



# Riqualficazione Quartiere Senzuno

Intervento 1 CUP C33D20004980001 e Intervento 5 CUP C33D20005020001

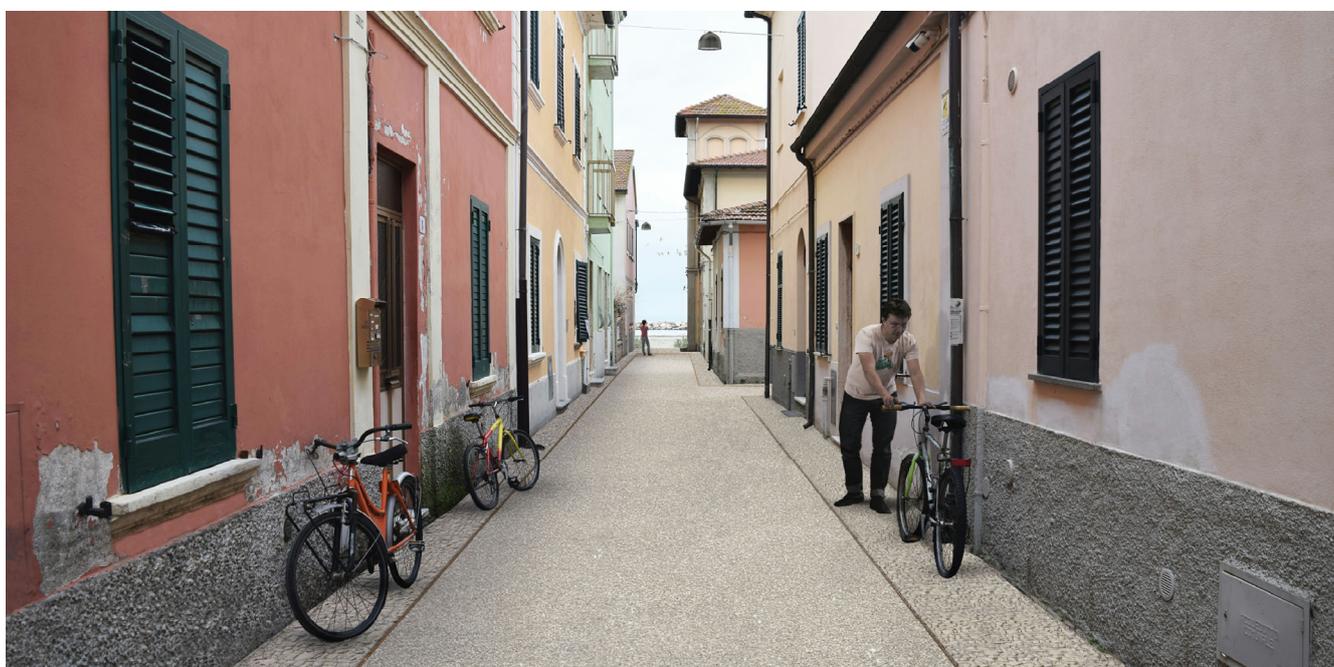
PNRR : Missione 5 Componente 2 Investimento 2.1 - RIGENERAZIONE URBANA



## Progetto esecutivo

data 14.06.2022

10. relazione generale e specialistica OC



progettista  
nuvolaB architetti associati

titolare dell'incarico  
arch. Jan De Clercq

prime indicazioni sicurezza  
arch. David Benedetti

collaboratore  
arch. Thomas Franci

impianti idraulici  
ing. Marco Benvenuto

Impianti elettrici  
CMA srl  
per. ind. Alessio Diegoli  
ing. Franco Cecconi

consulenza paesaggistica  
Esther Métais

committente  
Comune di Follonica  
Settore 4  
Lavori Pubblici - Demanio  
Manutenzione - Protezione Civile

responsabile del procedimento  
arch. Alessandro Romagnoli

### revisioni

revisione 28.07.2022

# SOMMARIO

1. Premessa	2
2. Cenni storici	3
3. Inquadramento urbanistico	4
4. Obiettivi generali e perimetro di intervento	
4.1. Obiettivi	11
4.2. Perimetro di intervento e Stralci funzionali	12
4.3. Fasi di cantiere	13
5. Descrizione del progetto	
5.1. Descrizione generale	14
5.2. Ambiti di intervento	16
5.3. Sezioni stradali	20
5.4. Strutture	21
5.5. Interferenze	21
5.6. Raccolta delle acque meteoriche	21
5.7. Materiali	22
5.8. Vegetazione	28
5.9. arredo urbano	32
5.10. Illuminazione	34
5.11. Mobilità	35
6. Fattibilità Tecnica	
6.1. Vincolo geologico	38
6.2. Vincolo idrogeologico	39
6.3. Vincolo archeologico	39
6.4. Vincolo DNSH e CAM	39
6.5. Fattibilità ambientale	48
6.6. Censimento delle interferenze	50
6.7. Condizione giuridica	50
7. Documentazione fotografica	52
Appendice	
Rilievo sottoservizi con georadar	67
Verbale della conferenza di servizi Del 28 febbraio 2022	72
Relazione geologica	78

# 1. Premessa

Il presente progetto esecutivo rappresenta la prosecuzione del progetto definitivo approvato con delibera della Giunta Comunale del 27 aprile 2022.

L'amministrazione comunale ha provveduto ad individuare un primo lotto di intervento in linea con il proprio programma dei lavori pubblici e con le relative somme messe a disposizione.

E' stato quindi definito un nuovo perimetro per il quale avviare i lavori.

Nel progetto sono state integrate le prescrizioni della Conferenza dei Servizi del 28 febbraio 2022 che si allega in fondo alla presente relazione.

Da un incontro fra Comune e un gruppo di commercianti di via della Repubblica in data 17 febbraio 2022 è emersa la richiesta di allargare la carreggiata a 4,10 m (3,5 m più margine di sicurezza su entrambi i lati di 0,3 m).

Foto aerea con individuazione del quartiere di Senzuno



## 2. Cenni storici

Il quartiere Senzuno nasce intorno alla prima metà del '900 insieme alla cosiddetta Follonica 'moderna'. In questo periodo la città vive una nuova fase di forte crescita, strettamente legata alla sua nuova vocazione turistica, espandendosi intorno al suo antico nucleo industriale e in particolare lungo la fascia costiera. Anche il 'Senzuno' entra a far parte di questo sviluppo urbano connotandosi come piccolo villaggio di pescatori sviluppatosi verso la piana di Scarlino al di là del torrente Petraia dove i costi dei terreni erano particolarmente bassi.

Il quartiere ha una prima fase di sviluppo che termina intorno al 1930 circa. Il suo impianto si forma tra quella che si chiamava via delle Collacchie ( l'attuale via della Repubblica ) e la spiaggia di Levante ed è composta da tipologie edilizie semplici generalmete a uno o due piani e da piccole baracche direttamente appoggiate sulla spiaggia.

Questo nucleo originale, rimasto nel tempo sostanzialmente inalterato, costituisce oggi il quartiere 'storico' di Senzuno la cui forte identità rappresenta un elemento unico nel panorama della città di Follonica.

La foto scattata negli anni '20 con vista sul golfo di Follonica mostra una linea di costa ancora priva di costruzioni in cui il paesaggio naturale risulta ancora prevalente



*Vista dal promontorio del Puntone*

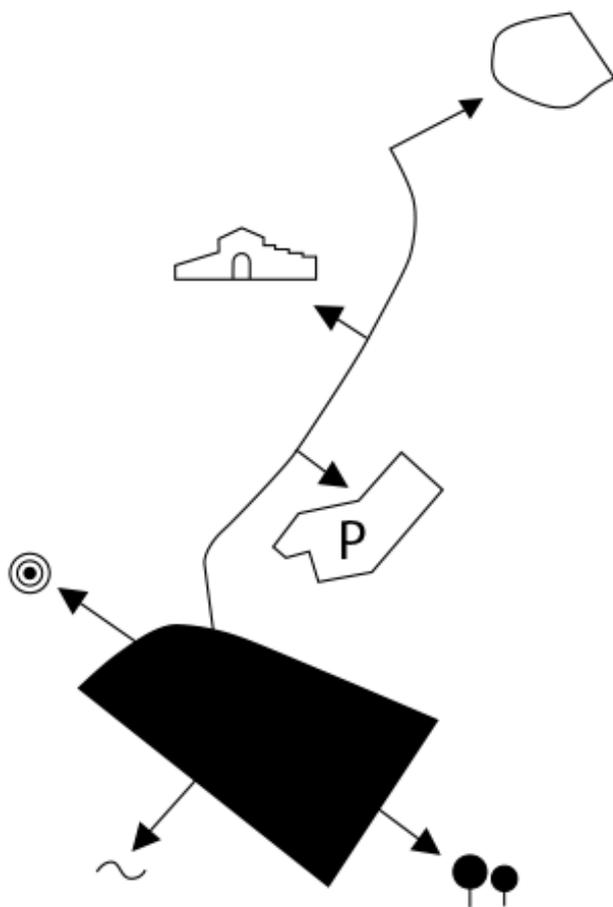
La foto scattata negli anni '30 mostra il nucleo originario del quartiere Senzuno costruito tra la spiaggia di Levante e via della repubblica da una parte e il torrente Petraia e via Mentana dall'altra.



*Vista del quartiere Senzuno*

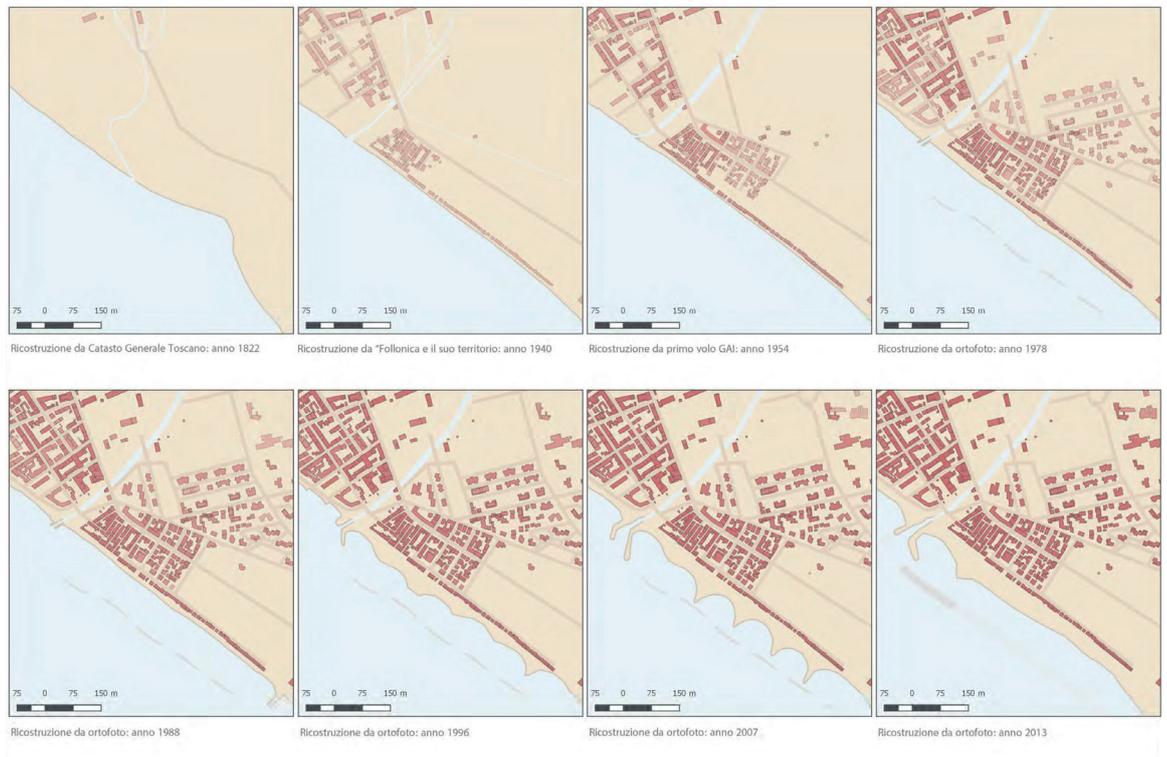
### 3. Inquadramento urbanistico

Senzuno si trova attualmente in posizione baricentrica fra il centro di Follonica e la pineta di Levante. La passeggiata lungomare e via della Repubblica sono i principali collegamenti tra queste due importanti polarità. Alle spalle del quartiere si collocano diverse funzioni per attività culturali collegate dal percorso lungo il torrente Petraia. L'asse culturale comprende l'area ex-ILVA, la nuova arena spettacoli e l'area mercatale.

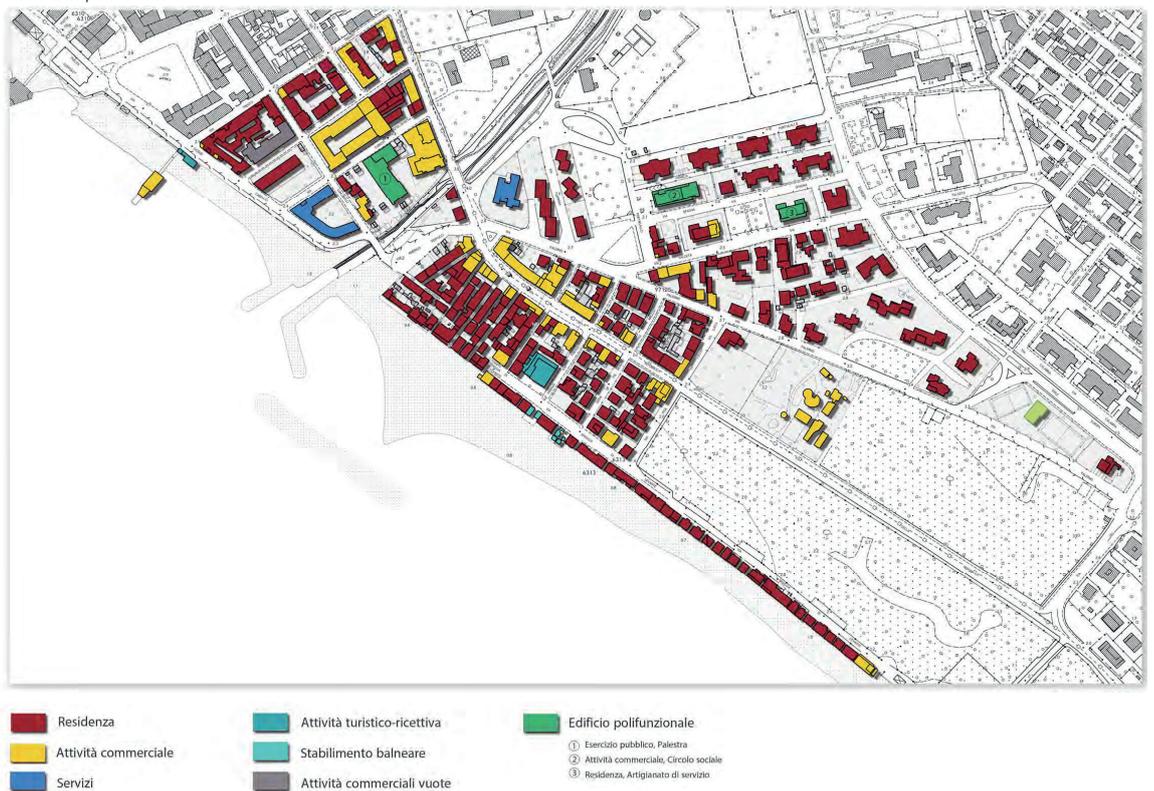


Le figure seguenti sono state prodotte dall'**Università di Firenze** ed indicano rispettivamente lo sviluppo storico del tessuto urbano e l'analisi funzionale attuale. Si nota che attualmente Senzuno è un quartiere a prevalente uso residenziale dotato di servizi commerciali prevalentemente distribuiti nel primo tratto di via Repubblica.

*Analisi diacronica*



*Uso dei piani terra*



Riportiamo qui di seguito le norme urbanistiche che riguardano il perimetro oggetto di intervento.

**PIT (Piano di Indirizzo Territoriale) Regione Toscana,** Legge Regionale 65/2014: Ambito 16 Colline Metallifere e Elba.

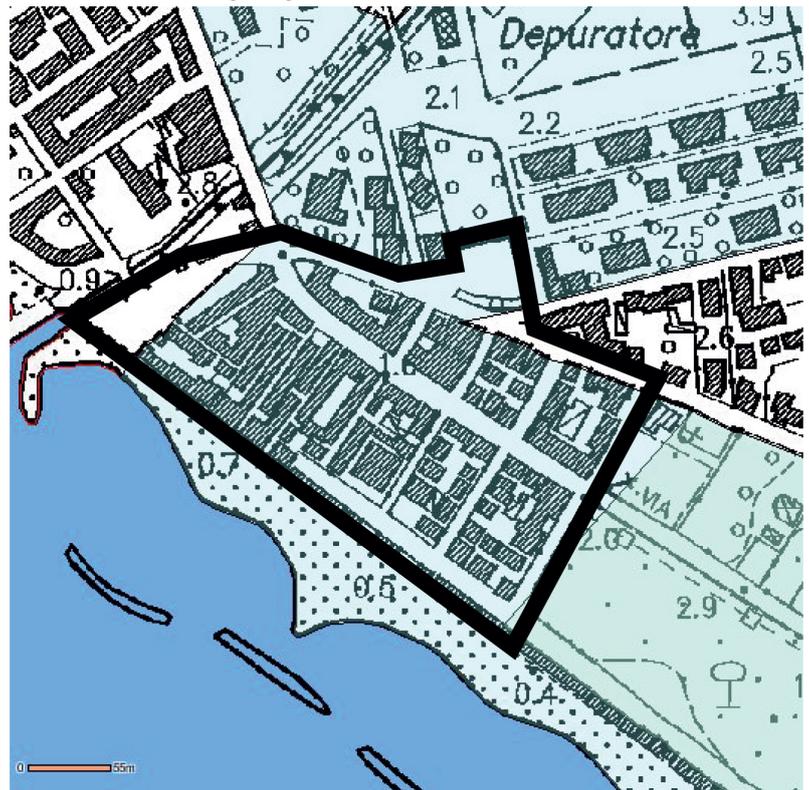
**PTC (Piano Territoriale di Coordinamento) Provincia di Grosseto,** D.lgs. 267/2000 e L.R. 3/1/2005:

- criticità assetto idrogeologico: "l'intrusione delle acque marine e la forte mineralizzazione delle acque nel sottosuolo";

- art.10: "tutelare (...) dune costiere a rischio di erosione";

- art.16: "formazioni vegetazionali e arbustive lungo la viabilità pubblica (...) salvaguardare gli habitat costieri e le vegetazioni alofitiche".

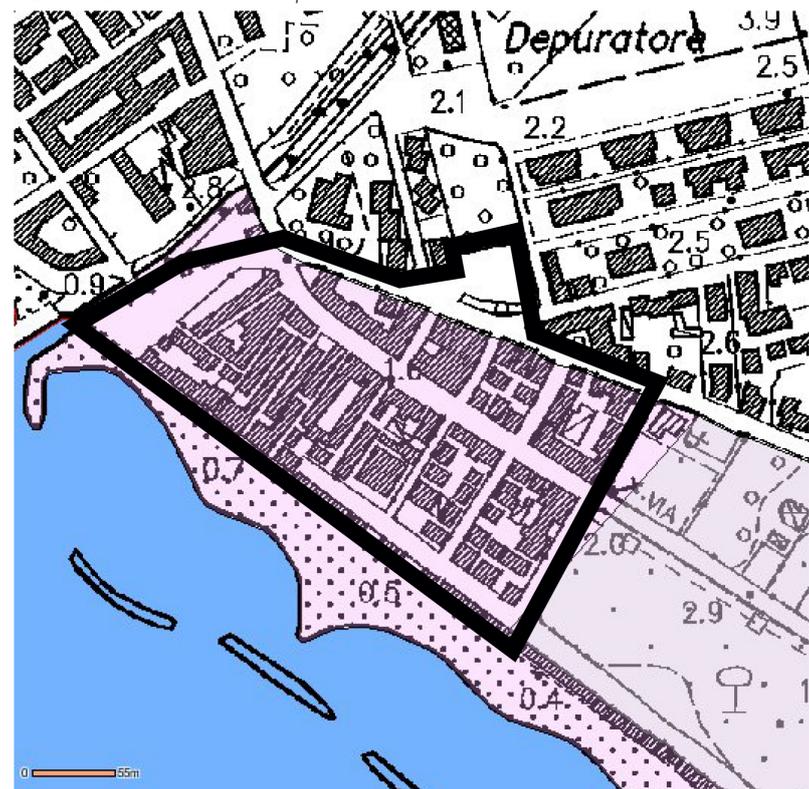
PTC tav. vi - assetto idrogeologico



**Vincolo Paesaggistico,** D.lgs. 42/2004, Codice dei beni culturali e del paesaggio:

art.136: "notevole interesse pubblico";

PTC art. 136 notevole interesse pubblico



art.142: "i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia", "trasformazioni urbanistiche ed edilizie sono ammesse a condizione che non alterino l'assetto idrogeologico e garantiscano la conservazione di valori ecosistemici paesaggistici ... coerenza paesaggistica, ne rispettino le caratteristiche morfologiche e le regole insediative storiche";

- la zona è soggetta ad autorizzazione paesaggistica ai sensi del D.P.C.M. 12/12/2005 in quanto è tutelata ai sensi del Titolo I – Capo II – Parte III del D. Lgs 42/04, sui beni paesaggistici e ambientali (vincolo paesaggistico ex L. 1497/39).

PTC art. 142



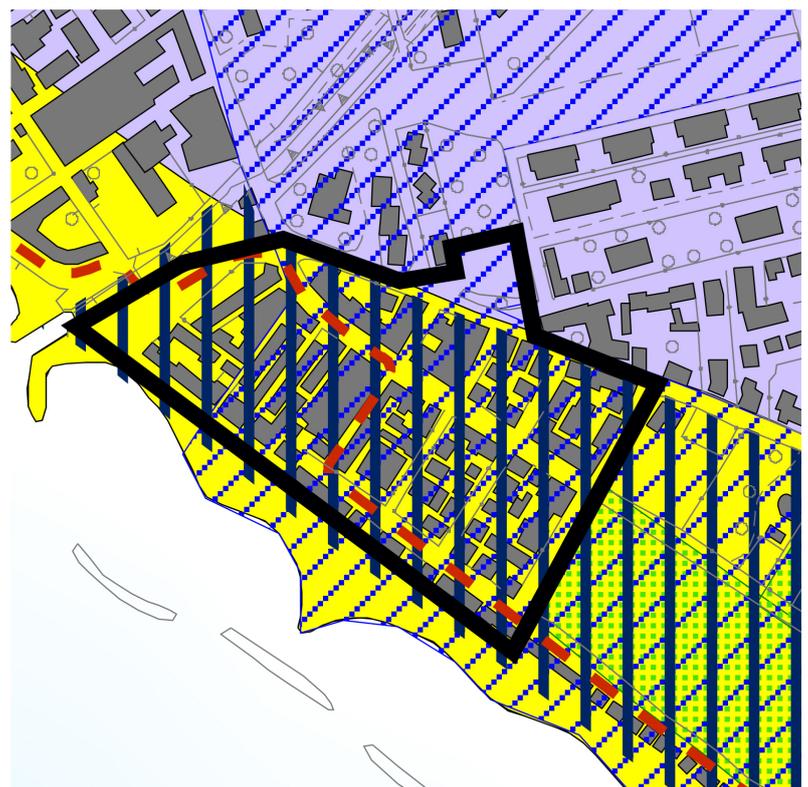
### Vincolo Archeologico

La verifica preventiva di interesse archeologico è regolamentata dall'art.25 del D.Lgs. 50/2016.

**PS (Piano Strutturale) Follonica,**  
Legge Regionale 5/1995, D.C.C.  
n.67/2005:

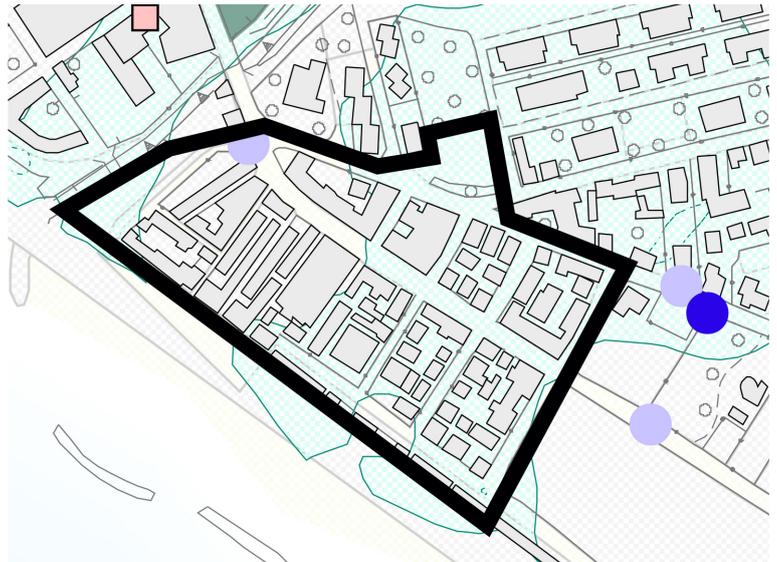
- tav.10/a Vincolo Idrogeologico e Forestale (R.D. 3267/1923);
- tav.10/a Vincolo Paesaggistico (ex.1497/39): "Pineta litoranea detta di Scarlino di notevole interesse per la folta vegetazione arborea" (DM 24/06/1959);
- tav.10/a Pericolosità geomorfologica media

PS tav. 10



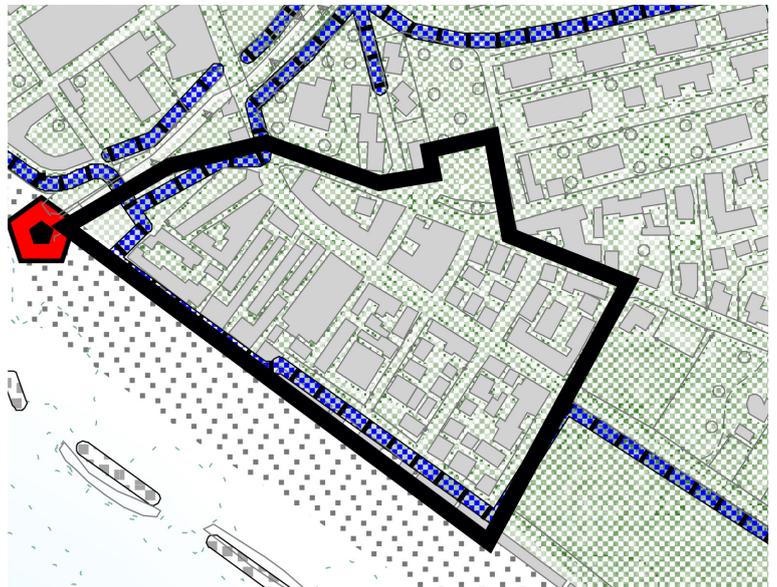
tav.27 criticità territoriale: "area esondabile" e "sofferenza acustica estiva" sull'incrocio Palermo-Repubblica;

PS tav. 27



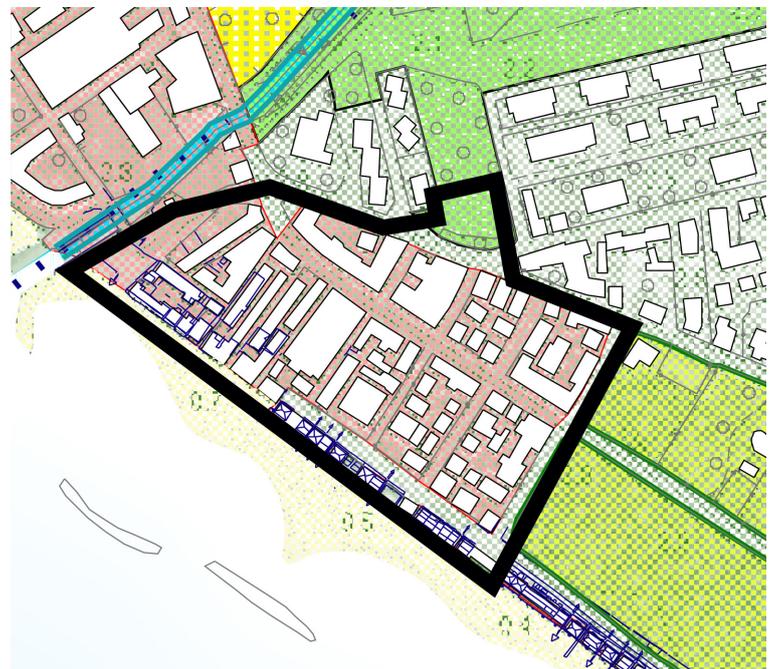
tav. 30/b sistemi infrastrutturali: nuovo tratto di pista ciclabile lungomare;

PS tav. 30/b



tav.32 le invarianti strutturali e lo statuto dei luoghi: "luogo a statuto speciale del centro urbano, del quartiere di Senzuno e delle baracche" prevede il mantenimento degli accessi al mare (art. 61 R.U) e della pineta verso Scarlino (art. 53 R.U).

PS tav. 32



**PP (Piano Particolareggiato)**

Parco Centrale, D.C.C .n.43/2010, confermata con D.C.P. n.38/2020

- il progetto del parcheggio multipiano in via Palermo intacca il perimetro del Parco Centrale;

- ambito Parco del Petraia (art. 4 NTA);

"L'attuazione degli interventi è sottoposta alla redazione di un progetto esecutivo di opera pubblica di arredo urbano e del verde che tenga conto delle necessità della riqualificazione complessiva", "L'Ambito potrà ospitare: ... parcheggi pubblici pertinenziali in superficie e interrati; quest'ultimi saranno realizzati prevedendo l'adozione di misure a tutela della falda per evitare azioni di richiamo del cuneo salino."

Piano Particolareggiato



**RU (Regolamento Urbanistico) Follonica, D.C.C. n.49/2016, variante n.7 D.C.C. n. 52/2017, NTA 2018:**

- art. 57- Luogo a statuto speciale del centro urbano di Senzuno e delle Baracche- art.135: Senzuno incluso nel "tessuto storico (...) conservazione e valorizzazione della configurazione e degli elementi costitutivi e qualificanti dello spazio pubblico";

- Piano delle Funzioni: richiamo alla riqualificazione e la rivitalizzazione di Senzuno;

- tav.2: "disciplina del suolo e degli insediamenti"

Individuazione delle seguenti aree (Art. 113):

**AAS** - aree attrezzate di servizio per la nautica, gli sport nautici e le attività ricreative;

**LU** - arenile, aree a libero uso;

**TS** - Tessuti storici ed edifici sparsi storicizzati;

**TM** - Tessuti del lungomare;

**SP** - Aree per standard, parcheggi pubblici di progetto.

- tav.4: spiaggia inclusa nelle aree tutelate per legge (ex Legge n. 431/85).

- tav.5: Filo fisso per il quale è richiesto il mantenimento dell'ingombro massimo dei fabbricati.

