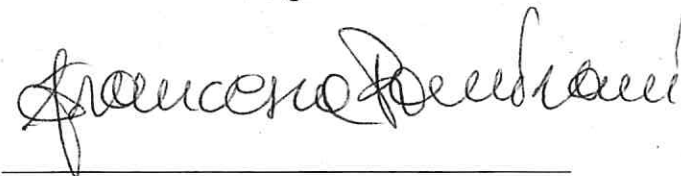


Ai sensi e per gli effetti degli artt. 1341 del c.c. le parti dichiarano di aver esaminato e di approvare espressamente gli artt. 11, 12, 14 .

Comune di Bentivoglio

Sig.



AUTENTICA DI FIRME

certifico io sottoscritto, dottor Vincenzo Errico, segretario comunale della segreteria convenzionata dei Comuni di Bentivoglio e Castello d'Argile, che alle ore 10,30, dispensatamene la lettura dai componenti, hanno sottoscritto in mia presenza, in calce all'atto che precede ed a margine dei fogli intermedi i Signori

- Natascia Franzoni, nata a Bentivoglio.(BO), domiciliata per la carica presso la sede del sotto indicato Comune, non in proprio, ma nella sua qualità di responsabile del Servizio Edilizia Privata ed Urbanistica ed in rappresentanza del Comune di "BENTIVOGLIO" con sede in Bentivoglio (BO) Piazza dei Martiri per la Libertà n°2,
- Pavirani Francesca nata a Bologna il 01/03/1963 domiciliata per la carica presso la sede della sotto indicata società, non in proprio ma esclusivamente nella sua qualità di Amministratore Unico della società Mercurio Center S.r.l (cod. fisc. n. 02196911206.) avente sede legale a Bologna, in Via Albertoni 3, autorizzata alla sottoscrizione del presente atto in virtù della nomina societaria del 16/5/2013 nonché degli artt. 17 e 19 dello statuto societario stesso, della cui personale identità poteri e qualifica io segretario comunale sono certo ,

In Bentivoglio, Piazza dei Martiri per la Libertà n. 2, il giorno mercoledì 7 (sette) giugno 2017 (duemiladiciassette)

IL SEGRETARIO GENERALE
Dott. Vincenzo Errico








COMUNE DI BENTIVOGLIO (BO)




Franceschini

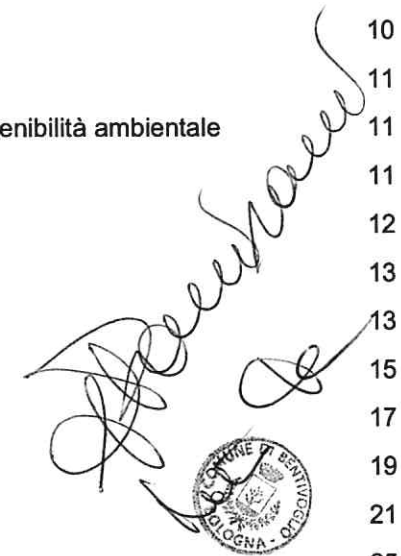
MERCURIO CENTER SRL

**RICHIESTA DI INSERIMENTO DELL'AMBITO ANS-C.10
NEL PRIMO POC DEL COMUNE DI BENTIVOGLIO (BO)**

Maggio 2017

INDICE

PARTE PRIMA: DATI GENERALI	1
1.1 Proponenti e titolo di partecipazione	1
1.2. Individuazione dell'ambito di intervento e delle proprietà interessate	1
PARTE SECONDA: LO STATO DI FATTO	1
2.1 Inquadramento urbanistico	1
2.2 Individuazione catastale	2
2.3. Descrizione dell'area 3	
2.3. Documentazione fotografica dello stato di fatto	4
PARTE TERZA: IL PROGETTO	6
3.1 Le scelte di progetto	6
3.2. Superfici di progetto	7
3.2. Dotazioni territoriali e opere di urbanizzazione interne all'area	8
3.3. Costi delle dotazioni territoriali e delle opere di pubblica utilità - beneficio pubblico derivante dalla perequazione	9
3.4. Compatibilità idraulica dell'intervento	10
3.5. Compatibilità sismica dell'intervento	11
3.6. Caratteristiche di sostenibilità energetica e altre caratteristiche di sostenibilità ambientale	11
3.7. Studio di pre-fattibilità delle dotazioni al contorno previste	11
3.8. Quadro economico dell'operazione	12
3.9. Cronoprogramma dell'attuazione dell'intervento	13
ALLEGATI	13
ALLEGATO 1. Inquadramento urbanistico	15
ALLEGATO 2. Planimetria dello stato di fatto	17
ALLEGATO 3. Planimetria catastale con individuazione dell'area	19
ALLEGATO 4. Visure catastali e preliminare di acquisto	21
ALLEGATO 5. Planimetria di progetto – individuazione sub-ambiti e lotti	25
ALLEGATO 6. Planimetria di progetto	27
ALLEGATO 7. Schema planivolumetrico	29
ALLEGATO 8. Individuazione dei lotti da cedere all'Amministrazione	31



Handwritten signature and official stamp of the Municipality of Bologna. The stamp is circular and contains the text "COMUNE DI BOLOGNA" and "BOLOGNA - ITALIA".

PARTE PRIMA: DATI GENERALI

1.1 Proponenti e titolo di partecipazione

La presente richiesta di inserimento nel primo POC del Comune di Bentivoglio è presentata da:

Nome Cognome/ Ragione sociale	MERCURIO CENTER SRL
Recapito	Via Albertoni, 3, Bologna
Titolo di partecipazione	Proprietario delle aree

1.2 Individuazione dell'ambito di intervento e delle proprietà interessate

L'ambito, classificato nel PSC come ANS C.10, è situato ad est del centro del capoluogo lungo la via Marconi, ed ha una superficie territoriale complessiva di 60.518 mq. ed è ineditato.

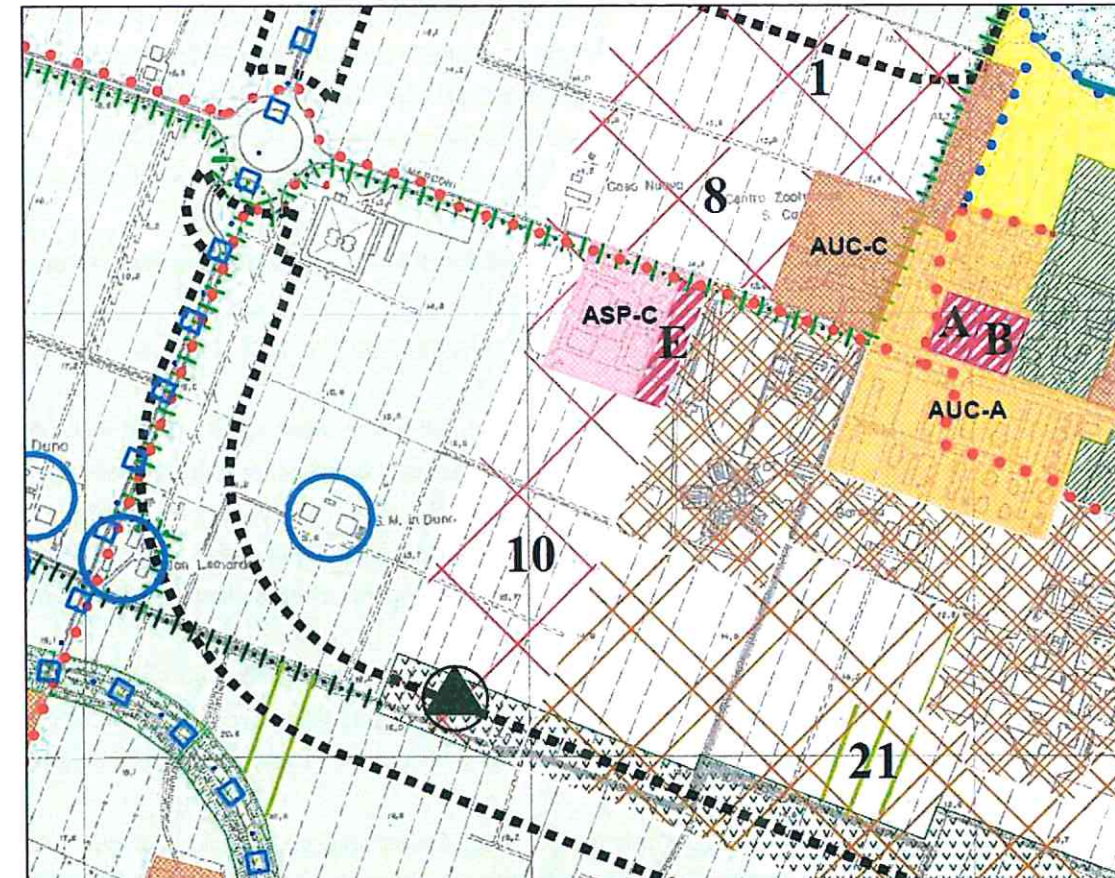


Foto aerea con evidenziazione dell'ambito di intervento: in rosso l'intero ambito ANS C10, in blu l'area di intervento oggetto di richiesta di inserimento nel POC

PARTE SECONDA: LO STATO DI FATTO

2.1 Inquadramento urbanistico

La proposta è relativa all'ambito territoriale di nuovo insediamento individuato nel PSC con la sigla ANS C.10



Stralcio della tavola 1 del PSC "Assetto territoriale"

Il PSC fissa (art. 35) per "gli Ambiti di potenziale localizzazione dei nuovi insediamenti urbani", un UT espresso in Superficie Utile (SU) che viene fissato, come **massimo in 0,18 mq/mq.**, assegnando al privato il 60% di tale capacità edificatoria. Il restante 40% dotato della relativa area pertinenziale, rappresenta la capacità edificatoria pubblica di cui il Comune potrà disporre per la realizzazione degli interventi di interesse pubblico individuati dal POC. Il PSC ha previsto per questo Ambito, anche in relazione alla Valsat, una capacità insediativa minima residenziale più una quota per attività compatibili con la residenza da definire in sede di POC.

Le dotazioni territoriali saranno così calcolate:

- funzioni residenziali
 - 30 mq per ogni abitante teorico insediabile (da individuare sulla base di un parametro di 29 mq di SU per abitante teorico), rimandando al POC l'individuazione della qualità della dotazione da prevedere;
- funzioni terziarie direzionali

Handwritten signature and official stamp of the Comune di Bentivoglio.

- 100 mq/100 mq di Superficie complessiva (SU + SA) suddivisi in 40mq/100 mq di SC per parcheggi pubblici e 60 mq/100 mq di SC per verde pubblico.

L'ambito è normato all'art. 24.2 - Ambiti per nuovi insediamenti su area libera (ANS-C), la relativa scheda di ValSAT definisce per l'attuazione i seguenti condizionamenti ambientali:

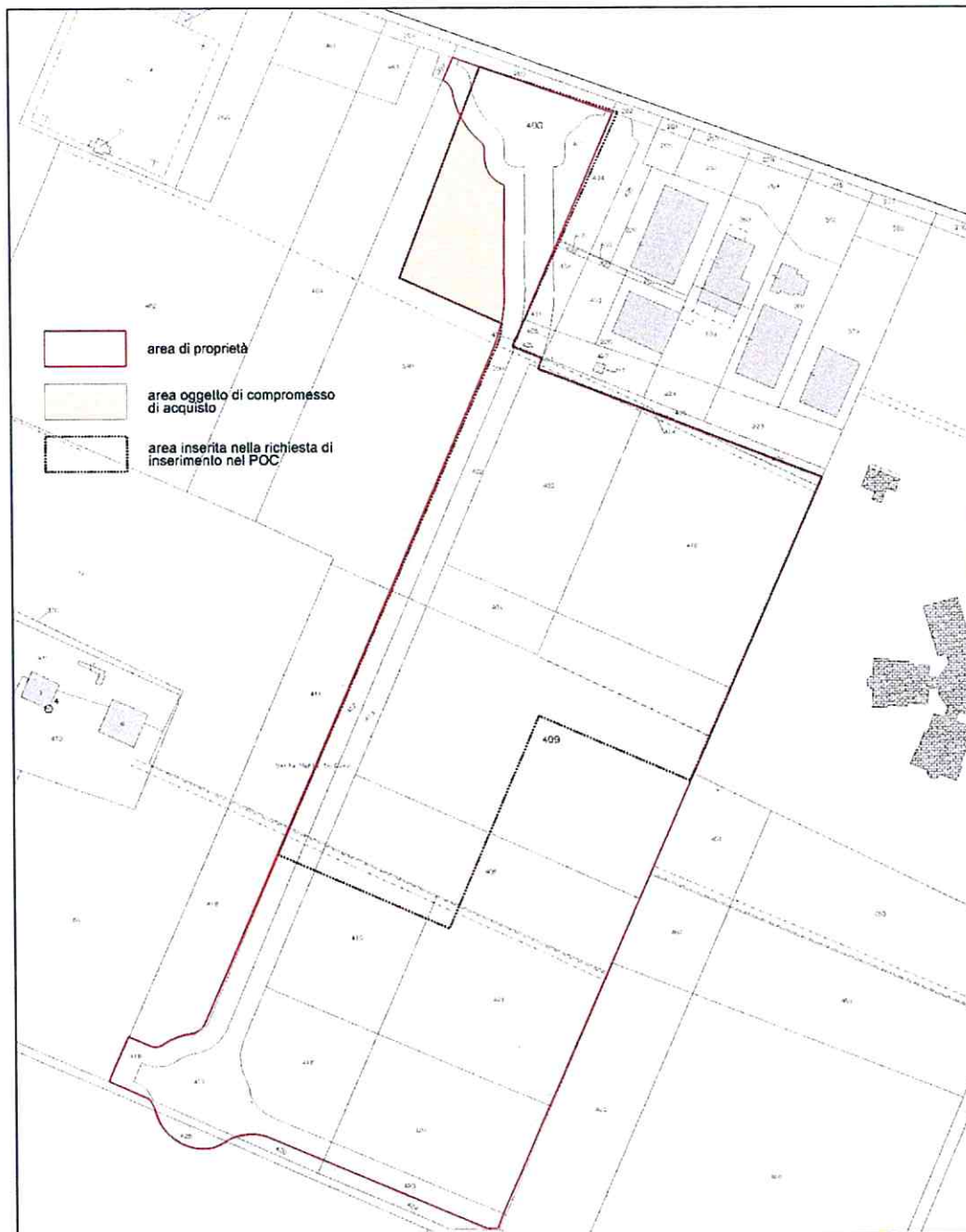
- dovranno sempre essere previste reti fognarie separate per lo smaltimento dei reflui e sempre verificati gli scolmatori fognari esistenti;
- si dovrà tendere al riutilizzo delle acque meteoriche nonché prevedere le opportune compensazioni idrauliche, ammettendole anche al di fuori degli Ambiti di riferimento, purché in accordo con l'Ente gestore;
- si dovranno adottare idonei accorgimenti progettuali ed impiantistici che siano in grado di conseguire la diminuzione del consumo idrico, anche mediante il riutilizzo della risorsa acqua per scopi domestici;
- si dovranno affrontare in modo appropriato le problematiche inerenti la sismica seguendo gli indirizzi riportati all'Art. 35 successivo;
- dovrà essere sviluppata una mirata rete di percorsi ciclabili e pedonali in sede propria, relazionata con la rete ciclopedonale comunale;
- si dovranno perfezionare e realizzare i tracciati di rete ecologica di competenza di ogni specifico Ambito se previsto, nel rispetto dell'impianto generale individuato nel PSC;
- si dovrà perseguire nella progettazione e nella realizzazione dei nuovi edifici residenziali, un risultato prestazionale di risparmio energetico più alto possibile, nel rispetto di quanto declinato nel RUE (anche concedendo indici aggiuntivi finalizzati al raggiungimento di classi energetiche di livello superiore alla media);
- si dovrà edificare nei limiti fissati dalla Zonizzazione acustica comunale e dai Piani di risanamento acustico, non ammettendo comunque in linea generale, nuovi insediamenti residenziali in aree classificate in classe acustica superiore alla III°;
- si dovrà garantire ai nuovi insediamenti condizioni di buona qualità dell'aria, prevedendo i servizi sensibili e le abitazioni almeno a 50 metri dalla viabilità a cui è stata attribuita la fascia acustica di classe IV salvo casi specifici precisati per ogni Ambito fermo restando che non dovranno comunque essere collocati insediamenti residenziali in classe acustica superiore alla III°;
- dovranno essere risolte contestualmente ed in via definitiva, le criticità elettromagnetiche presenti con interventi diretti sulle linee elettriche o sugli impianti di telefonia mobile, sia interrando, spostando, decentrando o effettuando bonifiche strutturali su tali infrastrutture;
- per quanto riguarda la sostenibilità dei nuovi insediamenti in relazione alle reti energetiche, in sede di POC il comune dovrà predisporre accordi o porre condizioni tali da riuscire a rispondere in modo appropriato alle indicazioni che, in particolare il gestore Hera, ha fissato in sede di Conferenza di pianificazione, fermo restando eventuali aggiornamenti nel caso in cui si rilevasse necessario sia da parte del Comune, che da parte del gestore, che da parte dei soggetti attuatori.

2.2 Individuazione catastale

Catastalmente l'area è individuata come segue:

PROPRIETA' MERCURIO - BENTIVOGLIO			stralcio POC	
foglio	particella	superficie (mq)	particella	superficie (mq)
126	397	73,00	----	----
	399	2.946,00	399	2.724,20
	400	2.802,00	400 parte	2.746,80
	401	779,00	401	779,00
	402	1.426,00	402	1.426,00
	403	6.880,00	403	6.880,00
	404	1.474,00	404	1.474,00
	406	219,00	406	219,00
	408	6.272,00	408 parte	2.902,60
	409	16.844,00	409 parte	11.425,90
	410	10.871,00	410	10.871,00
	412	1.315,00	412	1.163,30
	413	1.317,00	413	1.170,10
	415	4.801,00	41 5 parte	864,70
	416	3.447,00	----	----
	417	3.268,00	----	----
	418	1.780,00	----	----
421	7.104,00	421 parte	163,40	
422	5.642,00	----	----	
423	938,00	----	----	
426	320,00	----	----	
Superficie catastale aree di proprietà (mq)		80.518,00	(***)	3.500,00
				48.310,10

(***) area oggetto di compromesso per l'acquisto



Individuazione catastale della proprietà

2.3. Descrizione dell'area

Allo stato attuale l'area è completamente ineditata ed utilizzata a scopi agricoli, conservando le tracce dell'ordinamento dei campi, lo stesso andamento che ha orientato lo sviluppo dei centri.



L'utilizzo agricolo estensivo ha di fatto eliminato dall'area le alberature al bordo dei campi tradizionalmente presenti nella campagna emiliana, per cui all'interno dell'area di intervento non sono presenti specie arboree.

Sono invece presenti un filare di alberi, piuttosto irregolare, lungo il lato est al confine con la struttura sanitaria, alcune alberature nell'area pubblica a sud dell'insediamento artigianale posto lungo la SP44 e un filare di alberi che segue la pista ciclabile che dal centro urbano porta a cimitero (ad ovest dell'area).

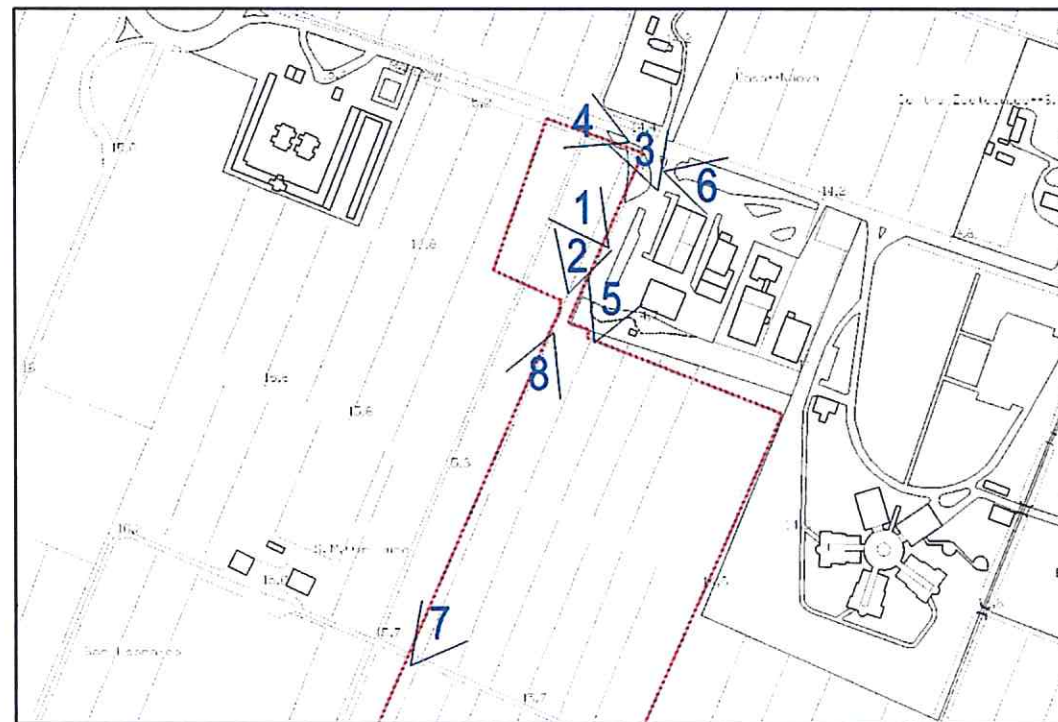
In confine sud è definito da un fosso di scolo.

Handwritten signature
 COMUNE DI BENTIVOGLIO
 BOLOGNA

2.3. Documentazione fotografica dello stato di fatto



Vista aerea dell'area di intervento, a sinistra il centro di Bentivoglio



Planimetria di riferimento delle immagini



1. Dal confine con l'area artigianale, verso ovest



2. Dal confine con l'area artigianale, verso nord, sulla destra il filare di alberi esistente lungo il confine



3. La pista ciclabile esistente, verso nord-ovest



5. Il parcheggio pubblico esistente al confine tra ambito e area artigianale



4. La pista ciclabile esistente, verso il Cimitero



6. Pista ciclabile e piazzali dell'area artigianale lungo la via Marconi

Handwritten signature



7. Vista dell'area, verso nord



8. Vista dell'area verso sud

PARTE TERZA: IL PROGETTO

3.1 Le scelte di progetto

L'intervento di cui si chiede l'inserimento nel primo POC del Comune di Bentivoglio rappresenta il primo stralcio del progetto di sviluppo dell'ambito n. 10 del PSC.

L'area di proprietà è di forma allungata, sostanzialmente divisa in due parti: una, di forma irregolare, è prospiciente alla strada provinciale e costituisce il punto di accesso obbligato alla seconda parte, che è invece di forma rettangolare allungata. Questa conformazione ha fortemente condizionato lo schema di assetto complessivo, concentrando lo sviluppo residenziale nella parte più interna – in ciò rispondendo ad uno dei condizionamenti dettati dalla ValSAT (*si dovrà garantire ai nuovi insediamenti condizioni di buona qualità dell'aria, prevedendo i servizi sensibili e le abitazioni almeno a 50 metri dalla viabilità a cui è stata attribuita la fascia acustica di classe IV*) – mentre la parte più a nord viene destinata alle infrastrutture viarie (in particolare la rotatoria) ed all'insediamento di una struttura terziaria.

A questo proposito si presenta una proposta di esatta perimetrazione dell'area di intervento, comprendendo in essa non solo l'area già di proprietà del proponente, ma anche un lotto – per il quale esiste un compromesso di acquisto – che consente un ordinato sviluppo della parte terziaria e la individuazione di un'area per parcheggi pubblici.

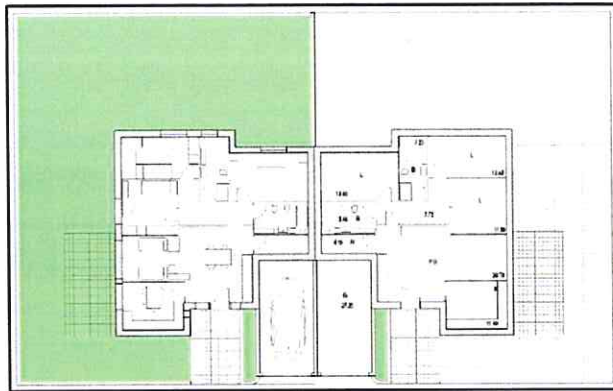
Come si è detto, l'insediamento nel suo complesso è strutturato in due parti. Nella prima, lungo la SP44, sono collocate la rotatoria di progetto che consente l'accesso in sicurezza al nuovo insediamento e all'area artigianale esistente, nonché un'area per usi terziari e di servizi alla persona. Dalla nuova rotatoria – che dista circa 300 m. da quella esistente ad ovest del cimitero – si stacca la viabilità principale a servizio dell'insediamento residenziale, che costituisce la seconda parte di insediamento dell'ambito.

La parte residenziale si sviluppa in sub ambiti (16), ciascuno dotato di una propria strada di accesso lungo la quale sono collocati i posti auto pertinenziali all'aperto; ciascun sub-ambito è organizzato in lotti per l'insediamento di case unifamiliari ad uno e due piani e piccoli edifici plurifamiliari a due piani. Tutte le unità abitative sono inoltre dotate di autorimessa privata, per un totale minimo di due posti auto per alloggio. Nello schema proposto, i posti auto pertinenziali all'aperto sono, per l'intero ambito 10, 4,42 per alloggio e, per il solo stralcio POC, 3,71 per alloggio.

Il contenimento delle altezze in due piani al massimo consente di prevedere un insediamento il cui profilo si inserisce correttamente nel contesto periurbano e nella campagna circostante.