RU tav. 2



**Vincolo idrogeologico** Deliberazione C.C. n. 38 del 22.04.2004:

Il vincolo è regolamentato dalla legge regionale n.39 del 21 marzo 2000 (Legge forestale della Toscana), modificata dalla legge regionale n.1 de 2 gennaio 2003 che disciplina quanto previsto dall'articolo 40 della citata legge in coerenza con i contenuti del Regolamento forestale della Toscana emanata con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 agosto 2003, n. 48/R (Regolamento forestale della Toscana) e successive modifiche (D.P.G.R. n° 32/R del 16/03/2010).

**PUT (Piano Urbano del Traffico)** Follonica 19/04/2017 (non approvato):

- via delle Repubblica: "Elementi e assetti della sezione stradale che forino il comportamento dei veicoli inducendoli a rallentare (dossi, chicanes, restringimenti, etc.)... la realizzazione di una Zona a Traffico Limitato in abbinamento con una zona 30 ... promiscuità fra i veicoli autorizzati e le bici che potranno circolare anche in verso opposto rispetto a quello consentito ai veicoli senza la necessità di realizzare una pista ciclabile in sede propria";

- fig.7: inversione di senso di marcia in alcune vie;

- fig.7: inserimento di rotatoria all'incrocio Bicocchi-Repubblica-Palermo, e Palermo-Salceta.

Piano Urbano del Traffico fig.7



## 4. Obiettivi generali e perimetro di intervento

### 4.1. Obiettivi

Elenchiamo le principali caratteristiche dell'area con gli obiettivi da raggiungere:

- Posizione baricentrica fra il centro di Follonica, il mare e il Parco Centrale: rinforzare i percorsi alla scala urbana, valorizzare gli accessi al quartiere;
- Quartiere accogliente, edilizia bassa e originaria: tutelare l'identità, creare spazi per la socialità (piazze etc.);
- Residenze prevalentemente estive, contrasto antropico estate - inverno: riqualificazione e diversificazione dell'offerta;
- Degrado dello spazio urbano: riqualificazione e uso di materiali coordinati e durevoli;
- Problemi di erosione costiera e di intrusione del cuneo salino: tutela e recupero del sistema dunale e della pineta limitrofa;
- Forte pressione di traffico sull'incrocio Vespucci-Palermo e in via della Repubblica: inserimento di zona a 30 km/ora e di eventuale rotatoria;
- Interruzione della pista ciclabile verso Scarlino: completamento del tracciato (solo segnaletica);
- Nuovi impianti : realizzazione di nuovo impianto fognario per lo smaltimento delle acque meteoriche, nuova illuminazione pubblica.

## 4.2. Perimetro di intervento

Per questa fase è stato deciso di circoscrivere l'intervento alle sole aree campite in rosso nella planimetria qui sotto (intervento ridotto rispetto a quello del progetto definitivo').

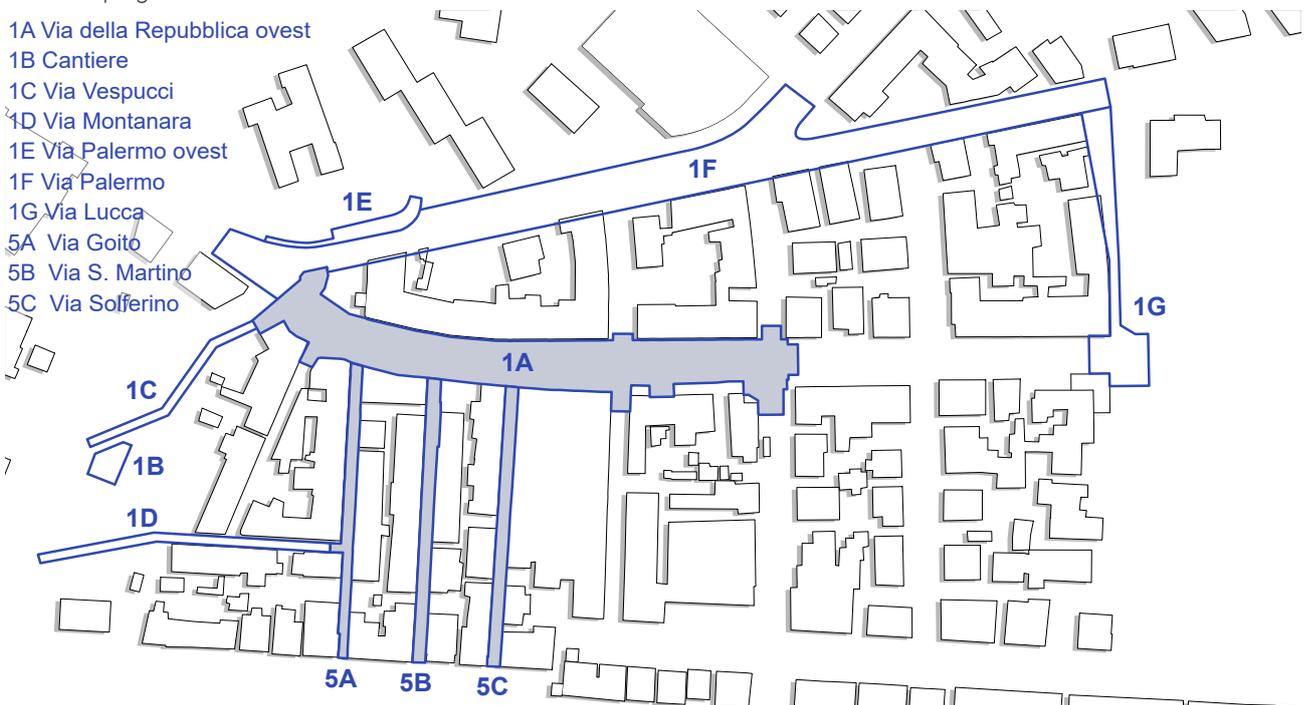
Planimetria evolutiva: PFTE (linea nera tratteggiata), definitivo (linea rossa), esecutivo (campitura rossa)



Le aree campite nello schema qui sotto sono quelle per le quali è prevista una nuova pavimentazione, per le altre aree è prevista solo una nuova segnaletica, impianti e cordoli. Le altre zone previste nel progetto definitivo saranno oggetto di altri lotti da definirsi.

Perimetro progetto esecutivo

- 1A Via della Repubblica ovest
- 1B Cantiere
- 1C Via Vespucci
- 1D Via Montanara
- 1E Via Palermo ovest
- 1F Via Palermo
- 1G Via Lucca
- 5A Via Goito
- 5B Via S. Martino
- 5C Via Sofferino



### 4.3. Fasi di cantiere

1. Installazione del cantiere.
2. Realizzazione di due nuove condotte fognarie e l'allargamento di via Palermo per permettere il doppio senso di circolazione durante il cantiere.
3. 4. 5. Realizzazione dei tre vicoli Goito, S. Martino e Solferino.
6. 7. 8. Realizzazione di Via della Repubblica da Ovest ad Est. L'ipotesi di suddividere il cantiere in senso longitudinale alla strada per permettere la circolazione veicolare su una corsia alternata durante il cantiere è stata scartata a causa delle complicazioni generate negli impianti idraulici sotterranei.
9. Realizzazione della pista ciclabile e della segnaletica su via Lucca e via Palermo.

Maggiore dettaglio è stato riportato nel cronoprogramma allegato. E' importante segnalare che da metà maggio bisogna sospendere i lavori per la stagione estiva, di conseguenza le ultime fasi 8 e 9 verranno eseguiti dopo la sospensione estiva.

Planimetria con fasi di cantiere

- 1 cantiere
- 2 lavori preparativi
- 3-5 vicoli
- 6-8 via della Repubblica
- 9 pista ciclabile e incroci



## 5. Descrizione del progetto

### 5.1. Descrizione generale

Nel quartiere di Senzuno si possono rilevare due 'centralità' .

- la via commerciale: il primo tratto di via della Repubblica;
- il cuore di Senzuno: la piazza Congobar-Tiburon.

Questi due luoghi pur distinguendosi nettamente per vocazioni d'uso, grado di pedonalità, orario di fruizione e dimensione, sono complementari fra di loro e meritano di ricevere sistemazioni particolari adatte alle funzioni che ospitano. Fra loro nasce un collegamento strutturante lungo via Mentana e via Livorno, che collega a sud l'accesso al mare e a nord una nuova piazzetta d'incontro fra il parcheggio su via Palermo e il quartiere retrostante (attualmente escluso dall'area di intervento in oggetto).



Ogni quartiere ha una piazza intorno alla quale si identifica. A Senzuno questo luogo è stato creato potenziando il ruolo della piazza Congobar-Tiburon, che in questa fase è stata chiamata "piazza Senzuno". Attualmente questo spazio rimane però nascosto e in parte marginale; è stato quindi previsto di renderlo maggiormente raggiungibile, verso ovest con un nuovo percorso lungomare a partire di via A. Vespucci e verso est con la riqualificazione di via Spiaggia di Levante e l'accesso alla pineta.



Oltre questi sistemi strutturanti possiamo individuare anche:

- i caratteristici vicoli storici: fra via Solferino e via Curtatone;
- le porte d'accesso al quartiere: Da via A. Vespucci e da via della Repubblica;
- le zone più residenziali: le vie trasversali di costruzione più recente.

Il progetto ipotizza una riqualificazione generale estesa sostanzialmente a tutto il quartiere.  
In particolare si prevede:

-La realizzazione di una nuove pavimentazioni.

Sul primo tratto di via della Repubblica e sui vicoli storici sarà stesa una pavimentazione in cemento architettonico. Questo materiale sarà posato da facciata a facciata al fine di rendere meno infrastrutturale lo spazio stradale di quartiere. Un fascia di pavimento in acciottolato sarà posato lungo i piedi dei fabbricati per agevolare eventuali interventi di manutenzione sugli impianti ( facile smontabilità e ripristino )

-La creazione di un nuovo spazio pubblico di relazione.

Come ogni quartiere anche il 'Senzuno' sarà dotato di una propria piazzetta posizionata lungo l'incrocio tra via lungomare di Levante e via Mentana. Questo spazio sarà prevalentemente ad uso pedonale pavimentato anch'esso in cemento architettonico con alcuni ' tappeti' realizzati in acciottolato. Su quest'ultimi è previsto di realizzare alcuni arredi fissi ( panchine di grande formato, fontanelli etc. ) al fine di favorire incontro e socialità.

-La realizzazione di un nuova passeggiata lungomare.

E' previsto di realizzare un nuovo collegamento tra via di Levante e via Vespucci attraverso una pedana in legno poggiata su sabbia. Questo nuovo percorso urbano sarà punteggiato di piccoli slarghi dotati di arredi per la sosta e dedicati a diversi usi.

-L'introduzione di nuove piantumazioni vegetali e alberi.

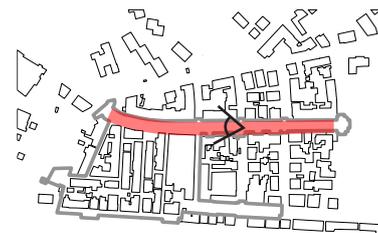
Lungo la nuova passeggiata lungomare si prevede di reintrodurre la vegetazione dunale autoctona che costituirà anche elemento di filtro tra il nuovo percorso pedonale e le residenze private. Saranno inoltre piantate alcune palme in continuità con il sistema di palme già presenti sul lungomare di Levante.

Alberi ad alto fusto saranno invece piantumati lungo tutta via della Repubblica al fine di ombreggiare gli spazi di marciapiede opportunamente arredati.

Le sistemazioni generali appena descritte saranno infine accompagnate da interventi impiantistici di tipo fognario ed illuminotecnico al fine di rendere completa la riqualificazione del 'Senzuno' sotto tutti gli aspetti.

## 5.2. Ambiti di intervento

### Via della Repubblica

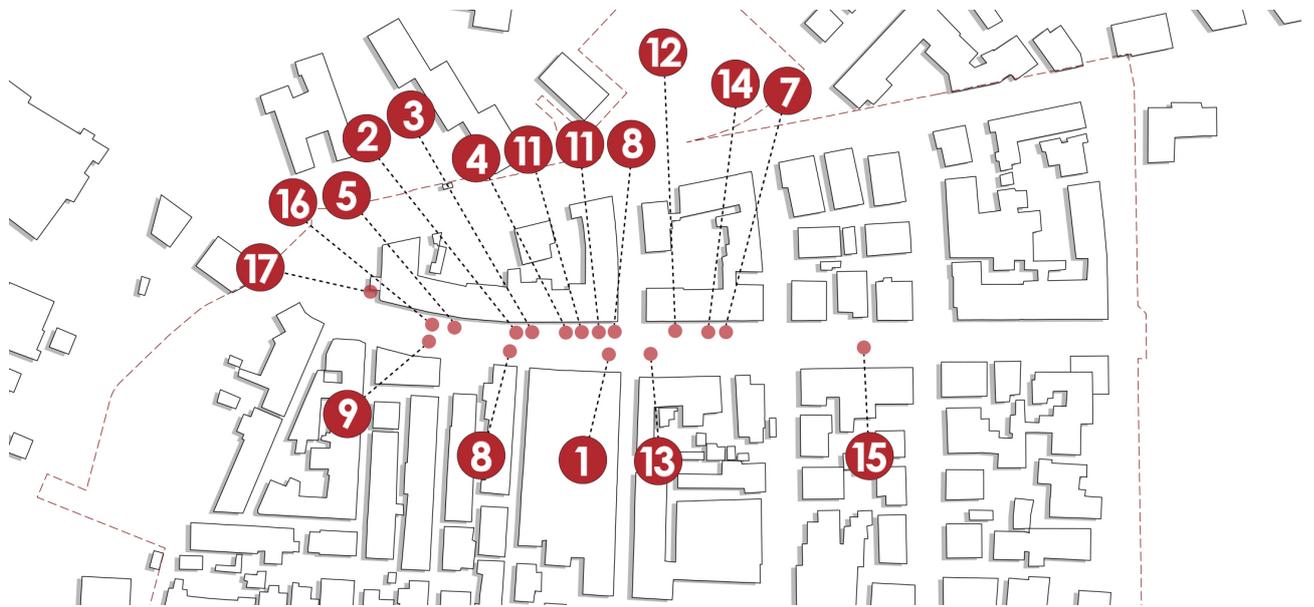


Vista di via della Repubblica

Attualmente la carreggiata di via della Repubblica è molto larga con un uso prevalentemente stardale a sfavore dello spazio pedonale che risulta particolarmente stretto e disorganizzato. Il disegno di una nuova sezione stradale permette di aumentare lo spazio dedicato ai pedoni e all'incontro.

Si distingue un tratto a carattere commerciale, fino a via Firenze, ed uno principalmente residenziale, fino a via Lucca. Il progetto prevede la pavimentazione del tratto commerciale con sezione a raso e continua da facciata a facciata in modo da esprimere un carattere pedonale e da favorire un'organizzazione reversibile (modifica posti auto, pedonalizzazione temporanea per eventi, ZTL futuro, ...). Sarà comunque segnalato in modo chiaro il limite della carreggiata (segnaletica a terra, paletti, arredi e alberi).

Nella planimetria di progetto sono stati mantenuti gli ingombri dei dehors esistenti (vedi schema concessioni 2020) pur modificandone leggermente le posizioni per adattarli alle geometrie dei nuovi marciapiedi. E' stato comunque mantenuto il meccanismo flessibile già presente oggi: ogni posto auto può ospitare un dehors, e viceversa. La qualità dello spazio dipende anche dall'omogeneità dei dehors, per i quali verrà redatto un regolamento specifico esterno a questo incarico.



schema dehors in via della Repubblica

- |  |   |
|--|---|
| 1_ MACELLERIA INCROCIO VIA MENTANA (m. 4.25 x m. 2.00) | 10_ NEGOZIO ANGOLO VIA LIVORNO (m. 2.00 x m. 3.00)  |
| 2_ BAZAR (m. 2.00 x m. 4.00)                           | 11_ CASA DEL MATERASSO (m. 2.00 x m. 4.50)          |
| 3_ BAZAR (m. 2.00 x m. 3.05)                           | 12_ CASA DEL MATERASSO (m. 2.00 x m. 4.00)          |
| 4_ PIZZERIA SENZUNO (m. 2.00 x m. 4.00)                | 13_ BAR SENZUNO (m. 2.00 x m. 4.00)                 |
| 5_ FREESTYLE FRIGGITORIA (m.2.00 x m. 3.90)            | 14_ LA CAPANNINA DEL PESCATORE (m. 2.00 x m. 5.00), |
| 6_ PEGGI BAR PIAZZA (m. 4.20 x m. 3.20)                | 15_ CAFFE' RIONE (m. 1.90 x m. 4.60)                |
| 7_ OSTERIA LA BOTTEGA (m. 6.00 x m. 2.00)              | 16_ TABACCHERIA SENZUNO (m. 2.00 x m. 4.70)         |
| 8_ GELATERIA CIOCCOLATINA (m. 5.50 x m. 2.00)          | 17_ PEGGI (m. 4.50 x m. 5.85)                       |
| 9_ RISTORANTE BEZZUGA (m. 8.15 x m. 2.00)              |   |

## Vicoli pedonali



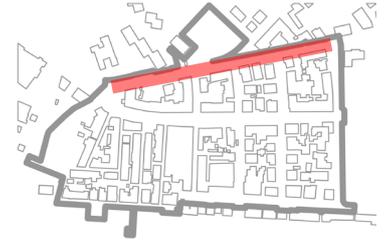
Vista sui vicoli storici ( via Goito )

Gli interventi previsti su questi vicoli sono prevalentemente di tipo conservativo e mirano a valorizzare il carattere stesso del luogo, la sua piccola scala, il l'immagine di borgo appoggiato sulla spiaggia. Il progetto prevede di sostituire l'attuale pavimentazione in asfalto con una in cemento architettonico ( o cemento bocciardato) la cui immagine rievoca la natura originale di questi spazi inizialmente realizzati in terra battuta e sabbia.

La pavimentazione sarà arricchita con stampi in negativo sul cemento di figure di conchiglie e altri elementi di mare

Ai bordi della strada due fasce in acciottolato permetteranno di intervenire più facilmente sugli impianti sottostanti in caso di manutenzione e/o nuovi allacci.

## Via Palermo



In questa fase il progetto su via Palermo si limita alla sola realizzazione della pista ciclabile di raccordo tra il tratto di viale Carducci e quello in direzione Scarlino

Per questo intervento si prevede quindi il rifacimento di tutta la segnaletica stradale e lo smantellamento della staccionate in legno sulla porzione precedente via Bicocchi propedeutica a non ridurre i posti auto attualmente presenti

La nuova sezione stradale sarà di 4m di carreggiata a senso unico con parcheggi in linea e nuova pista ciclabile di 2,5 m (fig. 1).

Queste dimensioni permetteranno di realizzare in futuro o in occasione di particolari eventi (feste, temporanea pedonalizzazione di via della Repubblica etc.) una carreggiata a doppio senso di marcia eliminando unicamente gli stalli di parcheggio (fig. 3).

Fa eccezione il tratto tra via Pistoia e via Lucca che per esigenze di spazio avrà la carreggiata di 3,5 m e la ciclabile di 2 m (fig. 2).

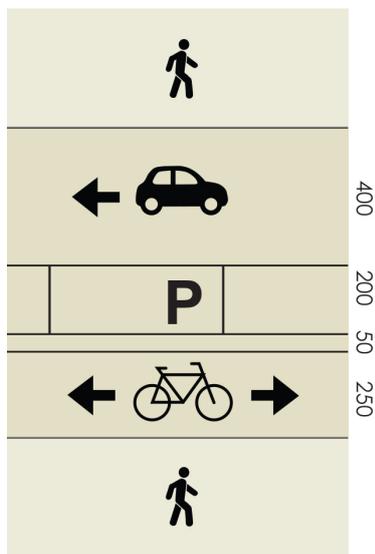


fig. 1 Nuova sezione stradale nel primo tratto di via Palermo con carreggiata di 4 m e ciclabile di 2,5 m.

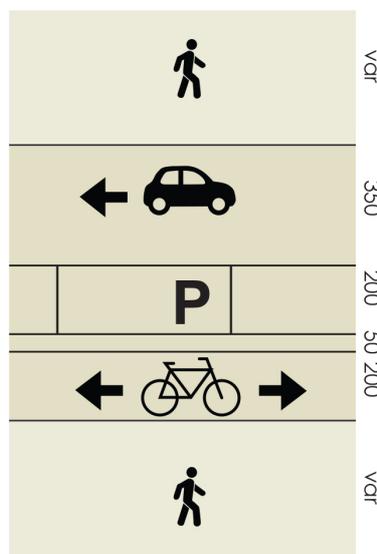


fig. 2 Nuova sezione stradale nel secondo tratto di via Palermo con carreggiata di 3,5 m e ciclabile di 2 m.

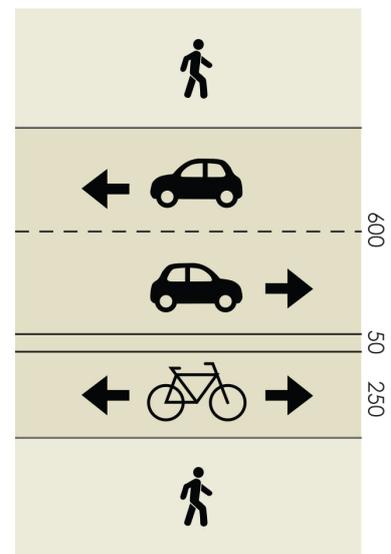
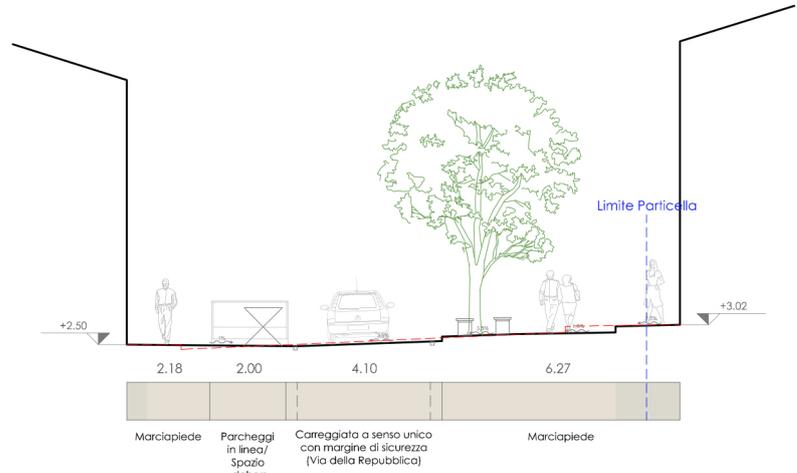


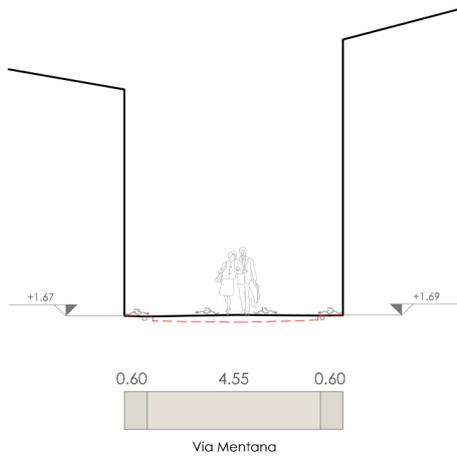
fig. 3 Ipotesi di nuova sezione stradale temporanea con soppressione dei parcheggi auto e realizzazione di doppio senso di marcia.

### 5.3. Sezioni stradali

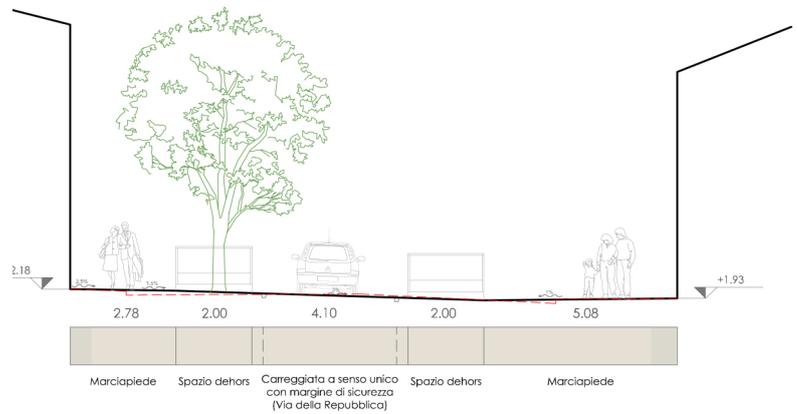
via della Repubblica



Via Mentana

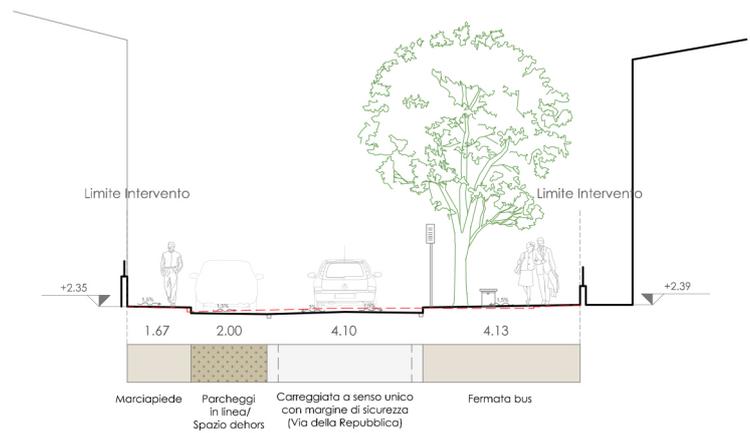
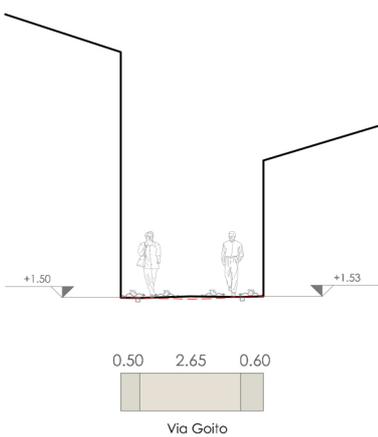


via della Repubblica



1 Repubblica

Via Goito



## 5.4 Strutture

Essendo prevista una pavimentazione in cemento non sarà necessario realizzare delle fondazioni per sostenere l'arredo urbano. Le sedute, i cestini dell'immondizia, le fontane o i dehors potranno essere direttamente ancorati a terra, sul cemento, tramite barre filettate fissate col chimico o con sistema tipo Ficher. Questi ancoraggi dovranno essere quelli previsti dalle case produttrici degli arredi ma non ci sarà bisogno di calcoli per dimensionare le fondazioni.

Per quanto riguarda i pali della luce saranno utilizzati dei plinti di fondazione prefabbricati certificati dalle aziende fornitrici dei pali.

## 5.5 Interferenze

### **Tra piantumazioni e sottoservizi**

In fondo alla presente relazione si trova il rilievo, fatto con georadar, dei sottoservizi. In alcuni casi ci saranno probabilmente delle interferenze con gli alberi previsti dal progetto. Non essendo molto precisi i rilievi dei sottoservizi sarà possibile verificare le interferenze solo in fase di cantiere. Le interferenze non dovrebbero comunque riguardare l'impianto fognario.

Se si tratta di sottoservizi flessibili, tipo telefono o elettricità, si possono spostare

Se si tratta di condutture rigide, gas o acquedotto pubblico, si può valutare tra diverse soluzioni: deviare le tubature, spostare l'albero, incapsulare le tubature, inibire le radici dell'albero con muri in c.a. o acciaio, non piantare l'albero, ...

### **Tra pozzetti e cordoli**

Quando capita che un cordolo cada sopra un pozzetto o una griglia esistente si valuterà, con la D.L. quale soluzione convenga adottare:

- spostare il pozzetto,
- interrompere il cordolo,
- spostare il cordolo,
- mettere un finto cordolo sul coperchio del pozzetto.

### **Tra nuova sistemazione di piazza Peggi e nuovo progetto via Repubblica**

Si prevede la parziale demolizione del cemento lavato esistente di piazza Peggi e la sua ricostruzione fino al nuovo cordolo previsto nel nuovo progetto. Questa misura si rende necessaria a causa dei diversi livelli, tra marciapiede alto e a raso, in particolare a causa di un marciapiede con uno scivolo che si abbassa verso il passaggio pedonale.

### **Tra pensilina del bus e allargamento di via Palermo**

L'aggiunta di alcuni posti auto, in compensazione a quelli persi su via della Repubblica, rende necessario lo spostamento della pensilina del bus su via Palermo, lato nord.

## 5.6. Raccolta delle acque meteoriche

I punti più bassi di via della Repubblica si trovano lungo una linea che incomincia a ovest tra la carreggiata e i parcheggi del lato nord, per poi passare, nei pressi di via S. Martino, tra i parcheggi e la zona pedonale. Tra via Solferino e via Mentana la linea dei punti bassi è quasi orizzontale e quindi bisognerà prevedere delle pendenze in senso longitudinale alla strada per convogliare le acque piovane verso le griglie di raccolta.

Nelle stradine la raccolta avviene centrale e visto la larghezza ridotta verrà realizzato una fascia ribassata largo 100cm per incanalare l'acqua piovana in modo più efficace.

## 5.7 Materiali



Schema di distribuzione delle pavimentazioni sull'area del progetto definitivo

## Pavimento architettonico

Nel processo di espansione di Follonica dell'inizio del 900 le strade erano inizialmente realizzate in terra battuta, prive di pavimentazione e marciapiedi. Questo immagine "povera" era particolarmente presente nel quartiere di Senzuno, borgo costruito direttamente sulla spiaggia. Solo in un secondo momento le strade della città vennero coperte da uno strato di manto bituminoso.



foto lungomare Italia e quartiere Senzuno dall'alto (fonte Alfeo Chirici, TraccEdizioni, Storia di Follonica)

Nel progetto si prevede di rievocare la natura iniziale dei luoghi in particolar modo su quelle strade ritenute di maggior importanza o dove si vuole arricchire lo spazio assegnandoli un carattere più pedonale. Per la scelta del materiale da usare sono state confrontate tre diverse tipologie di pavimentazioni: il manto bituminoso, il cemento architettonico e la strada in terra stabilizzata.

	<b>manto bituminoso</b>	<b>cemento architettonico</b>	<b>terra stabilizzata</b>
<b>resistenza</b>			
durabilità media	10 anni	25 anni	5 anni
resistenza alla compressione	50MPA	70MPA	15MPA
comfort pedone	comfortevole	comfortevole	non accessibile
accessibilità sottoservizi	fattibile	difficile	facile
spazzole di ferro (spazzatrice)	si	si	no
segnaletica orizzontale	si	si	no
<b>estetica</b>			
contesto storico	meno adeguato	adeguato	adeguato
invecchiamento	bucche, crepe	stabile	formazione cavità
macchie d'olio	invisibile	trattamento preventivo	assorbe
<b>ambiente</b>			
riflettanza o albedo	0,1	0,4	0,5
SRI (solar reflectance index)	6	19	35
emissione CO2 produzione	0,03 t/t	0,11	0,01
impatto della posa	emissione di fumi nocivi	polveroso	polveroso
inquinamento acustico	bassa	media	media
riciclo dei materiali di scarto	può essere riutilizzato con l'aggiunto di agenti	può essere riutilizzato come inerte	può essere riutilizzato integralmente

La viabilità del quartiere è stata catalogata nel PS comunale come "strade urbane di quartiere" e "strade locale" e il limite di velocità verrà ridotto a 30km/h. Tuttavia c'è da tenere conto della frequenza veicolare medio-alta, il traffico giornaliero medio TGM per i giorni feriali è di 7930 veicoli/giorno (rilievo Piano Urbano del Traffico), e del transito sia di autocarri fino a 3,5t che di autobus urbani e extraurbani n. 2 e 4 (compreso le rispettive fermate.)

Valutando gli aspetti sopraindicati e in accordo con l'Amministrazione Comunale è stato scelto la soluzione del cemento architettonico. In sintesi tale soluzione sposa bene i requisiti tecnici (stabilità, durabilità, sicurezza) con quelli estetici (cromatismo pietra locale, rievocazione storica).

## Cemento bocciardato

Come tipologia di cemento architettonico è stato individuato la tecnica del cemento bocciardato. Tale pratica ha vari vantaggi tecnici ed estetici, come descritto nel capitolato tecnico.

Dopo un periodo adeguato di maturazione del getto di calcestruzzo (che varia in funzione del periodo e verrà definito insieme alla D.L.), si procederà all'esecuzione della bocciardatura, un trattamento realizzato sulla superficie in calcestruzzo attraverso l'impiego di levigatrici planetarie e bocciarde con punte in carburo di tungsteno, che grazie all'effetto della rotazione delle attrezzature permettono di rendere la pavimentazione antiscivolo e di portare a vista l'inerte. La bocciardatura deve essere eseguita da personale specializzato e la superficie deve risultare omogeneo.

Dall'inizio dei lavori l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, tre campioni delle dimensioni minime di mq. 1,00, con mix-design da concordare con la D.L.



realizzazione in cemento bocciardato



dettaglio di cemento bocciardato

## Selciato di pietra

Per quanto riguarda l'uso del cemento architettonico si pone l'attenzione sulle possibili problematiche di accesso ai sottoservizi e sugli eventuali interventi di demolizione e ripristino. Per questo motivo segnala la necessità di un accurato controllo dei sottoservizi presenti prima dell' esecuzione di questa pavimentazione.

Per ottemperare alle problematiche appena descritte è stato comunque previsto di realizzare una fascia di pavimento in selciato di pietra di circa 60 cm larghezza distribuita lungo la base degli edifici. Questa superficie avrà finitura superficiale "vicina" al quella del cemento ma con caratteristiche di più facile smontaggio. Tale fascia corrisponde agli attaches impiantistici delle case private per le quali non sono ad oggi prevedibili eventuale futuri spostamenti o modifiche.

La fascia funge anche come cornice ai palazzi del quartiere dando all'intervento di riqualificazione un'immagine più rifinita.



dettagli di selciato di pietra a spacco

Il selciato, simile all'acciottolato, si è diffuso nella seconda metà del secolo diciannovesimo nelle strade urbane Europee. Per la realizzazione si possono usare sassi, cubetti o pietre a spacco. Si prevede la seguente tecnica di posa:

- magrone in scaglie di pietra legata con malta di calce magra;
- letto di posa di 8 -10 cm di sabbia a grana grossa e malta cementizia;
- posa a mano della pietra, si prevede un diametro fra i 60/80 o 80/100mm;
- battitura con un martello per assestare la pietra;
- copertura delle fughe con boiacca di cemento o di calce;
- lavaggio finale.

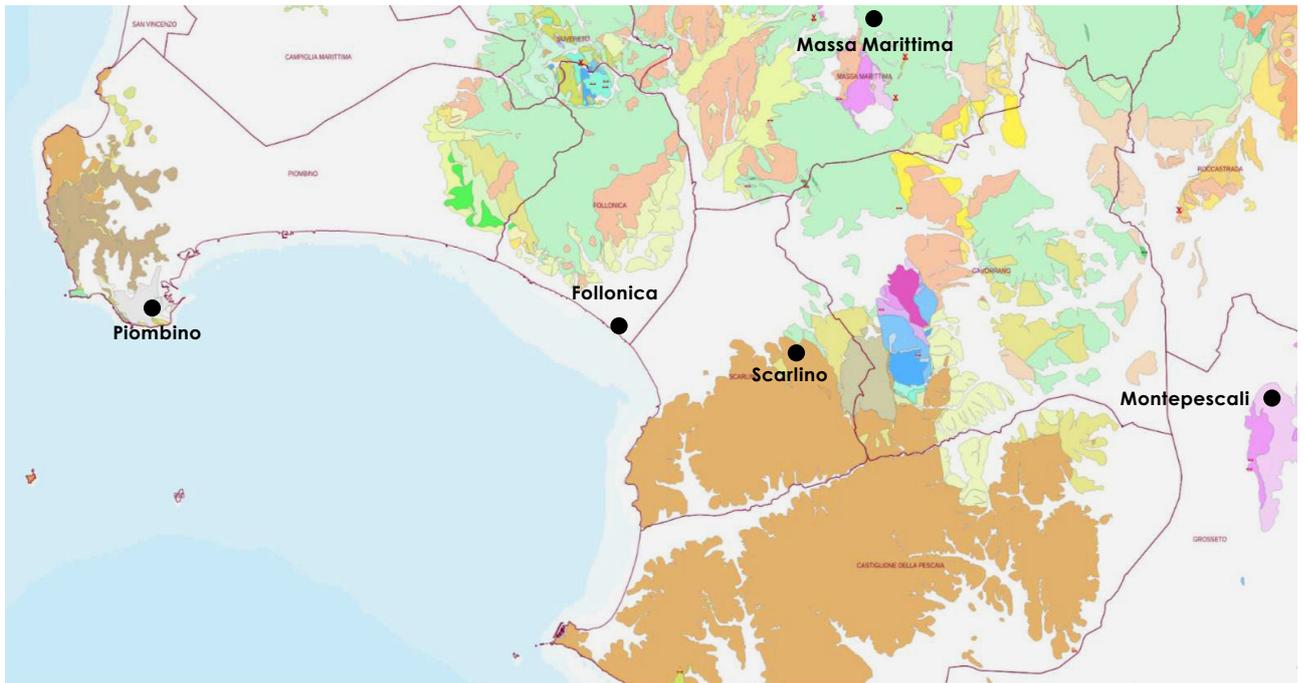


Corte Vecchia, Pian di Rocca (GR)



pietra spaccata naturalmente, Cala Martina, Scarlino (GR)

## Approfondimento geologico



DB Geologico, Regione Toscana



Nel golfo di Follonica la roccia affiorante principale è del tipo arenaria chiamata "Macigno", una pietra quarzosa - feldspatica - micacee che in questa zona prende un colore giallo - marrone simile a quello della spiaggia. Tale pietra è stata usata ampiamente nelle costruzioni dei borghi storici delle colline retrostanti come Scarlino, Tirli e Caldana.



pietra arenaria Macigno



Rocca Pisana, Scarlino (GR)

La pietra è di facile lavorazione, resistente nel tempo e relativamente economica. Il progetto ne prevede un suo uso sia per gli inerti del pavimento architettonico che per il pietrisco del selciato.

## Altri materiali

Alzate e bordi in acciaio, finitura corten.

Quando presenti tutti i bordi e le alzate dei gradini e rampe saranno realizzate in lamiera di corten da 10 mm fondate su cemento. Per evitare macchie sulla pavimentazione sottostante, il corten deve essere trattato con un fissativo antispolvero prima e dopo la posa degli elementi.



Manto bituminoso e bordi in travertino.

Le altre superfici saranno in conglomerato bituminoso con cordoli bianchi (travertino o cemento) sul tipo di quelli già presenti sulle altre vie di Follonica.



## 5.8 Vegetazione

Il verde è un elemento centrale del progetto di riqualificazione del quartiere di Senzuno. Definisce la qualità degli spazi insieme alle altre scelte progettuali: geometria del progetto, tipo di pavimentazione, scelta degli arredi.

I benefici del verde urbano sono molteplici: l'introduzione nel quartiere di sistemi arborei e erbaceo arbustivi attualmente del tutto assenti consente l'abbattimento delle temperature, la creazione di zone d'ombra per la sosta e la fruizione pedonale e ciclabile, incrementa la continuità ecologica con le altre aree verdi urbane e con le aree periurbane e rurali, oltre ai sistemi forestali come la pineta di Levante.

### Sistema arboreo

La scelta delle alberature è stata fatta in funzione del luogo d'impianto (strada, parcheggio, area verde). La posizione d'impianto ha tenuto conto dello sviluppo dell'albero (altezza e larghezza della chioma) a lungo termine. Le specie sono state determinate dalle condizioni ambientali (temperature invernali ed estive, ambiente secco, presenza di salsedine, preferenza per specie autoctone).

#### -Via della Repubblica

I marciapiedi sono piantumanti con alberi di piccola dimensione (*Acer monspessolanum* - acero minore - e *Quercus coccifera* - quercia spinosa) posizionati in modo alternato rispetto all'asse stradale al fine avere una percezione più frammentata dello spazio e contribuire ai sistemi messi in campo per la riduzione della velocità veicolare (abbattimento dell'effetto boulevard)

La loro posizione e taglia accompagna i fronti urbani, crea zone d'ombra intorno ai dehors, le sedute e i posti auto, evita di interferire con le facciate e con la careggiata quando avranno raggiunto il loro massimo sviluppo.

Le essenze scelte non necessiteranno di potature. L'acero minore è caduco mentre la quercia spinosa è sempreverde, così da creare una variabilità stagionale.

#### -Messa a dimora alberature

La messa a dimora delle alberature avverrà tramite realizzazione di una fossa di piantagione di dimensioni minime m 1,5 x 1,5 x 1,5 (h) e comunque adeguata, per un volume di circa il doppio del volume del pane di terra (zolla o vaso). Lo scavo verrà riempito con uno strato drenante e stabilizzante per almeno 15-20 cm (lapillo o simili o miscela di materiale drenante con terra) sopra il quale verrà posizionato l'albero prima di procedere al riempimento dello scavo con substrato drenante (composto da terra, pozzolana o simile, compost e letame spento, ricetta da definire in funzione della terra vegetale reperibile in loco) fino al colletto della pianta prendendo cura di compattare manualmente la terra intorno alle radici per strati di 30 cm di spessore circa. Attorno al pane verrà predisposto un tubo per consentire irrigazione di soccorso e aerazione del terreno. In superficie verrà installato un sistema d'irrigazione a goccia o di subirrigazione per sostenere la pianta durante la fase di attecchimento per le prime due stagioni vegetative.



Quercia spinosa



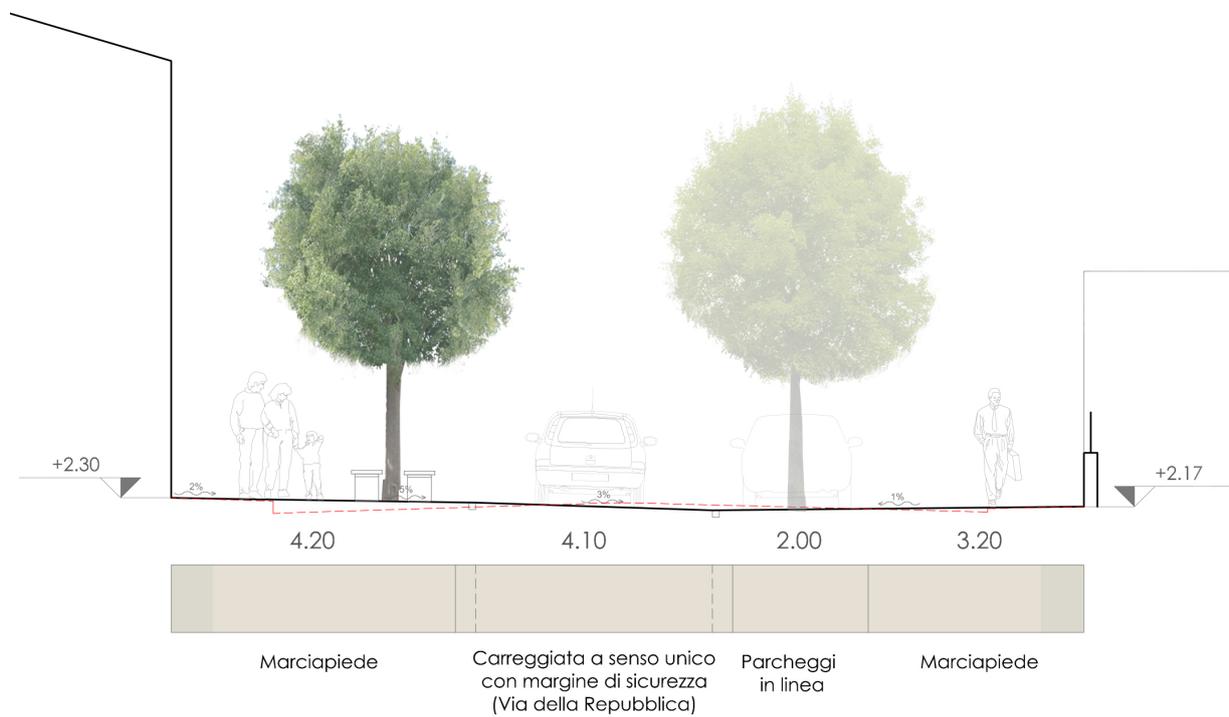
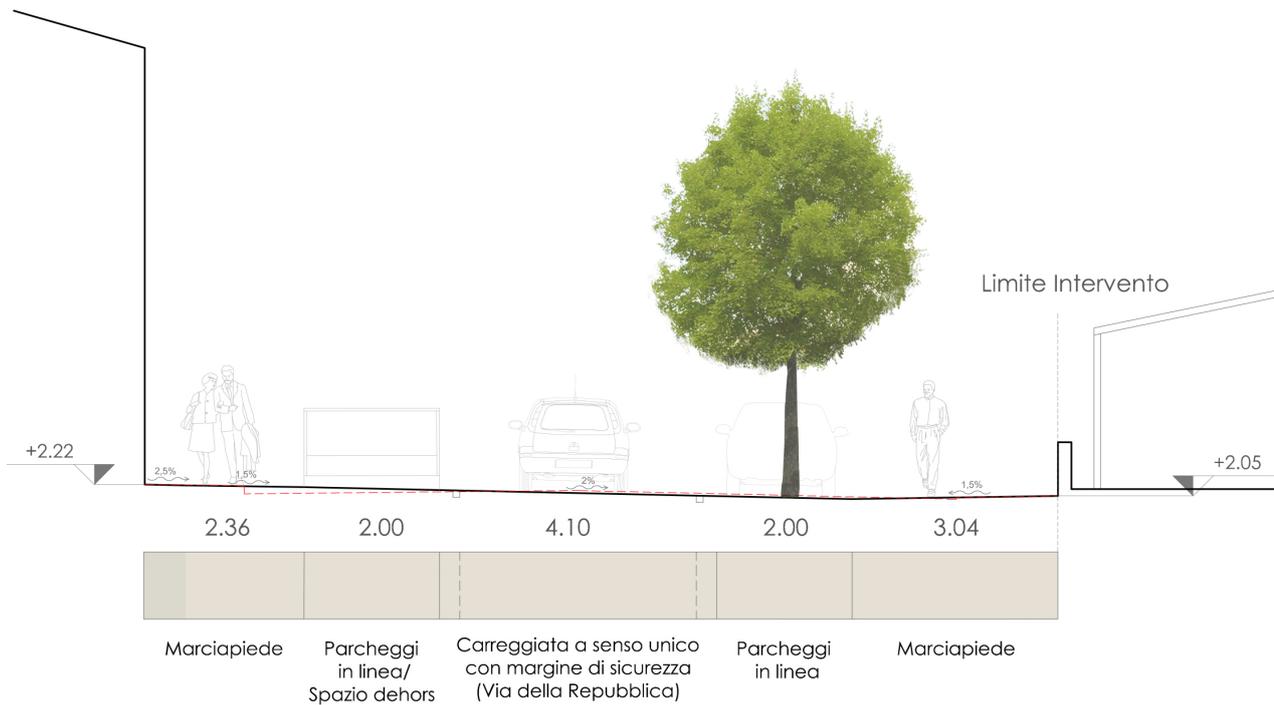
Acero minore

Planimetria sistema arboreo sull'area del progetto definitivo

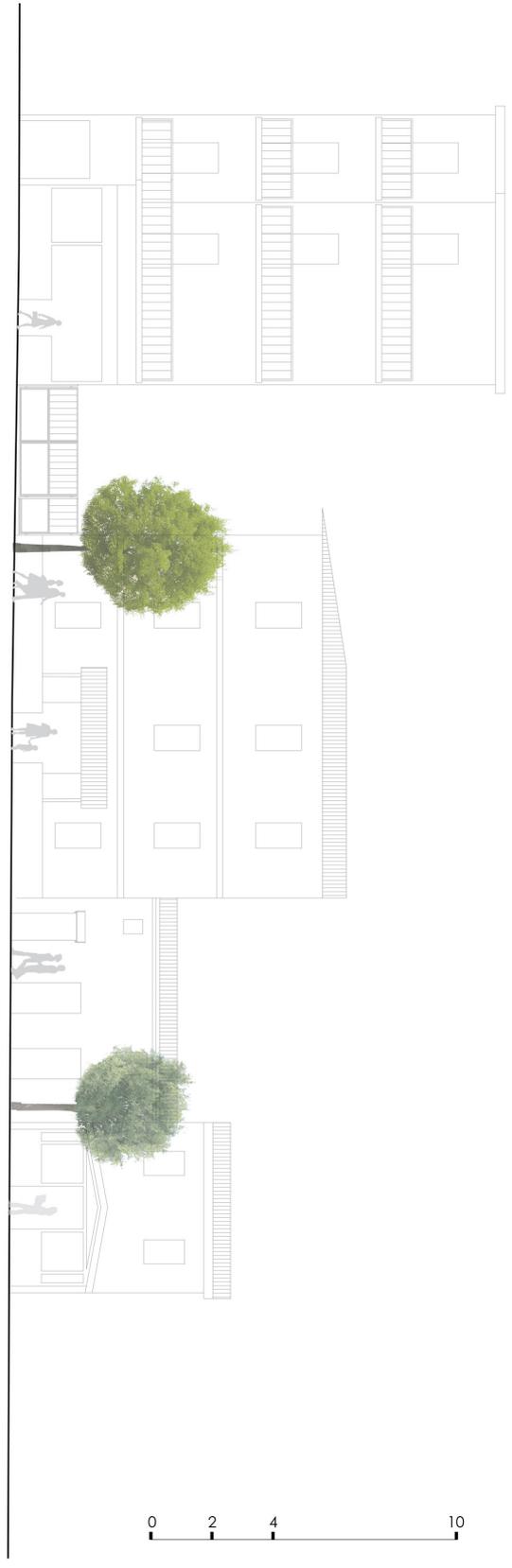
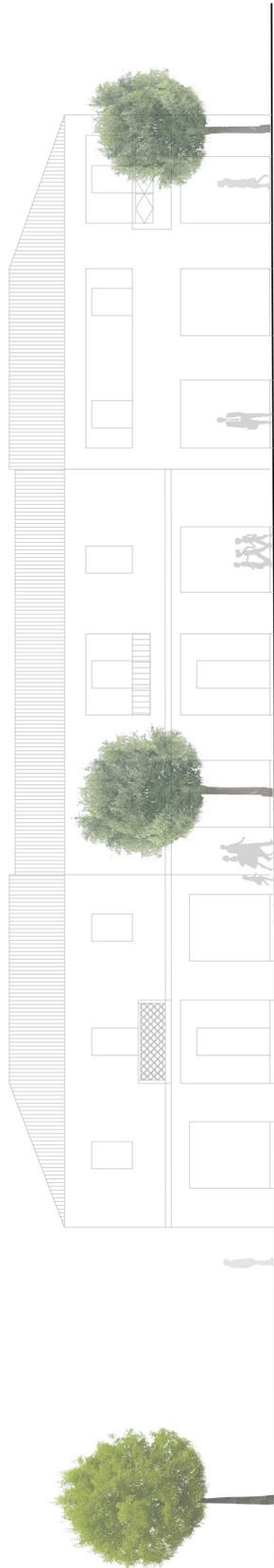


LEGENDA

-  Alberi esistenti
-  Alberi nuovi: Acero minore (Am), Quercia spinosa (Qc)
-  Palme esistenti: Phoenix canariensis



Sezioni tipo su via della Repubblica



*Stralcio prospetti su via della Repubblica*

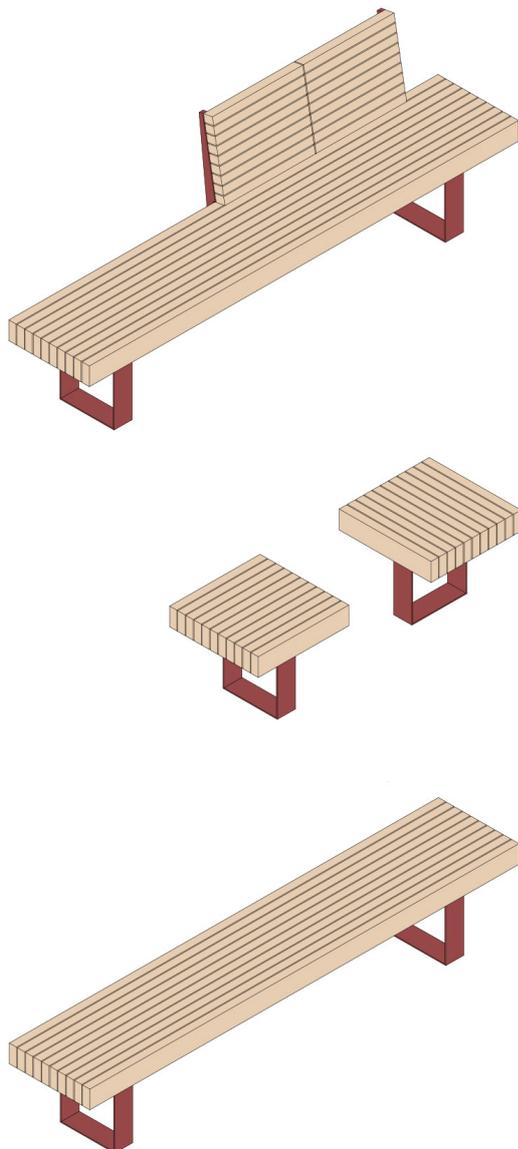
## 5.9 arredo urbano

L'arredo urbano sarà uniforme e coordinato in tutto il quartiere:

Panchine, griglie, cestini, fontanelli etc. saranno tutti realizzati con i seguenti principi e materiali:

- uso di legno FSC e acciaio corten (o vernice a polvere di colore similare);
- uso di arredi da catalogo dove possibile
- elementi confortevoli, sostenibili, durevoli e funzionali.

### Gli elementi di arredo utilizzati



 *legno larice*

 *acciaio corten*

referenze per tipi di sedute



- Portabiciclette costituito da una struttura a spirale in tubo d'acciaio con finitura effetto corten, appoggiata a terra su due basi in fusione di alluminio.



- Cestino in lamiera d'acciaio corten con coperchio in lamiera ribordata con foro centrale per l'introduzione dei rifiuti. Il coperchio apribile dotato di serratura a scatto.



- Griglia per alberi realizzato in lamiera d'acciaio corten sagomata con idonei rinforzi.



- Transenna in lamiera di acciaio corten sagomata, con intarsio superiore in acciaio inox con saldature occulte.



## 5.10 Illuminazione

Come apparecchi di illuminazione sono stati scelti prodotti semplici ma contemporanei. In particolare gli apparecchi a 'campana' hanno un disegno che permette di integrarsi facilmente con quelli già utilizzati in città conservando tuttavia una propria immagine distintiva che caratterizzerà in modo autonomo il quartiere Senzuno.

- Sistema di illuminazione urbana composto da corpo verticale, con palo alla pastorale; in alluminio tornito verniciato a polvere con dissipatore in alluminio estruso e vetro piano temperato.

Questo apparecchio sarà collocato lungo via della Repubblica e via di spiaggia di Levante



- Sistema di illuminazione urbana a sospensione su cavo con dissipatore in alluminio estruso e vetro piano temperato.

Questo apparecchio sarà utilizzato nei vicoli storici.



## 5.11 Mobilità

### Parcheggi

D'accordo con il comune di Follonica e con l'associazione dei commercianti di Senzuno sono stati individuati tre posti auto adibiti al carico e scarico.

- Uno davanti alla pasticceria Peggi,
- Uno davanti a Mantovani,
- Uno in zona Capannina dei Pescatori.

Bilancio dei parcheggi:

- Vengono ridotti i posti auto su via della Repubblica (n. 5 posti in meno).
- Vengono aumentati i posti auto su via Palermo (n. 5 posti in più)
- A causa della nuova pista ciclabile si perdono n. 10 posti auto su via Lucca e n. 9 posti auto su via Palermo est.

### Sezione stradale

In linea generale tutte le carreggiate stradali saranno ridotte a 3,50 m, larghezza minima per il passaggio del bus, e i marciapiedi non saranno mai inferiori a 1,50 m.

Vanno tuttavia annotate alcune eccezioni:

- la sezione del primo tratto di via Palermo tra via Bicocchi e via Salceta sarà di 4,00m al fine di favorire anche la possibilità futura di avere doppio senso di marcia (massima flessibilità)
- sezione stradale di via della Repubblica e via Vespucci 4,10 m.

Per quanto riguarda la segnaletica stradale a terra, in via della Repubblica, la carreggiata sarà individuata da due linee di pittura bianche spesse 15 cm, continue o tratteggiate a seconda delle regole del codice della strada.

E' utile specificare che le linee bianche hanno il bordo più esterno che indica la fine della carreggiata (nel caso di via della Repubblica 3,5 m) ma la larghezza libera effettiva della carreggiata è di 4,1 m perchè occorre lasciare sempre due fasce di sicurezza larghe 0,3 m da ogni parte della carreggiata. I parcheggi saranno invece segnalati da quattro L di pittura bianca (spessore 15 cm) che, quando due parcheggi sono adiacenti, diventano delle T.

### Pista ciclabile

La pista ciclabile a doppio senso viene descritta andando da est verso ovest.

Nella pineta ad est c'è una pista ciclabile esistente che si intende prolungare oltre l'incrocio tra via Lucca e via della Repubblica attraversandolo in diagonale. in questo modo si evita di attraversare due volta una carreggiata, si privilegia il percorso più corto e si migliora la visibilità sia da parte dei ciclisti che degli automobilisti. Il marciapiede verrà leggermente modificato in questo incrocio per permettere l'attraversamento in diagonale, inoltre verranno colorate delle superfici a terra per ridurre otticamente la larghezza della carreggiata in corrispondenza dell'incrocio in modo tale da favorire un rallentamento e maggiore attenzione da parte degli automobilisti.

La pista ciclabile è delimitata, verso la carreggiata, da un cordolo grigio di cemento largo 50 cm e alto 15/20 cm, interrotto in corrispondenza dei passaggi carrabili, carico-scarico e accessi per i disabili.

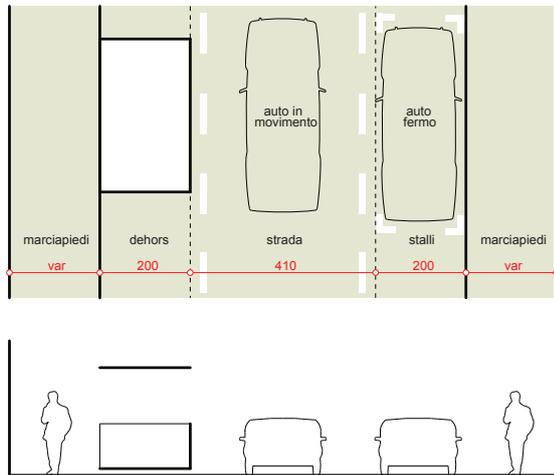
lungo via Lucca e all'incrocio con via Palermo la pista ciclabile avrà altre superfici zebbrate per aumentare la larghezza della pista in modo da facilitare la curva ai ciclisti.

Su via Palermo avremo un restringimento puntuale della pista ciclabile, che passa da 2,5 m a 2 m, a causa del fatto che verrà data la precedenza a via Palermo rispetto via Selcetta, sulla quale è previsto uno stop, con conseguente riduzione della carreggiata di via Palermo a una sola corsia (oggi rimane a due corsie per un breve tratto dopo l'incrocio con via Selcetta).

La pista ciclabile, per questa fase di cantierizzazione, termina all'incrocio tra via Palermo e via della Repubblica.

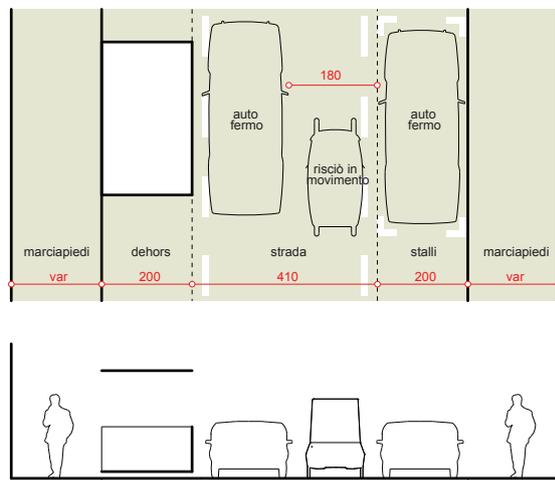
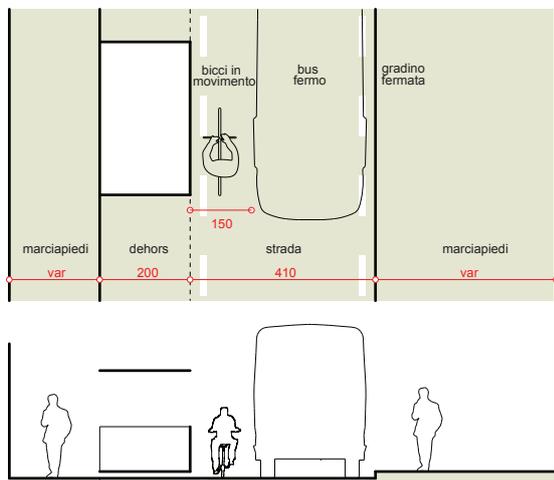
## Via della Repubblica

La larghezza di Via della Repubblica è conforme con il Codice della Strada per la tipologia "strade urbane di quartiere" a senso unico. Sarebbe sufficiente una carreggiata di 3m00, nei tratti percorsi da autobus, diventa 3m50. Nello spazio di circolazione bisogna considerare 2 margini di 30cm arrivando ad un totale di 4m10. Nella figura qui sotto le macchine transitano senza problemi, lasciando un margine sufficiente per il passaggio di biciclette in modo promiscuo.