Le case unifamiliari sono a tipologia binata, in parte ad un solo piano e in parte in duplex. Non sono previste tipologie a schiera. Ciascuna casa è dotata di giardino privato e di autorimessa accessibile dalla strada.

In questa fase assolutamente preliminare non sono stati ancora definiti i dettagli tecnologici dell'edificio. In ogni caso l'obiettivo che si pone il proponente è quello di realizzare edifici in classe A, con struttura in legno, che garantisce ottime prestazioni anche dal punto di vista antisismico.



Esemplificazione della tipologia unifamiliare ad un piano

VINCOLI E RISPETTI

L'area è interessata dai seguenti vincoli e rispetti:

- **Rispetto stradale** (strada provinciale, fascia m. 30): la realizzazione della rotonda comporta la modifica della fascia, che dovrà seguirne l'andamento, mantenendo invariata la larghezza.
- **Rispetto cimiteriale:** allo stato attuale l'area di rispetto cimiteriale ha una profondità di 200 m. Per la migliore utilizzazione dell'area (solo marginalmente per usi residenziali) **se ne chiede la riduzione a 100 m.**
- Area di rispetto archeologico codice 005.131.R (Siti di epoca Romana indiziati) e, parzialmente, dall'area di rispetto codice 005.132.F (Siti di epoca Villanoviana indiziati). Si tratta in entrambi i casi di aree di interesse archeologico di cui art. 8.2 PTCP e all'art. 18 del PSC c

La prima area è esterna al perimetro dello stralcio di cui si chiede l'inserimento in POC; la seconda interessa la fascia verde di mitigazione che contiene la vasca di laminazione a sud (lato est). Preliminarmente all'intervento di escavazione della vasca dovrà essere ottenuto il nulla osta della Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia – Romagna, trattandosi di "intervento che comporta modifiche dell'assetto del sottosuolo"

3.2. Superfici di progetto

Nelle tabelle che seguono sono presentati i dati di progetto relativi all'intero ambito e allo stralcio funzionale di cui si chiede l'inserimento in POC.

La superficie territoriale di proprietà (dati catastali) è pari a 80.518 mq., la superficie territoriale dello stralcio è di 48.310 mq. La superficie utile residenziale complessiva è di 10.223 mq., inferiore a quella massima ammessa dal PSC di 12.356,00 mq, mentre la SU residenziale dello stralcio è di 6.044,90 mq., alla quale si aggiungono, come ammesso dal PSC, 1.200,00 mq di SU per usi terziari e di servizio alla persona.

LOTTO 10 - DATI COMPLESSIVI			
ST complessiva	80.518,00 mq		
Ut1	0,18	PSC art. 35	
UT2 aree vincolate	0,029		
SU residenziale massima	12.473,98		
Su residenziale di progetto	10.223,00		
	60%	6.133,80	privato
	40%	4.089,20	pubblico
Ab. Teorici (SU/29)	353		
Dot. Minime (mq) (335*30)	10.576		
P1	10 mq/ab	3.525	
V	20 mq/ab	7.050	
P3	2 p.a. alloggio	192	

STRALCIO POC			
Sup Territoriale	48.310,10		
Sup Fondiaria sub-ambiti	35.265,70		
Sup Utile residenziale	6.044,90		
di cui	privata	60%	3.626,94
	pubblica	40%	2.417,96
Sup Utile terziario/commercio	1.000,00		
UT (mq/mq)	0,146		
Cessioni (P + V)	6.816,00		
Cessione viabilità generale, compresa rotatoria (entro area)	4.344,50		
Cessioni marciapiedi e percorsi	1.883,90		
di cui	pedonali	685,35	
	pedoncilabili	1.198,55	

Le dotazioni relative all'intervento sono calcolate sulla base del parametro di 30 mq / abitante teorico, dei quali 10 mq /abitante sono destinate a parcheggi pubblici e 20 mq/abitante a verde pubblico

calcolo delle dotazioni richieste								
sub-ambito	SU mq	AbTeorici	P 10mq/ab	V 20mq/ab	P stralcio 1	V stralcio 1	P stralcio 2	V stralcio 2
1a	638,46	22	220,16	440,3	220,16	440,3		
1b	425,64	15	146,77	293,5	146,77	293,5		
2a	491,20	17	169,38	338,8	169,38	338,8		
2b	491,20	17	169,38	338,8	169,38	338,8		
3a	491,20	17	169,38	338,8			169,38	338,8
3b	491,20	17	169,38	338,8			169,38	338,8
4a	491,20	17	169,38	338,8			169,38	338,8
4b	491,20	17	169,38	338,8			169,38	338,8
5	425,64	15	146,77	293,5			146,77	293,5
6a	614,00	21	211,72	423,4	211,72	423,4		
6b	368,40	13	127,03	254,1	127,03	254,1		
7a	614,00	21	211,72	423,4	211,72	423,4		
7b	614,00	21	245,60	368,4	245,60	368,4		
8a	894,00	31	357,60	536,4	357,60	536,4		
8b	894,00	31	357,60	536,4	357,60	536,4		
9a	894,00	31	357,60	536,4			357,60	536,4
9b	894,00	31	357,60	536,4			357,60	536,4
10	1.200,00	----	480,00	---	480,00	---		
Totali		353	4.236,46	6.674,92	2.697,0	3.953,5	1.539,5	2.721,4
			P + V	10.911,4	P + V	6.650,5	P + V	4.260,9

Handwritten signature and official stamp of the Comune di Bentivoglio.

dotazioni reperite - P1		
P	1° stralcio	2° stralcio
P1-1	1.032,70	
P1-2	711,00	
P1-3	247,70	
P1-4	103,50	
P1-5	93,70	
P1-6	100,00	
P1-7	68,80	
P1-8		100,00
P1-9	375,00	
P1-10		233,90
P1-11		236,50
P1-12		375,00
P1-13		280,80
P1-14		340,00
totale	2.732,40	1.566,20

dotazioni reperite - V			
V	1° stralcio	2° stralcio	1°+2° stralcio
V-1	778,10		
V-2	1.055,30		
V-3	361,6		
V-4	1.888,60		
V-5		2.873,70	
totale	4.083,60	2.873,70	6.957,30

posti auto pertinenziali reperiti						
lotto	uso	p.a. privati		alloggi	STRALCIO POC	
		coperti	esterni		coperti	esterni
1a	residenza	6	19	6	6	19
1b	residenza	4	25	4	4	25
2a	residenza	4	19	4	4	19
2b	residenza	4	19	4	4	19
3a	residenza	4	18	4		
3b	residenza	4	18	4		
4a	residenza	4	11	4		
4b	residenza	4	11	4		
5	residenza	4	32	4		
6a	residenza	5	17	5	5	17
6b	residenza	3	19	3	3	19
7a	residenza	5	21	5	5	21
7b	residenza	5	21	5	5	21
8a	residenza	10	34	10	10	34
8b	residenza	10	14	10	10	14
9a	residenza	10	11	10		
9b	residenza	10	19	10		
10	comm/terz	-	548 mq	-	-	548 mq
		96	328		56	208
				3,42	p.a. esterni/alloggio	
10	comm/terz	richiesti	360 mq			

3.2. Dotazioni territoriali e opere di urbanizzazione interne all'area

Le dotazioni interne all'area consistono in:

- **Parcheggi pubblici**
I parcheggi pubblici sono distribuiti nell'insediamento, con una quota significativa (aree P1, P2 e P3) pari a circa il 73% concentrata nella parte nord, ad una distanza pedonale dalla strada provinciale e dagli insediamenti non residenziali (esistenti e di progetto). La restante parte è situata lungo la viabilità principale e nella parte sud, in corrispondenza dell'area di verde pubblico attrezzata per il gioco e per il fitness.
- **Verde pubblico**
Il verde pubblico è organizzato in 5 aree, di cui 4 riferite al primo stralcio e la quinta al secondo: in questo modo si realizza già con il primo stralcio circa il 60% delle dotazioni complessive. L'area verde più a nord è adiacente all'area verde già di proprietà pubblica (esterna all'ambito), realizzando così un accesso più agevole per la sua fruizione. Le altre aree sono direttamente accessibili dalla viabilità generale di comparto. Per queste aree è prevista la sistemazione a prato con essenze arboree e arbustive, nonché l'inserimento di giochi per i bambini, aree di sosta, attrezzature per il fitness all'aperto, da precisare in fase di stesura del piano attuativo.
- **Percorsi pedociclabili**
Un percorso pedonale e ciclabile attraversa tutto l'insediamento, collegando tutte le aree verdi e i parcheggi pubblici e collegandosi a nord con la rete di percorsi esistente lungo la via Marconi. Nella figura che segue sono individuate le aree pubbliche a parcheggio e a verde e il percorso ciclabile. Rispetto a quest'ultimo, sul lato opposto della viabilità principale, è collocato il percorso pedonale, in modo da evitare interferenze tra mobilità ciclabile e pedonale.
- **Opere di urbanizzazione primaria a diretto servizio dell'insediamento**
Le opere di urbanizzazione primaria, ai sensi della legge 20/2000 e ss.mm.ii. comprendono:
 - le viabilità generale pubblica e le strade private a servizio del comparto
 - gli spazi necessari per il parcheggio degli autoveicoli, pubblici e privati;
 - la rete per la raccolta ed lo scarico delle acque nere ed i relativi allacciamenti alla rete principale urbana;
 - la rete per la raccolta ed lo scarico delle acque meteoriche, comprese le condutture di adduzione alla vasca di laminazione prevista nella parte sud dell'area;
 - la rete idrica, costituita dalle condotte per l'erogazione dell'acqua potabile, nonché dai necessari condotti d'allacciamento alla rete principale urbana;
 - la rete per l'erogazione e la distribuzione dell'energia elettrica compresa la cabina secondaria o l'adeguamento della cabina esistente;
 - la rete del gas combustibile ed i relativi condotti d'allacciamento;
 - la rete telefonica e di trasmissione dati;
 - l'illuminazione stradale, comprendente le reti e gli impianti per l'illuminazione delle aree e delle strade pubbliche;
 - gli spazi di verde a servizio dell'intero comparto, compresi gli elementi di arredo urbano.
 Nel presente intervento sono compresi anche interventi accessori e complementari quali, ad esempio
 - la realizzazione dei marciapiedi



In via preliminare, da definire con l'Amministrazione nella fase di concertazione, si può prevedere il seguente bilancio dell'intervento:

SU privata assegnata da POC = 3.226,94 mq		
Valorizzazione SU libera (mq. 3.226,94 x 0,80)	€ 300,00 / mq di SU	€ 870.465,60
Valorizzazione SU convvenz.ta /mq. 3.226,94 x 0,20)	€ 239,00 / mq di SU	€ 173.367,73
Valorizzazione SU commerciale (mq. 1.200)	€ 290,00 / mq di SU	€ 348.000,00
Totale valorizzazioni		€ 1.391.833,33
Contributo di sostenibilità	50%	€ 695.916,67
Opere di interesse pubblico proposte (valorizzazione come da Bando POC)		
Nuova palestra		€ 585.000,00
Rotatoria (1)		€ 100.000,00
Sistemazione parcheggio esistente (2)		€ 17.340,00
Sistemazione area verde esistente (3)		€ 12.225,00
Sistemazione fasce verdi di mitigazione (4)		€ 7.968,00
Totale valorizzazione opere		€ 722.533,00
Maggior valore delle opere rispetto al contributo di sostenibilità		€ 26.616,33

- (1) La rotatoria è valorizzata al 40% in quanto concorre anche alla messa in sicurezza dell'accesso all'area artigianale esistente e alle aree pubbliche sia esistenti sia previste dall'intervento
- (2) La risistemazione del parcheggio esistente ad ovest dell'area artigianale, di proprietà pubblica, è valorizzata al 10% del in quanto non prevede il completo rifacimento
- (3) La sistemazione dell'area verde pubblica a sud dell'area artigianale, oggi in stato di parziale abbandono, è valorizzata al 2,5%
- (4) La sistemazione delle fasce verdi di mitigazione è valorizzata al 10%.

Si propone di compensare il maggior valore delle opere da realizzare rispetto al contributo di sostenibilità nel quadro dell'eventuale acquisizione della quota di SU di spettanza pubblica (mq. 2.417,96).

Infine, in fase di concertazione, il proponente si dichiara sin d'ora disponibile alla definizione delle modalità e delle forme di realizzazione della quota di ERS prevista dal PSC (20%).

3.4. Compatibilità idraulica dell'intervento

Il principio dell'invarianza idraulica dell'intervento è rispettato attraverso la realizzazione, nella parte sud dell'ambito, in prossimità del canale di scolo, di una vasca di laminazione.

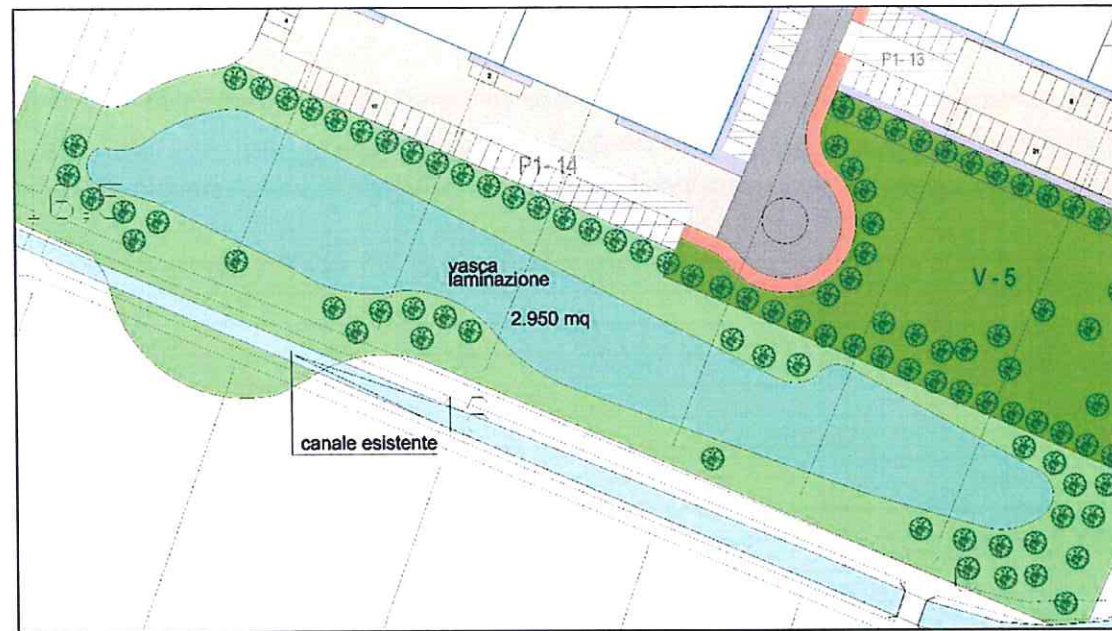
Ai sensi dell'art. 20 (controllo degli apporti d'acqua) comma 1 delle NTA del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico, "Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del "Titolo II Assetto della Rete Idrografica" i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, che la realizzazione di interventi edilizi sia subordinata alla realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale (...)".

Pertanto, il dimensionamento della vasca di laminazione è il seguente:

ST ambito = 84.018 mq, pari a 8,4018 ha.

Superficie vasca: 500 x 8,4018 mq= 4.201 mc

Ipotizzando una profondità di circa 1,5 m (comunque da definire esattamente in fase esecutiva in relazione alla profondità del canale di scolo posto a sud) si ha una superficie di laminazione richiesta di mq. 2.768. Nello schema di assetto presentato è stata individuata in via preliminare una superficie di 2.950 mq, come si può vedere dalla figura sottostante.



Il deflusso delle acque meteoriche raccolte nella vasca attraverso la rete di raccolta delle acque bianche verso il canale di scolo sarà regolato con i limiti di portata (in uscita) che saranno definiti dall'Autorità di Bacino in sede esecutiva. In alternativa si potrà procedere al sovradimensionamento della rete di scolo delle acque piovane al fine di ottenere il medesimo risultato idraulico.

3.5. Compatibilità sismica dell'intervento

L'area oggetto di richiesta di inserimento in POC, è stata indagata nel PSC in quanto appartenente al territorio urbanizzabile, anche attraverso indagine geognostiche specifiche.

La tavola 1a/b – Pericolosità sismica – rielaborata in occasione della Variante al PSC in materia di rischio sismico, individua le aree suscettibili di effetti locali nel territorio comunale studiato. L'area in oggetto è classificata tra quello di tipo III, con liquefazione poco probabile, che corrispondono alle situazioni in cui la presenza di tessiture granulari è verificata, almeno nei primi 10+12 metri, spesso con abbondante matrice fine o con potenze degli strati molto inferiori al metro. Per queste aree è richiesta l'analisi semplificata (II livello), già sviluppata dall'Amministrazione Comunale nell'ambito della Variante citata: non sono richiesti particolari approfondimenti di carattere sismico; non si richiedono prove penetrometriche CPTU preventive. Se le indagini puntuali (in sede di elaborazione del PUA) riscontrassero sedimenti potenzialmente liquefacibili lo studio dovrà prevedere ulteriori verifiche quantitative seguendo le procedure indicate nell'Appendice del RUE e in coerenza con i contenuti della DAL n°112/2007

3.6. Caratteristiche di sostenibilità energetica e altre caratteristiche di sostenibilità ambientale

Come detto in precedenza, obiettivo del proponente è la realizzazione di un intervento i cui edifici siano in classe A. Allo stato preliminare, si è valutata la possibilità di utilizzare per la costruzione strutture in legno parzialmente

prefabbricate, che consentono di contenere in modo significativo i tempi di costruzione e che garantiscono un elevato livello di confort abitativo.

Nella realizzazione degli alloggi saranno applicate tutte le soluzioni impiantistiche che consentono il contenimento dei consumi e di limitare l'impiego di risorse, al fine di contenere allo stesso tempo i costi di gestione degli edifici.

In questa fase, preliminare all'inserimento in POC, non si ritiene possibile fornire dettagli sulle soluzioni costruttive e impiantistiche che saranno previste.

3.7. Studio di pre-fattibilità delle dotazioni al contorno previste

Le dotazioni extra ambito previste sono schematicamente illustrate nella figura che segue e consistono nella risistemazione delle aree di parcheggio e di verde pubbliche esistenti al confine tra il nuovo ambito e l'area artigianale esistente



Handwritten signature and official stamp of the Comune di Bentivoglio.

La realizzazione della rotatoria consente la risistemazione dell'area a parcheggio (con adeguamento del corsello, oggi di dimensioni insufficienti) conservando le alberature esistenti ed integrandole laddove necessario e la sistemazione dell'area verde che, come si vede dalla figura che segue, è oggi in modesto stato di manutenzione, priva di percorsi interni e dotata di scarsa accessibilità.



Nel progetto proposto l'area, opportunamente riqualificata, sarà inserita nel sistema del verde pubblico e dei percorsi, potendone così garantire la completa fruibilità.

3.8. Quadro economico dell'operazione

Il quadro economico dell'intervento, relativo sia allo stralcio del quale si chiede l'inserimento nel primo POC e al completamento successivo, è presentato nelle tabelle che seguono. I costi e i ricavi sono riferiti al mq di SLV o al mq di area. I conteggi sono effettuati nell'ipotesi di realizzazione dell'intera SU ammissibile (mq. 12.356).

Primo stralcio (SU = 7.244,90 mq; SLV = 10.142 mq)			
N.	voci	€/mq SLV	costo
1	costo del terreno	346,85	3.518.080,28
2	urb. Primarie e dotazioni	99,00	1.004.143,14
3	urb. Secondarie	20,00	202.857,20
4	Bucalossi	40,00	405.714,40
5	Costodi costruzione	1.150,00	11.664.289,00
6	allacciamenti	20,00	202.857,20
7	Spese tecniche	80,00	811.428,80
8	Gestione vendite	20,00	202.857,20
9	Oneri fiscali		0,00
10	Oneri finanziari	40,00	405.714,40
11	Varie	30,00	304.285,80
12	PALESTRA	57,68	585.000,00
13	Sistemazione parcheggio	1,71	17.340,00
14	Rotatoria	9,86	100.000,00
15	Verde	1,21	12.225,00
16	Mitigazione verde	0,79	7.968,00
17	TOTALE	1.917,09	19.444.760,42
18	RICAVI	1.920,00	19.474.291,20
19	Compenso Promotore		29.530,78
20	sui costi		0,15%

Completamento (SU = 5.111,10 mq; SLV = 7.155,54 mq)			
N.	voci	€/mq SLV	costo
1	terreno	346,85	2.481.919,72
2	urb. Primarie e dotazioni	99,00	708.398,46
3	urb. Secondarie	20,00	143.110,80
4	Bucalossi	40,00	286.221,60
5	Costo costruzioni	1.150,00	8.228.871,00
6	allacciamenti	20,00	143.110,80
7	Spese tecniche	80,00	572.443,20
8	Gestione vendite	20,00	143.110,80
9	Oneri fiscali		0,00
10	Oneri finanziari	40,00	286.221,60
11	Varie	30,00	214.666,20
12			
13			
14			
15			
16			
17	TOTALE	1.845,85	13.208.074
18	RICAVI	1.920,00	13.738.637
19	Compenso Promotore		530.562,62
20	sui costi		4,02%

3.9. Cronoprogramma dell'attuazione dell'intervento

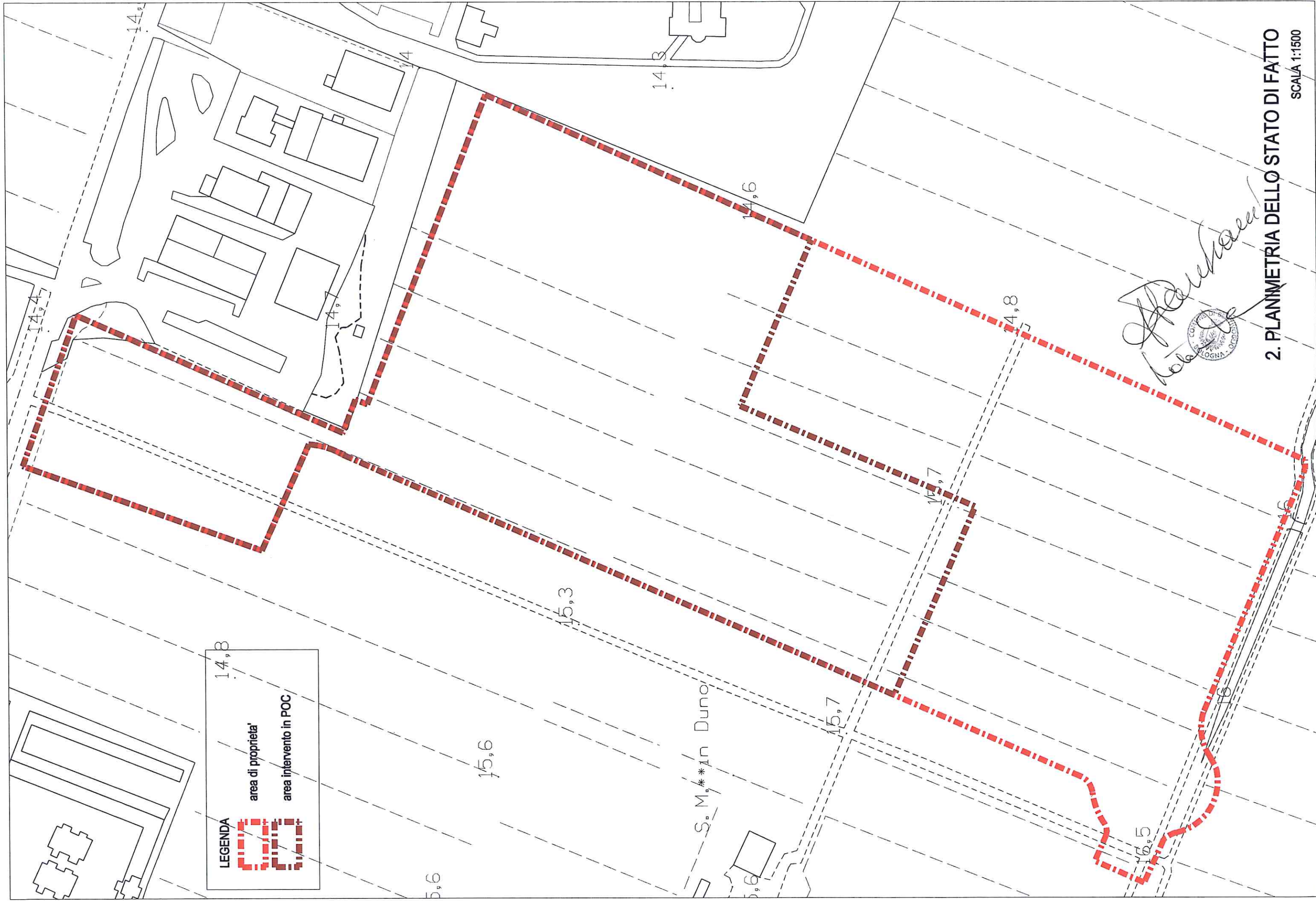
Il cronoprogramma è stato studiato nell'ipotesi che – in caso di inserimento nel POC della proposta – si possa pervenire alla approvazione del POC che abbia anche valore ed effetto di approvazione del PUA. In accordo con l'Amministrazione, il proponente si adopererà al fine di rendere possibile la contestuale approvazione.

DALLA APPROVAZIONE DEL POC	mesi												anni				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
presentazione PDC opere di urbanizzazione																	
sottoscrizione convenzione																	
rilascio PDC OO UU																	
durata lavori OOUU																	
durata lavori Edilizia																	
opere di cui art. 7 lett. a "accordo art.18"																	

ALLEGATI

Num.	Oggetto	Scala
1:	Inquadramento urbanistico	1:5000
2.	Planimetria dello stato di fatto	1:1500
3.	Planimetria catastale con individuazione dell'area	1:2000
4.	Visure catastali e preliminare di acquisto	-----
5.	Planimetria di progetto – individuazione sub-ambiti e lotti	1:1500
6.	Planimetria di progetto	1:1500
7	Schema planivolumetrico	1:1500
8	Individuazione dei lotti da cedere all'Amministrazione	1:1500

Handwritten signature and official stamp of the Comune di Bentivoglio.



LEGENDA

14,8

area di proprietà

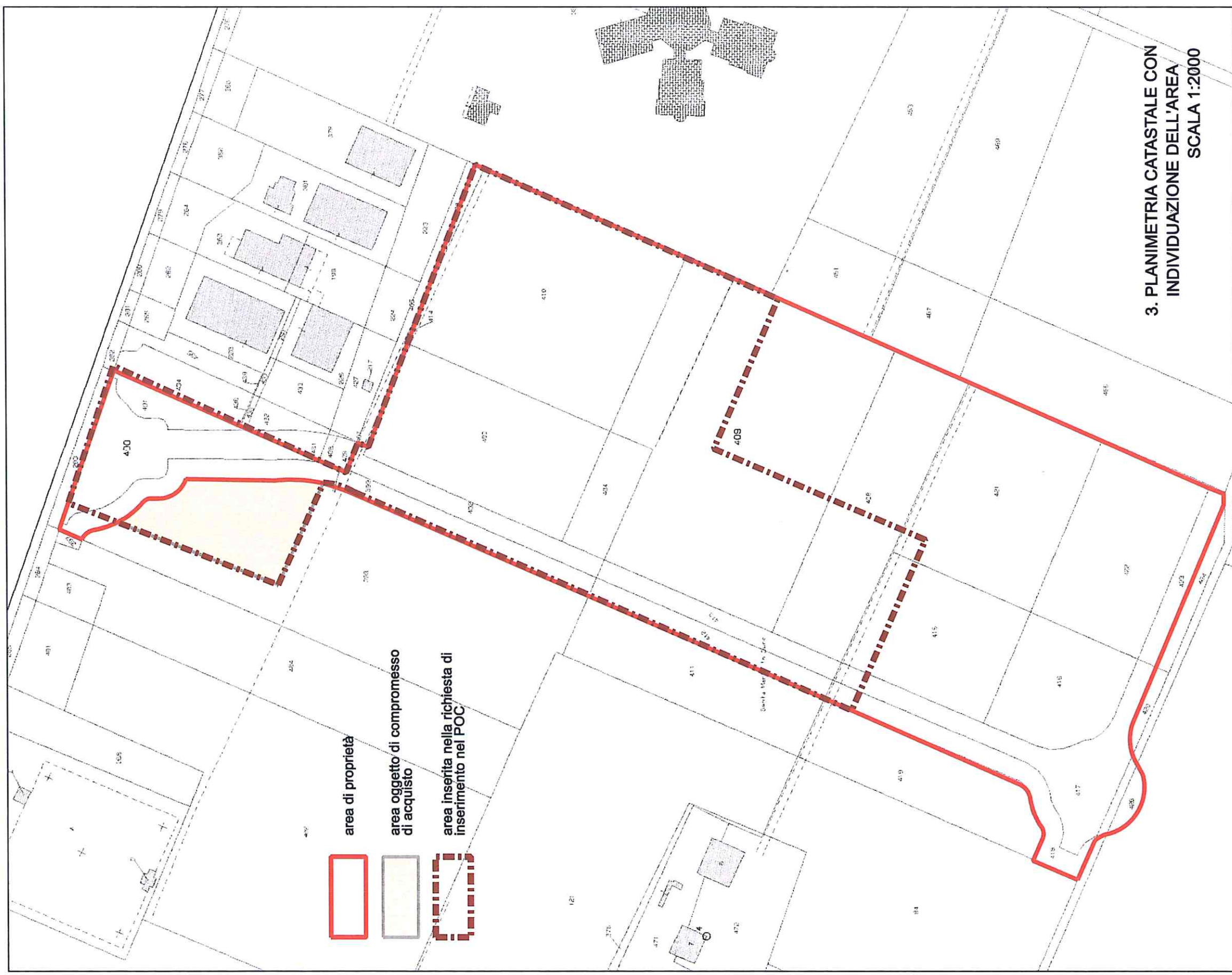
area intervento in POC

[Handwritten signature]

[Circular stamp]

2. PLANIMETRIA DELLO STATO DI FATTO

SCALA 1:1500



Handwritten signature

**Visura per soggetto
limitata ad un comune
Situazione degli atti informatizzati al 04/09/2009**

Dati della richiesta	Denominazione: MERCURIO CENTER S.R.L. Terreni e Fabbricati siti nel comune di BENTIVOGLIO (Codice: A785) Provincia di BOLOGNA	
Soggetto individuato	MERCURIO CENTER S.R.L. con sede in BOLOGNA C.F.: 02196911206	

1. Immobili siti nel Comune di BENTIVOGLIO(Codice A785) - Catasto dei Terreni

N.	DATI IDENTIFICATIVI			DATI DI CLASSAMENTO			REDDITO		ALTRE INFORMAZIONI		
	Foglio	Particella	Sub Porz	Qualità Classe	Superficie(m²)	Deduz.	ha arc ca	Dominicale	Agrario	Dati derivanti da	Dati ulteriori
1	26	415	-	SEMINAT IVO	2	48	01	Euro 49,84 L. 96.500	Euro 28,51 L. 55.212	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
2	26	416	-	SEMINAT IVO	2	34	47	Euro 35,78 L. 69.285	Euro 20,47 L. 39.641	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
3	26	417	-	SEMINAT IVO	2	32	68	Euro 33,92 L. 65.687	Euro 19,41 L. 37.582	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
4	26	418	-	SEMINAT IVO	2	17	80	Euro 18,48 L. 35.778	Euro 10,57 L. 20.470	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
5	26	421	-	SEMIN ARBOR	2	71	04	Euro 75,58 L. 146.342	Euro 42,19 L. 81.696	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
6	26	422	-	SEMIN ARBOR	2	56	42	Euro 60,03 L. 116.225	Euro 33,51 L. 64.883	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
7	26	423	-	SEMIN ARBOR	2	09	38	Euro 9,98 L. 19.323	Euro 5,57 L. 10.787	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
8	26	426	-	SEMINAT IVO	2	03	20	Euro 3,32 L. 6.432	Euro 1,90 L. 3.680	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	

COPIA NON COMMERCIALIZZABILE (art. 9 del D.P.R. 10 luglio 1991 n. 305) - PNSCLD

**Visura per soggetto
limitata ad un comune
Situazione degli atti informatizzati al 04/09/2009**

Totale: Superficie 02.73.00 Redditi: Dominicale Euro 286,93 Agrario Euro 162,13

Intestazione degli immobili indicati al n. 1

N.	DATI ANAGRAFICI		CODICE FISCALE	DIRITTI E ONERI REALI
	Sub Porz	Qualità Classe		
1	MERCURIO CENTER S.R.L. con sede in BOLOGNA		02196911206	(1) Proprietà per 1/1
DATI DERIVANTI DA				
ISTRUMENTO (ATTO PUBBLICO) del 21/12/2001 Trascrizione n. 37618 .1/2001 in atti dal 09/01/2002 Repertorio n. 31341 Rogante: MERONE RITA Sede: BOLOGNA COMPRAVENDITA				

2. Immobili siti nel Comune di BENTIVOGLIO(Codice A785) - Catasto dei Terreni

N.	DATI IDENTIFICATIVI			DATI DI CLASSAMENTO			REDDITO		ALTRE INFORMAZIONI		
	Foglio	Particella	Sub Porz	Qualità Classe	Superficie(m²)	Deduz.	ha arc ca	Dominicale	Agrario	Dati derivanti da	Dati ulteriori
1	26	397	-	SEMINAT IVO	2	00	73	Euro 0,76 L. 1.467	Euro 0,43 L. 840	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
2	26	399	-	SEMINAT IVO	2	29	46	Euro 30,58 L. 59.215	Euro 17,50 L. 33.879	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
3	26	400	-	SEMINAT IVO	2	28	02	Euro 29,09 L. 56.320	Euro 16,64 L. 32.223	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
4	26	401	-	SEMINAT IVO	2	07	79	Euro 8,09 L. 15.658	Euro 4,63 L. 8.959	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
5	26	402	-	SEMINAT IVO	2	14	26	Euro 14,80 L. 28.663	Euro 8,47 L. 16.399	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
6	26	403	-	SEMINAT IVO	2	68	80	Euro 71,42 L. 138.288	Euro 40,86 L. 79.120	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	
7	26	404	-	SEMINAT IVO	2	14	74	Euro 15,30 L. 29.627	Euro 8,75 L. 16.951	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)	

COPIA NON COMMERCIALIZZABILE (art. 9 del D.P.R. 10 luglio 1991 n. 305) - PNSCLD

Visura per soggetto
limitata ad un comune

Situazione degli atti informatizzati al 04/09/2009

N.	SEMINATIVO	2	02	19	BAIA	Euro 2,27 L. 4.402	Euro 1,30 L. 2.519	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)
8	-	2	62	72	BAIA	Euro 66,73 L. 129.203	Euro 37,25 L. 72.128	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)
9	-	2	68	44	BAIA	Euro 179,20 L. 346.986	Euro 100,04 L. 193.706	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)
10	-	2	08	71	BAIA	Euro 115,66 L. 223.943	Euro 64,57 L. 125.017	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)
11	-	2	13	15	BAIA	Euro 13,99 L. 27.089	Euro 7,81 L. 15.123	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)
12	-	2	13	17	BAIA	Euro 14,01 L. 27.130	Euro 7,82 L. 15.146	FRAZIONAMENTO del 02/07/2001 n. 190456 .1/2001 in atti dal 02/07/2001 (protocollo n. 190456)

Totale: Superficie 05.32.18 Redditi: Dominicale Euro 561,90 Agrario Euro 316,07

Intestazione degli immobili indicati al n. 2

N.	DATI ANAGRAFICI	CODICE FISCALE	DIRITTI E ONERI REALI
1	MERCURIO CENTER S.R.L. con sede in BOLOGNA ISTRUMENTO (ATTO PUBBLICO) del 09/10/2002 Trascrizione n. 34627 .1/2002 in atti dal 30/10/2002 Repertorio n. 32696 Rogante: MERONE RITA Sede: BOLOGNA FUSIONE DI SOCIETA' PER INCORPORAZIONE	02196911206	(1) Proprietà per 1/1

Totale Generale: Superficie 08.05.18 Redditi: Dominicale Euro 848,83 Agrario Euro 478,20

Rilasciata da: Servizio Telematico

PROPOSTA DI ACQUISTO IMMOBILIARE

La Società Mercurio Center Srl con sede legale in Bologna via Albertoni, 3 cod. fisc. e P.I. 02196911206, rappresentata in questo atto dal proprio legale rappresentante Dott.ssa Francesca Pavirani di seguito denominata Proponente per sé, persona o società che si riserva di nominare fino al momento della stipula notarile, con la presente proposta,

PROMETTE DI ACQUISTARE

Dal Sig Luigi Merighi nella Sua qualità di proprietario, residente in Bentivoglio via Marconi n.68 al quale è rivolta la presente proposta, di seguito denominata anche "parte promittente venditrice", a corpo e non a misura, gli immobili sotto descritti, alle condizioni di seguito indicate:

1) DESCRIZIONE IMMOBILI

Proprietà attuale: Luigi Merighi.

A) porzione di più ampio lotto di terreno ubicato nel Comune di Bentivoglio (BO), dell'estensione complessiva di circa mq. 3.500, sul quale il PSC approvato il 29 agosto 2011 dal Comune di Bentivoglio individua l'area come "Ambito di alta vocazione produttiva agricola AVP",

confinante con

B) terreno di proprietà della parte Venditrice sul quale il PSC approvato il 29 agosto 2011 dal Comune di Bentivoglio individua l'area come "Ambito di potenziale localizzazione di nuovi insediamenti urbani ANS-C Ambito 10 (art. 24.2 del PSC).

Il tutto comunque, meglio identificato nelle planimetrie allegate alla presente proposta sotto la lettera "A" affinché ne facciano parte integrante e sostanziale, nelle quali le unità immobiliari in oggetto sono perimetrare rispettivamente: proprietà Mercurio Center s.r.l. con colore rosso, proprietà Luigi Merighi con colore blu.

La parte proponente intende, con la presente proposta irrevocabile, acquisire il lotto su indicato al fine di potere proporre lo spostamento della rotatoria così come attualmente prevista nel PSC, in modo da non interferire con l'area di

proprietà dello stesso Sig. Luigi Merighi situata a nord della via Marconi (SP 44). Tale area è priva di capacità edificatoria. Restano a carico di parte proponente tutti gli oneri per il frazionamento e per quant'altro richiesto dall'Amministrazione Comunale in sede di attuazione dell'intervento immobiliare che la Mercurio Center intende realizzare.

2) PREZZO OFFERTO E CONDIZIONI DI PAGAMENTO

Il prezzo offerto per il lotto circa è di Euro ,00/mq per ogni mq di superficie territoriale, e pertanto € 3000,00 oltre imposte di legge con le seguenti modalità:

a- quanto a € 500,00 (CINQUE CENTO / 100) mediante assegno Bancario non trasferibile, intestato al venditore, a titolo di caparra confirmatoria ai sensi dell'art. 1385 cod. civ alla sottoscrizione del contratto preliminare di vendita, riproduttivo del contratto che verrà concluso con l'accettazione della presente proposta, da effettuarsi tramite atto notarile a ministero di un notaio scelto dalla parte promissaria acquirente, entro e non oltre il giorno 31/12/2016

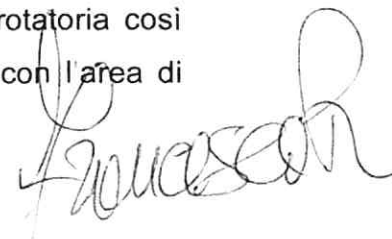
b- quanto ai restanti € 2500,00 (DUEMILA CINQUE CENTO / 100) oltre imposte di legge a titolo di saldo prezzo contestualmente alla stipula notarile dell'immobile sopra descritto da effettuarsi entro il 31/12/2017 a ministero del notaio scelto dalla parte promissaria acquirente.

La presente compravendita è soggetta a imposte come per legge, pertanto ai valori sopra indicati andrà aggiunta l'imposta relativa.

Ogni spesa, imposta o tassa inerente l'acquisto sarà a carico del Proponente escluse solamente quelle che per legge restano a carico del Venditore.

3) GARANZIE

Gli immobili in oggetto, al momento del rogito notarile, dovranno essere liberi da oneri e pesi, trascrizioni pregiudizievoli, pignoramenti, iscrizioni ipotecarie, privilegi anche fiscali, nonché dovranno essere liberi da persone e cose e da vincoli locativi ed essere libero da ogni materiale inquinante anche nel sottosuolo.



4) TERMINE DI IRREVOCABILITA' DELLA PROPOSTA

La presente proposta è irrevocabile per un periodo di 5 giorni dalla firma della presente ed in caso di mancata accettazione da parte del Venditore entro tale termine essenziale e non procrastinabile, essa perderà ogni efficacia escludendo penalità o riverse per la richiesta di danni.

La revoca da parte mia della presente proposta prima dei termini di cui al precedente punto, comporterà a mio carico la perdita dell'importo di cui al punto 2) lettera a), così pure nel caso di mia indisponibilità a sottoscrivere il contratto preliminare o l'Atto di trasferimento del bene. In tali ipotesi non avrò diritto a richiedere la restituzione dell'assegno che potrà pertanto essere incassato dalla parte promettente venditrice, escludendo con ciò qualsiasi ulteriore onere nei confronti del medesimo.

5) CLAUSOLA SOSPENSIVA

La presente proposta, divenuta a tutti gli effetti efficace tra le Parti a seguito dell'accettazione da parte della venditrice, è sospensivamente condizionata sino alla chiusura dell'iter amministrativo relativo al bando per il POC, che il Comune ha pubblicato 14 luglio 2016, per la individuazione dei soggetti aggiudicatari dei diritti edificatori, e presumibilmente, per un periodo di 360 giorni dalla firma della presente.

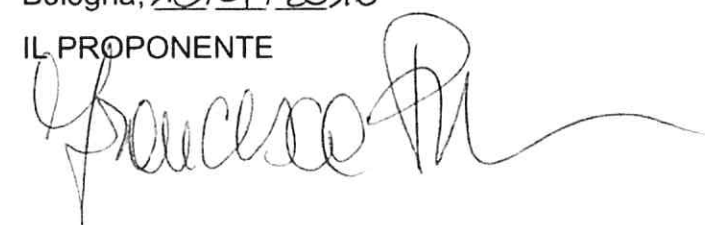
Nel caso in cui entro il termine di cui sopra non sia stato definitivamente approvato il POC sarà facoltà della Mercurio Center procedere ugualmente all'acquisto dell'area di cui alla presente; in caso contrario, la presente dovrà intendersi priva di efficacia e la caparra confirmatoria dovrà essere restituita senza interessi entro 15 giorni.

Nel caso in cui entro il termine di cui sopra il POC sia approvato, e la Mercurio Center risulti assegnataria dei diritti edificatori, la presente scrittura mantiene la sua efficacia, il trasferimento dell'area dovrà essere effettuato entro 30 giorni e il prezzo convenuto dovrà essere contestualmente saldato.

Letto, confermato e sottoscritto,

Bologna, 15/01/2016

IL PROPONENTE



LA PARTE PROMITTENTE VENDITRICE PER ACCETTAZIONE

Le parti dichiarano di aver esaminato tutte le clausole della presente scrittura approvando specificatamente ai sensi dell'art. 1341 e 1342 cod. civ. gli articoli: 2 (prezzo e condizioni di pagamento, stato dell'immobile), 3 (garanzie), 4 (termine di irrevocabilità della proposta), 5 (clausola sospensiva).

Letto, confermato e sottoscritto.

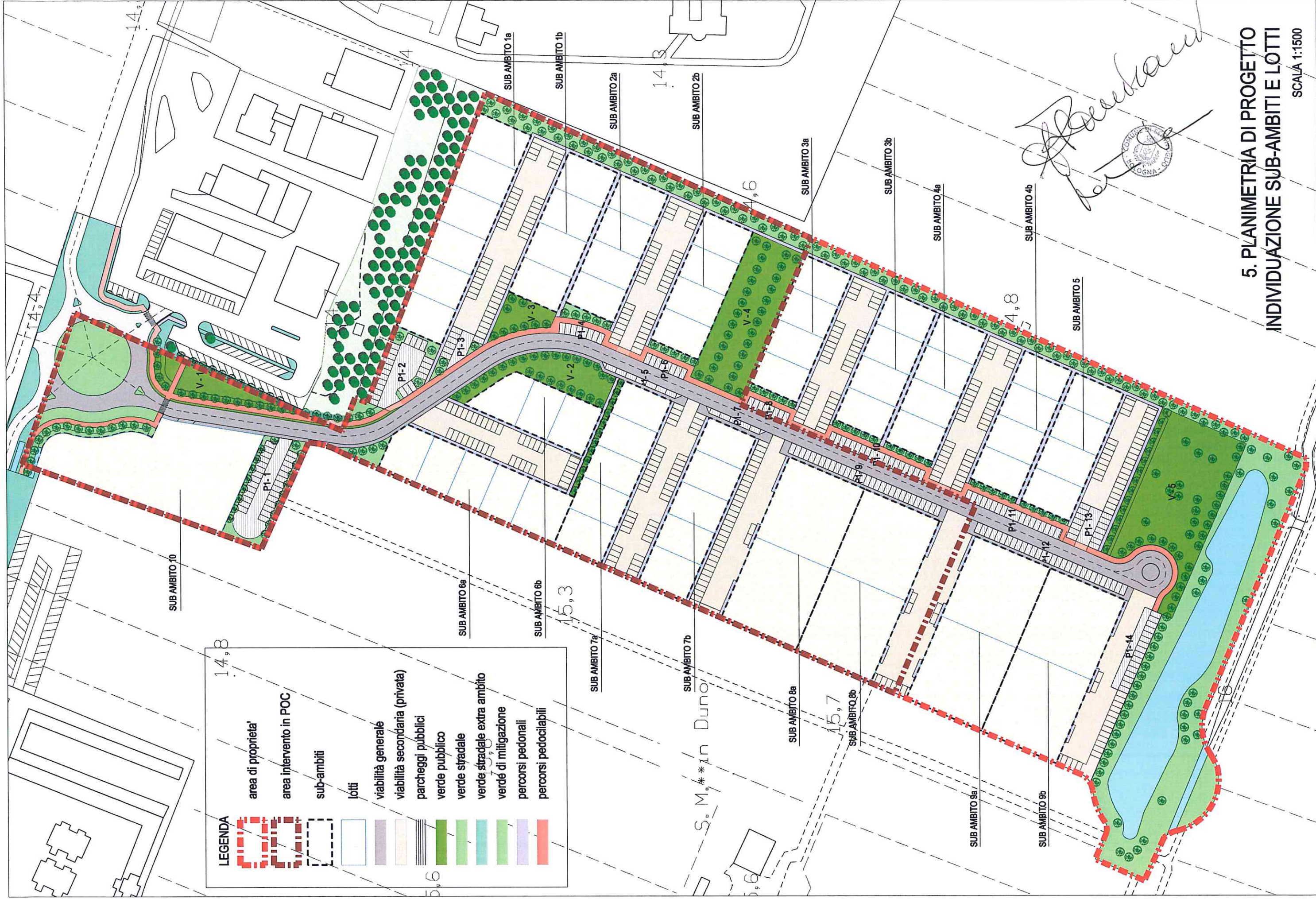
Bologna, 15/01/2016

IL PROPONENTE



LA PARTE PROMITTENTE VENDITRICE





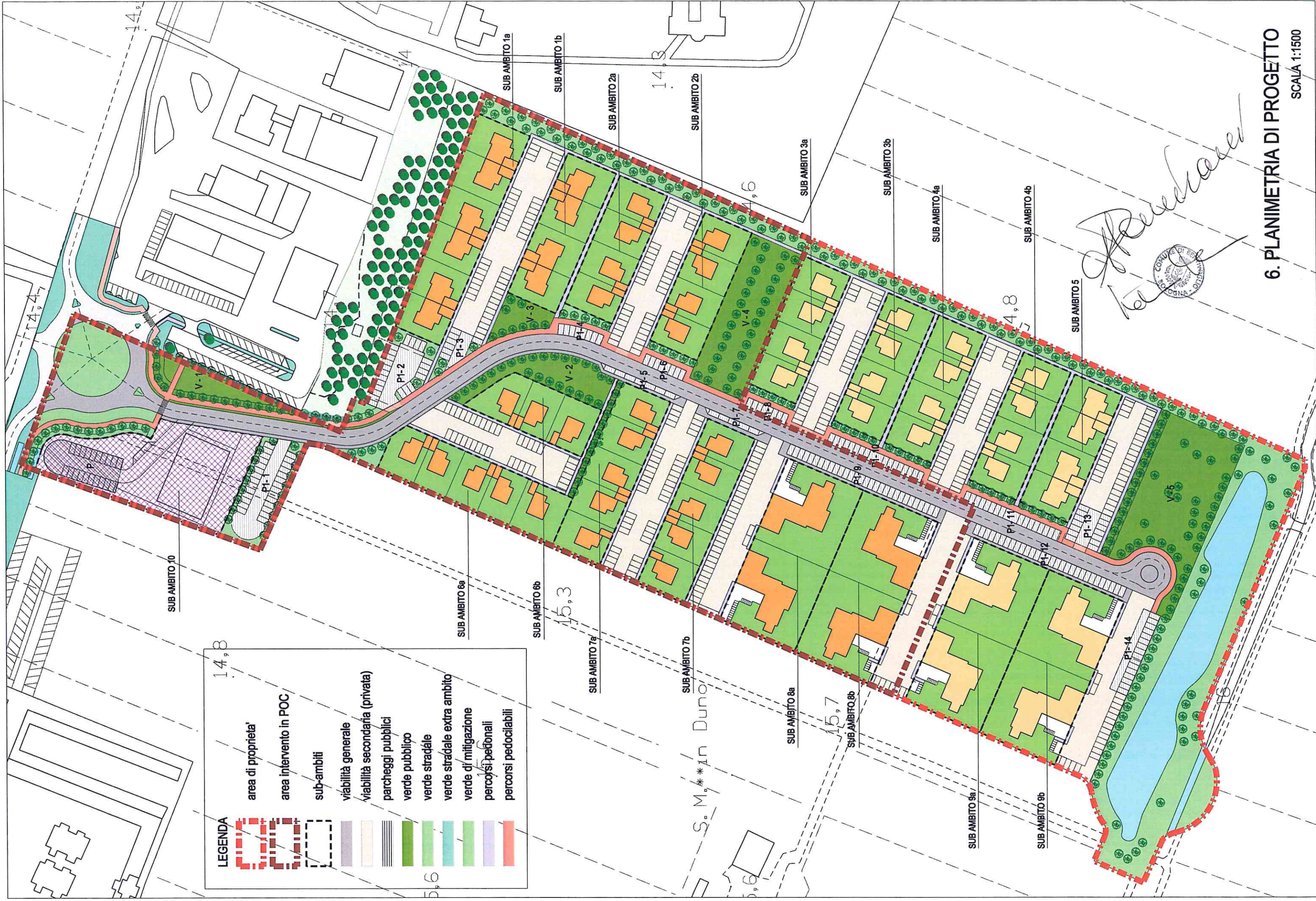
LEGENDA

	area di proprietà
	area intervento in POC
	sub-ambiti
	lotti
	viabilità generale
	viabilità secondaria (privata)
	parcheggi pubblici
	verde pubblico
	verde stradale
	verde stradale extra ambito
	verde di mitigazione
	percorsi pedonali
	percorsi pedociclabili