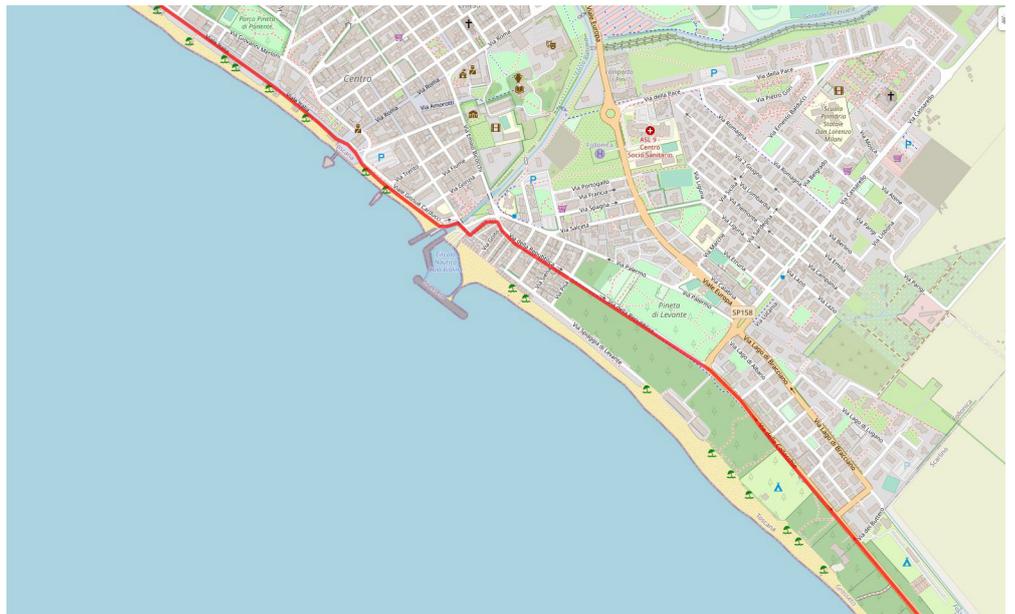
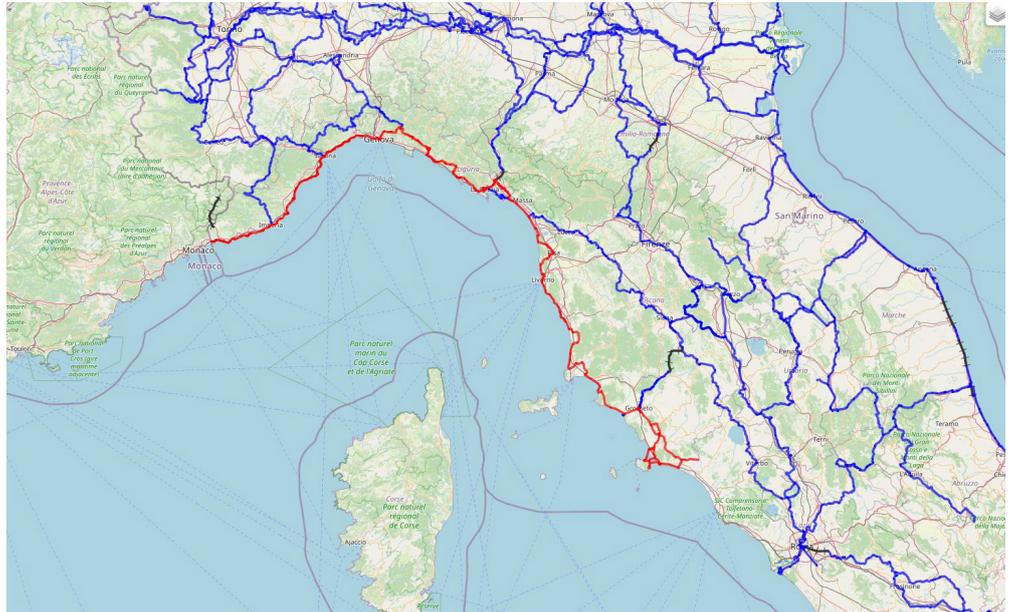
Gli schemi sotto indicano altre casistiche di transito:

- la larghezza a fianco del bus alla fermata è di 1m50 che permette il passaggio di una bicicletta,
- ugualmente un risciò ha la possibilità di oltrepassare una macchina accostata lunga la strada.



Da sottolineare che una macchina ferma in doppio fila non permette il passaggio di una seconda macchina. Se questa modalità fosse adottata, indurrebbe ad una sosta scorretta oltre ad un rallentamento importante del traffico ed un abbassamento della sicurezza generale.

## Pista ciclabile



È previsto il passaggio della Ciclovía Tirrenica FIAB all'interno del perimetro di progetto. Lo standard SNCT (Standard Tecnici Ciclovía Tirrenica) definisce come livello minimo le norme dell'art.7 del Decreto Ministeriale n.557/1999: "larghezza minima pista a doppia corsia pari a 2,50 m ... larghezza minima spartitraffico non inferiore a 0,50 m".

Il tratto di via Palermo fra via Pistoia e via Lucca è troppo stretto per accogliere una ciclabile di 2,50 m. Solo per questo tratto è prevista una riduzione fino a 2,00 m (art.7, DM n.557/1999).

Si segnala che attualmente il tratto di ciclovía passante per Folonica presenta numerosi tratti nel quale non viene garantito i 2,50 m di legge. ( vedi ad esempio la pista ciclabiledi viale Carducci che risulta essere a senso unico.)

## 6. FATTIBILITÀ TECNICA

Sulla base dell'inquadramento territoriale e del progetto descritto, vengono valutati eventuali criticità dal punto di vista tecnico normativo.

### 6.1. Vincolo geologico

#### **Pericolosità geomorfologica**

Secondo la tavola A del Regolamento Urbanistico, il sito ricade in Classe G.2 (pericolosità media).

#### **Pericolosità idraulica**

Secondo la tavola B del Regolamento Urbanistico, il sito è classificato in area P.I.M.E. (pericolosità molto elevata).

La classificazione di pericolosità riportata nella tavola del Regolamento Urbanistico è stata superata a seguito dello "Studio idrologico-idraulico finalizzato alla deperimetrazione delle aree ad elevata pericolosità idraulica delle aree di pertinenza del Torrente Petraia", riguardante i lavori di messa in sicurezza idraulica del Petraia. La cartografia di riferimento per le problematiche di natura idraulica è quella del Piano Gestione Rischio Alluvioni della Regione, di cui al paragrafo successivo.

#### **Classificazioni PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni)**

L'area ricade nella classe P1 (pericolosità bassa) corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale

**Caratteristiche Morfologiche**

**Morfologia** Il sito è ubicato ad una distanza di circa 200 metri dalla linea di costa. La morfologia è pianeggiante con debole inclinazione verso la riva. La quota altimetrica ricavata dai rilievi LiDAR della Regione Toscana è mediamente compresa tra 2.3 e 2.5 metri s.l.m.

**Caratteristiche Geologiche**

- Depositi di spiaggia lungo il litorale,
- Depositi alluvionali litologicamente rappresentati da argille, limi, sabbie e ghiaie, con vasto assortimento granulometrico tra i vari termini e con assetto stratigrafico spesso caratterizzato da eteropie di facies con cambiamenti litologici sia in senso verticale e sia in senso orizzontale in conseguenza delle variazioni di trasporto solido legate alle dinamiche fluviali dei corsi d'acqua.

#### **Caratteristiche Idrogeologiche**

- I depositi alluvionali hanno una permeabilità di tipo primario di grado variabile in funzione della composizione granulometrica. La permeabilità può quindi raggiungere valori medio-alti nella massa costituita da ghiaie e/o sabbie sciolte o poco addensate e con scarsa frazione fine, diminuendo significativamente, fino anche ad annullarsi, in corrispondenza di livelli in cui è prevalente la componente argillosa e limo-argillosa, anche come matrice di depositi grossolani.
- Nella successione stratigrafica può originarsi un sistema acquifero multifalda costituito da sovrapposizioni di orizzonti sabbiosi e/o sabbioso-ghiaiosi separati da livelli di sedimenti limosi e limo-argillosi, talora discontinui e/o ad assetto lentiforme. I diversi orizzonti permeabili danno quindi origine ad acquiferi con caratteristiche freatiche (il primo livello acquifero non confinato), artesiane o semiartesiane, a seconda del grado di impermeabilità degli strati di compartimentazione.
- In base a misure effettuate in data 15.04.2019 in corrispondenza della prova penetrometrica DPSH citata precedentemente, il livello piezometrico è localizzato ad una quota di 0.4 metri sul livello del mare.

#### **Modello Stratigrafico e Parametrizzazione Fisico-Meccanica**

I dati stratigrafici cui è stato fatto riferimento nel presente studio evidenziano un assetto relativamente uniforme in cui, tralasciando i riporti antropici superficiali e procedendo dall'alto verso il basso, si distingue un primo orizzonte costituito da sabbie limose, limi sabbiosi e argillosi da debolmente addensati a mediamente addensati fino a profondità di circa 12 metri dalla superficie, seguiti da depositi prevalentemente argillosi (argille, argille limose e sabbiose) che si estendono fino a profondità di oltre 30 metri.

## 6.2. Vincolo idrogeologico

Il vincolo è regolamentato dalla legge regionale 21 marzo 2000, n. 39 (Legge forestale della Toscana), da ultimo modificata dalla legge regionale 2 gennaio 2003, n. 1, disciplina quanto previsto dall'articolo 40 della citata legge in coerenza con i contenuti del Regolamento forestale della Toscana emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 agosto 2003, n. 48/R (Regolamento forestale della Toscana) e successive modifiche (D.P.G.R. n° 32/R del 16/03/2010).

I scavi per la realizzazione della nuova fognatura superano 1m50 rispetto alla quota stradale, arriva in un punto al massimo di 2m75. Per tal motivo è necessario la presentazione della domanda e delle dichiarazioni di autorizzazione al Comune di Follonica.

## 6.3. Vincolo archeologico

La necessità di verifica preventiva di interesse archeologico è regolamentata dall'art.25 del D.Lgs. 18 aprile 2016 n.50. L'intervento prevede nuovi scavi e scavi a quote diverse da quelle già impegnate dai manufatti esistenti. In particolare:

- lo scavo della nuova fognatura (massimo 2m75) supera la profondità dei sottoservizi esistenti (massimo 1m10),
- la fondazione della nuova passerella (profondità massima 50cm) richiede uno nuovo scavo.

In accordo al comma 1 del menzionato Decreto Legislativo il progetto è corredato di una verifica preventiva che verrà sottoposta alla valutazione da parte della Soprintendenza competente.

## 6.4. Vincolo DNSH e CAM

Il presente capitolo dimostra il rispetto dei vincoli imposti dal principio "Do No Significant Harm" (di seguito DNSH), secondo quanto indicato nel documento "Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente". In particolare si fa riferimento alla "Scheda 5 - Interventi edili e cantieristica generica non connessi con la costruzione/rinnovamento di edifici". Secondo quanto riportato nel punto "B – Applicazione" della suddetta scheda, le lavorazioni previste in progetto ricadono nel suo ambito di applicazione, in quanto determinano l'apertura di un cantiere temporaneo o mobile, in cui si effettueranno lavori edili o di ingegneria civile, come elencati all'interno dell' "Allegato X - Elenco dei lavori edili o di ingegneria civile di cui all'articolo 89, comma 1, lettera a) al Titolo IV del d.lgs. 81/08 e ss.m.i".

## 1. Mitigazione del cambiamento climatico

Al fine di garantire il rispetto del principio DNSH connesso con la mitigazione dei cambiamenti climatici e la significativa riduzione di emissioni di gas a effetto serra (GHG), dovranno essere adottate tutte le strategie disponibili per l'efficace gestione operativa del cantiere, così da garantire il contenimento delle emissioni stesse.

Aspetto di fondamentale importanza per la valutazione degli impatti connessi alla realizzazione delle opere sulle componenti ambientali è quello riguardante la cantierizzazione, ovvero lo studio e definizione del sistema organizzativo in termini di accessi, viabilità interna ed esterna al cantiere, posizionamento delle aree di cantiere, ecc..., necessario per la realizzazione delle opere, operato selezionando tra le varie alternative possibili quelle che consentono di minimizzare gli effetti di segno negativo in termini di pressioni.

Qui sotto riportiamo il Piano Ambientale di Cantierizzazione in accordo alle "Linee Guida Per La Gestione Dei Cantieri Ai Fini Della Protezione Ambientale", pubblicate da ARPAT ed aggiornate nel gennaio 2018.

Si precisa infine che, in merito alla cantierizzazione dell'intervento, la ditta esecutrice dei lavori, oltre a rispettare e adottare tutte le prescrizioni riportate in questo paragrafo, dovrà:

- redigere gli eventuali adeguamenti e/o variazioni che in funzione dei mezzi d'opera e dell'organizzazione dei lavori la ditta appaltatrice introdurrà;
- ottenere, qualora richiesto, il rilascio di deroga acustica, con un dettagliato studio dei livelli attesi;
- ottenere tutti gli altri titoli abilitativi necessari allo svolgimento dei lavori.

### *Pulizia della sede stradale*

In occasione del transito dei mezzi d'opera, in particolar modo nel caso di quelli che provvederanno all'approvvigionamento dei materiali inerti, si prevede la pulizia della sede stradale antistante il cantiere mobile mediante spazzatura manuale. All'occorrenza potrà essere prevista una pulizia più accurata, mediante macchina spazzatrice.

### *Gestione delle acque meteoriche*

La normativa di riferimento è il D.P.G.R. Toscana n.46/R del 08/09/2008 – "Regolamento 8 settembre 2008, n. 46/R Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento)".

Secondo quanto disposto al comma 4 dell'articolo 40 ter il cantiere in oggetto è escluso dalla richiesta di autorizzazione allo scarico delle acque meteoriche dilavanti e della redazione di un piano di gestione delle acque meteoriche.

L'area di cantiere in particolare, così come riportato nel punto 1 – tabella 6 – allegato V della legge, presenta una superficie inferiore a 5000 mq per quanto riguarda il campo base e le zone di deposito temporaneo; inoltre, l'opera realizzata in questa progettazione è un'infrastruttura a rete come indicato al punto "a" – comma 4 – Art. 40 ter.

Devono essere adottate tutte le misure necessarie per evitare la dispersione di rifiuti solidi, liquidi e idrocarburi, nonché per assicurare la corretta gestione delle acque meteoriche dilavanti e dei reflui prodotti e per impedire possibili contaminazioni delle acque superficiali o sotterranee, nonché del suolo, anche a seguito di incidente.

Durante gli scavi, in caso di ritrovamento di materiale anomalo, dovrà essere data immediata comunicazione ad ARPAT. Si ricorda che in tale caso deve essere attivata la procedura di cui all'art. 245 del Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/2006.

Le eventuali imprese esterne che dovessero operare nell'area di cantiere, ad esempio per le operazioni di betonaggio, dovranno essere informate in modo formale dal responsabile del cantiere sulle modalità di gestione dei rifiuti, mentre in caso di subappalto sarà opportuno che le responsabilità correlate agli aspetti ambientali siano chiaramente definite nel relativo contratto.

Al termine dei lavori l'area dovrà essere ripristinata come previsto dal progetto presentato, lasciandola sgombra da macchinari e rifiuti.

### *Mezzi ed attrezzature*

Per ciò che concerne le macchine operatrici impiegate in fase esecutiva, nel presente contesto si è reso necessario ipotizzare quali saranno con più elevata probabilità i macchinari utilizzati.

In linea di massima si prevede l'impiego dei seguenti mezzi:

- Autocarro con gru;
- Escavatore cingolato;
- Pala meccanica gommata;
- Minipala;
- Miniescavatore a cingoli
- Escavatore gommato
- Motolivellatore con lama (grader)
- Martello demolitore elettropneumatico
- Autocarro ribaltabile
- Autocarro con gru ruotante con braccio articolato
- Fresatrice stradale;
- Autobetoniera;
- Pompa per il calcestruzzo proiettato autocarrata
- Furgone attrezzato;
- Autocisterna;
- Mezzo autospurgo.

Ai fini del contenimento delle emissioni in atmosfera si prevede l'impiego di motorizzazioni EURO 6 o superiore per i mezzi d'opera stradali ed un'efficienza minima TIER 5 – STAGE V per quelli non stradali. Durante l'esecuzione dei lavori dovrà essere effettuata una richiesta di verifica documentale sui dati dei mezzi impiegati e sul rispetto delle prescrizioni del Piano Ambientale di Cantierizzazione.

### *Polveri diffuse*

Nell'impostazione e nella gestione del cantiere l'Appaltatore dovrà assumere tutte le scelte atte a contenere gli impatti associati alle attività di cantiere per ciò che concerne l'emissione di polveri (PTS, PM10 e PM2.5) e di inquinanti (NOx, CO, SOx, C6H6, IPA, diossine e furani). In particolare dovranno essere attuati i seguenti accorgimenti:

- protezione dal vento dei cumuli di inerti con teli e barriere fisiche;
- copertura con teli dei mezzi di trasporto di materiali inerti;
- contenimento della velocità di transito dei mezzi (10 km/h) sulle strade non asfaltate e nelle aree di cantiere;
- bagnatura periodica e copertura con teli (nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso) dei cumuli di materiale polverulento stoccato nelle aree di cantiere.

### *Rumore*

Le imprese interessate alla realizzazione delle opere dovranno adoperarsi affinché le operazioni di cantiere rispettino i limiti acustici di legge in vigore.

In particolare, le macchine e gli impianti in uso sia fissi che mobili dovranno essere conformi alle rispettive norme di omologazione e certificazione e dovranno essere collocate in postazioni che possano limitare al massimo la rumorosità nell'ambiente circostante e soprattutto nei confronti di soggetti disturbabili.

Per le attrezzature non considerate nella normativa nazionale vigente, quali gli attrezzi manuali, dovranno essere utilizzati tutti gli accorgimenti e i comportamenti per rendere meno rumoroso il loro uso.

Le imprese dovranno preliminarmente verificare se la loro attività prevede il rispetto dei limiti di emissione e di immissione previsti dal D.P.C.M. 14/11/97 e successive, attribuiti dal P.C.C.A. alle zone in cui sono ubicate.

In caso contrario le imprese dovranno adoperarsi per ottenere una deroga ai limiti acustici vigenti del tipo semplificato se sufficiente a svolgere l'attività prevista, od altrimenti una deroga ordinaria che preveda il normale svolgimento dell'attività senza superamento dei limiti sonori concessi.

In fase di esecuzione dei lavori le imprese dovranno fare riferimento al sopra citato D.P.C.M. 14/11/97 e al D.Lgs. 195/2006.

In particolare, la richiesta di autorizzazione per la deroga acustica dovrà prevedere un dettagliato studio dei livelli attesi che tenga conto della contemporaneità dei macchinari impiegati e della possibilità di messa in opera di idonei interventi di mitigazione, in special modo nella direzione dei

recettori più prossimi e di quello sensibile; nel caso in cui dovessero presentarsi osservazioni/lamentele da recettori sensibili dovrà essere rivista l'attività di lavorazione, con adozione di azioni mitigative che possano risultare efficaci per la limitazione della rumorosità presso tali recettori.

Si fa presente che la prescrizione sullo studio di dettaglio dei livelli di rumore attesi sarà a carico dell'impresa esecutrice delle lavorazioni individuata in seguito alla procedura di gara di appalto.

#### *Ambiente idrico*

In merito agli impatti sull'ambiente idrico si evidenzia che l'esecuzione di rifornimenti di carburante e/o oli sui mezzi d'opera dovrà avvenire lontano dalle aree di lavorazione e, comunque, su pavimentazione impermeabile. Dovranno inoltre essere effettuati controlli con cadenza regolare sul buon funzionamento dei circuiti oleodinamici dei mezzi operativi per evitare fenomeni di sversamento accidentale di oli e/o carburanti.

Qualora dovessero verificarsi tali fenomeni dovrà essere prevista l'attivazione delle procedure di bonifica ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs. 152/2006 e seguenti; a fine giornata lavorativa tutti i mezzi meccanici dovranno essere collocati su un'area opportunamente impermeabilizzata.

Per quanto riguarda l'eventuale posa in opera di manufatti in presenza di falda, si rimanda a quanto riportato nella relazione geologica allegata.

#### *Suolo e sottosuolo*

In merito alle procedure operative per la gestione del materiale di risulta si sottolinea quanto segue:

- la gestione dei cumuli del materiale proveniente dalle operazioni di scotico dovrà avvenire in modo tale da garantire la conservazione delle caratteristiche chimico-fisiche del materiale stesso, ad esempio provvedendo alla copertura con teli degli stessi;
- qualora dovessero essere realizzati cumuli di stoccaggio provvisorio di materiale proveniente dagli scavi, non previsti in fase progettuale, questi dovranno essere gestiti in modo da non dar luogo a fenomeni erosivi e/o di intorbidimento delle acque superficiali;
- le aree individuate per l'eventuale stoccaggio delle terre da scavo e quelle destinate allo stoccaggio dello scotico dovranno essere sempre separate e ben distinguibili le une dalle altre.

Come già riportato al paragrafo precedente, inerente all'impatto generato dal cantiere sull'ambiente idrico, l'esecuzione di rifornimenti di carburante e/o oli sui mezzi d'opera dovrà avvenire lontano dalle aree di lavorazione e, comunque, su pavimentazione impermeabile. Dovranno inoltre essere effettuati controlli con cadenza regolare sul buon funzionamento dei circuiti oleodinamici dei mezzi operativi per evitare fenomeni di sversamento accidentale di oli e/o carburanti. Qualora dovessero verificarsi tali fenomeni dovrà essere prevista l'attivazione delle procedure di bonifica ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs. 152/2006 e seguenti; a fine giornata lavorativa tutti i mezzi meccanici dovranno essere collocati su un'area opportunamente impermeabilizzata.

In caso di sversamenti accidentali sui terreni al di fuori delle aree impermeabilizzate risulta necessario definire una specifica procedura di gestione dell'emergenza, oltre alla comunicazione di cui all'art. 242 del D.Lgs 152/06, articolata come segue.

In caso di sversamento accidentali l'operatore deve:

- immediatamente spegnere la macchina operatrice;
- avvertire immediatamente il responsabile di cantiere;
- mettere in atto eventuali presidi per contenere lo sversamento.

Il responsabile di cantiere deve:

- avvertire immediatamente la Committenza e la Direzione Lavori;
- tenere a disposizione in cantiere idonei materiali assorbenti;
- intervenire immediatamente presso il luogo dello sversamento mediante la posa dei materiali assorbenti a disposizione;
- attivarsi immediatamente con impresa specializzata per la bonifica dello sversamento.

## 2. Adattamento ai cambiamenti climatici

Questo aspetto ambientale risulta fortemente correlato alle dimensioni del cantiere e afferente alle sole aree a servizio degli interventi (campo base). In particolare è richiesto che il campo base non sia ubicato:

- in settori concretamente o potenzialmente interessati da fenomeni gravitativi (frane, smottamenti);
- in aree di pertinenza fluviale e/o aree a rischio inondazione. Nel caso i vincoli progettuali, territoriali ed operativi non consentissero l'identificazione di aree alternative non soggette a rischio idraulico, dovrà essere sviluppata apposita valutazione del rischio idraulico sito specifico basato su tempi di ritorno di minimo 50 anni così da identificare le necessarie azioni di tutela/adattamento da implementare a protezione.

Come richiesto nella Scheda 5 è stata condotta, in fase di progetto, una verifica ex-ante al fine di individuare la classe di pericolosità e di rischio dell'area di cantiere. Qui sotto riportiamo la «Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera», cartografia tematica messa a disposizione dalla Regione Toscana nel PGRA (PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI) previsto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE. Il campo base è indicato in rosso.



Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, la classificazione adottata dalla Regione Toscana risulta la seguente, coerentemente con quanto contenuto nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni:

- P1 - aree soggette a fenomeni di allagamento con cadenza 500-ennale;
- P2 - aree soggette a fenomeni di allagamento con cadenza 200-ennale;
- P3 - aree soggette a fenomeni di allagamento con cadenza 30-ennale.

Nella mappa vediamo che vengono interessate aree ricadenti all'interno delle tipologie P1 e P3 ed in particolare il campo base sarà installato in un'area classificata come P1, ovvero soggetta a fenomeni di allagamento con cadenza 500-ennale. Si osserva che, data la natura dei luoghi e per questioni operative e logistiche, non risulta possibile ubicare in altra posizione il cantiere in P3, l'impresa esecutrice dovrà provvedere a sua cura e spesa le necessarie azioni di adattamento e di protezione.

### 3. Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere adottate le necessarie soluzioni organizzative e gestionali in grado di tutelare la risorsa idrica (acque superficiali e profonde) relativamente al suo sfruttamento e/o protezione.

In particolare, in fase ex-ante si sono verificati i seguenti aspetti:

- necessità di predisporre il documento di gestione delle acque meteoriche dilavanti (AMD) secondo quanto richiesto dalla normativa;
- necessità di richiedere l'autorizzazione allo scarico delle acque reflue;
- sviluppo del bilancio idrico inerente all'attività di cantiere.

La normativa di riferimento è rappresentata dalla L.R. 20/2006 della Regione Toscana e dal corrispondente regolamento D.P.G.R. Toscana n.46/R del 08/09/2008 – “Regolamento 8 settembre 2008, n. 46/R Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento)”.

Secondo quanto disposto al comma 4 dell'articolo 40 ter del Regolamento il cantiere in oggetto è escluso dalla richiesta di autorizzazione allo scarico delle acque meteoriche dilavanti e della redazione di un piano di gestione delle acque meteoriche.

L'area di cantiere, in particolare, così come riportato nel punto 1 – tabella 6 – allegato V della legge, presenta una superficie inferiore a 5000 mq per quanto riguarda il campo base e le zone di deposito temporaneo.

Approvvigionamento idrico di cantiere.

L'utilizzo della risorsa idrica, prelevata da acquedotto ai fini dell'attività di cantiere, viene previsto in via preliminare esclusivamente per uso idropotabile.

Operazioni quali eventuali bagnature della viabilità e dei materiali di riempimento della trincea di scavo saranno eseguiti dall'impresa esecutrice tramite l'utilizzo di autobotti.

Si evidenzia che per la realizzazione delle opere in cemento armato previste in progetto si utilizzeranno esclusivamente calcestruzzi preparati in centrali di betonaggio e trasportati in cantiere mediante autobetoniera. Si fa divieto assoluto di lavaggio delle autobotti nell'area di cantiere.

Sarà comunque onere dell'impresa predisporre preliminarmente all'avvio delle lavorazioni un dettagliato bilancio idrico dell'attività di cantiere che sarà verificato dalla stazione appaltante.

### 4. Economia circolare

Gestione rifiuti.

Informazioni dettagliate riguardo la gestione dei rifiuti prodotti in cantiere sono riportate all'interno del piano ambientale di cantierizzazione, nel quale sono formulate le necessarie previsioni sulla tipologia dei rifiuti e le relative modalità gestionali.

Prima dell'avvio delle attività sarà comunque onere dell'appaltatore presentare un piano di dettaglio per definire le procedure operative che saranno adottate in merito.

Come evidenziato negli elaborati progettuali, è previsto che la totalità dei rifiuti non pericolosi, riconducibili al Capitolo 17 - Rifiuti delle attività di costruzione e demolizione (compreso il terreno proveniente da siti contaminati (ex Dlgs 152/06), sia riutilizzato in cantiere o inviata a impianti autorizzati al loro recupero (R1-R13).

Sarà inoltre cura e spesa dell'impresa la redazione della “Relazione sulla gestione delle materie” con bilancio delle materie secondo le normative.

Terre e rocce da scavo (T&RS).

Per quanto riguarda le terre e rocce da scavo si evidenzia in primo luogo che l'intervento si configura come un cantiere di piccole dimensioni, secondo quanto riportato nell'art. 2 c.1 lett. t) del D.P.R. 120/2017, in quanto il quantitativo prodotto risulta inferiore ai 6'000 mc.

In particolare è previsto un riutilizzo parziale in sito del materiale escavato, ai fini del riempimento della trincea di scavo e dei primi 10cm di fondazione stradale, come specificato nei conteggi di progetto. Secondo quanto previsto dall'art. 24 del D.P.R. 120/2017, la non contaminazione sarà verificata prima dell'inizio delle attività lavorative ai sensi dell'allegato 4 del regolamento stesso.

La restante parte delle terre e rocce da scavo, in qualità di sottoprodotto, verrà conferita interamente ad impianto autorizzato al suo recupero. Anche in questo caso la non contaminazione sarà verificata prima dell'inizio delle attività lavorative ai sensi del D.P.R. 120/2017.

## 5. Prevenzione e riduzione dell'inquinamento

Questo punto del DNSH riguarda le misure adottate per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento, che vengono riportate di seguito.

Materiali in ingresso.

Per i materiali in ingresso non potranno essere utilizzati componenti, prodotti e materiali contenenti sostanze inquinanti di cui alla "Authorization List" presente nel regolamento REACH. Dovranno inoltre essere fornite le schede di sicurezza delle sostanze e dei preparati pericolosi impiegati nell'ambito del cantiere, quali, ad esempio:

- leganti per bitumi;
- bentonite;
- additivi per cemento.

Gestione Ambientale del Cantiere.

Per quanto riguarda tale aspetto si rimanda al relativo elaborato "Piano ambientale di cantierizzazione", redatto a cura e spesa dell'impresa, in cui sono riportate le misure organizzative previste.

Caratterizzazione del sito.

Le attività preliminari di caratterizzazione dei terreni saranno condotte, prima dell'inizio delle attività lavorative, secondo le modalità definite dal D.Lgs 152/2006 e dal D.P.R. 120/2017.

Emissioni in atmosfera.

Durante l'esecuzione dei lavori si controllerà che i mezzi d'opera impiegati rispettino i requisiti descritti nel "Piano ambientale di cantierizzazione". Dovrà inoltre essere garantito il contenimento delle polveri tramite bagnatura periodica delle aree di cantiere.

Emissioni sonore.

Le opere in progetto ricadono, in base al Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Follonica (Elaborato "Follonica ZAC5"), nelle seguenti classi acustiche:

- classe III, che comprende le aree di tipo misto (ovvero le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, limitata presenza di attività artigianali ed assenza di attività industriali; rientrano anche le aree rurali interessate da attività che impiegano macchine agricole);
- classe IV, che comprende le aree di intensa attività umana (ovvero le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie).

Le imprese interessate alla realizzazione delle opere dovranno adoperarsi affinché le operazioni di cantiere rispettino i limiti acustici di legge in vigore.



In particolare, le macchine e gli impianti in uso sia fissi che mobili dovranno essere conformi alle rispettive norme di omologazione e certificazione e dovranno essere collocate in postazioni che possano limitare al massimo la rumorosità nell'ambiente circostante e soprattutto nei confronti di soggetti disturbabili. Per le attrezzature non considerate nella normativa nazionale vigente, quali gli attrezzi manuali, dovranno essere utilizzati tutti gli accorgimenti e i comportamenti per rendere meno rumoroso il loro uso.