Handwritten signature

**5. PLANIMETRIA DI PROGETTO
INDIVIDUAZIONE SUB-AMBITI E LOTTI**

SCALA 1:1500

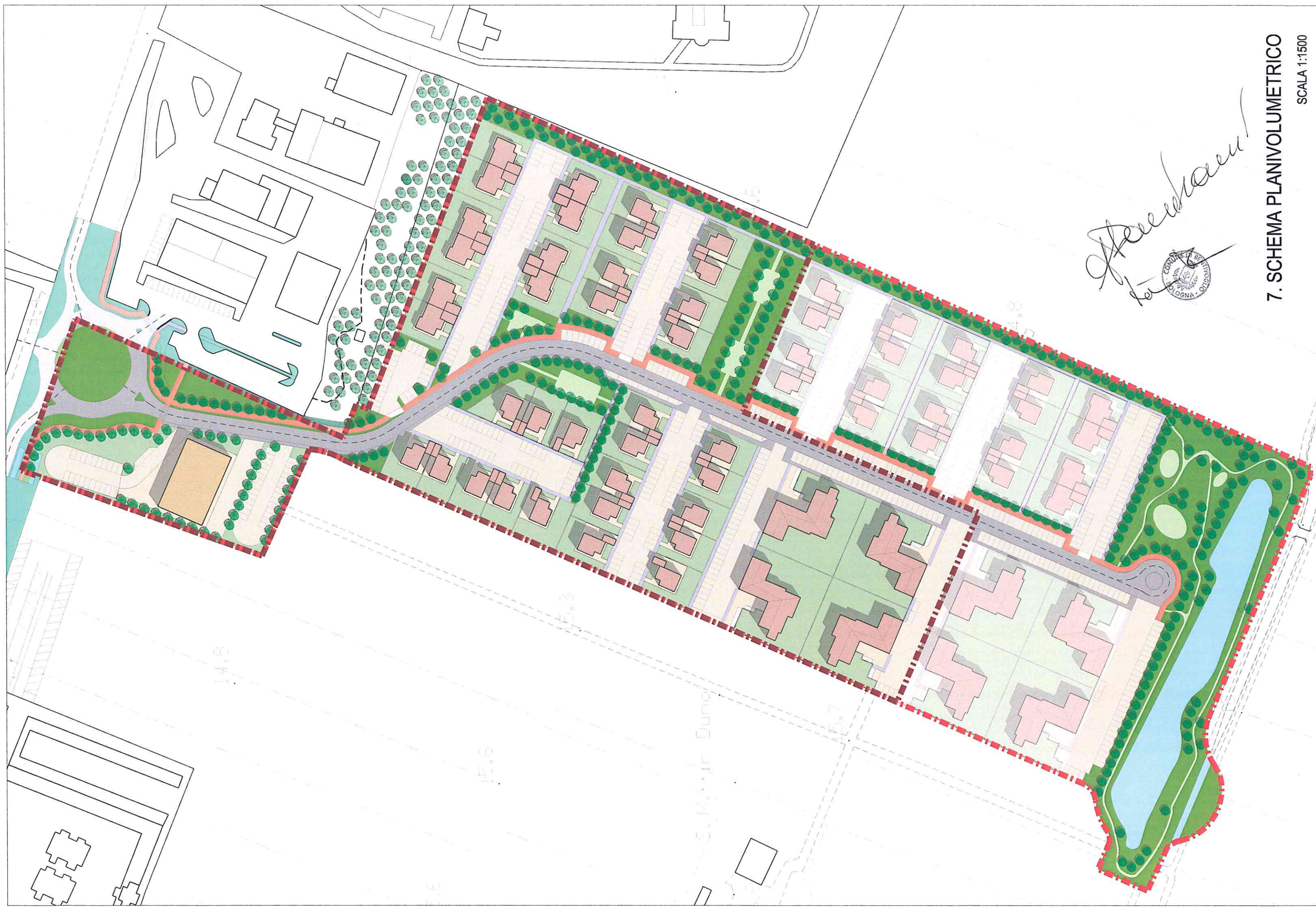


LEGENDA

- area di proprietà
- area intervento in POC
- sub-ambiti
- viabilità generale
- viabilità secondaria (privata)
- parcheggi pubblici
- verde pubblico
- verde stradale
- verde stradale extra ambito
- verde di mitigazione
- percorsi pedonali
- percorsi pedociclabili

Handwritten signature

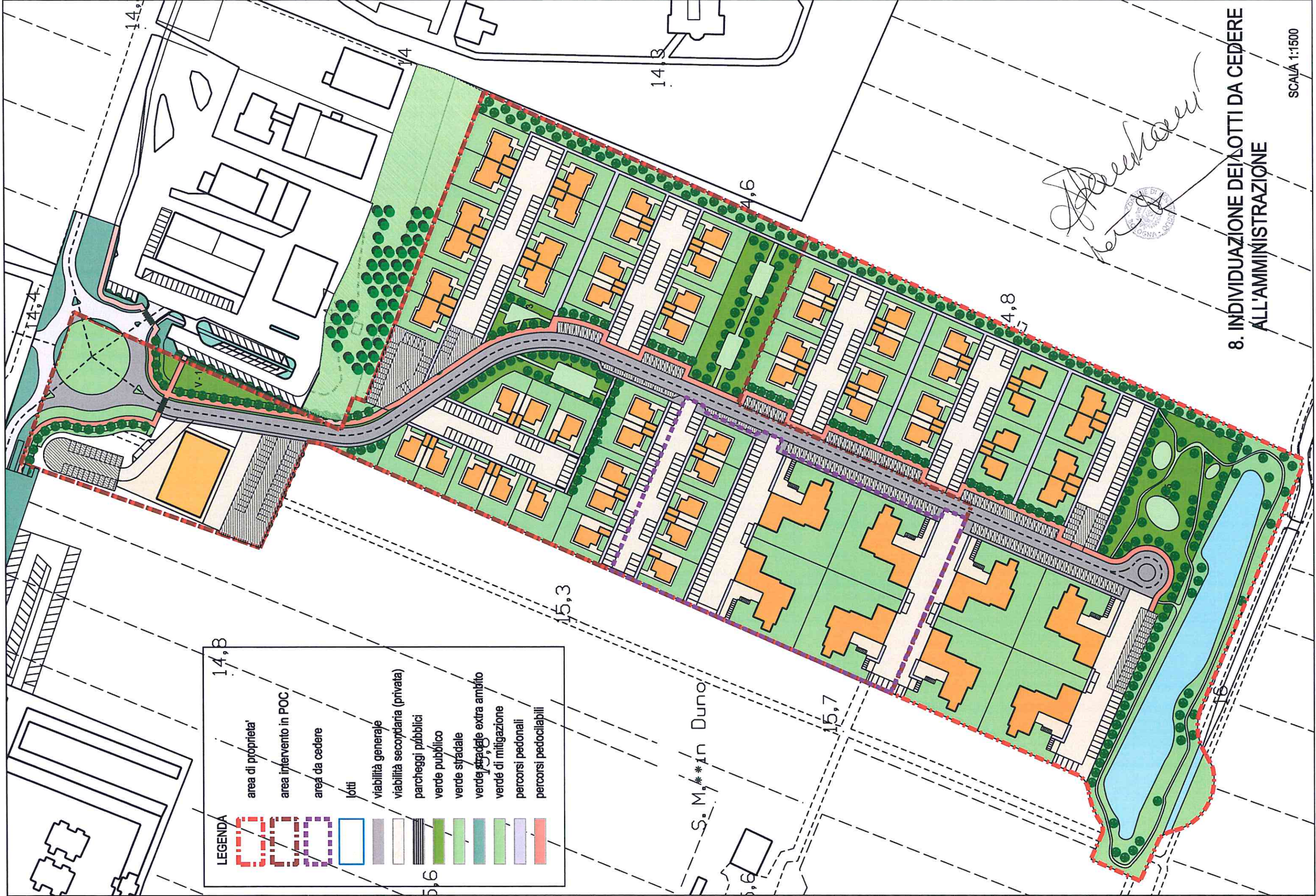
6. PLANIMETRIA DI PROGETTO
 SCALA 1:1500



Architect's signature



7. SCHEMA PLANIVOLUMETRICO
SCALA 1:1500



LEGENDA

	area di proprietà
	area intervento in POC
	area da cedere
	lotti
	viabilità generale
	viabilità secondaria (privata)
	parcheggi pubblici
	verde pubblico
	verde stradale
	verde stradale extra ambito
	verde di mitigazione
	percorsi pedonali
	percorsi pedociclabili

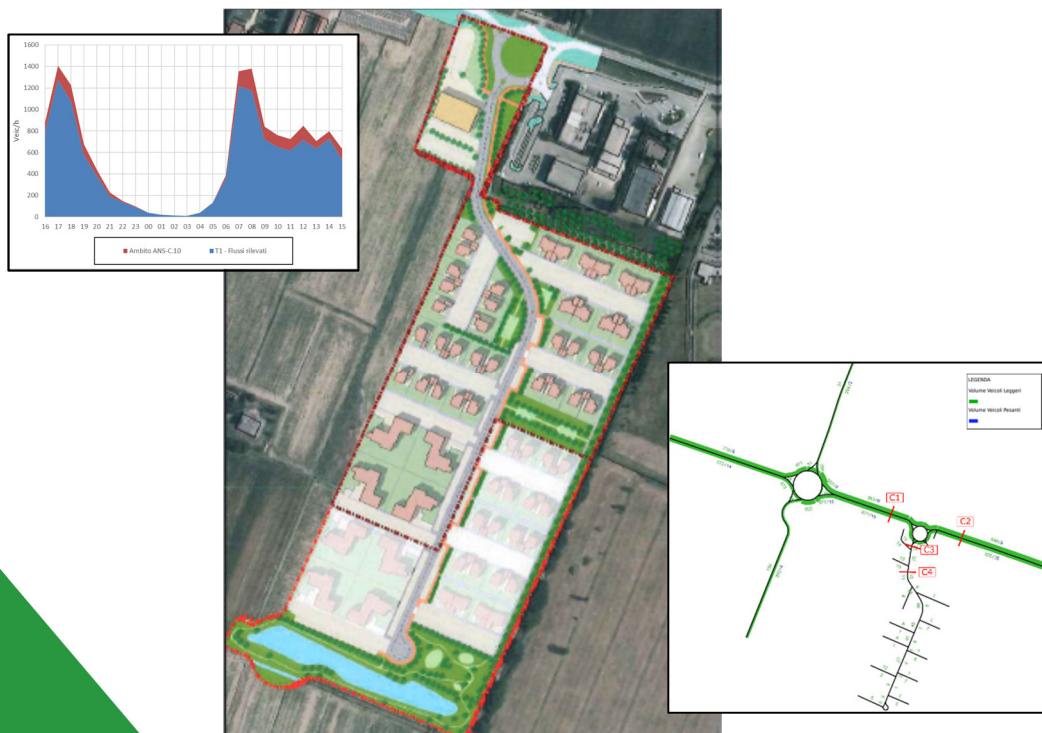
Handwritten signature



8. INDIVIDUAZIONE DEI LOTTI DA CEDERE ALL'AMMINISTRAZIONE

SCALA 1:1500

RICHIESTA DI INSERIMENTO DELL'AMBITO ANS-C.10 NEL PRIMO POC DEL COMUNE DI BENTIVOGLIO



Studio del traffico

Committente:
MERCURIO CENTER S.r.l.

Gruppo di lavoro:
Dott. Ing. Francesco Mazza
(coordinatore)

Dott. Ing. Giacomo Nonino
Dott. Ing. Francesco Paolo Nanni Costa



 **AIRIS**
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE

www.airis.it

INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	DESCRIZIONE DELLA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO E DEI FLUSSI DI TRAFFICO ATTUALI	2
2.1	<i>CARATTERIZZAZIONE DELL'ASSETTO VIARIO DI RIFERIMENTO</i>	<i>2</i>
2.2	<i>I RILIEVI DI TRAFFICO</i>	<i>4</i>
2.3	<i>I FLUSSI DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE NELLO SCENARIO ATTUALE.....</i>	<i>6</i>
2.4	<i>I PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO ATTUALE</i>	<i>9</i>
2.5	<i>ACCESSIBILITÀ ALL'AREA D'INDAGINE NELLO SCENARIO ATTUALE</i>	<i>11</i>
3	ELEMENTI PRICIPALI DELLA PROPOSTA DI PROGETTO E STIMA DEI FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI NELLO SCENARIO FUTURO.....	14
3.1	<i>CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA PROPOSTA DI PROGETTO AI FINI DELLO STUDIO DEL TRAFFICO</i>	<i>14</i>
3.2	<i>STIMA DEI FLUSSI DI TRAFFICO NELLO SCENARIO FUTURO.....</i>	<i>17</i>
4	LO SCENARIO FUTURO DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE	20
4.1	<i>I FLUSSI DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE NELLO SCENARIO FUTURO</i>	<i>20</i>
4.2	<i>I PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO FUTURO.....</i>	<i>25</i>
4.3	<i>CONFRONTO CON L'ATTUALE E VALUTAZIONE DEI PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO FUTURO</i>	<i>26</i>
5	LA VERIFICA DELL'EFFICIENZA DELLA NUOVA INTERSEZIONE A ROTATORIA DI ACCESSO ALL'AMBITO ANS-C.10 NELLO SCENARIO DI PROGETTO	31
5.1	<i>CONFIGURAZIONE DELLA NUOVA INTERSEZIONE A ROTATORIA DI ACCESSO ALL'AMBITO ANS-C.10 NELLO SCENARIO DI PROGETTO</i>	<i>33</i>
6	SINTESI E CONCLUSIONI.....	37

ALLEGATO 1: Rilievi del traffico

1 PREMESSA

Il contenuto di questo Studio del traffico è finalizzato alla valutazione degli effetti sulla mobilità indotti dall'attuazione del nuovo ambito a destinazione prevalentemente residenziale ANS-C.10, nel territorio del comune di Bentivoglio, provincia di Bologna.

L'analisi vedrà la valutazione della proposta di progetto rispetto alla condizione ante operam, con la quantificazione degli effetti potenziali da parte dell'intervento in termini di variazione dei volumi di traffico veicolare sulla rete stradale.

Il percorso svolto per l'analisi è stato il seguente:

- *ricostruzione delle caratteristiche della rete stradale di riferimento* oggetto di studio, svolta attraverso una ricognizione della situazione attuale al fine di caratterizzare gli archi della rete di riferimento per l'ambito in esame;
- *rilievo del traffico presente nella situazione attuale*, attraverso il conteggio dei flussi di traffico transitati sulle principali sezioni stradali, e in alcune intersezioni, della rete interessata dal progetto; tale campagna di monitoraggio ha consentito di ottenere informazioni complete sui transiti in un giorno feriale di riferimento ai fini della taratura del modello di simulazione del traffico;
- ricostruzione dell'andamento del traffico sui rami del grafo della viabilità per l'ora di punta di un giorno medio settimanale ante operam - **Scenario attuale**-, sia come distribuzione sugli archi della rete che come tipologia di veicoli (leggeri, pesanti), ottenuta attraverso l'impiego di uno specifico modello di simulazione, con l'assegnazione della matrice della domanda attuale, desunta dalle elaborazioni dei dati ottenuti dai rilievi effettuati, alla rete attuale; il modello di simulazione è poi stato calibrato sulla base dei rilievi diretti effettuati;
- stima del traffico nello **Scenario futuro** indotto dall'attuazione della proposta di progetto presentato per l'ambito ANS-C.10;
- simulazione dello **Scenario futuro** di valutazione, nel giorno feriale, che tiene conto delle modifiche alla rete attuale introdotte dal progetto in particolare riguardo:
 - introduzione della rete stradale di distribuzione interna al comparto;
 - inserimento della nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi di accesso all'ambito ANS-C.10 e alla vicina area artigianale.
- **valutazione degli effetti** della realizzazione del progetto attraverso il confronto tra i flussi di traffico e tra i principali indicatori trasportistici per la rete stradale di riferimento nella situazione attuale e di progetto;
- infine, **valutazione dell'efficienza della nuova rotatoria di progetto**, con l'utilizzo di un modello di micro simulazione, determinandone il livello di servizio (LOS) nell'ora di punta del giorno di riferimento dello scenario di progetto.

I risultati ottenuti sono riportati nel dettaglio nei capitoli seguenti.

2 DESCRIZIONE DELLA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO E DEI FLUSSI DI TRAFFICO ATTUALI

2.1 CARATTERIZZAZIONE DELL'ASSETTO VIARIO DI RIFERIMENTO

L'ambito territoriale in cui si colloca la proposta di progetto è situato nel territorio comunale di Bentivoglio, in provincia di Bologna.

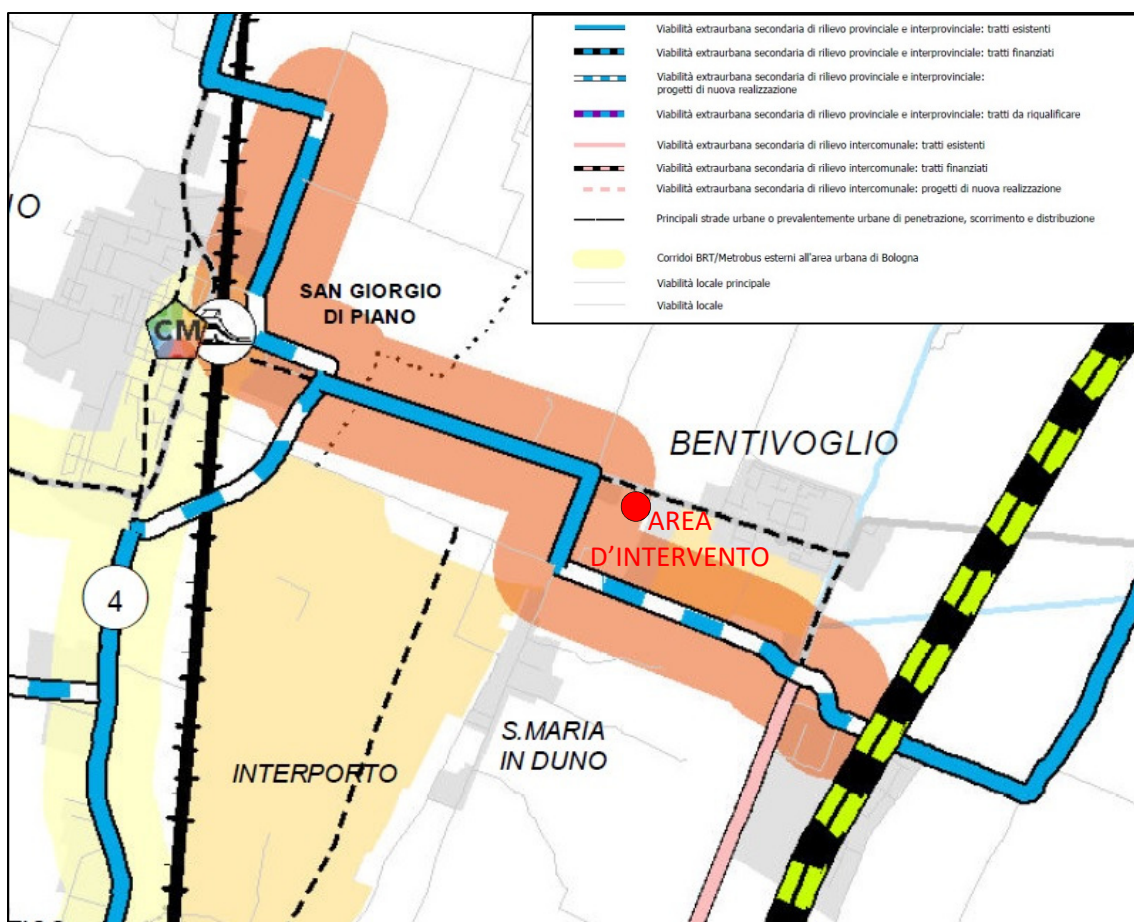
Nell'ambito oggetto di studio, la maglia della viabilità principale è costituita dalla Strada Provinciale S.P. n.44 via Marconi, asse stradale che costeggia il comparto a nord e sul quale sarà previsto il nuovo punto di accesso mediante intersezione a rotatoria all'ambito ANS-C.10.

La S.P. n.44 conduce ad est al centro abitato di Bentivoglio mentre ad ovest si connette mediante l'intersezione a rotatoria Margherita Hack a via Santa Maria in Duno, asse stradale con sviluppo nord- sud.

Img. 2.1 -- Corografia dell'area di studio



Img. 2.2 -- Stralcio cartografico dal Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (P.U.M.S.) della città metropolitana di Bologna, tavola 3A – Rete Stradale (adottato Novembre 2018)



La classificazione funzionale della rete stradale, presente all'interno del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (P.U.M.S.) adottato in data 27/11/2018, dal quale è presa l'immagine sopra esposta (tavola n.3A), mostra la gerarchia della rete e le tipologie di strade presenti sul territorio comunale della Città Metropolitana di Bologna.

La rete stradale che circonda il comparto d'analisi è composta da archi stradali appartenenti a diversi gruppi funzionali.

La S.P. n.44 che si sviluppa all'interno dell'abitato di Bentivoglio come via Marconi, strada sulla quale verrà connesso in nuovo comparto è classificata come "Principali strade urbane o prevalentemente urbane di penetrazione, scorrimento e penetrazione".

Ad ovest dell'intersezione a rotonda Margherita Hack la S.P. n.44 cambia classificazione e viene definita come "Viabilità extraurbana secondaria di rilievo provinciale e interprovinciale", stessa classificazione che viene associata al tratto di via Santa Maria in Duno a sud della rotonda.

Nelle previsioni di piano, si osserva come il territorio di Bentivoglio sia interessato da futuri interventi infrastrutturali, che andranno a connettere via Santa Maria in Duno con la S.P. n.45 attraverso un nuovo tratto stradale con sviluppo est-ovest, posizionato a sud del centro abitato. La realizzazione di tale intervento, si ipotizza avrà effetti positivi anche sul traffico

circolante sulla S.P. n.44, andando a sottrarre traffico veicolare, che ad oggi transita nell'abitato di Bentivoglio.

2.2 I RILIEVI DI TRAFFICO

Al fine di caratterizzare lo stato attuale del traffico sulla rete stradale, sono stati effettuati dei rilievi di traffico sulle strade di accesso all'ambito di progetto e sulle intersezioni ritenute importanti nella distribuzione dei flussi veicolari.

I rilievi eseguiti su sede stradale sono stati condotti mediante dispositivi automatici, nello specifico si è trattato di radar doppler Compact 1000 JR. I radar doppler sono stati installati ai lati della carreggiata in prossimità della segnaletica verticale e il monitoraggio ha avuto una durata di 24 ore e si è svolto nei giorni 15-16 Gennaio 2019.

La sezione di rilievo è la T1 – S.P. n.44 via Marconi, ad est dell'intersezione a rotatoria Margherita Hack, a doppio senso di marcia.

Al fine di caratterizzare lo stato del traffico sulla rete stradale e ottenere dati aggiornati per la costruzione di una matrice origine-destinazione dei flussi di traffico nelle principali intersezioni della rete, oltre ai conteggi alle sezioni, sono stati effettuati dei monitoraggi nelle ore di punta con il conteggio dei veicoli in svolta, suddivisi in leggeri e pesanti, per l'intersezione a rotatoria Margherita Hack tra via la S.P. n.44 e via Santa Maria in Duno.

Dai flussi della rotatoria è stata ricostruita la matrice degli spostamenti per l'intersezione per i periodi di punta nel giorno feriale.

La foto aerea dell'immagine seguente mostra la localizzazione delle postazioni di rilievo.

Img. 2.3 - Localizzazione della sezione di rilievo e dell'intersezione monitorata



La sezione T1 sulla S.P. n.44 via Marconi presenta flussi giornalieri per direzione pari a 6.094 v/h in direzione est e 6.036 v/h in direzione ovest. La quota di mezzi pesanti nelle 24 ore risulta essere pari al 1,7% in direzione est e al 3,2% in direzione ovest.

In riferimento ai periodi di punta, si osservano due fasce orarie nell'arco della giornata, una la mattina fra le 7 e le 9 e una la sera fra le 17 e le 19. La punta massima assoluta, come somma delle due direzioni si riscontra tra le 17 e le 18 con un totale di 1.275 v/h, mentre nel periodo della mattina si ha una punta massima relativa pari a 1.215 v/h tra le ore 7 e le 8.

Nella Tabella che segue, si riporta una sintesi dei dati di traffico ottenuti dai rilievi con radar doppler per il giorno feriale e nell'ora di punta della sera tra le ore 17 e le 18.