Le imprese dovranno preliminarmente verificare se la loro attività prevede il rispetto dei limiti di emissione e di immissione previsti dal D.P.C.M. 14/11/97 e successive, attribuiti dal P.C.C.A. alle zone in cui sono ubicate.

In caso contrario le imprese dovranno adoperarsi per ottenere una deroga ai limiti acustici vigenti del tipo semplificato se sufficiente a svolgere l'attività prevista, od altrimenti una deroga ordinaria che preveda il normale svolgimento dell'attività senza superamento dei limiti sonori concessi.

In fase di esecuzione dei lavori le imprese dovranno fare riferimento al sopra citato D.P.C.M. 14/11/97 e al D.Lgs. 195/2006.

## **6. Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi**

Come richiesto all'interno del relativo punto del DNSH, in fase progettuale è stata verificata tramite la cartografia vincolistica disponibile che l'area di intervento non ricada in nessuna delle seguenti zone:

- terreni coltivati e seminativi con un livello da moderato ad elevato di fertilità del suolo e biodiversità sotterranea, destinabili alla produzione di alimenti o mangimi, come indicato nell'indagine LUCAS dell'UE e nella Direttiva (UE) 2015/1513 (ILUC) del Parlamento europeo e del Consiglio;
- terreni che corrispondono alla definizione di foresta stabilita dalla legislazione nazionale utilizzata nell'inventario nazionale dei gas a effetto serra o, se non disponibile, alla definizione di foresta della FAO;
- Siti di Natura 2000.

Il legname utilizzato per la cassetta delle opere sarà certificato CE secondo la UNI EN 14081-1:2016 proveniente da boschi/foreste gestiti in maniera sostenibile/responsabile, rispondente ai CAM, paragrafo 2.4.2.4 di cui al decreto M.A.T.T.M. 11-10-2017 Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.

Durante l'esecuzione dei lavori sarà richiesta la presentazione delle certificazioni FSC/PEFC o altre certificazioni equivalenti. In caso di utilizzo di legname proveniente da riutilizzo/riciclo dovranno invece essere fornite le relative schede tecniche.

## **7. Criteri ambientali minimi (CAM)**

A livello nazionale l'adozione di Criteri Ambientali Minimi (CAM) per le diverse categorie merceologiche è stato introdotto dal "Piano d'azione nazionale per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione" PAN GPP (D.I. 135 del 11.04.2008, aggiornato con il D.M. 10/04/2013).

Il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM) negli anni ha emanato una serie di decreti (nel proseguo "decreti CAM") al fine di fissare, tra l'altro, relativamente ai prodotti da costruzione, le specifiche tecniche che gli stessi devono possedere e i mezzi a comprova richiesti per la loro accettazione in esecuzione (decreto 11.10.2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" (decreto CAM edilizia) e

decreto 02.03.2015 "Criteri ambientali minimi per l'acquisto di articoli per l'arredo urbano" (decreto CAM arredo urbano").

In particolare con il DM 11 ottobre 2017 si prevedeva di:

- Promuovere una progettazione migliore che calibri l'uso delle risorse rispetto alle esigenze e alla funzionalità stesso e che tenga conto degli scenari di demolizione selettiva;
- Pianificare meglio le attività di cantiere per garantire un maggior uso di risorse e prodotto efficiente sotto il profilo energetico e delle risorse, riciclando/riutilizzando i materiali e i prodotti in modo da smaltire in discarica meno rifiuti;
- Promuovere la fabbricazione di prodotti da costruzione più efficienti sotto il profilo di consumo delle risorse, ricorrendo a materiali riciclati e al riutilizzo di componenti esistenti.

Il prodotto Cam è un prodotto immediatamente utilizzabile da parte del progettista nella fase di elaborazione del computo metrico – estimativo (esempio: mattone, blocco in laterizio, rete

elettrosaldato, acciaio laminato a caldo, legname utilizzato per la casseratura ecc...).

In particolare il prodotto Cam, oltre ad avere specifiche e precise caratteristiche tecniche, individuate nei decreti del Ministero dell'Ambiente, si caratterizza per il fatto di essere obbligatoriamente comprovato solo da quelle certificazioni esplicitamente previste nel decreto stesso quali, ad esempio:

1) una dichiarazione ambientale di prodotto, conforme a specifiche norme UNI EN e a norme ISO;

2) una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa;

3) una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale auto dichiarata, conforme a norma ISO.

Si precisa inoltre che i prodotti riciclati derivanti dai rifiuti da costruzione e demolizione, già peraltro presenti sul Prezzario, rispettano criteri diversi da quelli previsti nei decreti CAM.

Nel progetto in oggetto sono stati utilizzati prezzi CAM all'interno delle analisi di prezzi; in particolare sono stati impiegati prezzi CAM per la fornitura di:

- Acciaio ad aderenza migliorata;

- Mattoni in laterizio;

- Legname per edilizia.

L'opera deve rispettare i requisiti ambientali minimi per le opere pubbliche ai sensi del Codice Appalti (DLgs 50/2016) articolo 34. La S.A. deve inserire nei documenti di gara le specifiche tecniche e le clausole contrattuali contenute nei criteri ambientali minimi.

Agli articoli 68 e 69 del Codice Appalti viene fatto riferimento alle specifiche tecniche e alle etichettature dei prodotti e materiali, all'art. 95 si fa riferimento ai criteri di aggiudicazione degli appalti.

*La finalità è ridurre al minimo l'impatto ambientale dell'opera considerata in tutto il suo ciclo di vita, dalla fase di progettazione fino alla decostruzione e recupero delle materie prime secondo i principi dell'economia circolare.*

La normativa di riferimento per l'**edilizia** è il **D.M. 11/10/2017** dove si specificano quali sono i requisiti ambientali e che dovrà obbligatoriamente essere nominata nell'oggetto dell'appalto insieme ai criteri ambientali utilizzati. In più la S. A. può, per esempio richiedere alle imprese che partecipano alla gara d'appalto di essere in possesso di certificazione ISO 14001, registrazione EMAS, o equivalenti rilasciati da enti accreditati.

Per quanto riguarda l'**arredo urbano** i criteri ambientali sono stati fissati nel **DM 5 febbraio 2015** (G.U.n. 50 del 2 marzo 2015).

Per quanto riguarda l'**illuminazione pubblica** i criteri ambientali sono stati fissati nel **DM 27 settembre 2017** (in G.U.n 244 del 18 ottobre).

Per maggior dettaglio è importante consultare la L. 221/2015 con disposizioni in materia ambientale. La regione Toscana è dotata di una legge per gli acquisti verdi e di un prezzario con i CAM L.R. Toscana 38/2007 e L.R. T. 37/2012.

Infine nel D.L. 77/2021 è stata specificata la governance PNRR con nuovi importanti criteri di valutazione per servizi, forniture o lavori della pubblica amministrazione.

A titolo indicativo e non esaustivo le imprese sono tenute alle seguenti azioni:

- riduzione dei fattori di rischio: attraverso l'adozione di metodologie costruttive di salvaguardia ambientale per ridurre al minimo ogni eventuale interferenza sul territorio e nel paesaggio;

- qualità e affidabilità: ottenuta con la scelta di standard progettuali qualitativi per i materiali e le tecnologie costruttive;

- divieto di utilizzo di materiali contenenti sostanze ritenute dannose per lo strato di ozono;

- divieto di utilizzo di materiali contenenti sostanze elencate nella "Candidate List" o per le quali è prevista una "autorizzazione per usi specifici" ai sensi del regolamento REACH;

- obbligo di utilizzo per almeno il 50% di componenti edilizi e degli elementi prefabbricati (valutato in rapporto sia al peso che al volume dell'intero manufatto) che garantisca la possibilità alla fine del ciclo di vita di essere sottoposto a demolizione selettiva con successivo riciclo o riutilizzo;

- obbligo di utilizzo per la realizzazione degli interventi di almeno 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali, di prodotti provenienti da riciclo o recupero.

## 6.5. Fattibilità ambientale

### Analisi delle componenti ambientali e paesaggistiche

Tra le componenti ambientali si rilevano quelle tipiche dei territori costieri, abbondante ventilazione, cuneo salino, aggressività dell'aria ricca di Sali, falda superficiale. Dal punto di vista paesaggistico ci troviamo in una zona densamente urbanizzata con costruzioni basse, aperta su due lati verso grandi spazi liberi (il mare e la pineta). Il fronte-mare è particolarmente caratterizzato dalle case basse prospicienti la spiaggia e rappresenta senz'altro un elemento da valorizzare.

### Interventi di salvaguardia e miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica

- abbattimento del calore urbano: inserimento di zona d'ombra con nuove alberature;
- incremento della vegetazione autoctona, tutela della vegetazione dunale ad oggi puntualmente presente in spiaggia;
- inserimento del percorso in legno per salvaguardare la vegetazione dunale spontanea, tecnologia poco impattante e reversibile;
- incremento delle superficie drenante nei parcheggi;
- potenziamento del tracciato ciclabile.

### Prevedibili impatti in fase di esercizio

Vengono qui indagate possibili cause, generate dall'intervento in fase di esercizio, che possono provocare effetti diretti sull'ambiente e sul paesaggio esistenti:

- effetti sulla mobilità: inquinamento dell'aria e sonoro dovuti ad un aumento dei veicoli circolanti in relazione all'incremento delle funzioni presenti, un miglioramento delle attuali condizioni è prevedibile sia per il potenziamento dei parcheggi sia per la razionalizzazione della viabilità;
- effetti sul suolo e sottosuolo: non sono prevedibili effetti di rilievo;
- effetti sulle acque superficiali e sotterranee: i massetti continui di calcestruzzo ed i manti stradali bituminosi sono responsabili dell'impermeabilizzazione del suolo con conseguente variazione della velocità di deflusso delle acque superficiali, l'introduzione di nuove superficie drenanti sotto i parcheggi e nelle nuove zone verdi contribuiscano positivamente.
- effetti sui rifiuti: I nuovi materiali che saranno disposti a terra saranno dei seguenti tipi: minerali (pietra di cava), cementizi (calcestruzzo), metallici (acciaio) e bituminosi (asfalto), queste sostanze non rappresentano alcun rischio per il suolo in sé, ma possono generare effetti indiretti nefasti per l'ambiente;
- effetti sulla flora e sulla fauna: per evitare effetti significativi sulla flora e fauna esistente si è assunta come vincolante la tutela degli habitat prioritari e saranno previste specie vegetali endemiche mediterranee adatte alle condizioni climatiche dell'area in modo da non compromettere la sopravvivenza di altri individui vegetali durante i periodi di maggior siccità;
- effetti sull'aria e sul rumore: le emissioni in atmosfera determinate dal progetto dipenderanno dal traffico veicolare indotto dal progetto stesso così come l'inquinamento acustico indotto;
- effetti sul paesaggio: il potenziamento della ricettività, l'incremento dei servizi, la gestione organica del territorio vengono perseguite con la tutela del paesaggio naturale che deve diventare l'elemento attrattore.

### Prevedibili impatti in fase di cantiere

- mobilità e sosta: sarà necessario recintare le aree di cantiere e deviare la circolazione dei veicoli. L'esigenza di trasportare materiali comporterà il passaggio di mezzi pesanti nel centro cittadino con conseguente inquinamento acustico e dell'aria oltre che alla maggior usura del manto stradale, il rallentamento del traffico nel quartiere dovuta alla movimentazione di mezzi lenti utilizzati nel cantiere, è consigliabile ridurre il più possibile i tempi ed agevolare una viabilità scorrevole;
- suolo e sottosuolo: l'intervento prevede principalmente lavori di sistemazione a terra con demolizione parziale del primo strato ed alcuni scavi più profondi per pozzetti, fondazioni e canalizzazioni (per es.

rifiuti a base di amianto, reperti archeologici, canalizzazioni esistenti), in superficie sarà necessario fare molta attenzione per evitare il sollevamento di polveri dovuto alle brezze marine;

- acque superficiali e sotterranee: per la realizzazione delle nuove pavimentazioni si prevedono interventi a carattere superficiale con scavi fino al massimo di 50 cm mentre scavi più profondi sono previsti per la realizzazione degli impianti fognari ( fino a circa 200 cm ). Sul lungomare non è da escludere quindi la possibilità che già a quella profondità si trovi acqua salmastra o marina.

- rifiuti: i materiali rimossi costituiranno in parte rifiuti che andranno gestiti secondo le norme in vigore, andrà verificata la posizione della discarica per gli inerti più vicina all'area d'intervento;

- flora e fauna; non sono previsti effetti sulla flora e la fauna presente, le alberature interessate dai lavori saranno trattate con appositi sistemi di protezione;

- aria e rumore: Si prevede un lieve aumento dell'inquinamento dell'aria dovuto ai veicoli meccanizzati, è prevedibile che anche il rumore sarà accresciuto dalla mobilità privata e di cantiere, oltre che per le lavorazioni stesse.

### **Vincolo paesaggistico**

In relazione ai vincoli paesaggistico-ambientali individuati e definiti dal Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.Lgs 42/2004 e s.m.i.) si elencano quelli che interessano l'area di progetto premettendo che il progetto esprime compatibilità con i contenuti previsti:

- art.136: "notevole interesse pubblico";

- art.142: "i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia". Circa il Piano Strutturale con Delibera del Consiglio Comunale n.67 del 2005 è stata introdotta la tavola n. 10 con il Vincolo Paesaggistico (ex.1497/39):

- "Pineta litoranea detta di Scarlino di notevole interesse per la folta vegetazione arborea".

Il progetto dovrà essere sottoposto a parere da parte della competente Soprintendenza ai Beni Architettonici e Paesaggistici per le province di Siena, Grosseto e Arezzo per le opere previste ai sensi della legge 1497/1939 e s.m.i. Sarà quindi necessario redigere una relazione paesaggistica.

### **Norme di tutela ambientale che si applicano all'intervento**

- suolo e sottosuolo: D.M. L.L.P.P. dell'11/03/1988, D.M. L.L.P.P. n. 30483 del 24/09/1988, D.M. L.L.P.P. n. 218/24/3 del 9/01/1996, O.P.C.M. del 20/03/2003 n. 3274, D.M. L.L.P.P. del 14/09/2005;

- rifiuti e terre di scavo: D.Lgs. del 5/02/1997 n. 22 e s.s.m.m.i.i.;

- acque superficiali e sotterranee: Lgs. del 11/05/1999 n. 152 e s.s.m.m.i.i.;

- paesaggio: D. Lgs n. 42/2004, D.P.C.M. del 12/12/2005;

- rumore: Legge 26/10/1995 n. 447 D.P.C.M. del 14/11/1997, D.P.C.M. del 5/12/1997, D.M. del 1/04/2004, D.P.R. 30/03/2004 n. 142, D.Lgs. del 4/09/2002 n. 262;

- atmosfera: D.Lgs. del 21/05/2004 n. 183, D.M. del 21/10/2002 n. 261, D.M. del 2/04/2002 n. 60, D.Lgs. del 4/08/1999 n.351.

## 6.6. Censimento delle interferenze

Il presente progetto prevede la realizzazione di sistemazioni superficiali (pavimentazioni, sistemazioni del verde e piantumazioni, ecc.) ed il rifacimento di alcune reti impiantistiche:

- condotta fognaria acque bianche;
- nuovo impianto dell'illuminazione pubblica.

Occorre valutare le possibili interferenze dirette con le reti dei sottoservizi esistenti e dovranno essere adottate tutte le soluzioni alternative necessarie ad evitare sospensioni del funzionamento, di concerto con gli enti proprietari o gestori. Durante le lavorazioni che richiedono l'impiego di mezzi meccanici con occupazione di spazi pubblici, si dovrà garantire l'accessibilità alle proprietà private limitrofe secondo le esigenze dei proprietari.

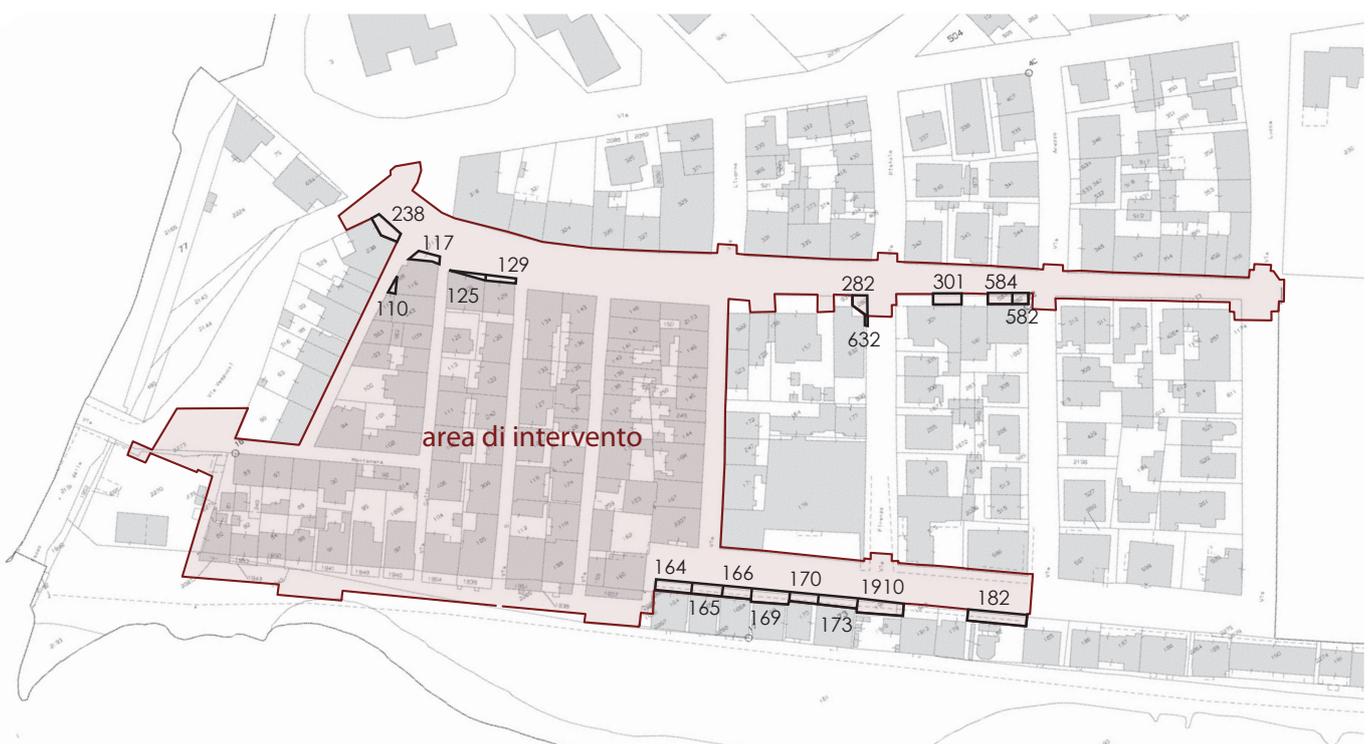
Ad oggi il censimento dei sottoservizi esistenti è stato eseguito soltanto attraverso una visita dei luoghi, una prima raccolta di informazioni presso il committente, ed un esame della cartografia di base. E' quindi necessario che prima della fase esecutiva si proceda alla ricerca di ulteriori dati utili (rilievi geometrici, sondaggi, dati forniti dai gestori, eventuali cartografie dei tracciati, ecc.).

## 6.7 Condizione giuridica

L'area d'intervento è costituita principalmente da strade appartenenti al Comune e dalla spiaggia di proprietà demaniale. Tuttavia dall'elenco si rileva che esistono un certo numero di particelle private che ricadono parzialmente nelle aree oggetto di intervento (vedi schema sotto) e per cui sarà necessario un processo di dialogo e negoziazione al fine di concordare gli interventi previsti.

In particolare le aree soggette a trattativa saranno:

- tettoia e porzioni del marciapiede lato sud di via della Repubblica e lato sud di via Spiaggia di Levante;
- il perimetro del Club Nautico di proprietà Comunale ma in concessione a privati.



Sovrapposizione area di intervento con particelle private

L'area di intervento include anche particelle di proprietà del Demanio dello Stato, come indicato nella pagina successiva. In queste particelle sono previsti i seguenti tipi di lavori:

- lungomare: costruzione di una passerella in legno, rinforzo ed implemento della vegetazione dunale,
- via Spiaggia di Levante: pavimentazione in cemento architettonico e/o acciottolato.

I dati principali delle visure catastali sono contenuti nella tabella sotto.



Sovrapposizione area di intervento con particelle interessate del Demanio dello Stato

particella	foglio	comune	intestatario	superficie (mq)	
				catastale	di intervento
164 sub2	28	D656	DEMANIO DELLO STATO FEDERIGHI Roberto MARCHIANI Alessio	(1t) Proprieta` per l`area (1s) Proprieta` superficciaria per 1/2 (1s) Proprieta` superficciaria per 1/2	45 33
165	28	D656	DEMANIO DELLO STATO ROSSI Eva	(1t) Proprieta` per l`area (1s) Proprieta` superficciaria per 1/1	74 27
181	28	D656	DEMANIO PUBBLICO DELLO STATO - RAMO MARINA MERCANTILE	(1) Proprieta` per 1/1	8842 542
1911	28	D656	DEMANIO DELLO STATO	(1) Proprieta` per 1000/1000	37 37
2190	28	D656	DEMANIO PUBBLICO DELLO STATO - RAMO MARINA MERCANTILE	(1) Proprieta` per 1/1	9749 180
2265	28	D656	DEMANIO PUBBLICO DELLO STATO - RAMO MARINA MERCANTILE	(1) Proprieta` per 1/1	453 438

Visura catastale particelle del Demanio dello Stato

## 8. Documentazione fotografica





01\_ Ingresso Via della Repubblica



02\_ Fine Via A. Vespucci



03\_ Inizio Via Montanara



04\_ Via Montanara



05\_ Fine Via Curtatone



06\_ Via della Repubblica



07\_ Via Goito



08\_ Spiaggia di Levante



09\_ Via San Martino



10\_ Inizio Via San Martino



11\_ Via Solferino



12\_ Spiaggia di Levante



13\_Congobar



14\_ Via Spiaggia di Levante



15\_ Via Mentana



16\_ Via della Repubblica



17\_ Via della Repubblica



18\_ Via Firenze



19\_ Via Spiaggia di Levante



20\_ Via Spiaggia di Levante



21\_ Fine Via Siena



22\_ Via della Repubblica



23\_ Via Pisa



24\_ Via Lucca



25\_ Via Arezzo



26\_ Parcheggio di Via Palermo



27\_ Via Palermo

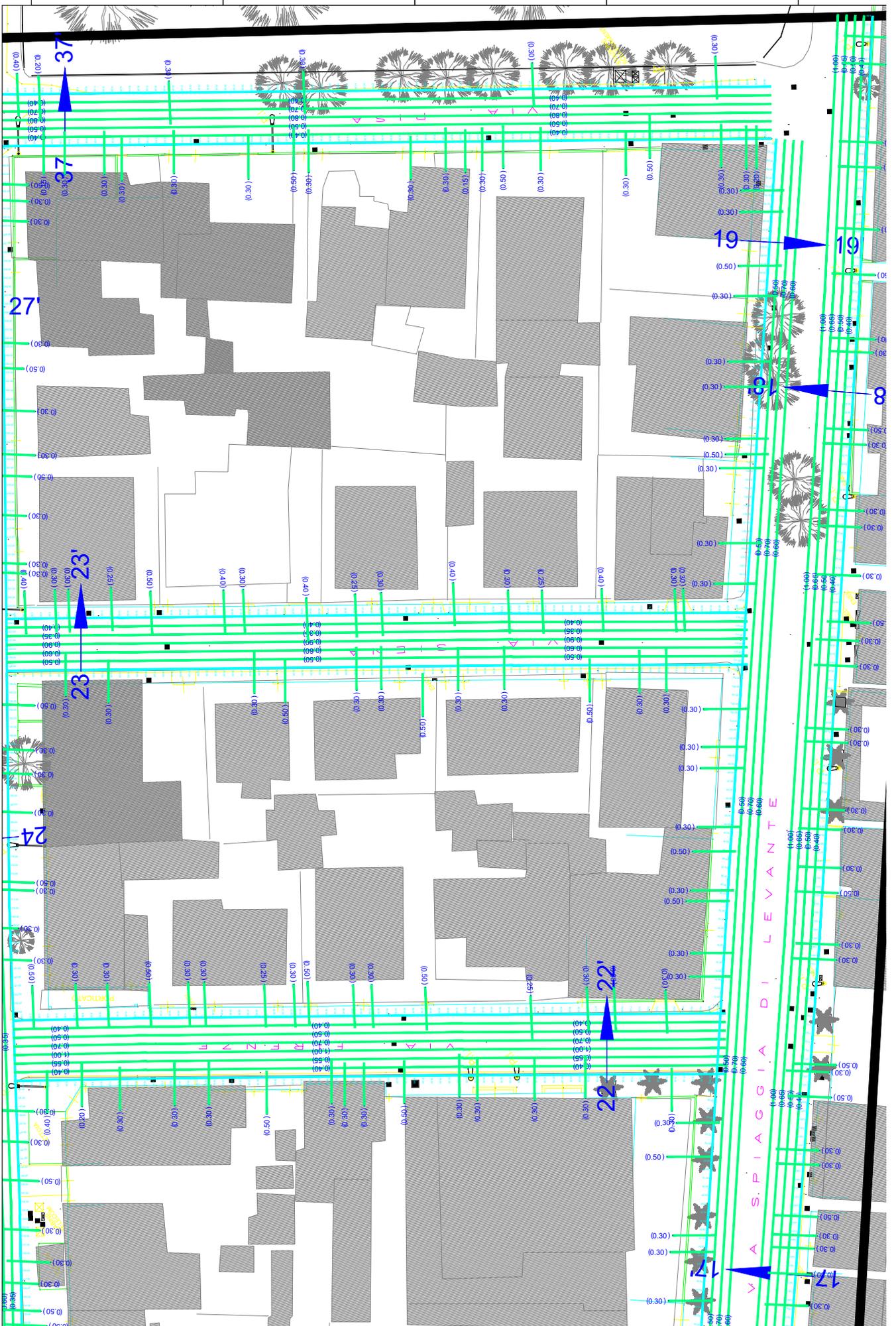


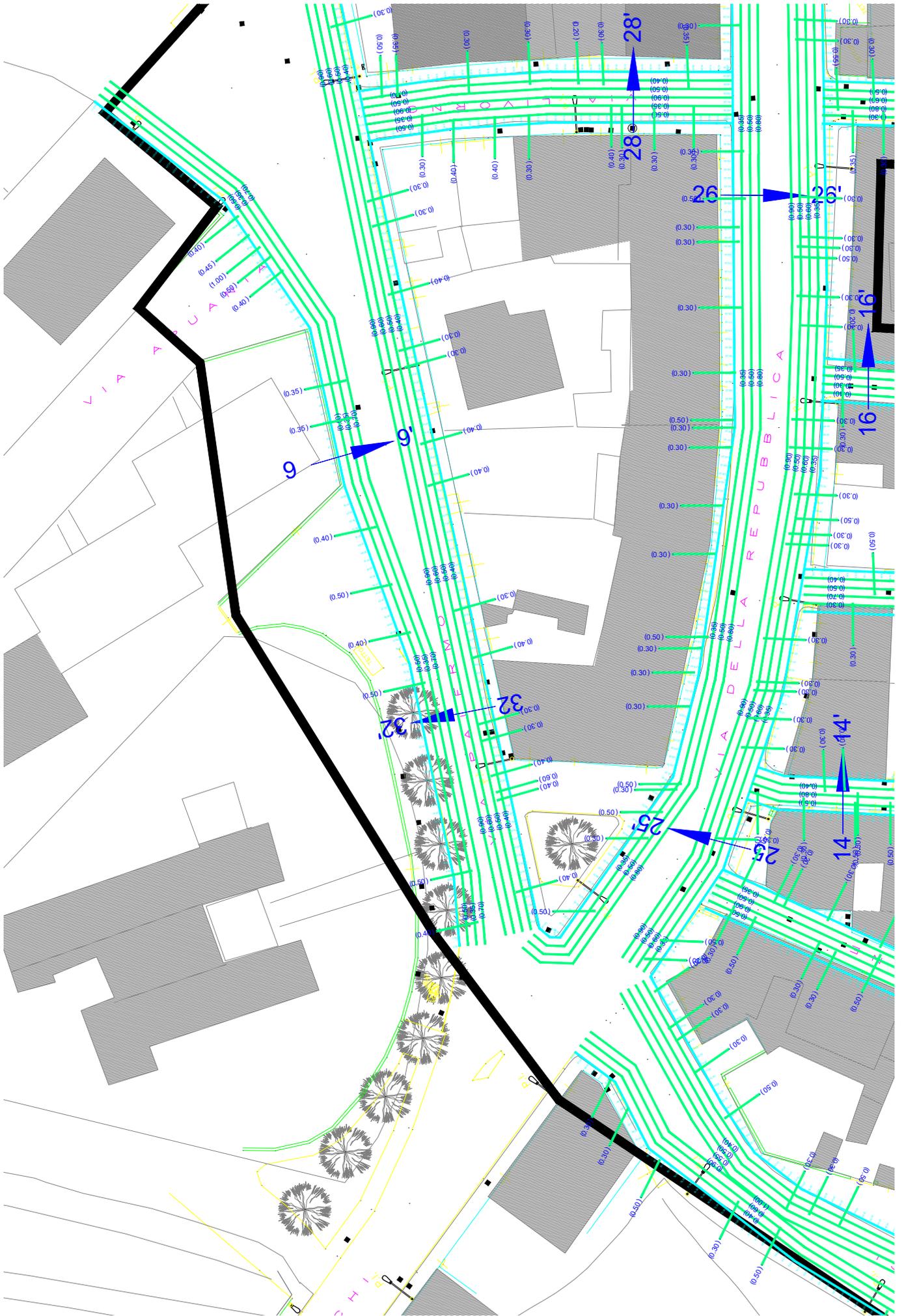
28\_ Via Palermo

## **Rilievo sottoservizi con georadar**









## **Verbale della conferenza di servizi Del 28 febbraio 2022**



# Citta' di Follonica

SETTORE 4  
LAVORI PUBBLICI-DEMANIO  
MANUTENZIONI –PROTEZIONE CIVILE  
U.O.C. PROGRAMMAZIONE-PROGETTAZIONE  
ESECUZIONE LAVORI PUBBLICI-DEMANIO  
Via Roma,88 - 58022 Follonica (GR)



**OGGETTO: COMUNE DI FOLLONICA: PROGETTO DEFINITIVO PER LA RIQUALIFICAZIONE DEL QUARTIERE SENZUNO– Indizione della Conferenza di servizi decisoria ai sensi dell'art. 14 c. 2 L. n. 241/1990. Forma semplificata modalità asincrona. –**

## VERBALE CONFERENZA DI SERVIZI ASINCRONA

Premesso che il Comune di Follonica ha inserito all'interno della propria programmazione strategica l'intervento di Riqualificazione del quartiere Senzuno affidando il relativo incarico di progettazione al Raggruppamento di professionisti con mandataria NuvolaB di Firenze.