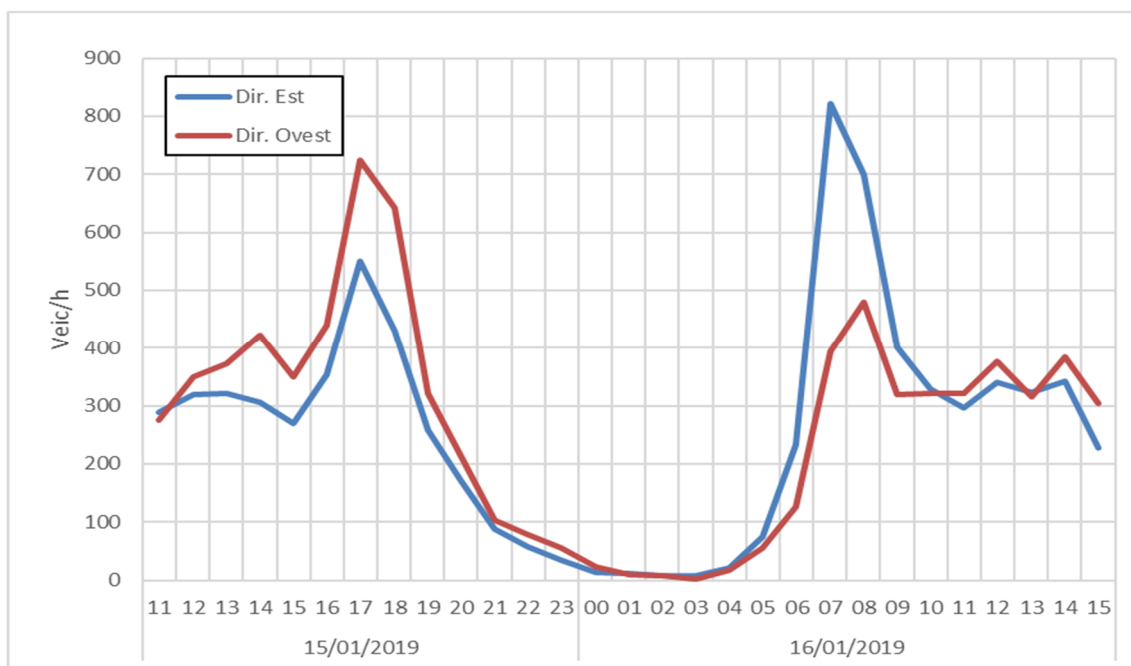
Tab. 2.1 – Flussi di traffico sugli assi della rete stradale di riferimento – situazione attuale giorno feriale – Ora di punta della sera (v/h) e flussi giornalieri

Sez.	Strada	Dir.	Ore 17-18			24 ore		
			Leg	Pes	Tot	Leg	Pes	Tot
T1	S.P. n.44 via Marconi	E	542	9	551	6.010	84	6.094
		W	709	15	724	5.886	150	6.036

Fonte: rilievi Airis Gennaio 2019

Nelle analisi che seguono, per le valutazioni sulla rete sono state assunte come riferimento i flussi dell'ora di punta della sera tra le ore 17 e le 18 che, come visto, è quella che presenta il maggior numero totale di veicoli in valore assoluto.

Graf. 2.1 - Distribuzione oraria dei flussi totali per direzione rilevati sulla sezione T1 sulla S.P. n.44 Via Marconi



In allegato si riportano le schede di rilievo per ciascuna sezione.

2.3 I FLUSSI DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE NELLO SCENARIO ATTUALE

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

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

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

1. è stato costruito un modello di simulazione di una sottorete del grafo della viabilità dell'area oggetto di studio, inserendovi tutti gli archi stradali che compongono la rete di riferimento allo stato attuale. Per costruire il modello di simulazioni si è utilizzato il Modello VISUM, della PTV System, in grado di simulare in modo sufficientemente approssimato i parametri che governano l'assegnazione del traffico alla rete stradale, tenendo conto delle caratteristiche dei diversi rami e delle intersezioni tra questi;
2. sulla base dei rilievi effettuati, per lo scenario attuale, sono state stimate le matrici origine/destinazione, dei veicoli leggeri e dei pesanti, per le diverse direttrici individuate per la rete, riferite all'ora di punta della sera tra le ore 17 e le 18;
3. in ultimo è stata eseguita l'assegnazione delle matrici di domanda attuale alla rete, procedendo alla calibrazione dei flussi ottenuti dal modello rispetto a quelli rilevati sulle sezioni; e ottenendo i valori di riferimento del traffico sulla rete stradale che descrive lo stato attuale.

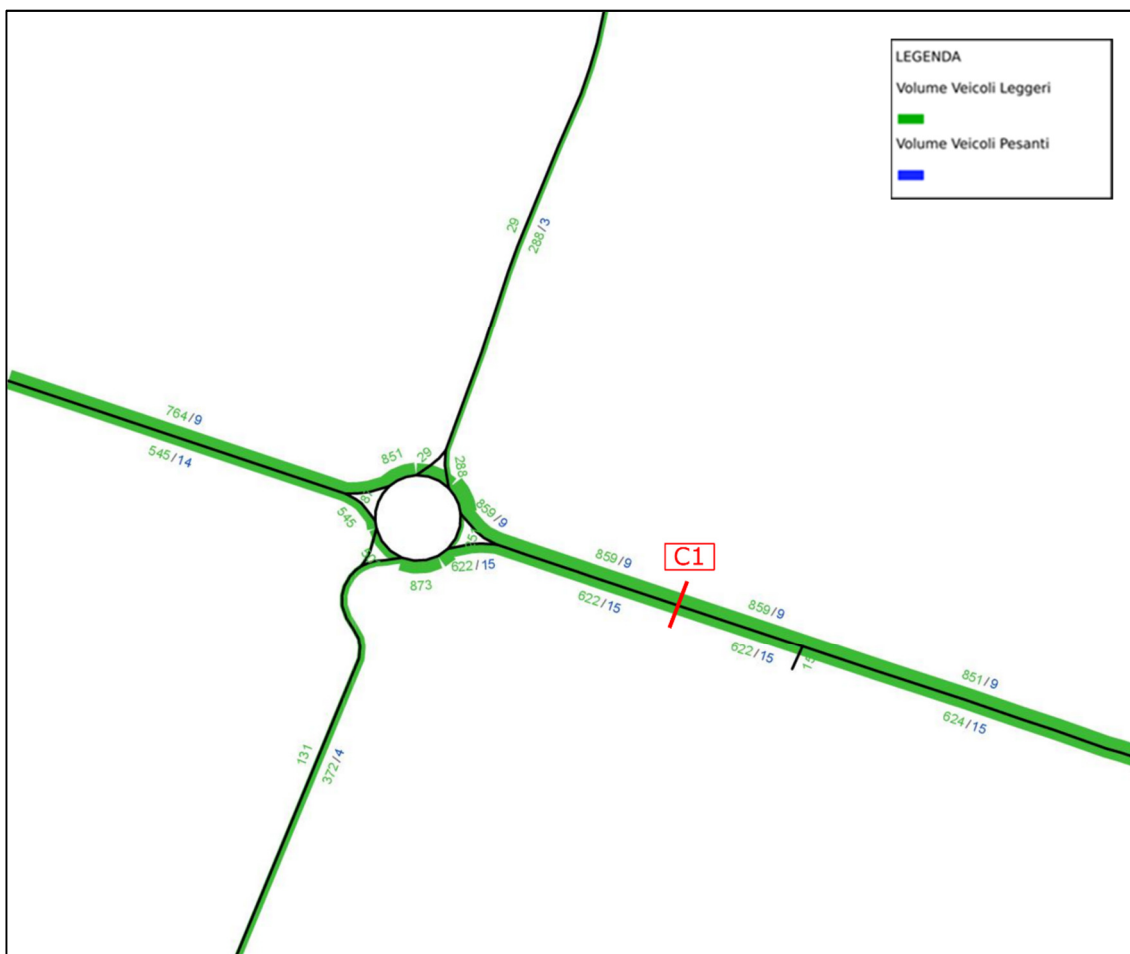
Prima di effettuare le simulazioni il modello è stato tarato utilizzando i dati rilevati con i radar e le telecamere. I due set di dati, ridondanti su alcune sezioni hanno permesso di verificare i rilievi stessi anche in ragione dei diversi margini d'errore appartenenti alle diverse strumentazioni di misure.

I risultati ottenuti dal modello di assegnazione della domanda attuale alla rete sono mostrati nel diagramma di flusso nell'immagine seguente, riferita all'ora di punta della sera (ore 17-18).

La rete è rappresentata con gli archi attivi e con il volume di traffico transitante su ciascun arco nell'ora, suddividendo i veicoli per tipologia in leggeri e pesanti.

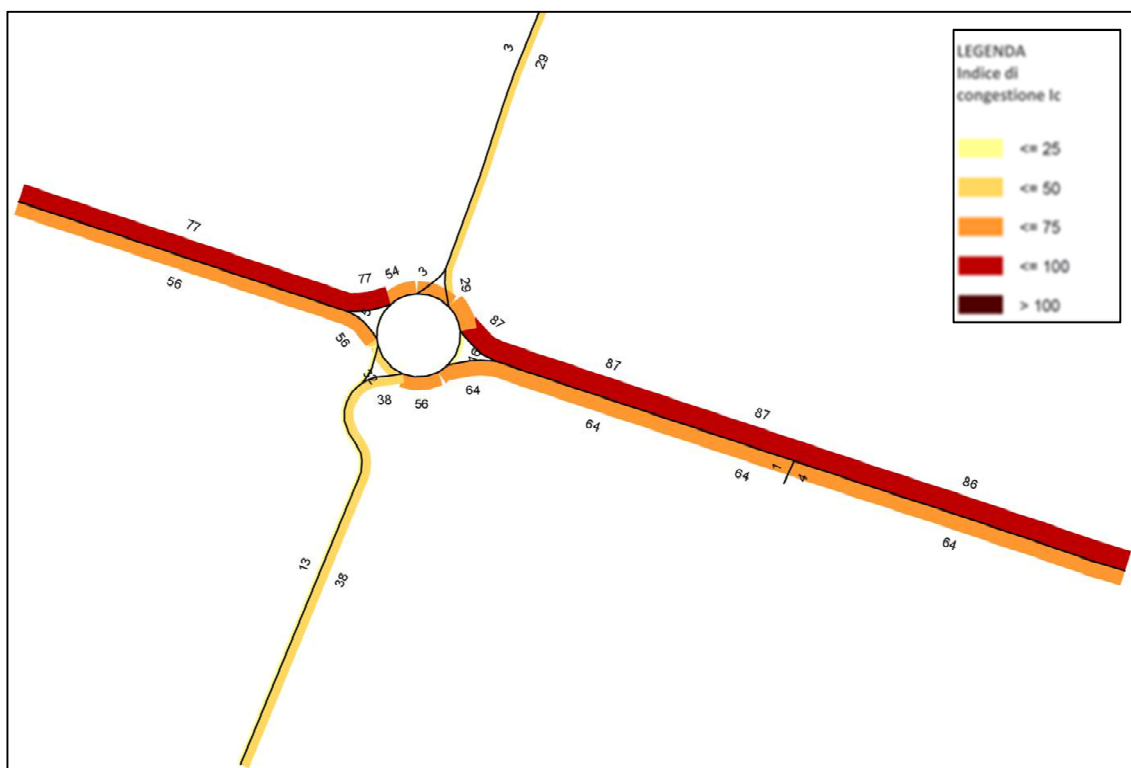
Le barre e i numeri di colore verde chiaro rappresentano i veicoli leggeri con spessore del tratto proporzionale al numero di veicoli; le barre e i numeri di colore blu rappresentano i veicoli pesanti.

Img. 2.4 - Flussi di traffico nello scenario attuale – ora di punta della sera



L'immagine che segue illustra la rappresentazione dell'Indice di congestione ricavato per l'ora di punta della sera, dal modello di assegnazione dello scenario attuale, su ogni arco del grafo interessato da flussi veicolari.

Img. 2.5 – Indice di congestione sugli archi della rete nello scenario attuale – ora di punta della sera



L'analisi dell'indice di congestione per la rete attuale mostra come non ci siano archi in stato di congestione ($I_c > 100$) e solo alcuni tratti della S.P. n 44 in direzione ovest risultino in stato di precongestione ($75 < I_c < 100$).

Sulla base delle caratteristiche dei flussi di traffico assegnati per lo scenario attuale, nell'ora di punta della sera, sono stati calcolati alcuni parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete stessa, utilizzabili come indicatori per il confronto con i risultati che verranno ottenuti nelle simulazioni dello scenario futuro.

Per effettuare la verifica degli effetti del progetto sulla circolazione dei veicoli nella rete, verranno infatti utilizzate due tipologie di parametri: la prima che descrive il traffico simulato su alcune sezioni di controllo poste nell'intorno dell'intervento; la seconda che descrive le "performance" trasportistiche della rete compresa nell'area di studio a partire da alcuni indicatori delle condizioni di circolazione nell'area.

Per avere una prima caratterizzazione del traffico simulato nello scenario attuale, da utilizzare per un confronto diretto con lo scenario futuro, sono state assunte come sezioni "di controllo" quelle utilizzate per i rilievi, poste sui principali archi della rete stradale nell'intorno del sito di intervento.

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

Tab. 2.2 – Valori di riferimento per lo scenario attuale - ora di punta della sera

Sez.	Strada	Dir.	Ore 17- 18		
			Leg	Pes	Tot
C1	S.P. n.44 via Marconi	E	622	15	637
		W	859	9	868

2.4 I PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO ATTUALE

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

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

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

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

Tab. 2.3 - Principali indicatori di performance del traffico sulla rete di riferimento nello scenario attuale - valori riferiti all'ora di punta della sera

Parametri	Unità di misura	Attuale
Lunghezza totale di rete attiva	km	4,2
Percorrenza totale	veicoli*km	2.058
Tempo totale di viaggio	ore	50
Percentuale di rete con $I_c > 100$	%	0,0%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c > 100$	%	0,0%
Percentuale di rete con $75 < I_c < 100$	%	24,9%
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < I_c < 100$	%	42,7%
Percentuale di rete con $I_c < 75$	%	75,1%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c < 75$	%	57,3%
Velocità media	km/h	47,3

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

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

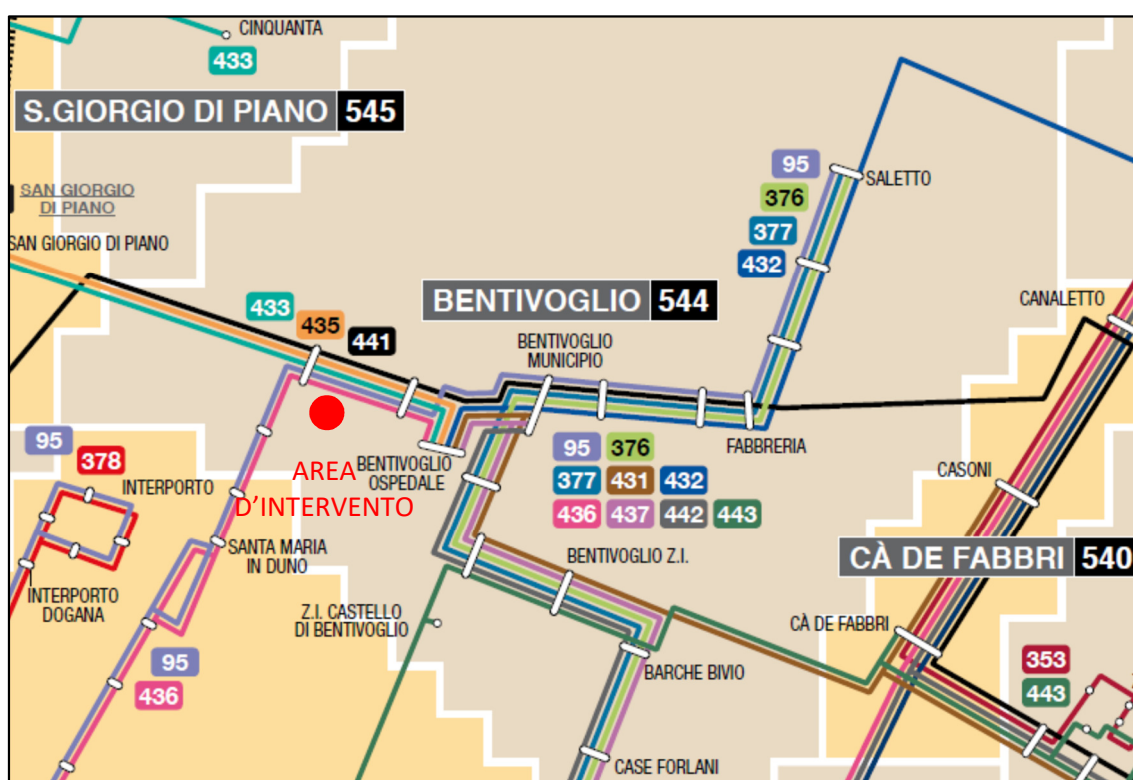
Questi valori verranno confrontati in un successivo paragrafo con quelli ottenuti per lo scenario di progetto.

2.5 ACCESSIBILITÀ ALL'AREA D'INDAGINE NELLO SCENARIO ATTUALE

L'accesso veicolare ai mezzi privati nell'area sede del nuovo comparto si avrà da un unico punto di accesso, posizionato sulla futura intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44; da tale ingresso sarà possibile raggiungere la vicina zona sede di attività terziarie e l'area residenziale contigua.

Per quanto riguarda i trasporti collettivi, la zona in cui è collocato l'intervento è servita dal trasporto pubblico su gomma suburbano ed extraurbano con le fermate più prossime al comparto situate sulla S.P. n.44.

Img. 2.6 – Stralcio cartografico dalle Mappe Zonali del trasporto pubblico suburbano ed extraurbano (fonte TPER Tavola 5A)



La linea 95 – (Bologna)- Funo- Centergross- Interporto-Bentivoglio- (Saletto) è una linea suburbana che collega Bologna con l'interporto di Bologna e la zona industriale Centergross.

La linea 442 – San Marino di Bentivoglio- Castel Maggiore è una linea extraurbana scolastica che svolge servizio nei solo giorni scolastici tra i comuni di Bentivoglio, Funo e Castel Maggiore.

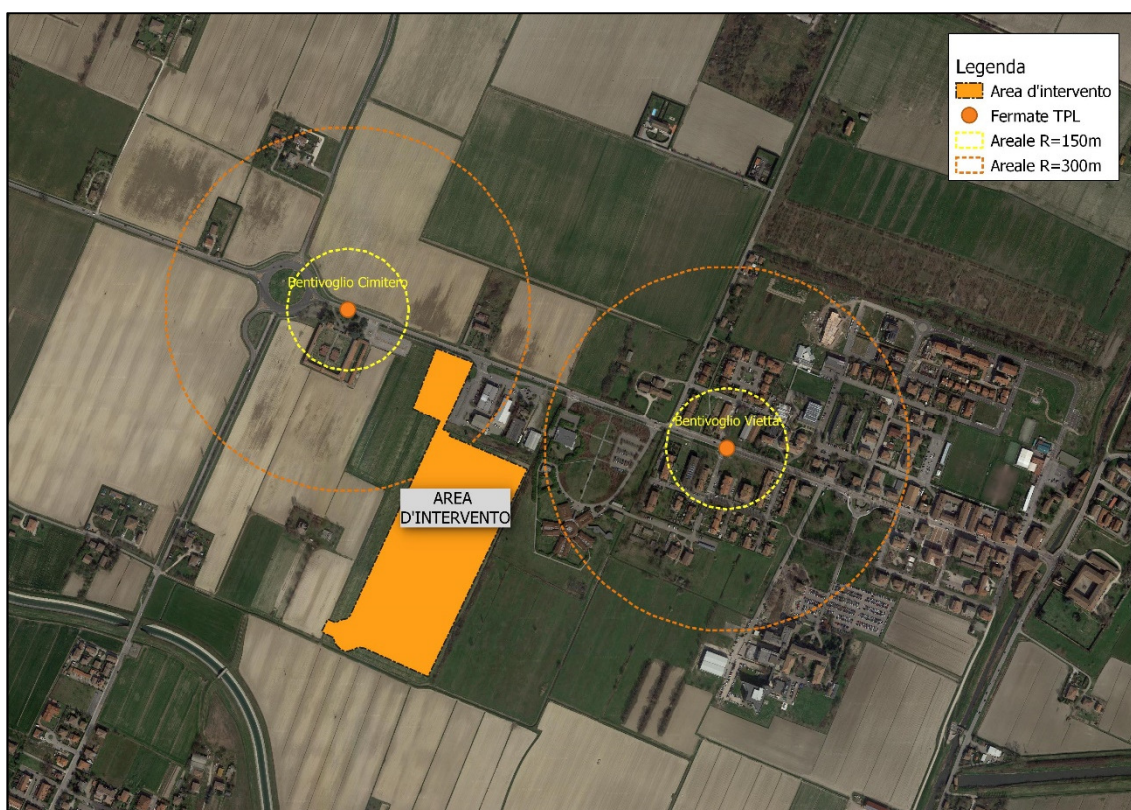
La linea PRONTOBUS 433 – Galliera- San Pietro in Casale- San Giorgio di Piano- Ospedale di Bentivoglio è una linea extraurbana, il tipo di servizio erogato è a chiamata su prenotazione, con orario e percorso predefinito.

La linea PRONTOBUS 435 – Pieve di Cento- Castello d'Argile- San Giorgio di Piano- Ospedale di Bentivoglio è una linea extraurbana, il tipo di servizio erogato è a chiamata su prenotazione, con orario e percorso predefinito.

La linea PRONTOBUS 436 – Castel Maggiore- Funo- Ospedale di Bentivoglio è una linea extraurbana, il tipo di servizio erogato è a chiamata su prenotazione, con orario e percorso predefinito.

L'immagine che segue presenta la localizzazione delle fermate del trasporto pubblico più prossime all'area sede del nuovo comparto, che sono Bentivoglio Cimitero e Bentivoglio Vietta; sono stati inoltre inseriti gli areali di raggio 150m e 300m per rendere più chiaro il grado di accessibilità della nuova struttura commerciale. Come si osserva l'ambito è parzialmente servito dalla fermata Bentivoglio Cimitero.

Img. 2.7 – Particolare fermate TPL e accesso all'area d'analisi

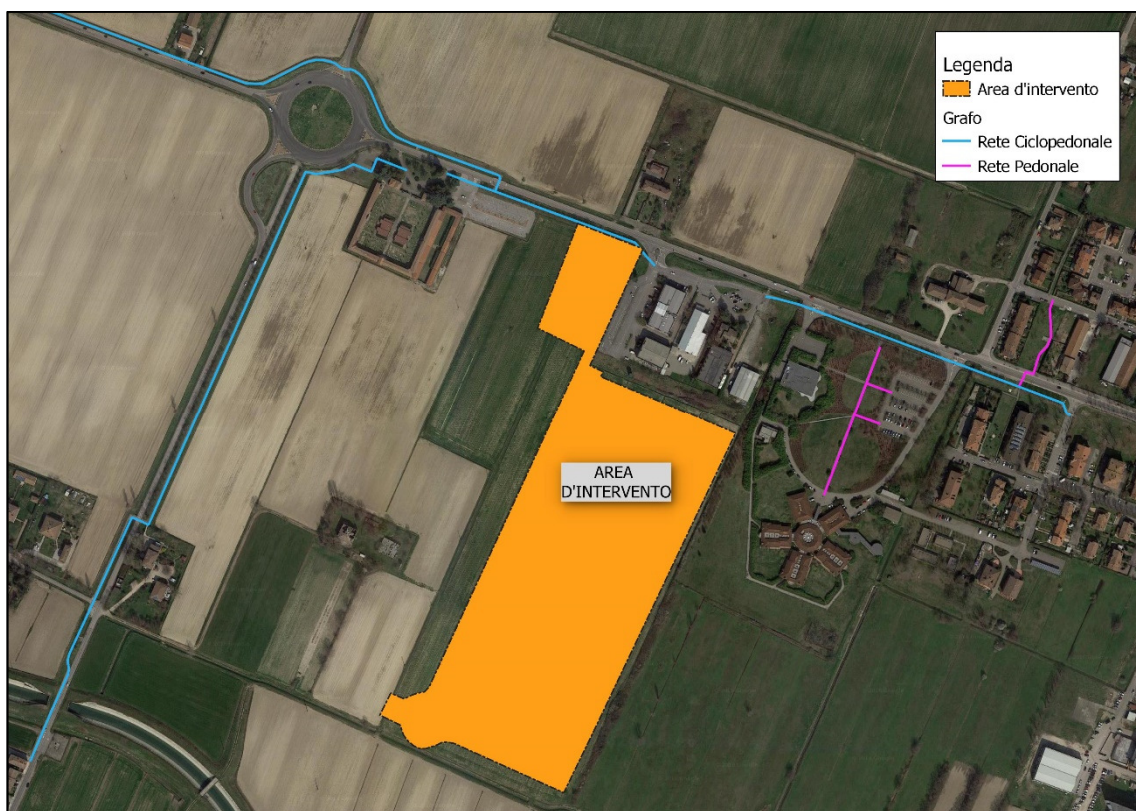


Per quanto riguarda la mobilità ciclabile l'immagine che segue mostra la collocazione del sito di intervento all'interno della rete ciclopedonale del comune di Bentivoglio.

Come si può vedere, la rete ciclopedonale esistente si sviluppa sugli archi maggiori come la S.P. n.44 e via Santa Maria in Duno con percorsi prevalentemente su sede separata; tale separazione è finalizzata a evitare interferenze tra i flussi veicolari e quelli ciclopedonali.

In via Marconi (S.P. n.44) il percorso ciclopedonale si sviluppa sul lato sud dell'asse stradale connettendo l'abitato di Bentivoglio con il cimitero, posto in prossimità della rotonda Margherita Hack.

Img. 2.8 – Rete ciclopedonale del comune di Bentivoglio (fonte OpenStreetMap)



3 ELEMENTI PRICIPALI DELLA PROPOSTA DI PROGETTO E STIMA DEI FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI NELLO SCENARIO FUTURO

3.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA PROPOSTA DI PROGETTO AI FINI DELLO STUDIO DEL TRAFFICO

La proposta urbanistica di progetto per l'ambito ANS-C.10 prevede l'insediamento di due diverse tipologie di attività all'interno dell'area, con una prevalenza della destinazione d'uso residenziale e una minoritaria di tipo terziaria e di servizio alla persona.

Il comparto, suddiviso in diciassette sub ambiti, vede per i primi sedici una destinazione d'uso residenziale con una superficie utile totale complessiva di 10.223 m² mentre il sub ambito 10 dedicato ad attività terziarie e di servizio alla persona presenta una superficie utile di 1.200 m².