Gli ambiti previsti nel progetto definitivo sono Via della Repubblica, Via Curtatone, Via Goito, Via San Martino, Via Solferino, Via Mentana, Via Firenze via Spiaggia di Levante lato nord fino a Via Siena, Via Montanara e la passeggiata a mare di collegamento tra Via Vespucci e Via Spiaggia di Levante.

Gli interventi comprendono:

-La realizzazione di nuove pavimentazioni.

Sul primo tratto di via della Repubblica e sui vicoli storici sarà stesa una pavimentazione in cemento architettonico. Questo materiale sarà posato da facciata a facciata al fine di rendere meno infrastrutturale lo spazio stradale di quartiere. Un fascia di pavimento in acciottolato sarà posato lungo i piedi dei fabbricati per agevolare eventuali interventi di manutenzione sugli impianti (facile smontabilità e ripristino)

-La creazione di un nuovo spazio pubblico di relazione. Come ogni quartiere anche Senzuno sarà dotato di una propria piazzetta posizionata lungo l'incrocio tra via lungomare di Levante e via Mentana. Questo spazio sarà prevalentemente ad uso pedonale pavimentato anch'esso in cemento architettonico con alcuni ' tappeti' realizzati in acciottolato. Su quest'ultimi è previsto di realizzare alcuni arredi fissi (panchine di grande formato, fontanelli etc. ) al fine di favorire incontro e socialità.

-La realizzazione di una nuova passeggiata lungomare.

E' previsto di realizzare un nuovo collegamento tra via di Levante e via Vespucci attraverso un pedana in legno poggiata su sabbia.

-L'introduzione di nuove piantumazioni vegetali e alberi, la reintroduzione della vegetazione dunale autoctona lungo la passeggiata a mare.

Le sistemazioni generali appena descritte saranno infine accompagnate da interventi impiantistici Con la realizzazione di una nuova rete di scarico delle acque bianche che recapiteranno sul Torrente

Petraia ed un nuovo impianto di pubblica illuminazione in sostituzione di quello esistente di proprietà Enel Sole

Con comunicazione prot. 40898 del 02.11.2021 è stata convocata la conferenza di servizi **in forma semplificata e modalità asincrona**, ai sensi dell'art. 14-bis L. n. 241/1990 per l'approvazione del progetto definitivo dell'intervento, la quale fissava: a) il termine perentorio del 17.11.2021 per la richiesta di integrazioni e chiarimenti; b) il termine perentorio dell'01.02.2022 entro il quale le amministrazioni convocate avrebbero dovuto rendere le proprie determinazioni relative alla decisione oggetto della Conferenza; c) la data del 15.02.2022, fatte salve ulteriori comunicazioni, per lo svolgimento della eventuale conferenza in modalità sincrona ai sensi dell'art.14 ter della legge 241/1990.

La convocazione della conferenza di servizi è stata pubblicata all'Albo Pretorio del Comune di Follonica con Pubblicazione n.40 fino al 01.02.2022.

Entro il termine del 01.02.2022 sono pervenuti i seguenti pareri e contributi

**Comune di Follonica** Settore Assetto del Territorio:

prot.41163 del 03.11.2021 parere positivo di conformità urbanistica;

prot.590 del 07.01.2022 :

- Autorizzazione Vincolo Idrogeologico;
- Commissione Comunale per i Paesaggio *parere favorevole in relazione alla tutela del vincolo, circa la conformità dell'intervento proposto con le prescrizioni contenute nel PIT con valenza di Piano Paesaggistico, si dà indicazione che in luogo al corten che ha la particolarità di macchiare le pavimentazioni chiare, potrebbe essere usata la ghisa anche come richiamo alla "Città della Ghisa". Dovrà essere posta molta attenzione nella scelta delle specie da mettere a dimora, in particolare per quanto riguarda la tolleranza ai terreni salsi considerando che l'area è interessata dal fenomeno di intrusione del cuneo salino. E' auspicabile se possibile, un sistema di agevolazione per l'infiltrazione delle acque piovane per le alberature messe a dimora su via Della Repubblica. In riferimento ai terreni di risulta derivati dagli scavi, si ricorda che dovranno essere correttamente gestiti come previsto dal D.P.R. 120/17 e D.Lgs. 152/06.*
- Responsabile del Procedimento per gli aspetti paesistico ambientali : *L'intervento di trasformazione proposto, pur introducendo modifiche al contesto paesaggistico dell'area interessata, si adatta ai caratteri di identità dei luoghi e assicura la compatibilità e la coerenza paesaggistica ai connotati esistenti, mantenendo la qualità dell'insieme nel rispetto ai valori paesaggistici ed alle finalità di tutela e miglioramento della qualità del paesaggio, individuati dagli indirizzi del P.I.T. Regionale, si accerta inoltre la conformità rispetto ai valori paesaggistici riconosciuti dal vincolo ed alle finalità di tutela e miglioramento delle qualità del paesaggio individuati nella dichiarazione di notevole interesse pubblico di cui al D.M. 24.06.1959 di vincolo sopra citato e con particolare riferimento a quanto previsto per i territori*
- *costieri nell'art. 6 dell'elaborato 8B "Disciplina dei beni Paesaggistici" (art. 142. c.1, lett. a) del Codice).*

Prot 3944 del 28.01.2022 : *non si rilevano motivi ostativi all'esecuzione delle opere come rappresentate nel progetto definitivo di riqualificazione del quartiere Senzuno*

**Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio** per le Province di Siena Grosseto e Arezzo  
prot.4129 del 31.01.2022 : parere favorevole con prescrizioni

in materia di tutela archeologica: *“Preso visione della progetto, pur in assenza del Documento di Fattibilità Archeologica, previsto dall’art. 25 del D.Lgs 50/2016, si ritiene comunque sufficiente lo stralcio della documentazione tecnica allegata ai fini di valutazione dei rischi connessi con la tutela archeologica, anche considerando la natura puntuale degli interventi di scavo previsti. Accertato dunque come non siano interessati beni di interesse archeologico sottoposti a provvedimenti dichiarativi (artt. 12 e 13 D. Lgs. 42/04), quest’Ufficio comunica il nulla osta alla realizzazione delle opere di scavo. Tuttavia, considerato il rischio archeologico dell’area interessata dai lavori, si subordina il rilascio del nulla osta di competenza alla condizione che tutte le operazioni di scavo previste dal progetto vengano sottoposte a sorveglianza archeologica. Si precisa che tali attività di sorveglianza dovranno essere eseguite da personale specializzato, il cui curriculum verrà sottoposto all’approvazione di quest’Ufficio, sotto la Direzione scientifica della SABAPSI, alla quale andrà consegnata tutta la documentazione, redatta secondo le norme dalla stessa prescritte. Si richiede fin d’ora che vengano comunicati la tempistica prevista per gli interventi nonché, con congruo anticipo (almeno 20 giorni), l’effettivo inizio lavori e i nominativi della ditta incaricata della sorveglianza. Resta, inoltre, inteso che, qualora durante i lavori di escavazione si verificassero scoperte archeologiche fortuite, è fatto obbligo, ai sensi della normativa vigente (art. 90 e ss. D. Lgs. 42/2004), degli artt. 822, 823 e, specialmente, 826 del Codice civile, nonché dell’art. 733 del Codice Penale, di sospendere i lavori e avvertire entro 24 ore questo Ufficio, il Sindaco o l’Autorità di Pubblica Sicurezza competente per territorio, e provvedere alla conservazione temporanea dei beni rinvenuti. Si fa anche presente che l’eventuale rinvenimento di emergenze archeologiche nell’area oggetto del presente intervento, potrebbe comportare l’imposizione di varianti al progetto testé approvato, nonché l’effettuazione di indagini archeologiche approfondite finalizzate alla documentazione delle eventuali emergenze antiche ed ai relativi interventi di tutela”*

in materia di compatibilità paesaggistica:

- *sull’arenile dovrà essere realizzata esclusivamente la passerella in legno naturale parallela alla linea di costa, eliminando i tratti ortogonali e/o gli slarghi (arredati con palme, lampioni, giochi, ecc.) in quanto elementi incongrui rispetto al contesto tutelato ed in contrasto con le prescrizioni del Sistema Costiero n. 6 che vietano ulteriori elementi di artificializzazione della spiaggia e/o interventi che alterano le visuali che si aprono dal mare e verso il mare, dall’arenile e verso l’arenile;*
- *dovranno essere applicate le prescrizioni della Commissione Comunale del Paesaggio in merito alla scelta delle specie arboree e/o arbustive da mettere a dimora, anche in considerazione delle relative motivazioni;*
- *gli arredi dovranno essere realizzati in corten (e non in ghisa) come proposto dai progettisti;*
- *i materiali di finitura delle pavimentazioni dovranno essere concordati con questo Ufficio in sede di progettazione esecutiva;*
- *gli elaborati grafici e descrittivi dovranno essere adeguati alle prescrizioni sopra impartite prima della determinazione conclusiva della Conferenza.*

**Regione Toscana**, Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile - Genio Civile Toscana Sud prot.4158 del 31.01.2022 : parere favorevole ... ai sensi del R.D. 523/1904 ed ai soli fini idraulici....

*Per l’opera di scarico delle acque bianche nel Fosso Petraia (in progetto individuato come SC02), a seguito dell’approvazione in sede di Conferenza di Servizi e prima della sua realizzazione, sarà competenza di questo Settore rilasciare una specifica concessione demaniale a carattere oneroso ai sensi del regolamento DPGR 60/R/2016.*

**Agenzia del Demanio** prot.2961 del 24.01.2022: parere favorevole sotto il profilo dominicale, fermo restando che se sull'area demaniale marittima saranno realizzate opere di difficile rimozione dovrà essere richiesto parere ai sensi dell'art. 13 del CN. Resta inteso che la porzione utilizzata dovrà essere regolata con apposita concessione o consegna.

## **I contributi forniti dai gestori dei pubblici servizi sono di seguito riassunti**

**Telecom Italia** prot.42018 del 09.11.2021: per la presenza nelle aree interessate dai lavori di impianti di telecomunicazione attivi sarà necessario acquisire prima dell'inizio dei lavori le necessarie segnalazioni e tracciamenti. Dovranno essere rispettate con le linee elettriche le distanze previste dalle norme vigenti.

**Enel Sole** prot.3164 del 25.01.2022: I lavori richiedono la disalimentazione e lo smantellamento di alcuni punti luce e dovranno essere previste opere per ricollegare i punti luce residui con predisposizioni da parte del Comune di Follonica come da indicazioni allegate e interventi impiantistici da parte di Enel Sole per i quali viene fornita una quantificazione di spesa.

**Acquedotto del Fiora** prot. 4254 del 01.02.2022: *Con riferimento alla Conferenza dei Servizi di cui all'oggetto, si conferma che i sottoservizi siti nelle zone indicate sono vetusti e debbono essere oggetto di sostituzione.*

*Per quanto sopra, saranno concordati con il Comune di Follonica stesso i tempi e i modi di intervento.*

*Si precisa che l'intervento di sostituzione della rete fognaria mista verso una rete separata di acqua bianche e nere, dovrà essere accompagnato da un'azione verso i privati cittadini che renda tale lavoro efficace rispetto allo sforzo economico richiesto.*

**Gergas** prot.4263 del 01.02.2022: *Le condotte ed impianti dovranno essere opportunamente segnalate sul posto preliminarmente all'esecuzione dei lavori di scavo richiedendo la tracciatura a mezzo fax al seguente recapito: 0564457282.*

*Nell'occasione riterremo utile valutare accuratamente lo stato di conservazione e le condizioni di posa, delle condotte e degli allacciamenti, che risultano piuttosto datati, per valutare congiuntamente eventuali necessità di sostituzione/potenziamento con tubazioni di materiali che meglio si adattano ai contesti di posa aggressivi come quelli delle località prossime al mare.*

Oltre il termine del 01.02.2022 sono pervenuti i seguenti ulteriori contributi che di seguito si riportano :

**E Distribuzione** prot.5096 del 07.02.2022: *In considerazione dell'importanza delle attività di scavo necessarie al rifacimento degli impianti fognari e di illuminazione pubblica, si ritiene vantaggioso per entrambe le parti prevedere la predisposizione di alcune tubazioni utili ad ospitare in futuro dei cavi elettrici di media e bassa tensione.*

*Questo tipo di intervento porterebbe i seguenti benefici:*

- *faciliterebbe un adeguamento degli impianti elettrici ai più recenti standard tecnici;*
- *consentirebbe un rinnovo degli stessi, con conseguente miglioramento della qualità del servizio;*
- *limiterebbe la possibilità di futuri interventi di scavo nell'area per guasto o richieste di nuovi allacciamenti;*
- *consentirebbe razionalizzare i carichi elettrici, rendendo disponibile una maggiore potenza elettrica alle forniture domestiche e commerciali dell'area.*

*In aggiunta a quanto sopra, si ritiene opportuno prevedere la realizzazione di una nuova cabina elettrica a servizio della zona; infatti, il Quartiere Senzuno al momento è alimentato da cabine site in quartieri adiacenti.*

*Per quanto esposto, si comunica che entro breve tempo provvederemo a condividere delle bozze di piano tecnico con dei contributi tecnici circa le necessità di posa dei cavidotti.*

**Agenzia delle Accise, Dogane Monopoli** Prot.5529 del 08.02.2022: parere favorevole

Richiamato il parere condizionato da parte della **Soprintendenza** Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le Province di Siena Grosseto e Arezzo prot.4129 del 31.01.2022 con il quale viene richiesto l'adeguamento degli elaborati grafici e descrittivi alle prescrizioni impartite i progettisti hanno provveduto alla modifica degli elaborati con consegna prot.8601 del 28.02.2022.

Le modifiche hanno riguardato esclusivamente le previsioni progettuali della opere da realizzarsi sull'arenile con l'eliminazione delle alberature, delle opere in elevazione e dei tratti ortogonali mentre sono stati mantenuti gli slarghi per come successivamente concordato con la stessa Soprintendenza. Relativamente ai materiali costituenti gli arredi è stata confermata la previsione iniziale dell'acciaio corten in quanto il processo di ossidazione degli arredi che vengono forniti risulta già concluso e non sussistono i problemi di dilavamento.

Per quanto sopra tenuto anche conto che gli ulteriori pareri e contributi ricevuti riguardano esclusivamente aspetti procedurali e condizioni di cui tenere conto in fase di esecuzione lavori con il presente verbale si chiude la conferenza di servizi con l'approvazione del progetto di Riqualificazione del Quartiere Senzuno.

A chiusura della conferenza dei servizi si dispone l'invio del presente verbale alle Amministrazioni Convocate a termine della procedura prevista dall'art.14 e seguenti della legge 241/1990 e s.m.i.. Della conclusione del procedimento della Conferenza stessa sarà dato atto, ai sensi dell'art.14-bis, comma 5, in apposita determinazione alla quale il presente verbale sarà allegato per costituirne parte integrante e sostanziale. Tale determinazione costituirà l'adozione dell'atto conclusivo di competenza del Comune di Follonica da notificarsi a termine di legge a tutti i soggetti invitati e partecipanti.

Il responsabile del Procedimento  
Arch. Alessandro Romagnoli



Documento firmato da:  
ROMAGNOLI ALESSANDRO  
28.02.2022 07:04:24 UTC

*Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. n. 82/2005, del T.U. n. 445/2000 e norme collegati quale sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa; il documento informatico è conservato digitalmente nei archivi informatici del Comune.*

## **Relazione geologica**

<b>COMUNE DI</b>	<b>FOLLONICA</b>	
<b>PROVINCIA DI</b>	<b>GROSSETO</b>	
<b>UBICAZIONE</b>	<b>FOLLONICA, FOCE TORRENTE PETRAIA</b>	
<b>PROGETTO</b>	<b>COSTRUZIONE MURO DI CONTENIMENTO E INSTALLAZIONE MANUFATTO DI SCARICO FOGNATURA BIANCA</b>	
<b>OGGETTO</b>	<b>RELAZIONE GEOLOGICA RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI RELAZIONE MODELLAZIONE SISMICA</b>	
<b>COMMITTENTE</b>	<b>COMUNE DI FOLLONICA</b>	
		 <p>Alessandro Maggi</p>
<b>DATA</b>		Ordine dei Geologi della Toscana N° 1056
13.05.2022		
<p><i>Alessandro Maggi geologo</i>  via Guido Rossa 70 – 58023 Gavorrano (GR)  cell. 392 0525214      e-mail: a.maggi.geo@gmail.com</p>		

**INDICE**

1	PREMESSA .....	3
2	UBICAZIONE .....	4
3	CLASSIFICAZIONI DI PERICOLOSITÀ DEL REGOLAMENTO URBANISTICO.....	6
4	CLASSIFICAZIONE PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni) .....	7
5	FATTIBILITÀ IDRAULICA .....	7
6	CARATTERISTICHE GEOLITOGICHE, IDROGEOLOGICHE, MORFOLOGICHE .....	8
7	DATI GEOGNOSTICI.....	11
7.1	PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE [DPSH] .....	12
7.1.1	DESCRIZIONE DELLA TECNICA.....	12
7.1.2	ANALISI DEI RISULTATI .....	13
7.2	SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO.....	15
7.3	PROSPEZIONE ATTIVA MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) .....	16
8	MODELLO STRATIGRAFICO E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA .....	17
9	CARATTERISTICHE SISMICHE.....	20

**FIGURE INSERITE NEL TESTO**

FIGURA 1: COROGRAFIA (1:10.000) .....	4
FIGURA 2: UBICAZIONE (1:2.000) .....	5
FIGURA 3: PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA (1:10.000) [Tav. A – Regolamento Urbanistico].....	6
FIGURA 4: PERICOLOSITÀ IDRAULICA (1:10.000) [Tav. B – Regolamento Urbanistico] .....	6
FIGURA 5: PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE FLUVIALE E COSTIERA (1:2.000) .....	7
FIGURA 6: CARTA GEOLOGICA (1:2.000).....	8
FIGURA 7: MODELLO STRATIGRAFICO (scala grafica).....	18

**ALLEGATI**

INDAGINI PENETROMETRICHE [dati di archivio]  
STRATGRAFIE SONDAGGI [dati di archivio]  
INDAGINE SISMICA MASW [dati di archivio]

## 1 PREMESSA

La relazione è stata redatta su incarico dell'Amministrazione Comunale di Follonica in merito alla messa in opera di un muro di contenimento in c.a. e all'installazione di un manufatto di scarico di fognatura bianca nell'ambito del progetto di riqualificazione del quartiere Senzuno.

Il manufatto consisterà in un pozzetto prefabbricato a sezione quadrata di lato 1.2 metri in cui alloggerà una tubazione in PEAD DN1000 che si immetterà sul torrente Petraia, in sinistra idrografica, in corrispondenza di un muro in c.a. lungo 13 metri ed alto circa 3 metri

L'intervento può essere ricondotto alla classe d'indagine geologica n.1, riferita alle opere di volume totale inferiore a 150 metri cubi, secondo quanto previsto dall'Allegato 1 di cui all'art.5 del Decreto del Presidente Della Giunta Regionale 19 gennaio 2022, n. 1/R "Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico".

Lo studio è stato supportato dalle indagini esistenti di seguito elencate, effettuate nelle immediate vicinanze del sito di progetto:

- n° 1 prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH) localizzata lungo la sponda sinistra del Petraia ad una distanza di circa 40 metri in direzione nord-est (dati dello scrivente)
- n° 1 prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH) localizzata in sinistra del Petraia ad una distanza di circa 70 metri in direzione sud-ovest (dati forniti dall'Amministrazione Comunale e facenti parte dello studio effettuato dal dott. Fanciulletti Fabrizio per la riqualificazione del punto di ormeggio A.A.S. Settore 10)
- n° 1 indagine sismica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) localizzata in sinistra del Petraia ad una distanza di circa 80 metri in direzione sud-ovest (dati forniti dall'Amministrazione Comunale e facenti parte dello studio effettuato dal dott. Fanciulletti Fabrizio per la riqualificazione del punto di ormeggio A.A.S. Settore 10)
- n. 2 sondaggi geognostici ubicati ai due lati del ponte sul torrente Petraia facenti parte dei dati di base del Comune di Follonica.

## 2 UBICAZIONE

Il sito si identifica nei seguenti elementi cartografici:

- Sezione 318060 della Carta Tecnica Regionale (scala 1: 10.000)
- Sezioni 09H53; 09H54 e 09H61 della Carta Tecnica Regionale (scala 1: 2.000)

Coordinate del sito nel sistema WGS84: N=42.9191458; E=10.7603093

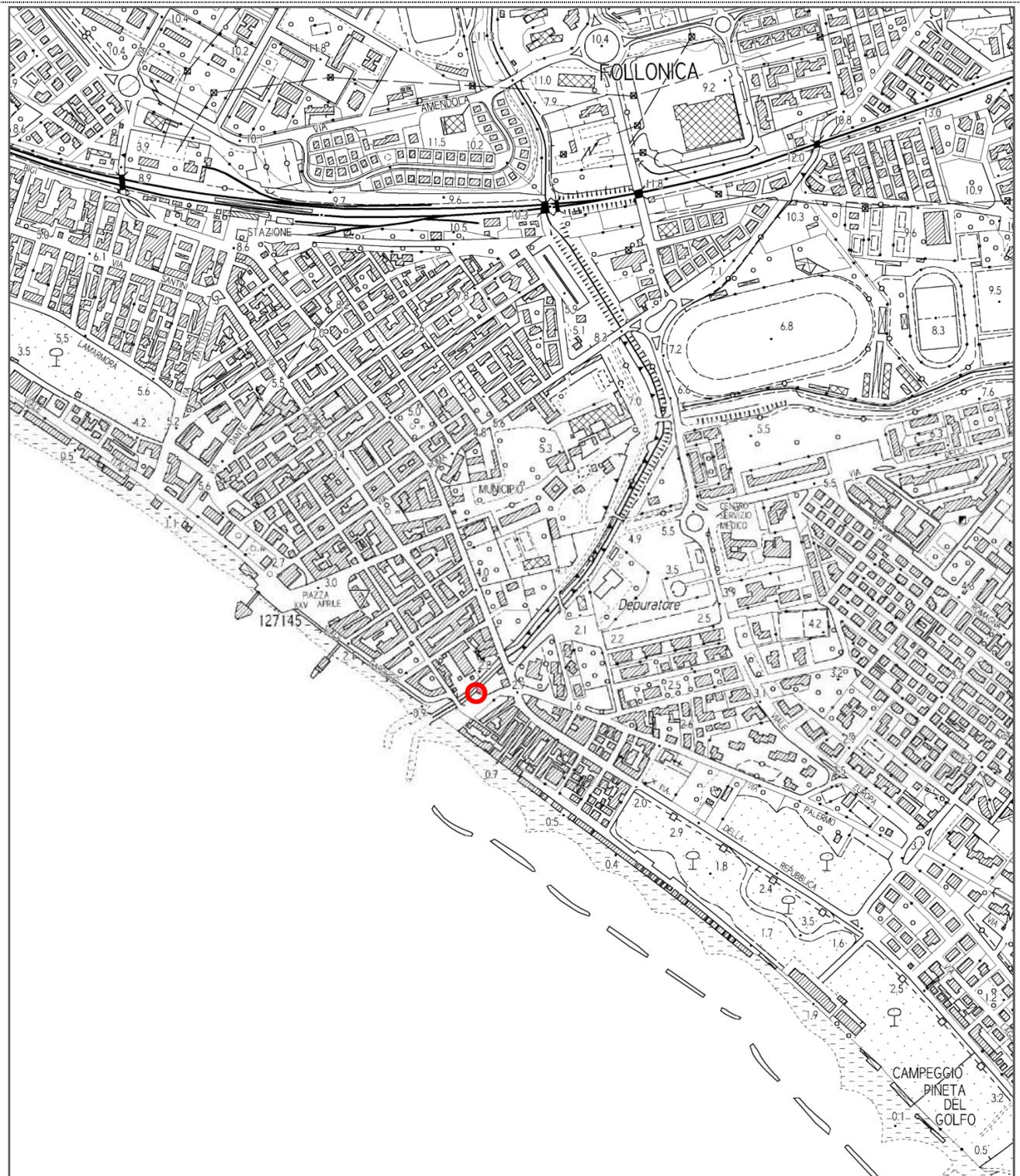


FIGURA 1: COROGRAFIA (1:10.000)



Area di progetto

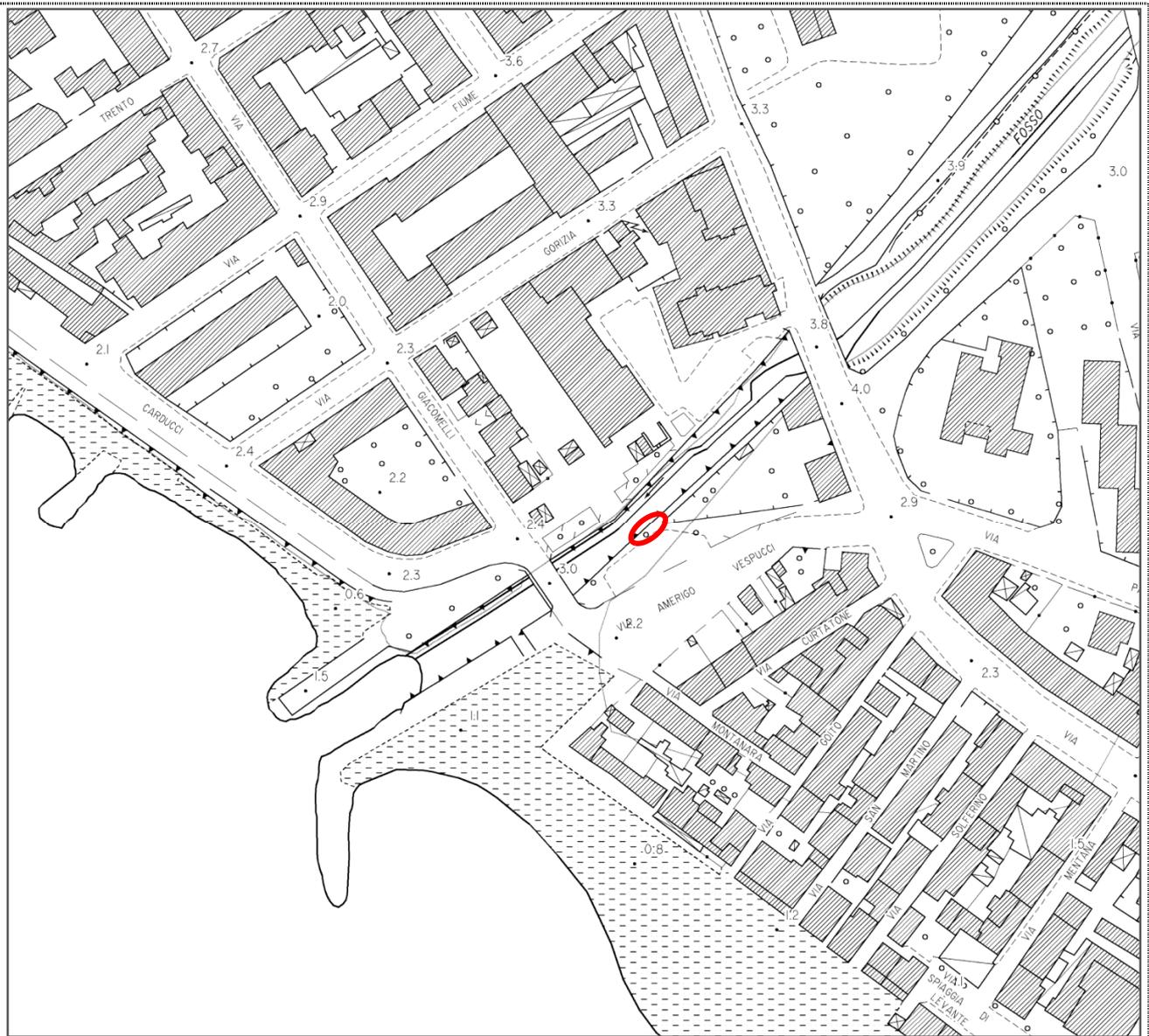


FIGURA 2: UBICAZIONE (1:2.000)

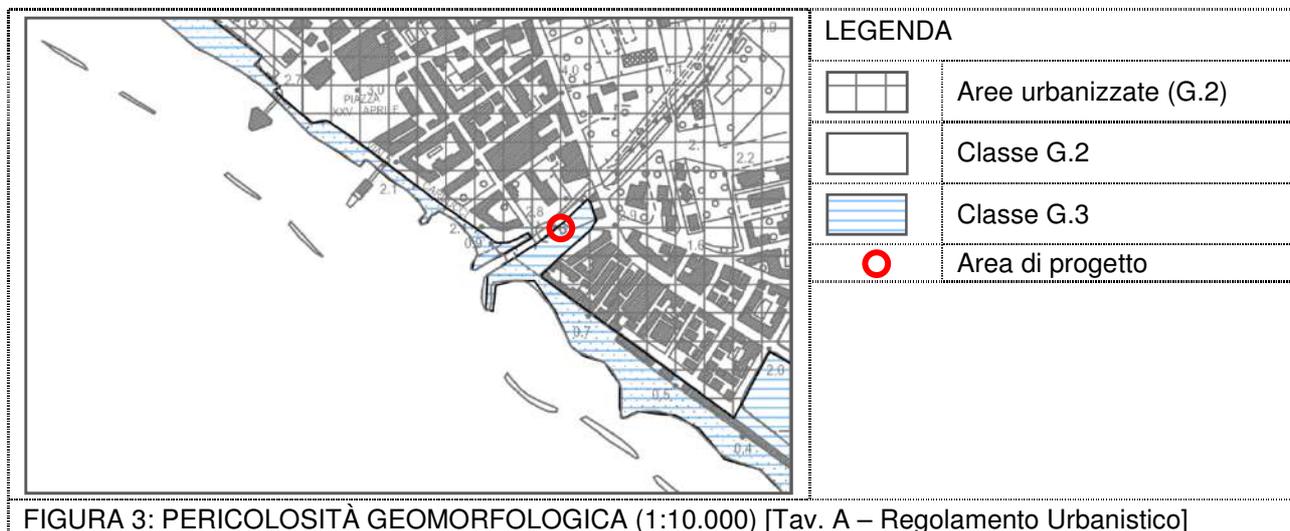


Area di progetto

### 3 CLASSIFICAZIONI DI PERICOLOSITÀ DEL REGOLAMENTO URBANISTICO

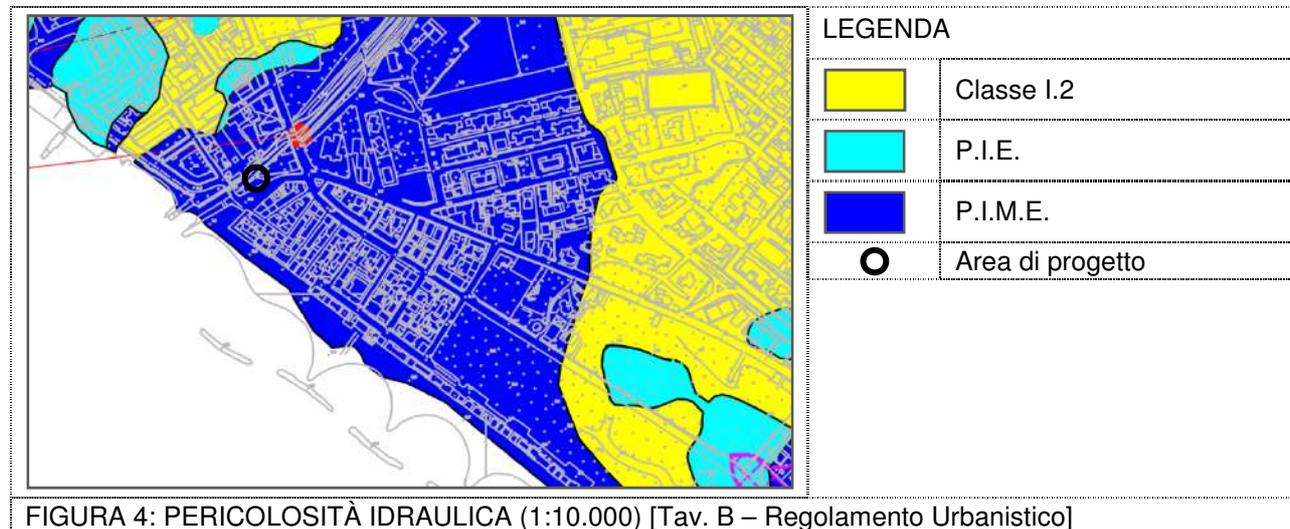
#### **Pericolosità geomorfologica - Tavola A**

Il sito ricade in Classe G.3 (pericolosità elevata). L'attribuzione della Classe G.3 non è connessa a problematiche di dissesto gravitativo bensì deriva dalla presenza di sedimenti sabbiosi di duna.



#### **Pericolosità idraulica - Tavola B**

Il sito ricade in aree classificate Classe P.I.M.E. (pericolosità molto elevata).



Riguardo le effettive condizioni di pericolosità idraulica, a seguito degli interventi di messa in sicurezza idraulica del Petraia, escludendo ovviamente l'alveo del torrente, tutta la zona in studio risulta attualmente in **Classe I.1 (pericolosità bassa)**,

Questa condizione è attestata dallo "Studio idrologico-idraulico finalizzato alla deperimetrazione delle aree ad elevata pericolosità idraulica delle aree di pertinenza del Torrente Petraia", redatto per conto dell'Amministrazione Comunale di Follonica dall'Ing. Bavecchi (quale direttore dei lavori delle opere medesime). Nello Studio è riportata sia la certificazione degli effetti attesi a conclusione dei lavori di messa in sicurezza idraulica del Petraia e sia i collaudi delle opere, rappresentati da:

- collaudo tecnico amministrativo degli "Interventi per la regimazione ed il controllo delle piene del Torrente Petraia – Lotto II", a firma dell'Ing. Roberto Marconi in data 30.11.2012
- collaudo tecnico del "Raddoppio dello scatolare sotto la S.P. 152 Vecchia Aurelia", a firma dell'Ing. Fausto Rossi in data 25.09.2013

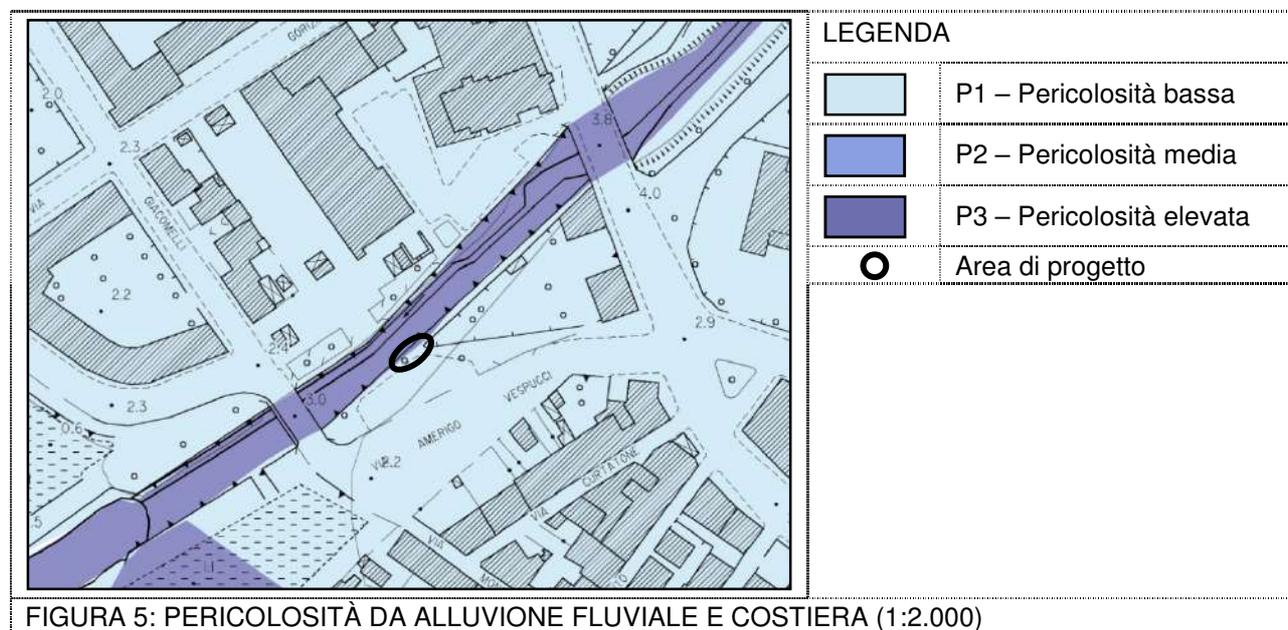
Il suddetto Studio è stato inviato dall'Amministrazione Comunale alla competente Autorità di Bacino Toscana Costa in data 30.10.2013. per la presa d'atto ai sensi dell'Art. 25 delle Norme del P.A.I. e l'integrazione e modifica del P.A.I. medesimo.

Il quadro conoscitivo è stato quindi aggiornato come attestato dalla cartografia del PGRA riportata nel § successivo

#### 4 CLASSIFICAZIONE PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni)

La figura seguente mostra la perimetrazione di pericolosità idraulica e da alluvione costiera, sovrapposta sulla base cartografica in scala 1:2.000.

Le aree esterne all'alveo del torrente ricadono nella classe P1 (pericolosità bassa), corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.



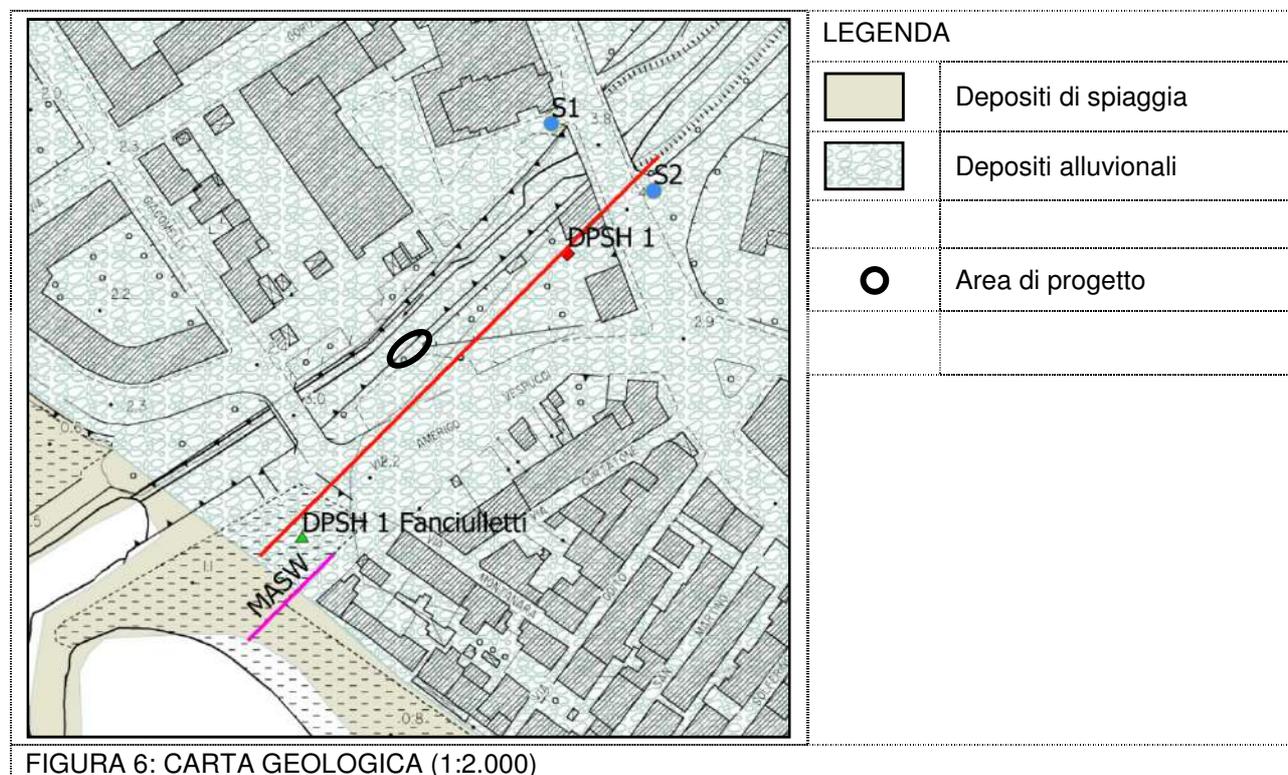
#### 5 FATTIBILITÀ IDRAULICA

L'intervento rientra tra quelli consentiti ai sensi dell'Art. 3, comma 2, lettera g) della LR 41/2018

## 6 CARATTERISTICHE GEOLITOGICHE, IDROGEOLOGICHE, MORFOLOGICHE

### GEOLOGIA

La figura seguente mostra la planimetria degli affioramenti tratta dal database geologico regionale disponibile sul servizio Geoscopio. Sulla figura sono riportate le ubicazioni delle indagini geognostiche utilizzate per lo svolgimento dell'incarico.



Le formazioni rappresentate nella tavola sono descritte di seguito.

#### **Depositi di spiaggia e Depositi eolici**

i depositi di spiaggia consistono in sedimenti generalmente sciolti messi in posto ad opera del moto ondoso in ambiente di spiaggia emersa e sommersa la cui tessitura varia a seconda della morfologia del litorale. Sono possibili intercalazioni di livelli ghiaiosi.

I depositi eolici sono rappresentati da sabbie medio-fini e silt di trasporto e deposizione eolica accumulate in dune e cordoni dunali lungo la fascia costiera.

Nei settori superficiali i sedimenti sono generalmente sciolti o poco addensati. Il grado di addensamento aumenta con la profondità. Si tratta di terreni con scarsa o nulla coesione. Il parametro di resistenza è dato prevalentemente o esclusivamente dall'angolo di attrito, i cui valori sono direttamente correlabili al grado di addensamento.

Assumendo una litologia costituita da sabbia uniforme da fine a media, i valori dell'angolo di resistenza al taglio in funzione della densità sono i seguenti:

Litologia	Angolo di resistenza al taglio ( $\varphi$ )		
	Sciolta	Mediamente densa	Densa
Sabbia uniforme da fine a media	26÷30	30÷34	32÷36

Il peso di volume, anch'esso funzione della densità, può essere assunto variabile tra 17 e 18 kN/m<sup>3</sup>.

## **Depositi alluvionali**

Sedimenti, attuali e recenti, di origine fluviale, litologicamente costituiti da argille, limi, sabbie e ghiaie, con vasto assortimento granulometrico tra i vari termini. L'assetto stratigrafico è spesso caratterizzato da eteropie di facies con cambiamenti litologici sia in senso verticale e sia in senso orizzontale. Tali variazioni sedimentologiche sono la conseguenza delle variazioni di trasporto solido legate alle dinamiche fluviali dei corsi d'acqua. Nel suolo più superficiale prevalgono di solito le granulometrie fini (limi e argille), mentre più in profondità possono essere presenti livelli di depositi più grossolani (sabbie e ghiaie) anche ad assetto lentiforme.

Le caratteristiche fisico-meccaniche della formazione variano in relazione alla composizione granulometrica prevalente. Prendendo a riferimento la resistenza alla punta del penetrometro statico, la formazione evidenzia una elevata variabilità, passando da valori inferiori a 0.5 MPa in corrispondenza di livelli argillosi e limo-argillosi di consistenza molto bassa a valori superiori a 15 MPa in corrispondenza di livelli ghiaiosi o sabbiosi molto addensati. Valori di resistenza alla punta compresi tra 2 e 3 MPa sono tipici dei sedimenti sabbioso-limosi mediamente addensati.

I livelli prevalentemente sabbiosi hanno bassi valori di coesione efficace ed il loro comportamento geotecnico è governato dal parametro angolo di attrito ( $\varphi$ ) i cui valori sono generalmente compresi tra 28° e 32°.

Viceversa, nei livelli con elevato contenuto in fini il comportamento geotecnico, nelle verifiche a breve termine, ovvero in termini di tensioni totali, è descritto dal parametro resistenza non drenata i cui valori sono generalmente compresi tra 40 e 70 kPa a seconda del grado di consistenza. Sedimenti argillosi di bassa consistenza possono tuttavia avere valori del parametro non drenato sensibilmente inferiori a quelli indicati.

Il peso di volume è solitamente compreso tra 18 e 19 kN/m<sup>3</sup>.

## **IDROGEOLOGIA**

La permeabilità viene suddivisa per tipologia (primaria per porosità; secondaria per fessurazione) e per intensità (permeabilità da molto alta a molto bassa).

I depositi sabbiosi di spiaggia e di accumulo eolico sono caratterizzati da permeabilità primaria molto alta.

I depositi alluvionali hanno una permeabilità di tipo primario di grado variabile in funzione della composizione granulometrica. La permeabilità può quindi raggiungere valori medio-alti nella massa costituita da ghiaie e/o sabbie sciolte o poco addensate e con scarsa frazione fine, diminuendo significativamente, fino anche ad annullarsi, in corrispondenza di livelli in cui è prevalente la componente argillosa e limo-argillosa, anche come matrice di depositi grossolani.

Nella successione stratigrafica può originarsi un sistema acquifero multifalda costituito da sovrapposizioni di orizzonti sabbiosi e/o sabbioso-ghiaiosi separati da livelli di sedimenti limosi e limo-argillosi, talora discontinui e/o ad assetto lentiforme. I diversi orizzonti permeabili danno quindi origine ad acquiferi con caratteristiche freatiche (il primo livello acquifero non confinato), artesiane o semiartesiane, a seconda del grado di impermeabilità degli strati di compartimentazione.

In base alle informazioni disponibili il livello piezometrico è localizzato ad una quota assoluta coincidente o poco superiore al livello del mare.

La profondità dal piano di campagna corrisponde quindi grossomodo alla quota altimetrica assoluta.

**MORFOLOGIA**

L'area di progetto si localizza in corrispondenza della sponda sinistra del torrente Petraia, ad una distanza di circa 80 metri dalla foce.

L'installazione del manufatto andrà ad interessare un'area attualmente adibita a parcheggio, posta ad una quota di circa 2 metri s.l.m.

L'area ricade in quella che originariamente doveva costituire una zona di transizione tra l'ambiente di duna e quello retrodunale, sebbene l'attuale conformazione sia da ricondursi in parte ad interventi antropici, con riporti di terreno che hanno comportato una leggera elevazione di quota rispetto all'originaria morfologia del luogo, ancora riconoscibile nel settore subito a nord-est compreso tra la sponda del torrente e le sedi stradali di via Vespucci e via della Repubblica.

## 7 DATI GEOGNOSTICI

La caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica del sito è stata effettuata sulla base dei seguenti dati:

- n° 1 prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH) localizzata all'altezza del n. 2 di via della Repubblica, lungo la sponda sinistra del Petraia ad una distanza di circa 40 metri in direzione nord-est (dati di archivio dello scrivente)
- n° 1 prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH) localizzata in sinistra del Petraia ad una distanza di circa 70 metri in direzione sud-ovest (dati forniti dall'Amministrazione Comunale e facenti parte dello studio effettuato dal dott. Fanciulletti Fabrizio per la riqualificazione del punto di ormeggio A.A.S. Settore 10)
- n° 1 indagine sismica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) localizzata in sinistra del Petraia ad una distanza di circa 80 metri in direzione sud-ovest (dati forniti dall'Amministrazione Comunale e facenti parte dello studio effettuato dal dott. Fanciulletti Fabrizio per la riqualificazione del punto di ormeggio A.A.S. Settore 10)
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo ubicati ai due lati del ponte sul torrente Petraia facenti parte dei dati di base del Comune di Follonica.

La posizione delle prove elencate è mostrata nella figura 6.

## 7.1 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE [DPSH]

### 7.1.1 DESCRIZIONE DELLA TECNICA

La prova penetrometrica dinamica continua consiste nel misurare la resistenza del terreno alla penetrazione di una punta conica con caratteristiche geometriche note, infissa per battuta nel terreno per mezzo di un maglio avente massa standardizzata.

Il numero di colpi ( $N_{dp}$ ) necessario per l'avanzamento di un dato valore (nel caso in oggetto 30 cm) permette di determinare la resistenza dinamica ( $R_{pd}$ ) del terreno attraverso la cosiddetta "formula degli Olandesi".

$R_{dp} = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot e \cdot (M + P)}$	dove:	
	$R_{dp}$	Resistenza dinamica alla punta
	A	Area della punta [20.43 cm <sup>2</sup> ]
	M	Peso massa battente [63.5 kg]
	P	Peso totale sistema di battuta e aste [kg]
	H	Altezza di caduta [75 cm]
e	Avanzamento per colpo [30 cm/ $N_{dp}$ ]	

Dal dato  $N_{dp}$  è possibile estrapolare il dato  $N_{SPT}$  rapportando l'energia specifica per colpo della prova penetrometrica dinamica continua con quella riferita alla prova SPT.

In base al valore  $N_{SPT}$  è infine possibile stimare vari parametri geotecnici tramite correlazioni empiriche disponibili in bibliografia.

La prova penetrometrica dinamica non consente di estrapolare informazioni sulla litologia dei terreni. Le evidenze riscontrate sul posto indicano tuttavia un assetto stratigrafico costituito in netta prevalenza da sedimenti sabbiosi e sabbioso-limosi, talora contenuti clasti eterometrici.

La valutazione dei parametri geotecnici da prove di tipo penetrometrico si basa sulla distinzione fra terreni incoerenti (resistenza al taglio caratterizzata prevalentemente dal solo angolo di attrito) e terreni fini (resistenza al taglio caratterizzata prevalentemente da legami coesivi). In base all'attribuzione ai vari strati dell'uno o dell'altro tipo di comportamento, ne deriva la parametrizzazione geotecnica in termini di angolo di resistenza al taglio (parametro  $\phi$ ) o di resistenza non drenata (parametro  $c_u$ ).

### 7.1.2 ANALISI DEI RISULTATI

#### DPSH 1 lato via della Repubblica 2 [dati archivio dello scrivente]

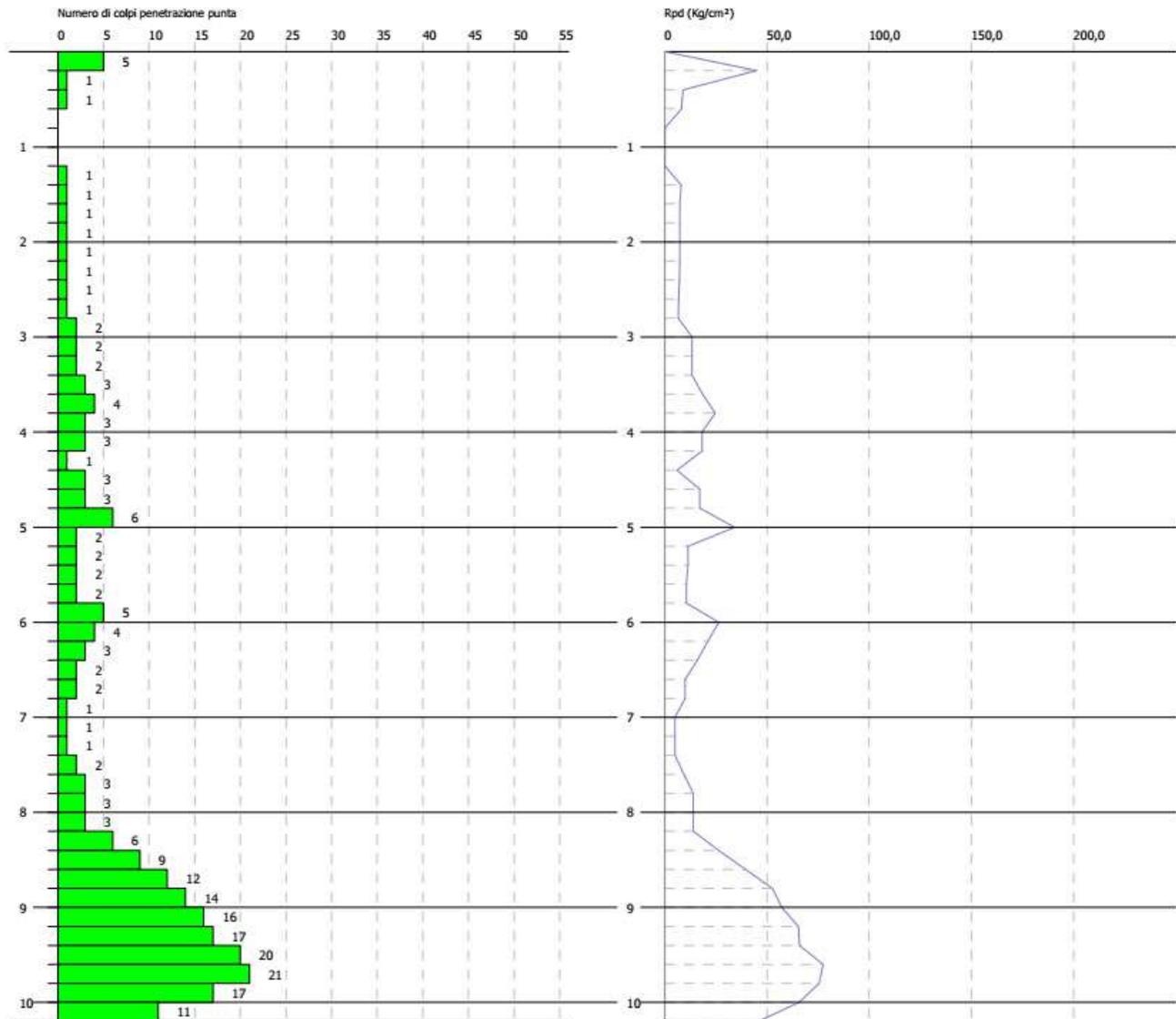
La quota altimetrica del punto prova è di circa 1.2 metri s.l.m.

La prova è stata interrotta a circa 10 metri di profondità.

Nel foro di prova era stata rilevata presenza di acqua a 1.2 metri circa di profondità dal piano di campagna.

La quota piezometrica coincide pertanto con il livello zero del mare.

Di seguito sono riportati il grafico del numero di colpi  $N_{dp}$ , il grafico dell'andamento della resistenza dinamica alla punta  $R_{dp}$ .



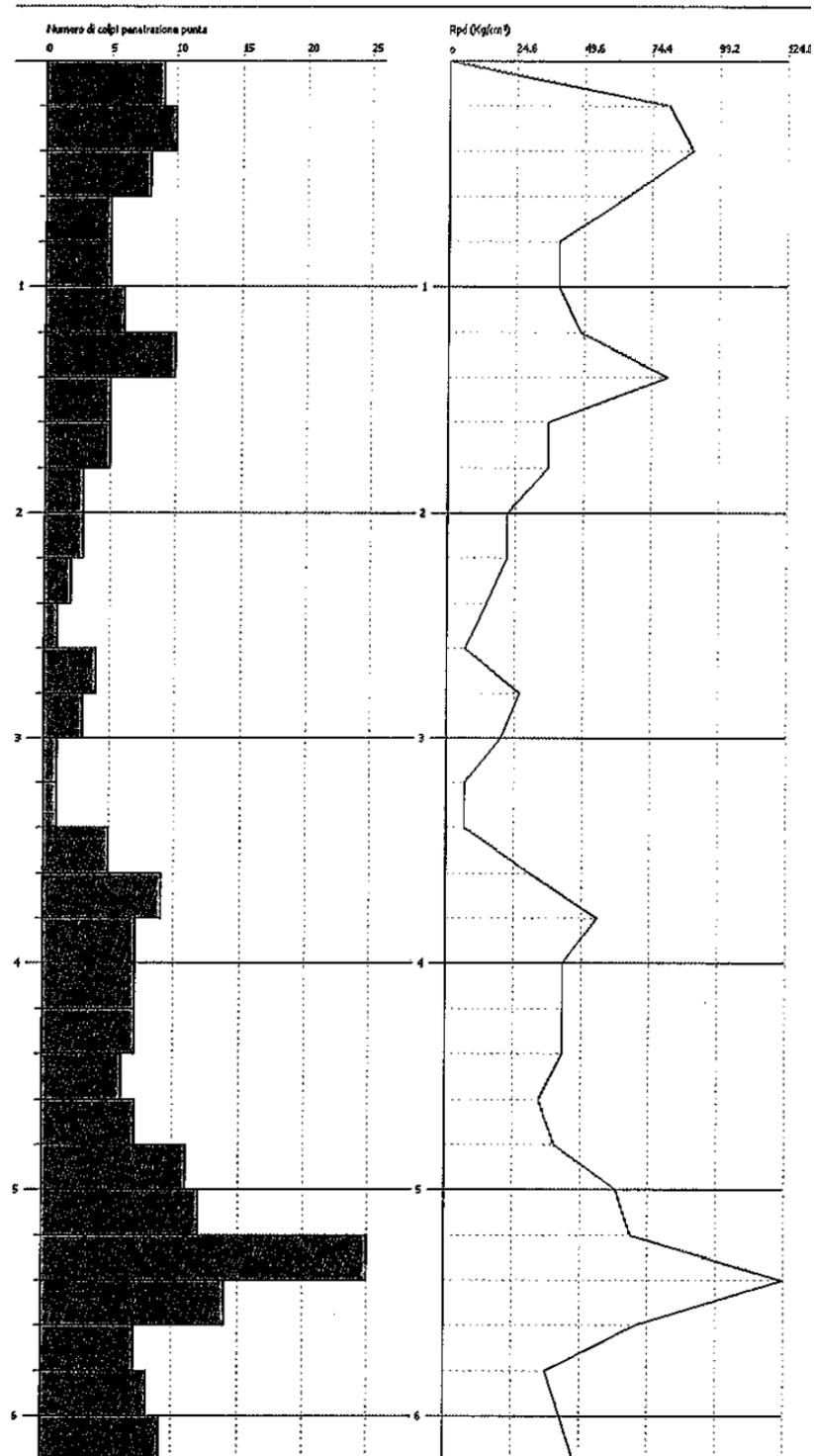
DPSH 1 ormeggio A.A.S. Settore 10 [studio Fanciulletti]

La quota altimetrica del punto prova è di circa 1.4 metri s.l.m.

La prova è stata interrotta a 6.2 metri di profondità.

Nel foro di prova era stata rilevata presenza di acqua a 2.4 metri circa di profondità dal piano di campagna.

Di seguito sono riportati il grafico del numero di colpi  $N_{dp}$ , il grafico dell'andamento della resistenza dinamica alla punta  $R_{dp}$ .



## 7.2 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

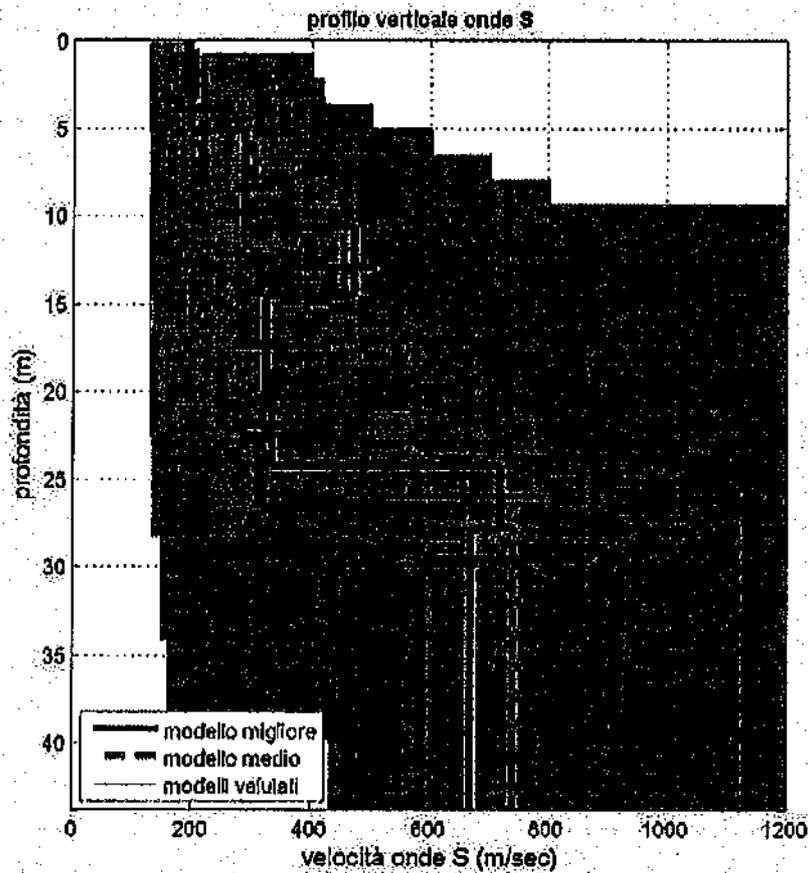
### Sondaggio S1 (quota circa 2.8 metri s.l.m.)

da m	a m	descrizione
p.c.	2.0	Materiale di riporto
2.0	4.8	Limo sabbioso argilloso con materia organica
4.8	8.0	Sabbia, sabbia limosa
8.0	9.0	Sabbia, sabbia limosa? (Litologia incerta causa difficoltà di campionamento)
9.0	10.3	Sabbia limosa
10.3	11.0	Limo sabbioso argilloso
11.0	11.3	Ghiaietto con matrice limosa
11.3	13.0	Limo argilloso debolmente sabbioso
13.0	14.0	Limo sabbioso con ghiaietto
14.0	20.0	Ghiaietto con matrice limosa

### Sondaggio S2 (quota circa 3.5 metri s.l.m.)

da m	a m	descrizione
p.c.	4.4	Materiale di riporto
4.4	6.6	Torba
6.6	7.0	Sabbia limosa
7.0	8.0	Calcarenite
8.0	9.5	Sabbia
9.5	10.5	Sabbia debolmente limosa
10.5	13.0	Limo argilloso debolmente sabbioso
13.0	16.0	Limo argilloso con raro ghiaietto
16.0	18.0	Ghiaietto con matrice limosa

### 7.3 PROSPEZIONE ATTIVA MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves)



L'acquisizione non ha intercettato il substrato sismico, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Il parametro  $V_{S,eq}$  coincide quindi con il parametro  $V_{S,30}$  che è risultato, rispetto alla superficie, di 333 m/s.