I sub ambiti residenziali con fabbricati dall'altezza di massimo due piani e autorimessa privata prevedono un'offerta di sosta che risulta essere non inferiore a due posti auto per alloggio, globalmente i posti auto pertinenti per l'intero ambito risultano essere 4,42 per alloggio.

I parcheggi pubblici previsti risultano essere una quota significativa e disposti nelle aree P1, P2 e P3 disposti nella area nord del comparto, lungo lo sviluppo dell'arco stradale di distribuzione interna e in prossimità dell'area verde nella zona sud del comparto.

Lo schema di progetto urbanistico è presentato nell'immagine 3.1 che segue.

Il progetto insediativo intende valorizzare l'accessibilità ciclabile e pedonale all'intero comparto e, pertanto, prevede connessioni al tracciato della rete ciclabile oggi esistente. In particolare, i percorsi ciclabili e pedonali interni al comparto permettono di raggiungere tutti i sub ambiti residenziali nonché l'area sede delle attività terziarie situate in prossimità della futura rotatoria di accesso all'area.

I nuovi percorsi ciclopedonali su sede separata disposti in prossimità della nuova intersezione si sviluppano costeggiando l'anello giratorio con attraversamenti ciclopedonali in prossimità del ramo di accesso al comparto e al ramo di accesso alle vicine attività artigianali.

Dal punto di vista delle opere stradali, oltre alla realizzazione di tutto il sistema circolatorio interno con limite di velocità a 30km/h, gli aspetti più rilevanti previsti dalla proposta di progetto sono le seguenti:

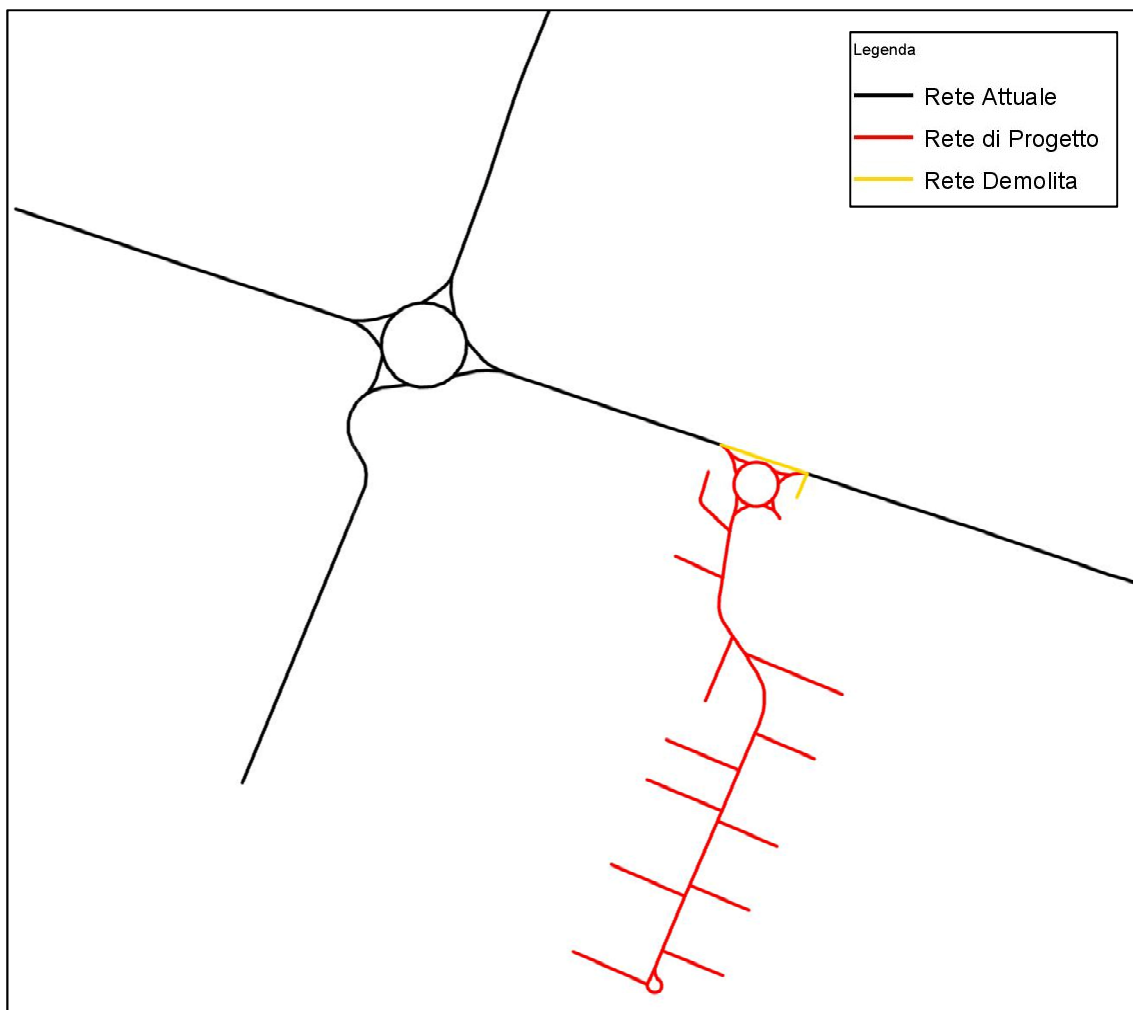
- l'inserimento di una nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi atta a garantire l'accessibilità al nuovo comparto e alle attività artigianali già esistenti situate ad est dell'area del comparto.

Il grafo della rete utilizzato per l'analisi della circolazione, riportato nell'immagine 3.2 che segue, mostra in colore nero gli archi della rete attuale, in rosso sono rappresentati i nuovi archi previsti dalla proposta di progetto e in colore giallo gli archi demoliti.

Img. 3.1 – Planimetria generale della proposta di progetto



Img. 3.2 – Grafo della rete negli scenari di riferimento



3.2 STIMA DEI FLUSSI DI TRAFFICO NELLO SCENARIO FUTURO

La costruzione di uno scenario futuro ha lo scopo di consentire la verifica degli effetti conseguenti l'attuazione della proposta di progetto nell'ambito di un quadro complessivo che tenga conto anche della situazione nell'area urbana in cui esso si inserisce.

In questo caso si assumerà che lo scenario futuro di riferimento sia costituito dal contesto esistente che sarà completato/modificato dalle previsioni del progetto urbanistico in analisi descritte nel precedente paragrafo.

Il calcolo del carico urbanistico e dei flussi di traffico generati e attratti nel nuovo scenario sono stati effettuati considerando il potenziale di attrazione delle attività di cui si prevede l'insediamento, sotto forma di movimenti giornalieri e nell'ora di punta, che abbiano come origine o destinazione tali attività.

In particolare, il calcolo è stato effettuato considerando un orizzonte temporale nel quale esso possa ritenersi attuato e gli effetti conseguenti stabilizzati, consentendo nello stesso tempo di ritenere accettabili le stime effettuate.

Il carico urbanistico complessivo è stato stimato a partire dalle previsioni insediative in termini di superfici che saranno destinate in parte ad uso residenziale e in parte allo svolgimento di attività terziarie e di servizio alla persona.

Per quanto riguarda i flussi di traffico generati e attratti, sulla base dei dati del carico urbanistico, utilizzando opportuni coefficienti rapportati alle diverse destinazioni d'uso, sono stati stimati gli spostamenti complessivi (utenti, addetti, conferitori-prelevatori), generati e attratti nel giorno medio di riferimento.

Successivamente, in relazione ai diversi soggetti ed alle motivazioni che stanno alla base dei loro spostamenti, sono stati introdotti opportuni coefficienti per tener conto della utilizzazione del mezzo privato rispetto agli altri mezzi di trasporto e dell'occupazione media del veicolo.

Nella stima del traffico veicolare indotto si è mantenuto uno standard alto nell'uso del mezzo privato sia per i residenti che per gli utenti ed addetti delle attività terziarie e di servizio alla persona, anche in ragione della limitata offerta del trasporto pubblico su gomma.

La tabella che segue mostra il risultato del carico urbanistico espresso in unità/giorno ottenuto dalle stime effettuate e i veicoli generati-attratti nel giorno medio di riferimento e nell'ora di punta serale.

Tab. 3.1 - Carico urbanistico e flussi di traffico per la nuova struttura commerciale prevista nello scenario futuro

	Carico urbanistico giornaliero (unità)					Veic./g	Veic./hp 17-18
	Residenti	Addetti	Utenti	Conf.-Prel.	TOT CU		
Residenziale	353	0	0	0	353	344	82
Terziario/Servizi alla persona	0	24	648	7	679	485	51
Totale	353	24	648	7	1.032	829	133

Complessivamente il carico urbanistico giornaliero stimato per tutte le attività interne al comparto, residenziali e terziarie/di servizio alla persona, previste per lo scenario futuro ammonta a circa 1.032 unità.

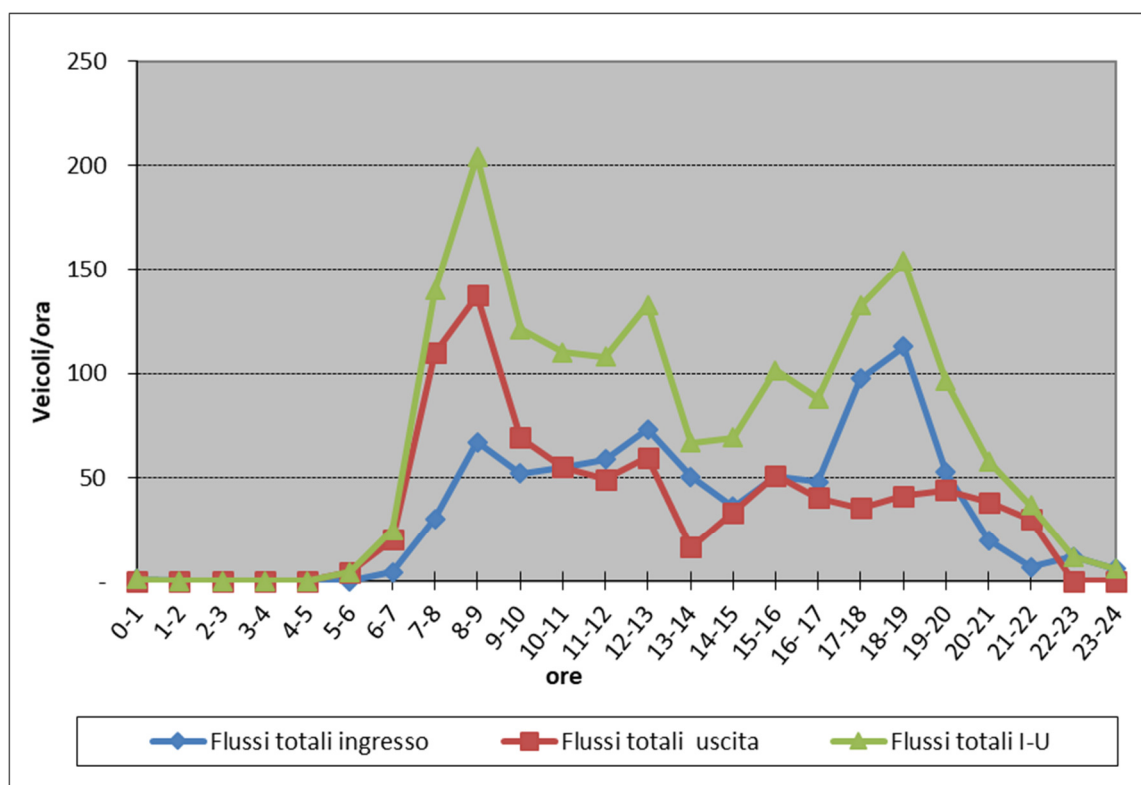
La stima dei flussi veicolari generati/attratti per questo scenario è pari a circa 829 v/g.

La distribuzione oraria nel giorno di riferimento mostra un andamento con fasce orarie di punta in ingresso e in uscita, tra le ore 7 e le 9 del mattino e tra le 17 e le 19 del pomeriggio-sera, con una punta assoluta alla mattina tra le ore 8 e le 9 di 204 v/h, di cui 114 v/h legati alle attività terziarie e 90 v/h ai residenti.

L'incidenza del traffico pesante nei flussi prodotti da queste strutture risulta nulla, si ipotizza che i conferitori/prelevatori a servizio delle attività terziarie e di servizio alla persona, utilizzino unicamente veicoli commerciali leggeri.

Nel grafico che segue viene mostrato l'andamento orario dei veicoli in ingresso e uscita dal comparto di progetto nello scenario futuro.

Grf. 3.1 - Distribuzione oraria dei flussi veicolari in ingresso-uscita dal comparto



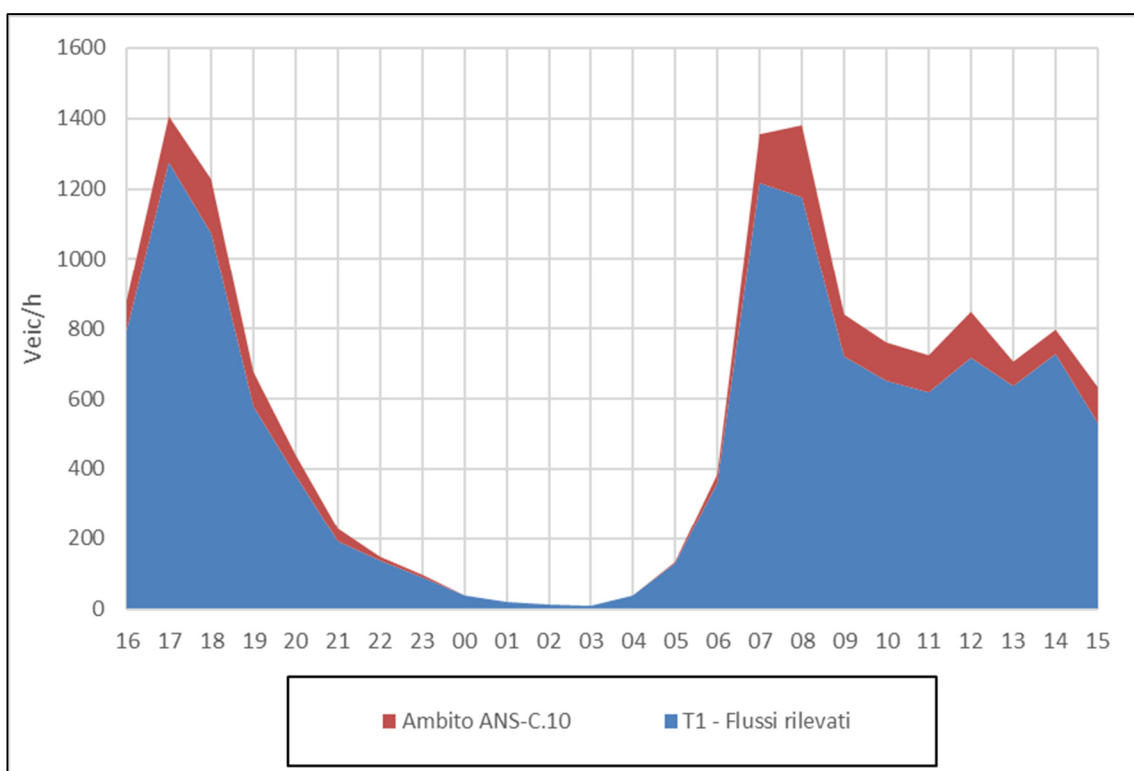
Al fine di valutare gli effetti dei flussi veicolari sulla rete indotti dall'ambito ANS-C.10, e definire l'ora del giorno per la quale l'impatto del carico urbanistico è maggiore, in relazione ai flussi attuali rilevati sulla S.P. n.44 via Marconi, si è sommato il contributo dei veicoli attratti/generati dal comparto ai veicoli rilevati presso la sezione T1 di via Marconi.

Nell'immagine che segue è presentata la distribuzione oraria della sezione T1 come somma delle due direzioni in colore blu, alla quale è stato aggiunto il contributo del carico dei veicoli attratti/generati dalle nuove attività insediate.

Dall'osservazione del grafico risulta che la combinazione delle distribuzioni dei flussi indotti dal nuovo comparto flussi rilevati su T1 definiscano l'ora tra le 17 e le 18 come l'ora di punta assoluta, per la quale verranno svolte successive simulazioni dello scenario di progetto.

Una seconda punta giornaliera si ha al mattino tra le 7 e le 8 con valori prossimi a quelli della punta serale.

Grf. 3.2 - Incremento dei flussi veicolari sulla rete indotti dal carico urbanistico calcolato



I flussi generati e attratti dal comparto nello scenario futuro sono stati distribuiti sulla rete adottando la stessa direzionalità per zone ottenuta per le matrici origine-destinazione derivate dai rilievi effettuati nelle ore di punta del giorno.

4 LO SCENARIO FUTURO DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE

4.1 I FLUSSI DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE NELLO SCENARIO FUTURO

La metodologia impiegata per giungere alla determinazione dei volumi di traffico sulla rete stradale nello scenario futuro è simile a quella utilizzata per la costruzione dello scenario attuale.

Il modello di simulazione utilizzato per lo scenario di progetto è quello elaborato per lo scenario attuale modificato per tener conto della realizzazione della nuova viabilità di accesso al comparto.

Per la costruzione dello scenario futuro di progetto sono stati utilizzati i seguenti elementi:

- la rete futura – viene utilizzata la rete dello scenario attuale, apportandovi le modifiche previste dal progetto:
 - inserimento della nuova viabilità interna al comparto con limite di velocità per i veicoli a motore pari a 30 km/h;
 - inserimento della nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi atta a garantire l'accesso al nuovo comparto e alle vicine attività artigianali preesistenti;
- le matrici future di domanda –le matrici O/D della domanda di spostamenti assunte (leggeri e pesanti) sono quelle ottenute per lo scenario attuale, modificate in funzione della generazione/distribuzione dei veicoli prodotti dalle nuove attività insediate sull'are del comparto.

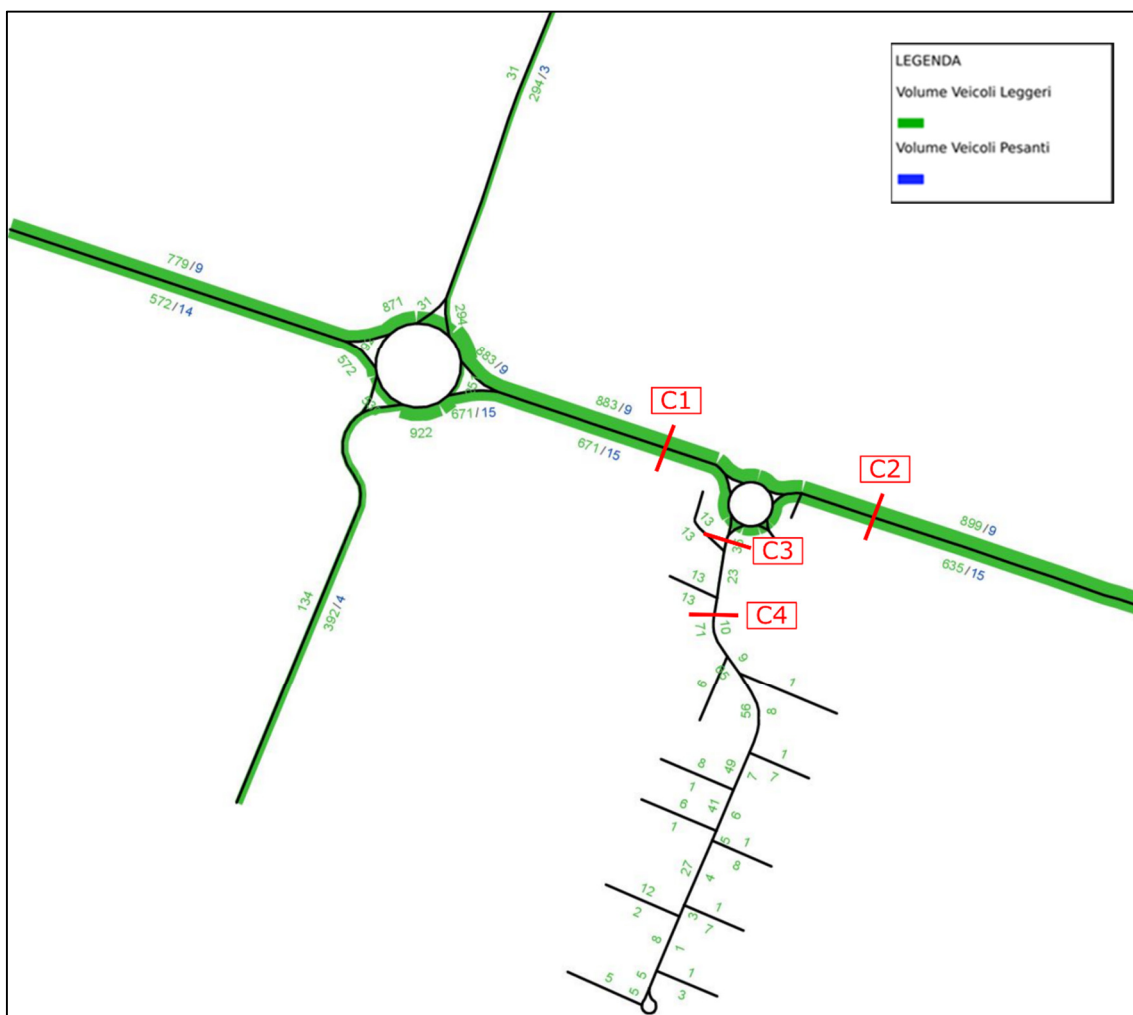
I risultati ottenuti dal modello di assegnazione, per lo scenario futuro simulato, sono riportati nell'Immagine 4.1, per l'ora di punta della sera e suddivisi per tipologia veicolare.

Le barre e i numeri di colore verde chiaro rappresentano i veicoli leggeri con spessore del tratto proporzionale al numero di veicoli; le barre e i numeri di colore blu scuro rappresentano i veicoli pesanti.

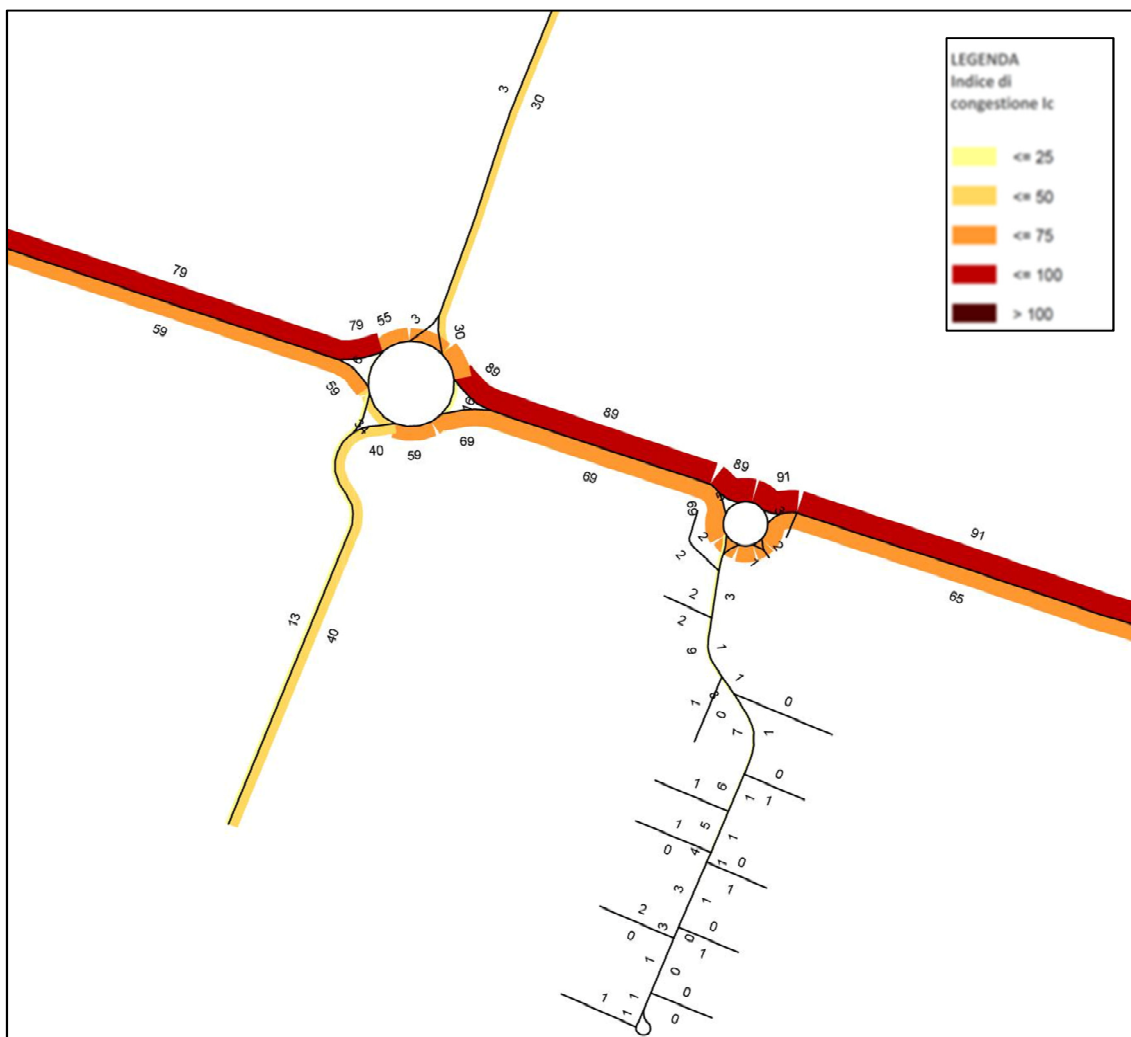
L'Immagine successiva mostra l'indice di congestione ricavato, nell'ora di punta della sera, dal modello di assegnazione nello scenario futuro di progetto, rappresentando gli archi in congestione con barre dal colore più scuro.

La simulazione dello scenario futuro di progetto è stata svolta per l'ora di punta della sera tra le 17 e le 18 che, come si è visto, rappresenta l'ora di maggior carico sulla rete nello scenario attuale, al quale è stata sommato il massimo contributo in termini di veicoli attratti/generati dall'ambito ANS-C.10.

Img. 4.1 - Flussi di traffico nello Scenario futuro di Progetto - ora di punta della sera



Img. 4.2 – Indice di congestione sugli archi della rete nello Scenario futuro di Progetto - ora di punta della sera



Riguardo all'Indice di congestione, per lo scenario futuro di progetto si vede come non vi si hanno sostanziali differenze con la rete nello scenario attuale, si osserva un generico aumento degli indici per effetto dei nuovi flussi veicolari legati al carico urbanistico, che ad ogni modo risultano essere limitati.

Non ci sono archi della rete in stato di congestione e solamente per alcuni tratti della S.P. n.44 in direzione ovest si osserva uno stato di precongessione ($75 < I_c < 100$).

Nel caso delle intersezioni, tuttavia, l'indicatore I_c ricavato dalla macrosimulazione di rete non è significativo e per la nuova intersezione a rotatoria in ingresso al comparto sarà oggetto di una verifica più approfondita con l'impiego di un più appropriato modello di microsimulazione, in un prossimo capitolo.

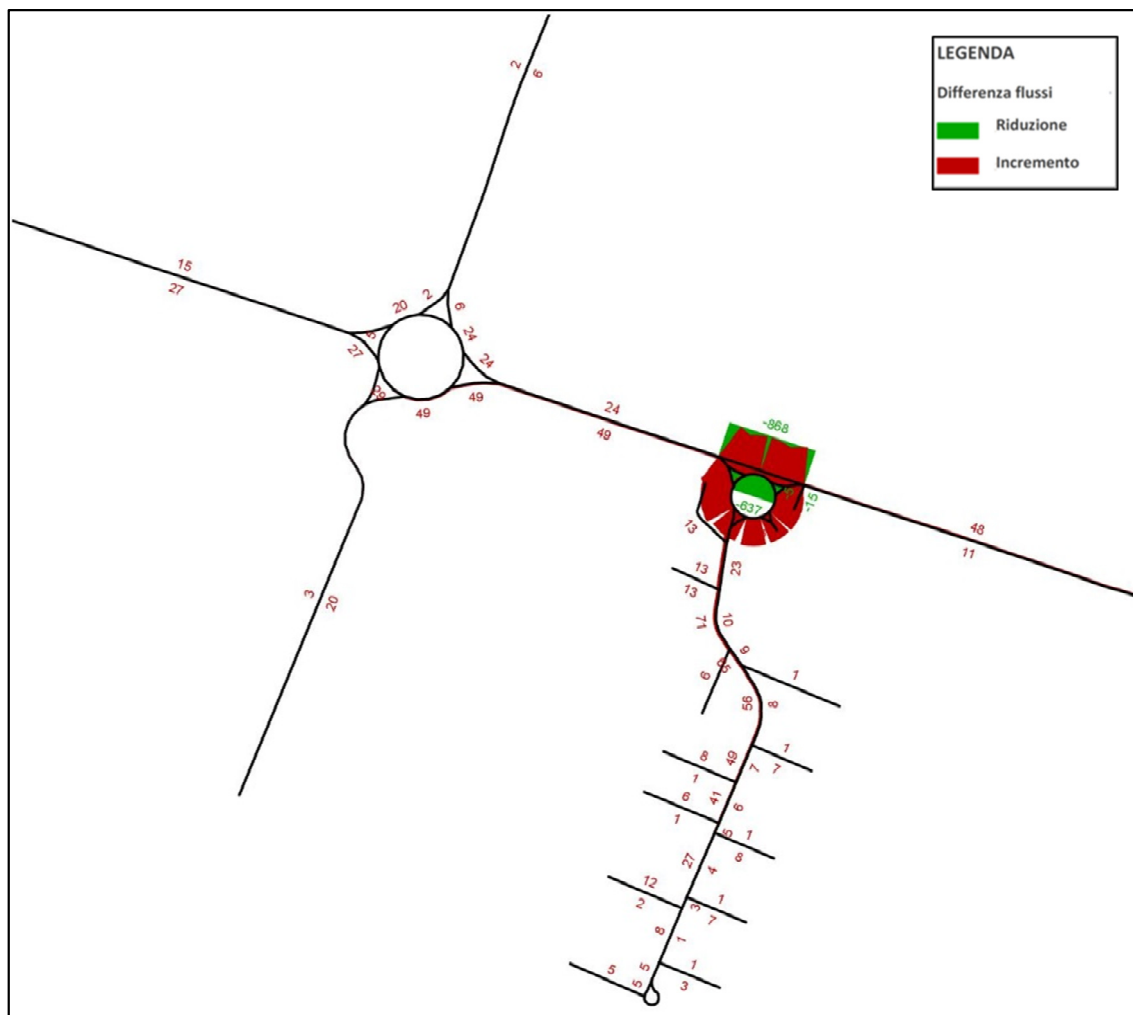
L'immagine che segue mostra il confronto tra i due scenari di riferimento simulati, attuale e progetto, e consente di evidenziare visivamente oltre alle modifiche al grafo della rete, anche gli aumenti o diminuzioni dei flussi veicolari

Si nota un aumento generalizzato dei flussi veicolari, legati al nuovo carico urbanistico insediato, inoltre la nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi risulta essere

interessata oltre che dai flussi indotti dal comparto anche dai flussi di attraversamento in direzione est- ovest ed ovest est.

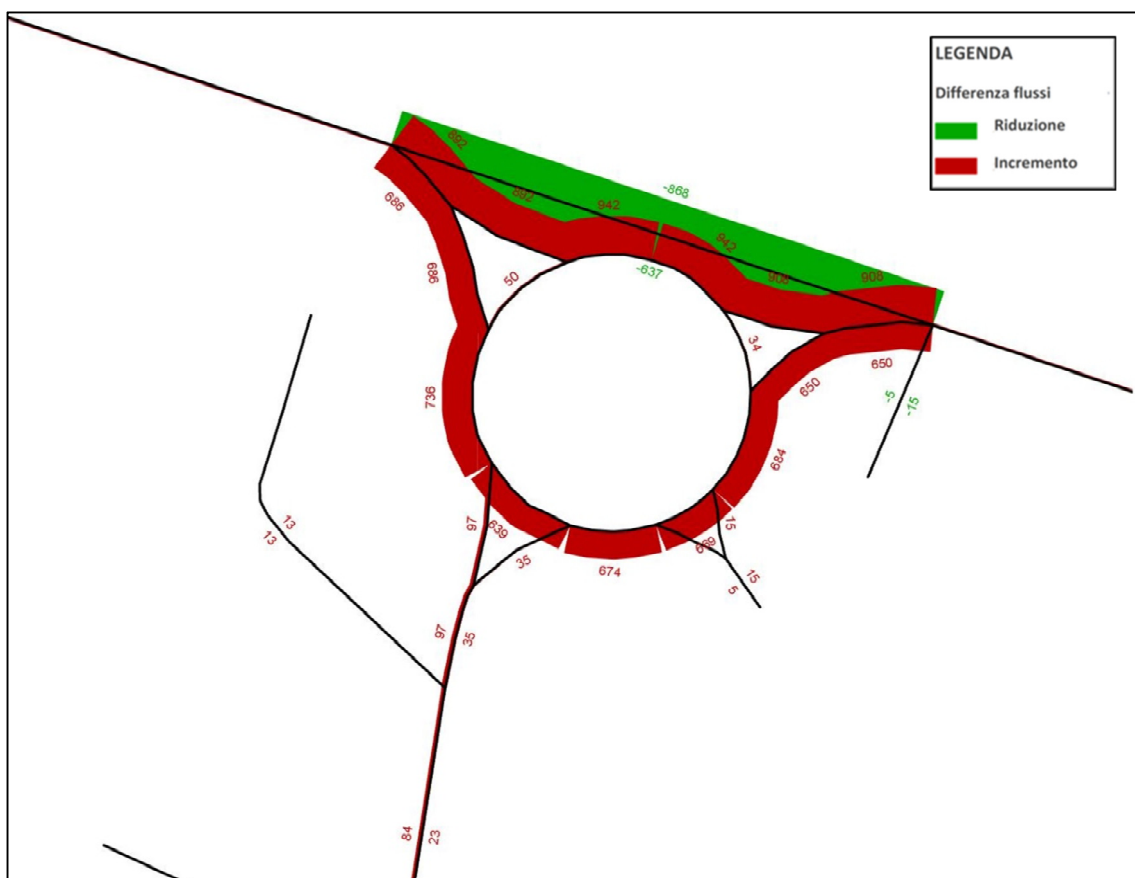
In questa immagine infatti, con uno spessore in rosso sono riportati gli incrementi di traffico su archi esistenti o i flussi di traffico sui nuovi archi, in modo proporzionale al valore della differenza.

Img. 4.3 - Differenza tra i flussi di traffico nello scenario futuro di Progetto e quelli dello scenario Attuale per l'ora di punta della sera



L'immagine che segue presenta un dettaglio della nuova intersezione a rotatoria e dei flussi circolanti su di essa, si osserva come tra gli archi demoliti, oltre al tratto della S.P. n.44 sostituito dalla rotatoria, anche l'ingresso alla vicina area artigianale, sia stato sostituito da un nuovo accesso sulla rotatoria.

Img. 4.4 - Differenza tra i flussi di traffico nello scenario futuro di Progetto e quelli dello scenario Attuale per l'ora di punta della sera – Particolare nuova Rotatoria



Per avere una migliore caratterizzazione del traffico simulato nello scenario futuro, si riportano nella tabella che segue i valori di flusso sulle sezioni di controllo con i valori dei flussi veicolari nello scenario futuro, per l'ora di punta della sera.

Tab. 4.1 – Flussi veicolari sulle sezioni di controllo nello scenario futuro -veicoli nell'ora di punta della sera

Sez.	Strada	Dir.	Ore 17- 18		
			Leg	Pes	Tot
C1	S.P. n.44 via Marconi Ovest	E	671	15	686
		W	883	9	892
C2	S.P. n.44 via Marconi Est	E	635	15	650
		W	899	9	908
C3	Strada Comparto Nord	N	35	0	35
		S	97	0	97
C4	Strada Comparto Sud	N	10	0	10
		S	71	0	71

4.2 I PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO FUTURO

Sulla base delle caratteristiche geometriche della rete e dei flussi di traffico assegnati nello scenario futuro di progetto, nell'ora di punta della sera, si è condotta la quantificazione dei parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete di riferimento, utilizzabili come indicatori per il confronto con lo scenario attuale, i cui valori sono stati riportati precedentemente, e per la valutazione degli effetti relativi.

Gli indicatori assunti per la valutazione sono quelli già descritti nel precedente paragrafo 2.4:

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

I valori ottenuti per gli indicatori dalle simulazioni effettuate per lo scenario futuro sono riportati nella Tabella 4.2.

Tab. 4.2 – Valori degli indicatori per la valutazione dello scenario futuro di progetto - valori riferiti all'ora di punta della sera

Parametri	Unità di misura	Scenario di Progetto
Lunghezza totale di rete attiva	km	6,9
Percorrenza totale	veicoli*km	2218,5
Tempo totale di viaggio	ore	56,0
Percentuale di rete con $I_c > 100$	%	0,0%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c > 100$	%	0,0%
Percentuale di rete con $75 < I_c < 100$	%	15,5%
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < I_c < 100$	%	41,3%
Percentuale di rete con $I_c < 75$	%	84,5%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c < 75$	%	58,7%
Velocità media	km/h	40,4

4.3 CONFRONTO CON L'ATTUALE E VALUTAZIONE DEI PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO FUTURO

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

I valori ottenuti per gli indicatori dalle simulazioni effettuate per lo scenario attuale e lo scenario futuro di progetto sono riportati nella Tabella 4.3, mentre nella successiva Tabella 4.4 vengono riportate le variazioni percentuali degli indicatori e i relativi numeri indice, dove il valore dell'indicatore nello scenario attuale è stato posto uguale a 100.

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

Tab. 4.3 -Valori assoluti degli indicatori per la valutazione dello scenario futuro di progetto rispetto allo scenario attuale - valori riferiti all'ora di punta della sera

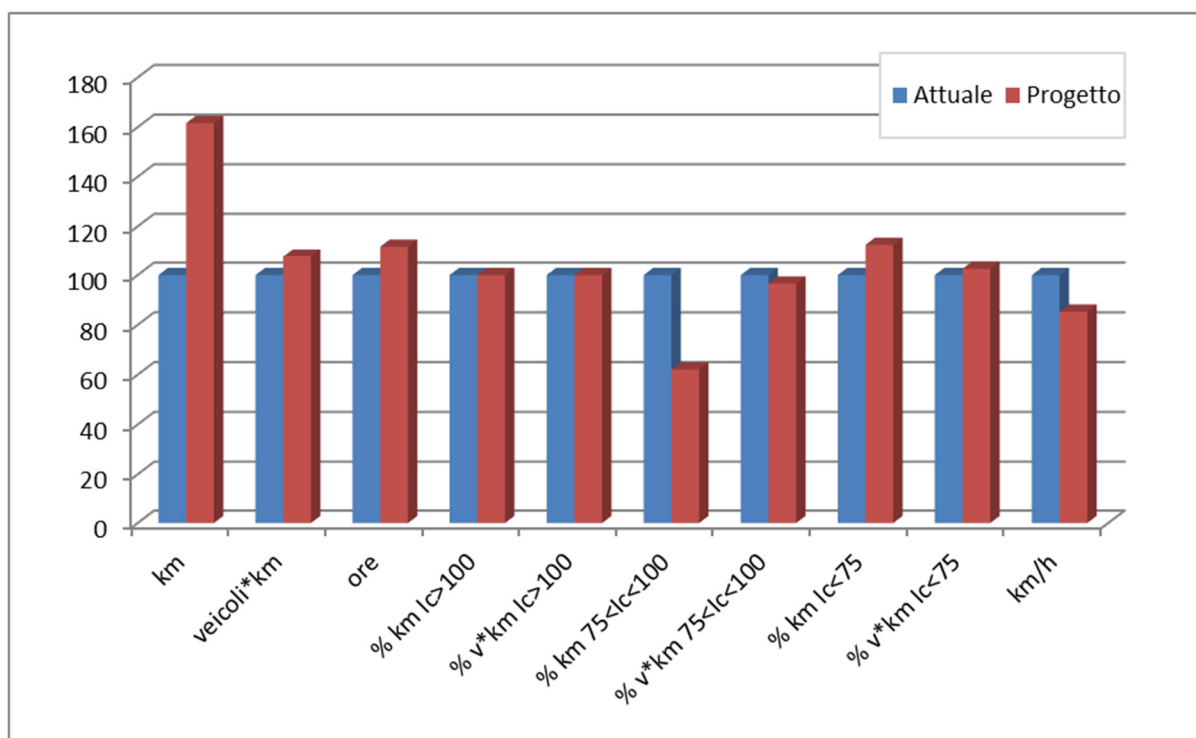
Parametri	Unità di misura	Scenario Attuale	Scenario Progetto
Lunghezza totale di rete attiva	km	4,2	6,9
Percorrenza totale	veicoli*km	2.058	2218,5
Tempo totale di viaggio	ore	50	56,0
Percentuale di rete con $l_c > 100$	%	0,0%	0,0%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 100$	%	0,0%	0,0%
Percentuale di rete con $75 < l_c < 100$	%	24,9%	15,5%
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < l_c < 100$	%	42,7%	41,3%
Percentuale di rete con $l_c < 75$	%	75,1%	84,5%
Percentuale di veicoli*km su rete con < 75	%	57,3%	58,7%
Velocità media	km/h	47,3	40,4

Tab. 4.4 - Variazioni percentuali degli indicatori dal confronto tra lo scenario futuro di progetto e lo scenario attuale e Numeri indice dei valori degli indicatori (100 = scenario attuale)

Parametri	Ora di punta della sera	
	Scenario Attuale	Scenario di Progetto
Lunghezza totale di rete attiva	100	162
Percorrenza totale	100	108
Tempo totale di viaggio	100	112
Percentuale di rete con $l_c > 100$	100	100
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 100$	100	100
Percentuale di rete con $75 < l_c < 100$	100	62
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < l_c < 100$	100	97
Percentuale di rete con $l_c < 75$	100	113
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c < 75$	100	103
Velocità media	100	85

Il grafico dell'immagine seguente evidenzia le variazioni dei numeri indice di confronto tra i parametri ottenuti per i due scenari di riferimento.

Graf. 4.1 - Grafico dei numeri indice dei valori degli indicatori presentati in tabella 4.4 per lo scenario attuale e futuro di progetto



Come si osserva dalla lettura dei dati esposti, dal confronto tra lo scenario futuro di progetto e quello attuale, per l'ora di punta della sera sulla rete stradale dell'area di studio, nel passaggio tra i due scenari si ha un incremento del traffico, espresso dal totale dei veicoli per chilometro dovuto all'incremento dei flussi della matrice di domanda come conseguenza del maggior carico urbanistico previsto per l'ambito di analisi. Si passa infatti dai circa 2.058 ai circa 2.219 chilometri percorsi sulla rete di riferimento nell'ora di punta della sera (+7,8%).

La rete attiva percorsa da almeno un veicolo aumenta da 4,2 km a 6,9 km (+61,6%) in ragione dei nuovi interventi infrastrutturali previsti, rappresentati dalla viabilità interna all'ambito e alla nuova intersezione a rotatoria.

A fronte di questi incrementi della rete attiva e dei chilometri percorsi, si riscontra un incremento del tempo di viaggio sulla rete (+11,8%), da correlarsi prevalentemente all'incremento della domanda.

La velocità media sulla rete diminuisce passando da 47,3 km/h dello scenario attuale ai 40,4 km/h dello scenario di progetto (-14,7%) tale significativa diminuzione non è da imputare all'aumento dei flussi veicolari sulla rete, ma bensì al limite di velocità imposto di 30 km/h ai nuovi archi della rete interna al comparto. L'incremento della rete attiva (+61,6%) e la limitata velocità su tali archi, ha di fatto contribuito alla diminuzione della velocità media di tutta la rete.

In termini di congestione sulla rete, in nessuno dei due scenari di riferimento sono presenti archi in stato di congestione ($I_c > 100$).

Nello scenario attuale si riscontrano archi in stato di precongessione sulla S.P. n.44 in direzione ovest, archi per i quali anche nello scenario di progetto si riscontra un leggero aumento dettato dai flussi veicolari del carico indotto dall'ambito ANS-C.10.

Sostanzialmente è dunque possibile affermare che la realizzazione della proposta di progetto, in base ai risultati ottenuti dalle simulazioni di rete, pur in presenza di un incremento di traffico sulla rete dovuto all'insediamento delle nuove attività interne all'ambito, non dà luogo a fenomeni congestione sugli archi della rete.

Nella tabella che segue vengono mostrati i valori dei flussi veicolari sulle sezioni di controllo nello scenario futuro di progetto e in quello attuale, per l'ora di punta della sera.

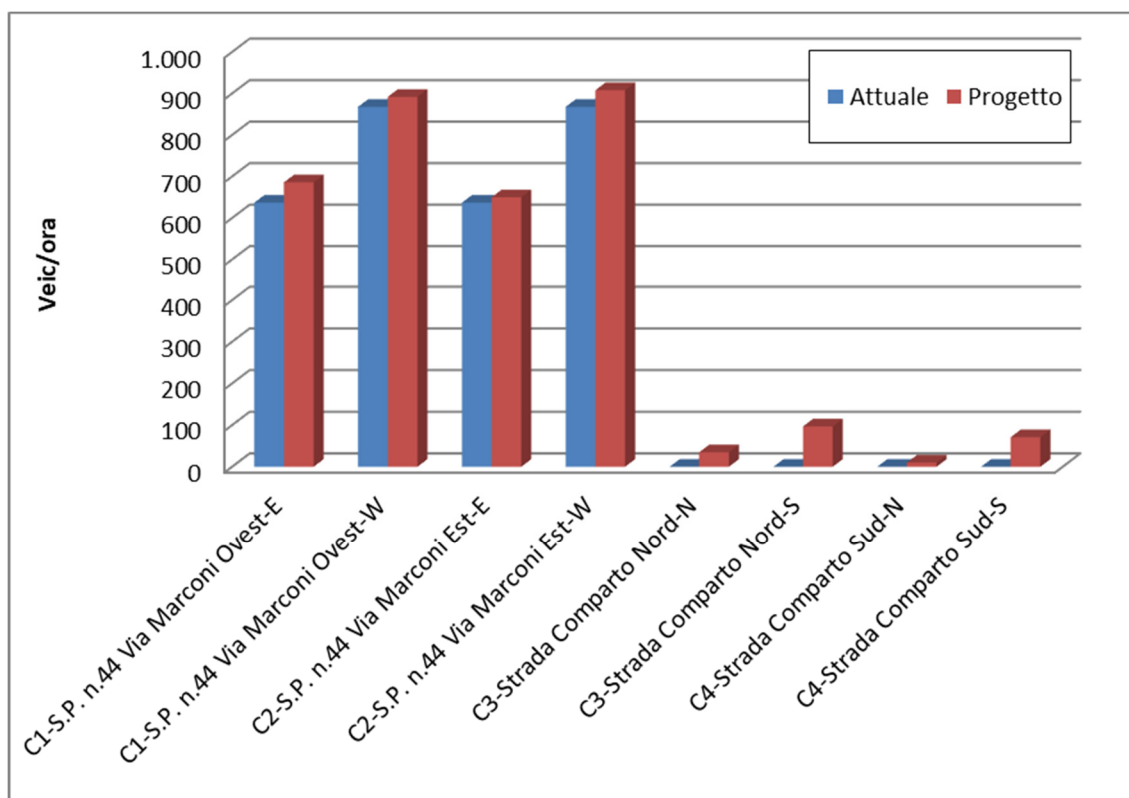
Il grafico successivo presenta il confronto tra i flussi veicolari sulle sezioni di controllo prese in considerazione nei due scenari di riferimento.

La presenza dei mezzi pesanti nei due scenari è pressoché costante, in quanto i flussi veicolari indotti dalle attività presenti all'interno dell'ambito ANS-C.10 non presentano componenti pesante.

Tab. 4.5 - Flussi veicolari sulle sezioni di controllo nello scenario futuro e nello scenario attuale (veicoli totali nell'ora di punta della sera)

Sez.	Strada	Dir.	Attuale			Progetto		
			Leg	Pes	Tot	Leg	Pes	Tot
C1	S.P. n.44 via Marconi Ovest	E	622	15	637	671	15	686
		W	859	9	868	883	9	892
C2	S.P. n.44 via Marconi Est	E	622	15	637	635	15	650
		W	859	9	868	899	9	908
C3	Strada Comparto Nord	N	-	-	-	35	0	35
		S	-	-	-	97	0	97
C4	Strada Comparto Sud	N	-	-	-	10	0	10
		S	-	-	-	71	0	71

Grf. 4.2 - Flussi di traffico simulati sulle sezioni di controllo nello scenario futuro di progetto e nello scenario attuale (ora di punta della sera)



Anche da questi dati si conferma che a seguito della realizzazione del progetto, l'effetto di maggiore evidenza è un contenuto incremento dei flussi veicolari su tutte le sezioni di controllo.

Gli incrementi quantitativamente maggiori, nell'ora di punta serale, si hanno sulle sezioni della S.P. n.44 via Marconi in particolare sulla sezione C1 in direzione est (+8%) e sulla sezione C2 in direzione ovest (+5%); aumenti determinati dai nuovi flussi in ingresso al comparto, mentre sulle direzioni opposte gli incrementi sono più contenuti, (+3%) per la sezione C1 in direzione ovest e (+2%) per la sezione C2 in direzione Est.

Le due sezioni C3 e C4 presenti sulla nuova strada di accesso al comparto vedono valori modesti, in termini assoluti, dei flussi veicolari indotti dalle nuove attività interne all'ambito ANS-C.10; la sezione C3 presenta flussi, nell'ora di punta serale, pari a 97 v/h in direzione sud e 35 v/h in direzione nord, tali flussi sono sia legati sia alle attività terziarie che ai residenti. La sezione C4 situata più a sud presenta 71 v/h in direzione sud e 10 v/h in direzione nord, in questo caso i flussi sono solamente legati ai sub ambiti residenziali.

5 LA VERIFICA DELL'EFFICIENZA DELLA NUOVA INTERSEZIONE A ROTATORIA DI ACCESSO ALL'AMBITO ANS-C.10 NELLO SCENARIO DI PROGETTO

Venendo agli effetti di scala più ridotta, che riguardano il funzionamento dell'assetto viabilistico contenuto nel progetto, è stata eseguita una valutazione della nuova intersezione a rotatoria quale punto di accesso all'ambito ANS-C.10 e alla vicina area artigianale.

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

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

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

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

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

- *Tempo di percorrenza (TdP)*

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

- *Tempo di ritardo in secondi (Ritardo)*

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

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

L'importanza di questo parametro è duplice, prima di tutto perché aiuta nella calibrazione del modello in fase di simulazione dello stato attuale (la massima coda ottenuta per ogni intersezione deve essere per lo meno simile a quella che realmente si forma), e poi perché in fase di simulazione degli scenari di progetto permette di individuare i punti critici sulla

rete per quel che riguarda la regolarità del deflusso veicolare e quindi di studiare gli interventi di ottimizzazione.

- *Tempo di ritardo in coda in secondi (tTotRitCoda)*

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

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

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

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

Tab. 5.1 -- Livello di servizio per intersezioni non semaforizzate (HCM 2010)

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

Per la nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n44, le verifiche sono state condotte nell'ora di punta della sera tra le 17 e le 18, determinata sulla base dei rilievi effettuati e sull'impatto dell'ambito ANS-C.10 in termini di attratti/generati.

5.1 CONFIGURAZIONE DELLA NUOVA INTERSEZIONE A ROTATORIA DI ACCESSO ALL'AMBITO ANS-C.10 NELLO SCENARIO DI PROGETTO

La proposta di progetto per l'ambito ANS-C.10 prevede tra gli interventi infrastrutturali un punto di connessione alla rete stradale esistente al fine di garantire l'accessibilità a tutti i sub ambiti presenti; tale connessione sarà realizzata mediante l'introduzione di una nuova rotatoria che andrà a interessare la S.P. n.44 via Marconi e la vicina area artigianale.

La geometria della nuova rotatoria presenta un diametro esterno di 48 m con un anello giratorio di larghezza pari a 7 m e un'isola centrale di 34 m di diametro.

Il posizionamento della nuova rotatoria è previsto a sud del tracciato dell'esistente S.P. n.44 via Marconi, i due rami della strada provinciale sono dunque costretti a una deflessione del tracciato in direzione sud al fine di immettersi correttamente nella rotatoria. Tra i rami d'ingresso alla rotatoria è previsto un nuovo accesso per la vicina area artigianale e il nuovo arco stradale a servizio delle attività presenti all'interno dell'ambito ANS-C.10; è presente un quinto ramo a nord, di accesso ad una singola proprietà privata che tuttavia non è stato inserito nelle microsimulazioni in quanto ininfluenza in termini di flusso.

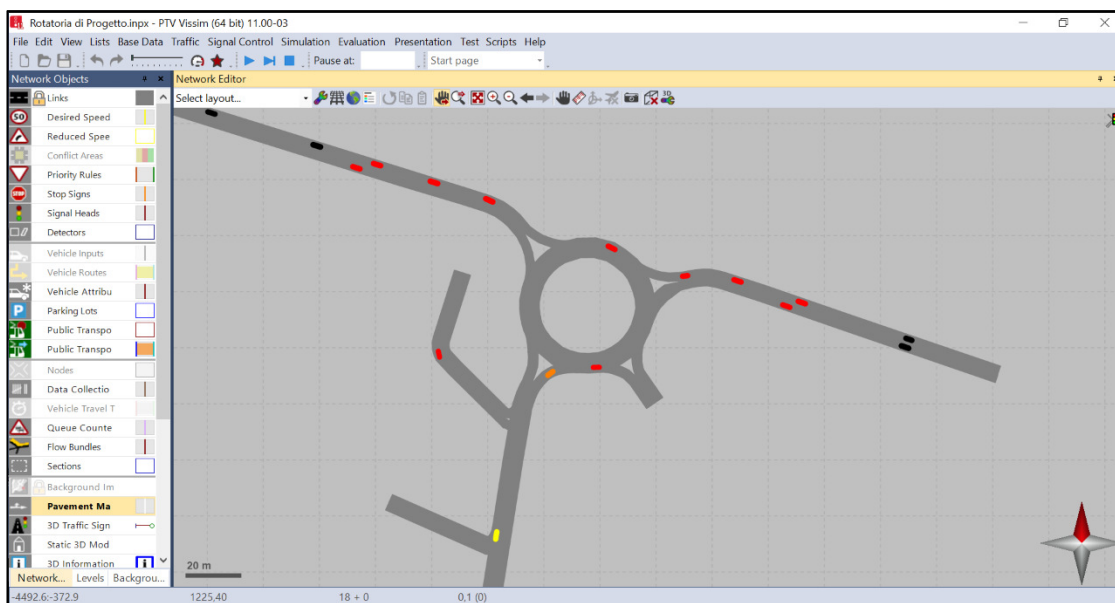
I quattro rami della nuova rotatoria, presentano tutti l'isola spartitraffico rialzata per separare i flussi d'ingresso da quelli d'uscita e tutte le immissioni sono configurate con attestamento a singola corsia.

Img. 5.1 - Nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi, la strada di accesso all'ambito ANS-C.10 e l'accesso alla vicina area artigianale



L'immagine che segue mostra il modello di microsimulazione costruito per l'intersezione nello scenario di progetto.

Img. 5.2 - Il modello di microsimulazione per la nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi, la strada di accesso all'ambito ANS-C.10 e l'accesso alla vicina area artigianale



Le tabelle 5.2 e 5.3 mostrano i parametri ottenuti nella simulazione per i rami dell'intersezione nello scenario di progetto per l'ora di punta della sera.

I risultati in tabella sono stati ottenuti come media di dieci iterazioni indipendenti della simulazione.

Tab. 5.2 - Rotatoria – Scenario di progetto - Tempi di percorrenza, perditempo e LOS
(ora di punta della sera)

	Origine	Destinazione	n.Veic.	TdP (s)	Ritardo (s)	TdP*veic	Rit*veic	LOS
1	S.P. n.44 Est	Zona Artigianale	3	11	0,8	34	2	LOS A
	S.P. n.44 Est	Strada Ambito ANS-C.10	49	10	0,8	484	38	LOS A
	S.P. n.44 Est	S.P. n.44 Ovest	853	9	1,0	7.924	810	LOS A
	S.P. n.44 Est			905			8.442	851
	Media ramo					9,3	0,9	LOS A
2	Zona Artigianale	S.P. n.44 Est	5	11	2,8	56	14	LOS A
	Zona Artigianale	Strada Ambito ANS-C.10	0	0	0,0	0	0	-
	Zona Artigianale	S.P. n.44 Ovest	9	16	2,5	141	22	LOS A
	Zona Artigianale			14			197	36
	Media ramo					14,0	2,6	LOS A
3	Strada Ambito ANS-C.10	S.P. n.44 Est	11	14	2,7	154	30	LOS A
	Strada Ambito ANS-C.10	Zona Artigianale	0	0	0,0	0	0	-
	Strada Ambito ANS-C.10	S.P. n.44 Ovest	25	19	2,3	463	57	LOS A
	Strada Ambito ANS-C.10			36			617	87
	Media ramo					17,1	2,4	LOS A
4	S.P. n.44 Ovest	S.P. n.44 Est	632	12	0,7	7.609	417	LOS A
	S.P. n.44 Ovest	Zona Artigianale	2	8	0,4	16	1	LOS A
	S.P. n.44 Ovest	Strada Ambito ANS-C.10	51	7	0,4	333	21	LOS A
	S.P. n.44 Ovest			685			7.959	439
	Media ramo					11,6	0,6	LOS A
	Totale intersezione		1.640			17.214	1.413	
	Media intersezione					10,5	0,9	LOS A

Tab. 5.3 - Rotatoria – Scenario di progetto - Ritardi e lunghezze code (ora di punta della sera)

	n.Veic	tTotRitCoda (s)		Lcode (m)			
		Medio	Medio * veic	Med	Max	N. Stop	
1	S.P. n.44 Est	905	0,94	851,00	0,09	24,07	0,00
2	Zona Artigianale	14	2,60	36,46	0,03	7,69	0,70
3	Strada Ambito ANS-C.10	36	2,40	86,56	0,06	7,61	0,60
4	S.P. n.44 Ovest	685	0,64	438,89	0,01	12,87	0,00
	Totale	1.640		1.412,91			
	Media		1,65	0,86	0,05	13,06	0,33

Il funzionamento della rotatoria, nello scenario di progetto e nell'ora di punta della sera risulta caratterizzato da una domanda di circa 1.640 veic/h e da un tempo di ritardo medio complessivo dei veicoli pari a circa 0,9 s, con un livello di servizio ampiamente entro il LOS A.

Per tutti i rami della rotatoria si ha un comportamento simile con ritardi contenuti, tutti con un livello di servizio all'interno del range del LOS A; i ritardi medi dal ramo di accesso all'ambito ANS-C.10 e dal ramo di accesso alla zona artigianale risultano essere rispettivamente pari a 2,4 s e 2,6 s. Tali ritardi, maggiori rispetto a quelli riscontrati sui rami della S.P. n.44 est ed ovest, sono imputabili agli ingenti flussi provenienti da questi ultimi che ostacolano l'immissione in rotatoria dai nuovi rami.

Riguardo alla formazione di code, nell'ora simulata, la lunghezza delle code medie per i diversi rami presenta valori prossimi a zero; mentre per i valori di lunghezza massima della coda, questa si osserva per il ramo della S.P. n.44 via Marconi Est con un valore pari a 24,07m.

Osservando le tabelle presentate con i valori riscontrati di accodamento massimo e medio, si nota come, in generale per tutti i rami della rotatoria, il valore di coda media sia molto distante dal valore di coda massima; questo denota come il fenomeno di accodamento che interessa la nuova rotatoria abbia una frequenza di accadimento piuttosto bassa.

6 SINTESI E CONCLUSIONI

Il contenuto di questo Studio del traffico è finalizzato alla valutazione degli effetti sulla mobilità dell'attuazione dell'ambito ANS-C.10 a destinazione residenziale/terziario posizionato nel territorio comunale di Bentivoglio in provincia di Bologna.

La proposta urbanistica di progetto prevede l'insediamento di due diverse tipologie di attività all'interno dell'area, con una prevalenza della destinazione d'uso residenziale e una minoritaria di tipo terziaria e di servizio alla persona.

Il comparto, suddiviso in diciassette sub ambiti, vede per i primi sedici una destinazione d'uso residenziale con una superficie utile totale complessiva di 10.223 m² mentre il sub ambito 10 dedicato ad attività terziarie e di servizio alla persona presenta una superficie utile di 1.200 m².

La proposta di progetto oltre ai sub ambiti residenziali e terziari/ di servizio alla persona prevede anche la realizzazione delle seguenti opere di urbanizzazione:

- viabilità interna al comparto atta a garantire l'accessibilità a tutti i sub ambiti presenti;
- inserimento di una nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi, punto d'accesso al nuovo ambito ANS-C.10 e alla vicina zona artigianale.

L'accessibilità per i veicoli a motore all'intero ambito ANS-C.10, sarà garantita dalla nuova rotatoria sulla quale sarà innestato il nuovo arco stradale di distribuzione interna in direzione nord-sud che servirà l'area terziaria/ di servizio della persona a nord, l'area residenziale e l'area verde a sud.

Il progetto insediativo intende valorizzare l'accessibilità ciclabile e pedonale all'intero comparto e pertanto, prevede connessioni al tracciato della rete ciclabile oggi esistente. In particolare, i percorsi ciclabili e pedonali interni, presenti ambo i lati della strada di distribuzione interna, garantiscono il raggiungimento di tutti i sub ambiti.

Lo Studio del traffico è partito dalla ricostruzione dell'andamento del traffico sui rami del grafo della viabilità interessata dall'intervento per un giorno feriale medio - *scenario attuale*-, ottenuta attraverso l'impiego di uno specifico modello di simulazione e l'assegnazione della matrice della domanda attuale, desunta dalle elaborazioni dei dati di rilievo. Il modello di simulazione è poi stato calibrato sulla base dei rilievi diretti effettuati.

Con il modello del traffico è stata successivamente effettuata la simulazione dello scenario futuro di progetto, in cui alla rete attuale sono stati aggiunti gli interventi infrastrutturali previsti dalla proposta di progetto, in particolare la nuova intersezione a rotatoria di connessione alla rete esistente e la viabilità interna di distribuzione all'ambito ANS-C.10.

Sulla base dei risultati ottenuti dalle simulazioni è stata svolta la valutazione degli effetti della realizzazione della proposta di progetto, attraverso il confronto fra i flussi di traffico e i principali indicatori trasportistici per la rete stradale di riferimento nella situazione attuale e quelli dello scenario futuro.

Il confronto è stato effettuato per l'ora di punta della sera tra le 17 e le 18 che risulta essere la fascia oraria per la quale la combinazione dei flussi veicolari attuali e dei flussi indotti dall'ambito ANS-C.10 genera il maggior impatto sulla rete.

Per l'ora di punta della sera sulla rete stradale dell'area di studio, nel passaggio tra i due scenari si ha un incremento del traffico, espresso dal totale dei veicoli per chilometro e dovuto principalmente all'incremento dei flussi della matrice di domanda.

La rete attiva, vista l'implementazione della viabilità interna all'ambito nello scenario di progetto, aumenta considerevolmente (+61,6%), analogamente ma con tassi inferiori aumentano anche i veicoli chilometro percorsi che passano da circa 2.058 ai circa 2.219 sulla rete di riferimento nell'ora di punta della sera (+7,8).

Si ha di conseguenza un incremento del tempo di viaggio sulla rete (+11,8%), da correlarsi sia all'incremento della domanda che ad una riduzione della velocità media di percorrenza degli archi della rete (- 14,7%).

In entrambi gli scenari di riferimento non si riscontrano situazioni di congestione sugli archi della rete con un indice di congestione che si mantiene inferiore a 100; sono tuttavia presenti alcuni tratti stradali della S.P. n.44 in direzione ovest che presentano uno stato di precongestione durante l'ora di punta della sera.

Sostanzialmente è dunque possibile affermare che la realizzazione della proposta di progetto, in base ai risultati ottenuti dalle simulazioni, porta ad un incremento di traffico sulla rete dovuto all'insediamento delle nuove attività interne all'ambito, ma limitato se confrontato con i volumi di traffico già presenti sulla rete osservata.

Nello studio è stata inoltre valutata l'efficienza della nuova intersezione a rotatoria sulla S.P.n.44 via Marconi, che garantisce l'accesso all'ambito ANS-C.10 e alla vicina zona artigianale.

La verifica è stata svolta con l'utilizzo di un modello di micro-simulazione (VISSIM), determinandone il livello di servizio (LOS) e la lunghezza potenziale della formazione di code sui rami di accesso, nell'ora di punta della sera. I risultati ottenuti sono stati calcolati su una media di 10 simulazioni singole per lo scenario futuro di progetto.

Il funzionamento della rotatoria, nello scenario di progetto e nell'ora di punta della sera risulta caratterizzato da una domanda di circa 1.640 veic/h e da un tempo di ritardo medio complessivo dei veicoli pari a circa 0,9 s, con un livello di servizio ampiamente entro il LOS A.

Per tutti i rami della rotatoria si ha un comportamento simile con ritardi contenuti, tutti con un livello di servizio all'interno del range del LOS A; i ritardi medi dal ramo di accesso all'ambito ANS-C.10 e dal ramo di accesso alla zona artigianale risultano essere rispettivamente pari a 2,4 s e 2,6 s. Tali ritardi, maggiori rispetto a quelli riscontrati sui rami della S.P. n.44 est ed ovest, sono imputabili agli ingenti flussi provenienti da questi ultimi che ostacolano l'immissione in rotatoria dai nuovi rami.

Riguardo alla formazione di code, nell'ora simulata, la lunghezza delle code medie per i diversi rami presenta valori prossimi a zero; mentre per i valori di lunghezza massima della coda, questa si osserva per il ramo della S.P. n.44 via Marconi Est con un valore pari a 24,07m.

Osservando le tabelle presentate con i valori riscontrati di accodamento massimo e medio, si nota come in generale per tutti i rami della rotatoria il valore di coda media sia molto distante dal valore di coda massima; questo denota come il fenomeno di accodamento che interessa la nuova rotatoria abbia una frequenza di accadimento piuttosto bassa.

Complessivamente è dunque possibile ritenere che gli effetti della realizzazione della proposta di progetto sul traffico stradale, siano da considerare accettabili in considerazione del carico urbanistico insediato e dei risultati ottenuti sia per le analisi sulla rete generale che per le verifiche di dettaglio sulla nuova intersezione a rotatoria.

ALLEGATO 1: Rilievi del traffico

Monitoraggio del Traffico "Compact 1000 JR"



	Alimentazione: 12 V _{dc}		Tipo di alimentazione: 12V _{dc} batteria 18Ah		Dimensioni massimo ingombro: 33,5 x 30 x 16 cm
	Interfaccia di comunicazione: RS232, bluetooth		Sensore: radar doppler K-Band apertura orizzontale 12 ° apertura verticale 25 ° alimentazione 20 dBm		Peso: 2,9 kg
	Consumo: massimo: 0,065 A				Temperatura: -20 °C - +85 °C



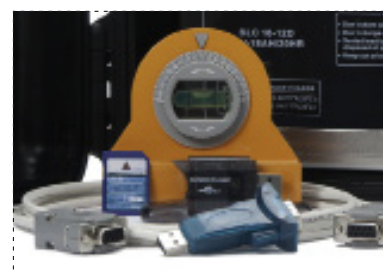
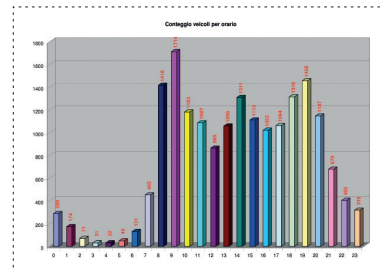
Descrizione:

Il Compact 1000 JR è un dispositivo utilizzato per il monitoraggio e la classificazione del flusso del traffico. La tecnologia radar rende il dispositivo facile da utilizzare e da installare. Grazie al sensore radar Doppler, il dispositivo può essere applicato su ogni tipo di supporto. Il Compact 1000 JR può

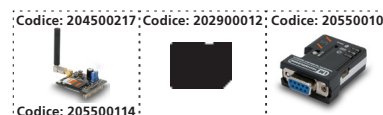
monitorare fino a due marce di corsia con direzioni opposte, i dati sono memorizzati nel file CSV, accessibile rimuovendo la memory card (SD-Card). Il consumo ridotto del dispositivo ed un'elevata capacità della batteria garantiscono una durata di rilevamento fino a 235 ore.

Operating Description:

Il Compact 1000 JR è in grado di generare dati contenenti: data, tempo, velocità e lunghezza dei veicoli passati. I files sono semplici da elaborare garantendo una totale libertà per il trattamento degli stessi a fini statistici.



Code	Description
203000005	110W fotovoltaic kit
200200019 / 200200018	Public network power supply kit (18Ah) / Public network power supply kit (40Ah)
204500217 / 205500114	GSM module / GSM module antenna
202900012	SD card
205500103	Blue tooth adapter



Configurazione Software:

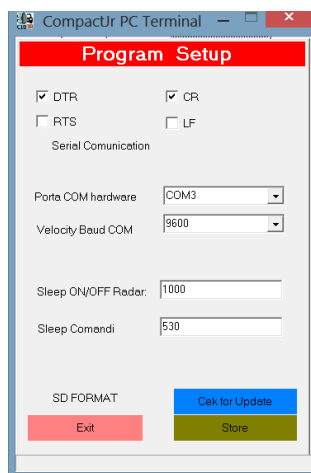
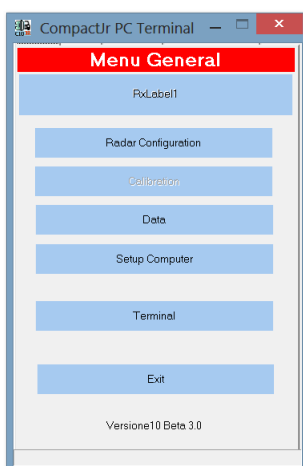
Descrizione:

Insieme al sistema Compact1000Jr viene fornito un software, Compact Config per la configurazione dei parametri e dei relativi messaggi. Il software è disponibile sia per sistemi operativi Microsoft Windows® che per sistemi Android®. La connessione può avvenire via cavo USB o Rs232 oppure con apposito modulo di comunicazione WIFI o Bluetooth® (opzionale).

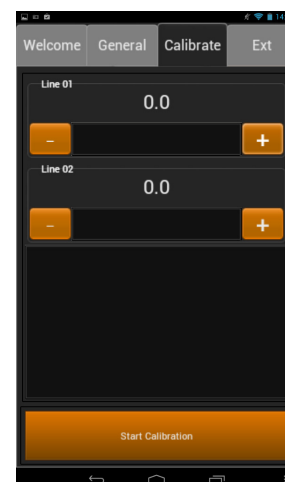
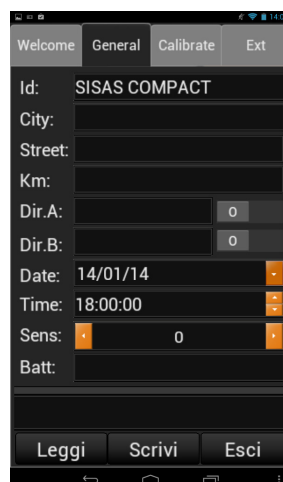
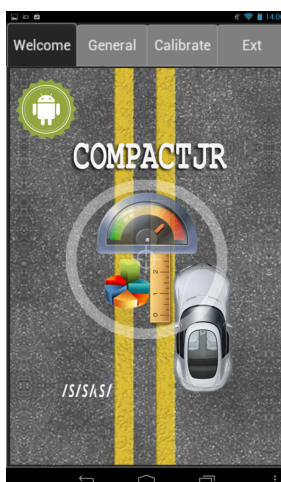
Attraverso un normalissimo NetPc oppure con un Tablet Android è possibile configurare in maniera semplice e sicura il dispositivo



Configurazione Software Windows per NetPc

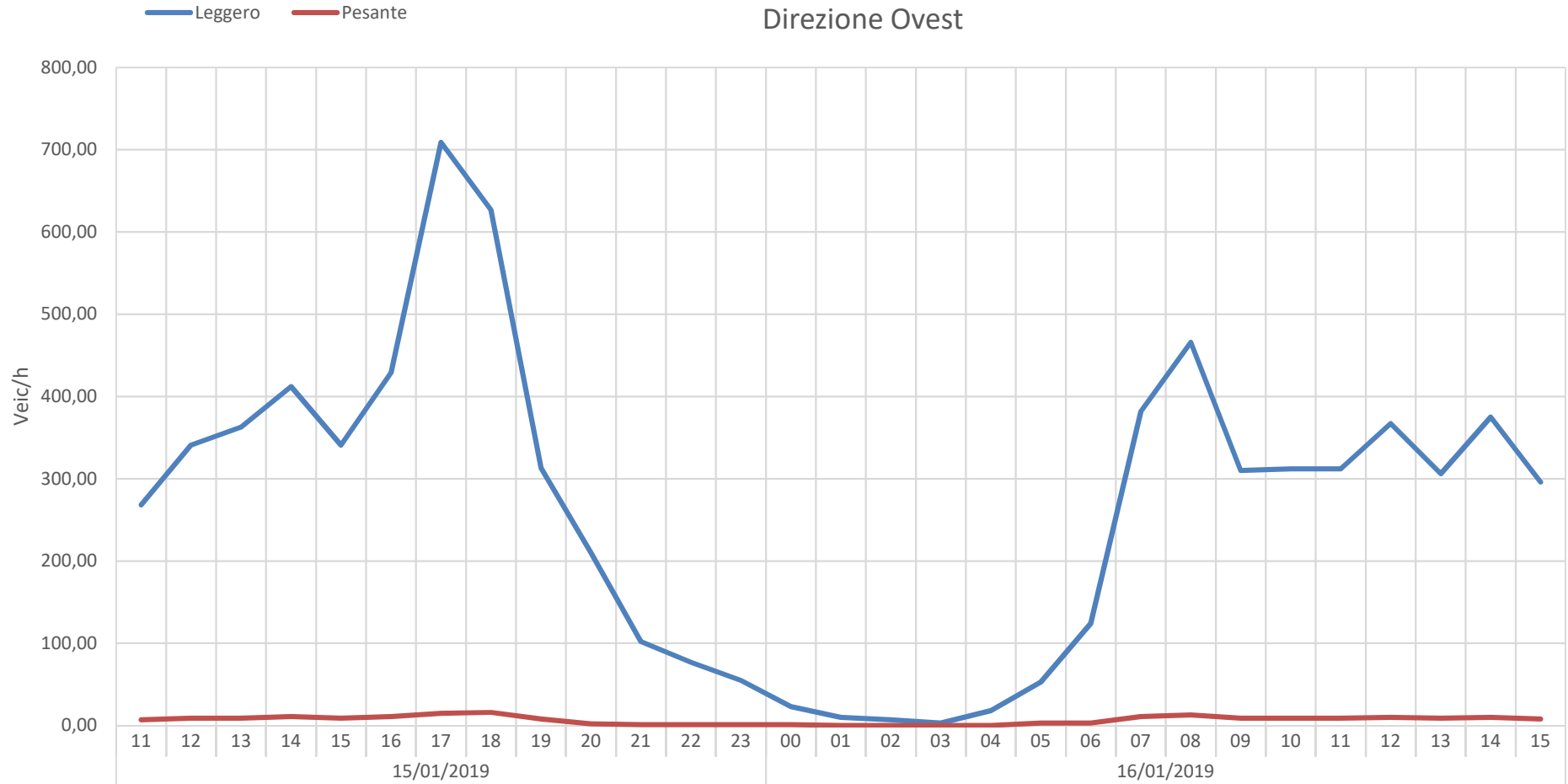


Configurazione Software Windows per NetPc e Smart phone Tablet



Comune: **Bentivoglio** Asse: **SP. N.44** Punto di rilevazione: **Zona Artigianale** Postazione: **T1**
 Anno: **2019** Mese: **Gennaio** Giorno: **15-16**

Direzione Ovest



— Leggero	268,	341,	363,	412,	341,	429,	709,	627,	313,	210,	102,	77,0	55,0	23,0	10,0	7,00	3,00	18,0	53,0	124,	382,	466,	310,	312,	312,	367,	306,	375,	296,
— Pesante	7,00	9,00	9,00	11,0	9,00	11,0	15,0	16,0	8,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	11,0	13,0	9,00	9,00	9,00	10,0	9,00	10,0	8,00