Il dato rientra nel set dei valori di velocità di altre indagini sismiche (tra cui down-hole) effettuate in prossimità del sito di progetto.

## 8 MODELLO STRATIGRAFICO E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

### Modello stratigrafico

I dati stratigrafici cui è stato fatto riferimento nel presente studio evidenziano per l'area limitrofa al corso del torrente Petraia un assetto caratterizzato da sedimenti limosi sabbiosi argillosi con materia organica, sormontati nel settore più prossimo alla linea di costa da depositi di spiaggia/eolici rappresentati da sabbie da debolmente addensate ad addensate (vedi grafico resistenza dinamica nei primi 2 metri circa dalla prova DPSH effettuata nell'area dell'ormeggio A.A.S., al netto del riporto più superficiale).

Il profilo di resistenza dinamica della prova DPSH 1 effettuata all'altezza di via della Repubblica trova una adeguata corrispondenza con le stratigrafie dei sondaggi.

Nello specifico, i primi 3 metri circa dal piano di campagna della prova penetrometrica sono caratterizzati da limi sabbiosi argillosi con materia organica, seguiti fino a 8 metri circa da alternanze di limi sabbiosi e argillosi con materia organica, sabbie e sabbie limose sciolte o a basso grado di addensamento, contraddistinti anch'essi da basse caratteristiche geotecniche.

Gli stessi sedimenti con basse caratteristiche meccaniche sono stati attraversati nella prova penetrometrica effettuata nell'area dell'ormeggio A.A.S. tra 2.2 e 3.4 metri di profondità.

A partire da 8 metri di profondità si osserva un deciso aumento delle caratteristiche meccaniche dei terreni, testimoniate dai valori di resistenza dinamica che superano i  $50 \text{ kg/cm}^2$ .

Con riferimento alle stratigrafie dei sondaggi, si tratta di sabbie limose addensate presenti fino a circa 10 metri di profondità e che poggiano quindi su limi argillosi consistenti, talora contenenti ghiaietto fino a circa 14 metri di profondità.

A seguire il terreno è costituito da ghiaietto in matrice limosa fino ad almeno 20 metri di profondità.

Nella zona su cui sarà messo in opera lo scatolare è da attendersi la presenza in superficie di spessori variabili di materiale di riporto.

La figura seguente riporta il modello stratigrafico dell'area basato sui dati a disposizione, ciascuno proiettato sulla sezione tenendo conto delle rispettive quote altimetriche dei punti di prova.

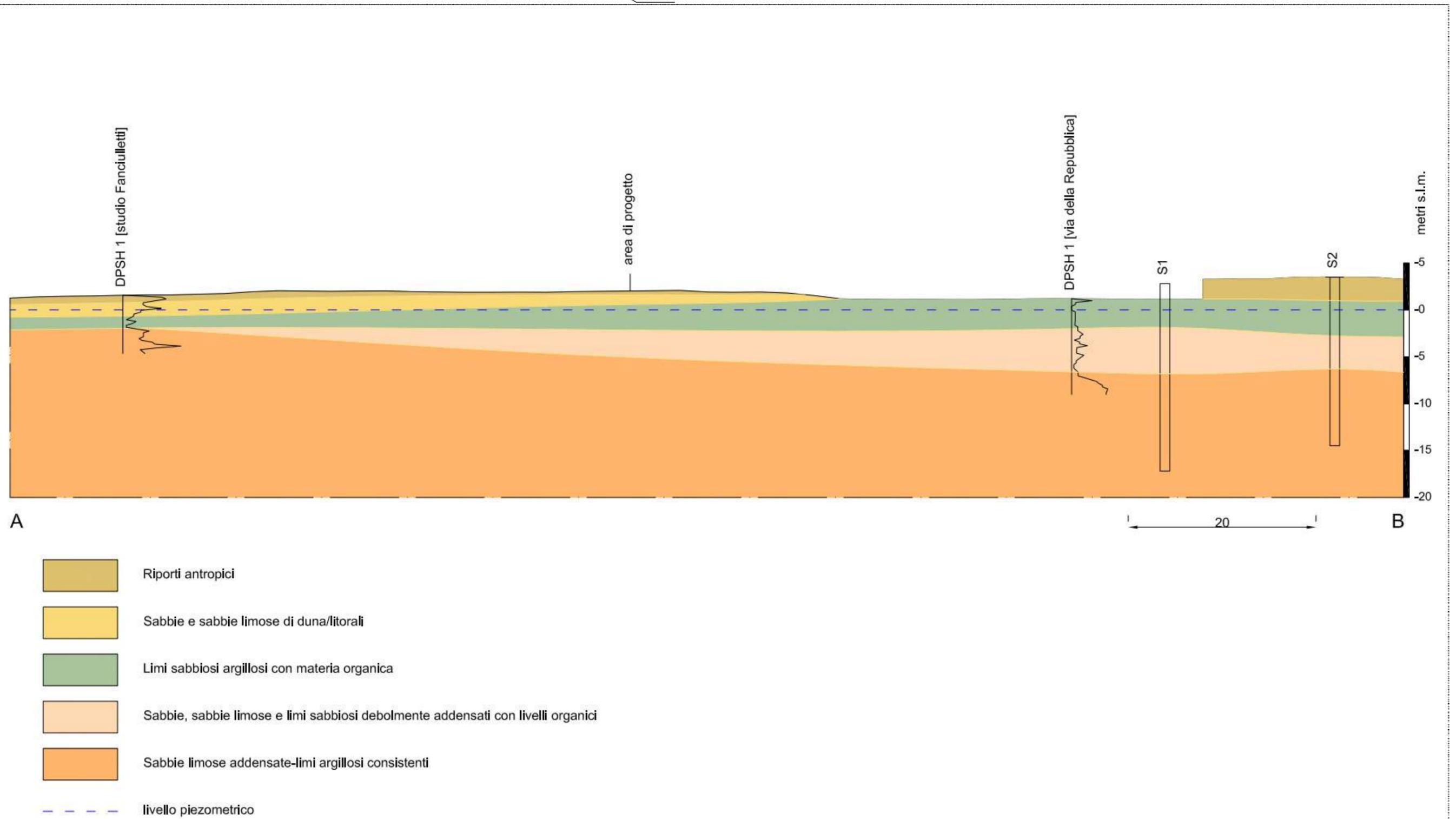


FIGURA 7: MODELLO STRATIGRAFICO (scala grafica)

Parametrizzazione geotecnica

L'interpretazione litologica che segue è basata sui valori di resistenza dinamica della prova DPSH 1 all'altezza di via della Repubblica. Nella tabella sono riportati anche i valori mediani dei parametri geotecnici (peso di volume  $\gamma$ , angolo di attrito  $\varphi$ , modulo edometrico M) derivati dalle elaborazioni dei dati penetrometrici. Rispetto ai valori elaborati dalla ditta esecutrice (vedi allegato) il parametro  $\varphi$  è stato ricalcolato con il metodo di Meyerhof (>5% limo). La coesione efficace è stata assunta pari a zero.

da m.	a m.	Descrizione
p.c.	2.8	Limi sabbiosi argillosi a bassissimo grado di addensamento con materia organica Valori di resistenza dinamica $0 < R_{dp} < 8.7 \text{ kg/cm}^2$ Valore medio resistenza dinamica $R_{dp} = 5.5 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.7 \text{ t/m}^3$ ; $\varphi = 24^\circ$ ; $M = 30 \text{ kg/cm}^2$
2.8	6.8	Sabbia limosa debolmente addensata con livelli sabbiosi sciolti Valori di resistenza dinamica $10 < R_{dp} < 33 \text{ kg/cm}^2$ Valore medio resistenza dinamica $R_{dp} = 16 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ ; $\varphi = 26^\circ$ ; $M = 36 \text{ kg/cm}^2$
6.8	7.4	Sabbia limosa sciolta Valore medio resistenza dinamica $R_{dp} = 4.9 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.7 \text{ t/m}^3$ ; $\varphi = 24^\circ$ ; $M = 30 \text{ kg/cm}^2$
7.4	8.2	Sabbia limosa debolmente addensata Valore medio resistenza dinamica $R_{dp} = 14 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ ; $\varphi = 26^\circ$ ; $M = 36 \text{ kg/cm}^2$
8.2	10.2	Sabbia limosa e limo sabbioso argilloso addensata con materiale clastico Valori di resistenza dinamica $53 < R_{dp} < 77 \text{ kg/cm}^2$ Valore medio resistenza dinamica $R_{dp} = 68 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$ ; $\varphi = 33^\circ$ ; $M = 64 \text{ kg/cm}^2$

## 9 CARATTERISTICHE SISMICHE

### CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

L'azione sismica di progetto viene infine definita tenendo conto della morfologia della superficie (condizioni topografiche) e dell'assetto stratigrafico del sottosuolo nel sito di costruzione (condizioni stratigrafiche). La risposta sismica locale (RSL), in assenza di specifiche analisi, può essere ottenuta mediante un approccio semplificato, basato sull'individuazione di categorie di profili stratigrafici di riferimento definite in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_S$ ) secondo quanto riportato nella Tab. 3.2. II delle NTC 2018. La classificazione del sottosuolo è effettuata in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  (m/s), definita dalla seguente espressione:

$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$	dove:	
	$h_i$	spessore dell'i-esimo strato
	$V_{S,i}$	velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato
	N	numero di strati
	H	profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Dai dati delle indagini geofisiche esistenti risulta che il parametro H (profondità del substrato) ha un valore superiore a 30 metri. Conseguentemente la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$  ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione.

I valori a disposizione fanno ricadere il sito nella categoria di sottosuolo C, secondo la Tabella 3.2. II delle NTC 2018 di seguito riportata.

Tabella 3.2. II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato	
Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
→ C	<i>Deposit</i> di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Deposit</i> di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

## CATEGORIA TOPOGRAFICA

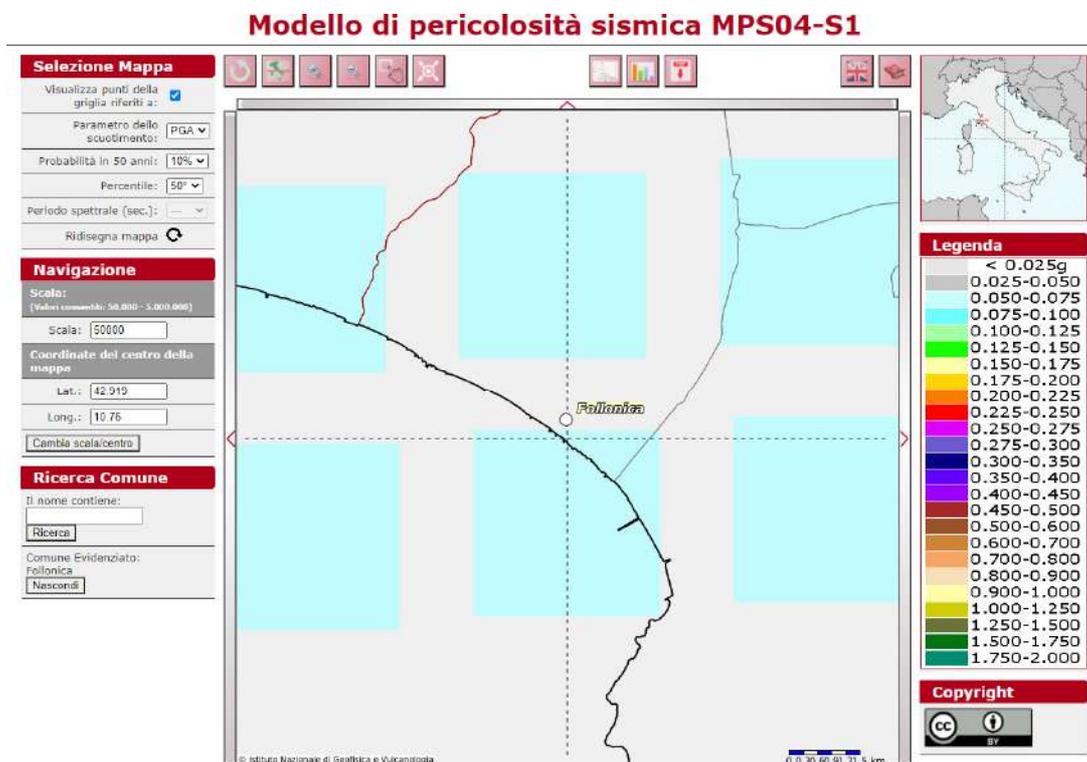
In riferimento alla Tabella 3.2.III delle NTC viene assunta una categoria topografica T1.

Tabella 3.2.III – Categorie topografiche	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
→ T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

## PERICOLOSITÀ SISMICA

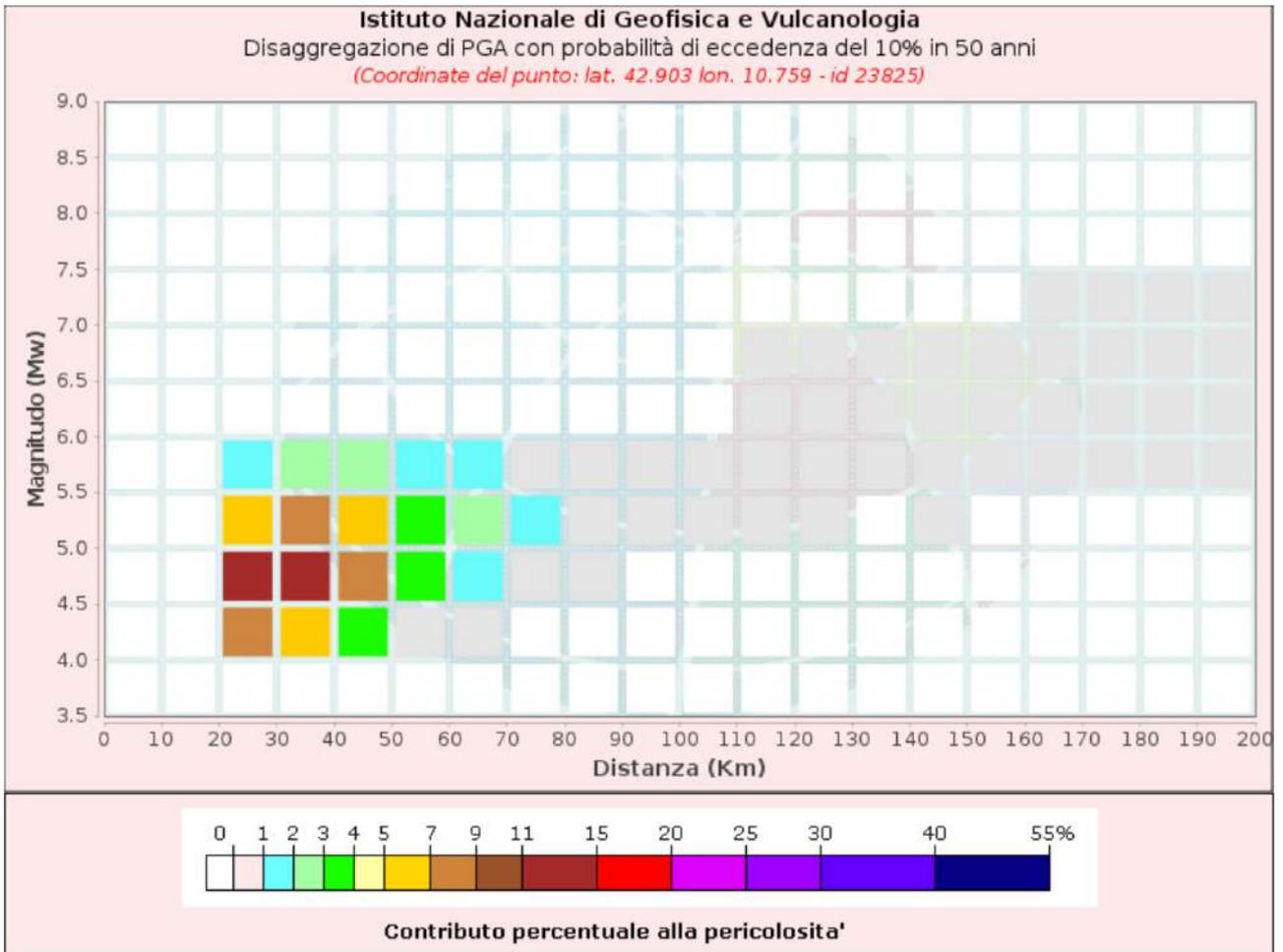
La disaggregazione della pericolosità sismica consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. Il sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> mette a disposizione un sistema che consente di visualizzare e interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05° [Spallarossa D., Barani S., 2007. *Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R-ε. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D14*]

La figura seguente riporta l'estratto della Mappa di pericolosità sismica della zona in esame espressa in termini di valore di scuotimento (PGA=Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di accelerazione di gravità "g") e probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.



Dalla carta risulta che il territorio in esame ricade in un areale in cui si possono verificare terremoti caratterizzati da una PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni di  $0.050 \div 0.075 g$ .

Di seguito si riporta il grafico di disaggregazione che rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.



La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed il valore medio di magnitudo, distanza ed epsilon.

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza	Magnitudo										
in Km	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	7.9200	13.1000	5.9400	1.7500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	6.8200	13.3000	7.4600	2.6000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	3.0800	7.6200	5.3200	2.1800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.9080	3.8300	3.4600	1.6400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0402	1.5700	2.1700	1.1900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.3810	1.1400	0.6840	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0430	0.4910	0.2790	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.1760	0.0928	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0623	0.0481	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0160	0.0326	0.0125	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0032	0.2740	0.5020	0.0869	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2300	0.5930	0.0807	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.1600	0.3970	0.0339	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0979	0.2670	0.0120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0485	0.2150	0.0246	0.0153	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0200	0.1870	0.1260	0.1170	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0213	0.1460	0.1900	0.1910	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0287	0.1070	0.1990	0.2130	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 4.97 ; distanza = 44.5 ; epsilon = 1.68

\*\*\*

13.05.2022

dr. geol. Alessandro Maggi



## **ALLEGATI**

**INDAGINI PENETROMETRICHE [dati di archivio]**

**STRATGRAFIE SONDAGGI [dati di archivio]**

**INDAGINE SISMICA MASW [dati di archivio]**

PROVA PENETROMETRICA DPSH 1  
Via della Repubblica 2

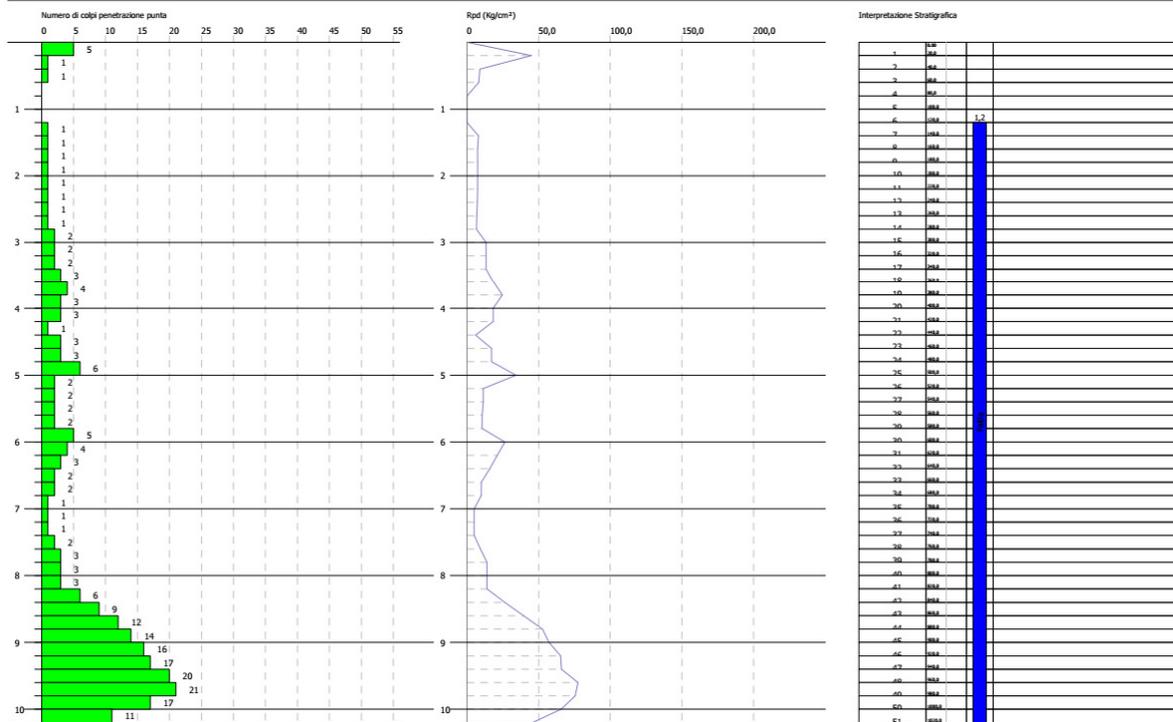


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 1**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Dott. Geol. Igiore Bocci  
 Cantiere:  
 Località: Follonica (GR)

Data: 24/03/2017

Scale 1:100



Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Peso Unità di Volume (t/m³)	Peso Unità di Volume Saturo (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Poisson
1	0,2	7,35	Incoerente/Coesivo	1,63	1,9	30,06	--	42,56	0,34
2	0,4	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
3	0,6	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
4	0,8	0,0	Incoerente/Coesivo	1,3	1,86	28,00	--	27,46	0,35
5	1,0	0,0	Incoerente/Coesivo	1,3	1,86	28,00	--	27,46	0,35
6	1,2	0,0	Incoerente/Coesivo	1,3	1,86	28,00	--	27,46	0,35
7	1,4	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
8	1,6	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
9	1,8	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
10	2,0	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
11	2,2	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
12	2,4	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
13	2,6	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
14	2,8	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
15	3,0	2,94	Incoerente/Coesivo	1,45	1,87	28,82	--	33,5	0,35
16	3,2	2,94	Incoerente/Coesivo	1,45	1,87	28,82	--	33,5	0,35
17	3,4	2,94	Incoerente/Coesivo	1,45	1,87	28,82	--	33,5	0,35
18	3,6	4,41	Incoerente/Coesivo	1,51	1,88	29,23	--	36,52	0,34
19	3,8	5,88	Incoerente/Coesivo	1,58	1,89	29,65	--	39,54	0,34
20	4,0	4,41	Incoerente/Coesivo	1,51	1,88	29,23	--	36,52	0,34
21	4,2	4,41	Incoerente/Coesivo	1,51	1,88	29,23	--	36,52	0,34
22	4,4	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
23	4,6	4,41	Incoerente/Coesivo	1,51	1,88	29,23	--	36,52	0,34
24	4,8	4,41	Incoerente/Coesivo	1,51	1,88	29,23	--	36,52	0,34
25	5,0	8,82	Incoerente/Coesivo	1,69	1,91	30,47	--	45,58	0,34
26	5,2	2,94	Incoerente/Coesivo	1,45	1,87	28,82	--	33,5	0,35
27	5,4	2,94	Incoerente/Coesivo	1,45	1,87	28,82	--	33,5	0,35
28	5,6	2,94	Incoerente/Coesivo	1,45	1,87	28,82	--	33,5	0,35
29	5,8	2,94	Incoerente/Coesivo	1,45	1,87	28,82	--	33,5	0,35
30	6,0	7,35	Incoerente/Coesivo	1,63	1,9	30,06	--	42,56	0,34
31	6,2	5,88	Incoerente/Coesivo	1,58	1,89	29,65	--	39,54	0,34
32	6,4	4,41	Incoerente/Coesivo	1,51	1,88	29,23	--	36,52	0,34
33	6,6	2,94	Incoerente/Coesivo	1,45	1,87	28,82	--	33,5	0,35
34	6,8	2,94	Incoerente/Coesivo	1,45	1,87	28,82	--	33,5	0,35
35	7,0	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
36	7,2	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
37	7,4	1,47	Incoerente/Coesivo	1,38	1,87	28,41	--	30,48	0,35
38	7,6	2,94	Incoerente/Coesivo	1,45	1,87	28,82	--	33,5	0,35
39	7,8	4,41	Incoerente/Coesivo	1,51	1,88	29,23	--	36,52	0,34
40	8,0	4,41	Incoerente/Coesivo	1,51	1,88	29,23	--	36,52	0,34
41	8,2	4,41	Incoerente/Coesivo	1,51	1,88	29,23	--	36,52	0,34
42	8,4	8,82	Incoerente/Coesivo	1,69	1,91	30,47	--	45,58	0,34
43	8,6	13,23	Incoerente/Coesivo	1,83	1,94	31,70	--	54,64	0,33
44	8,8	17,64	Incoerente/Coesivo	1,91	1,96	32,57	1,0	60,99	0,32
45	9,0	20,58	Incoerente/Coesivo	1,95	1,97	32,98	1,0	64,01	0,32
46	9,2	23,52	Incoerente/Coesivo	1,98	1,98	33,39	1,0	67,03	0,32
47	9,4	24,99	Incoerente/Coesivo	1,99	1,98	33,60	1,0	68,53	0,31
48	9,6	29,4	Incoerente/Coesivo	2,03	1,99	34,22	1,0	73,06	0,31
49	9,8	30,87	Incoerente/Coesivo	2,05	2,0	34,42	2,0	74,57	0,31
50	10,0	24,99	Incoerente/Coesivo	1,99	1,98	33,60	1,0	68,53	0,31
51	10,2	16,17	Incoerente/Coesivo	1,89	1,95	32,36	1,0	59,48	0,32

# DPSH 1

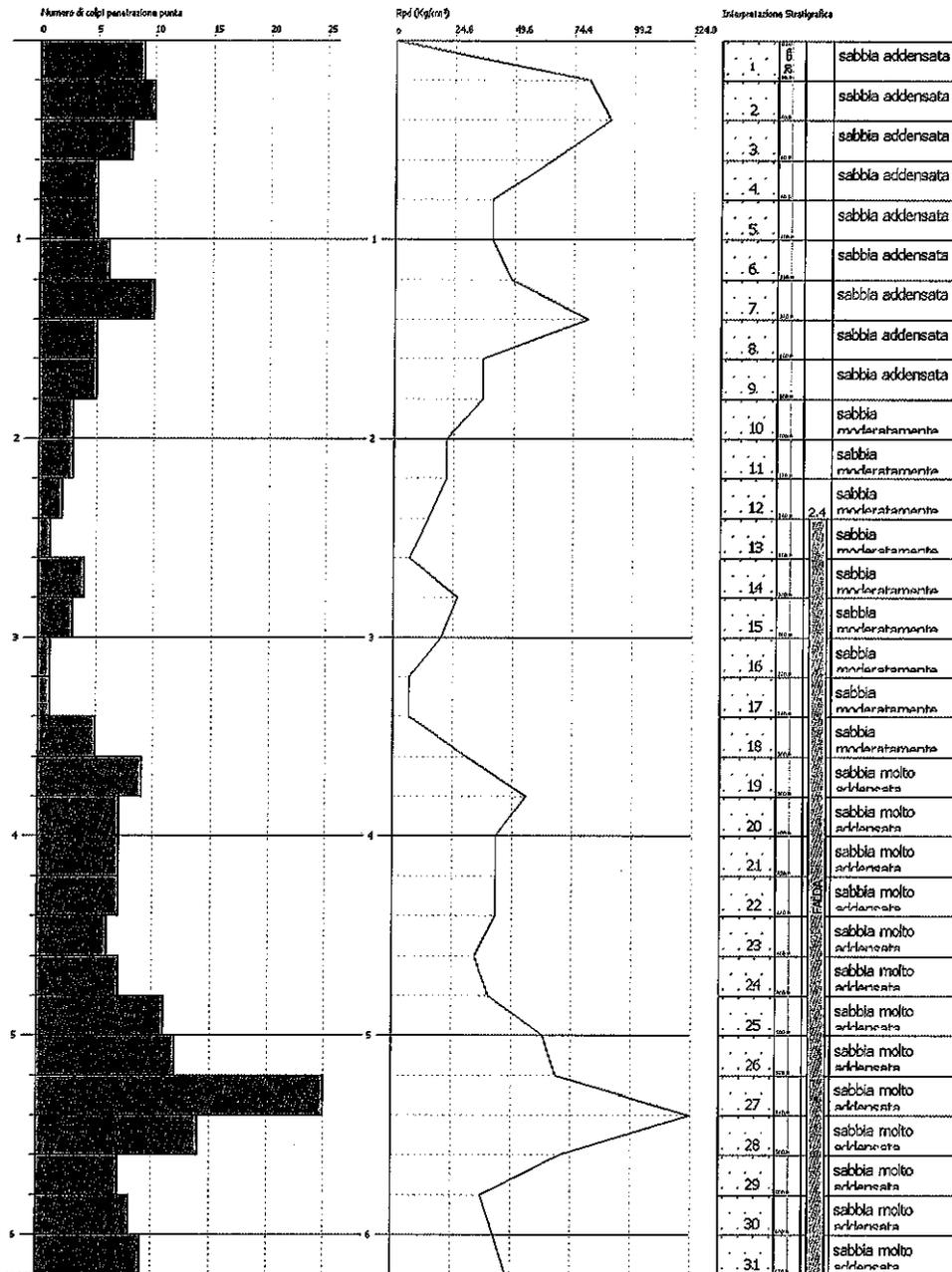
GEOSTRU Software  
 Via Lungo Ferrovia 22  
 Tel 0039 0664 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°1  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 15/03/2012

Scala 1:20



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA TERRENI INCOERENTI**

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	13.23	0.20	13.23	Sowers (1961)	31.7
Strato 2	14.7	0.40	14.7	Sowers (1961)	32.12
Strato 3	11.76	0.60	11.76	Sowers (1961)	31.29
Strato 4	7.35	0.80	7.35	Sowers (1961)	30.06
Strato 5	7.35	1.00	7.35	Sowers (1961)	30.06
Strato 6	8.82	1.20	8.82	Sowers (1961)	30.47
Strato 7	14.7	1.40	14.7	Sowers (1961)	32.12
Strato 8	7.35	1.60	7.35	Sowers (1961)	30.06
Strato 9	7.35	1.80	7.35	Sowers (1961)	30.06
Strato 10	4.41	2.00	4.41	Sowers (1961)	29.23
Strato 11	4.41	2.20	4.41	Sowers (1961)	29.23
Strato 12	2.94	2.40	2.94	Sowers (1961)	28.82
Strato 13	1.47	2.60	1.47	Sowers (1961)	28.41
Strato 14	5.88	2.80	5.88	Sowers (1961)	29.65
Strato 15	4.41	3.00	4.41	Sowers (1961)	29.23
Strato 16	1.47	3.20	1.47	Sowers (1961)	28.41
Strato 17	1.47	3.40	1.47	Sowers (1961)	28.41
Strato 18	7.35	3.60	7.35	Sowers (1961)	30.06
Strato 19	13.23	3.80	13.23	Sowers (1961)	31.7
Strato 20	10.29	4.00	10.29	Sowers (1961)	30.88
Strato 21	10.29	4.20	10.29	Sowers (1961)	30.88
Strato 22	10.29	4.40	10.29	Sowers (1961)	30.88
Strato 23	8.82	4.60	8.82	Sowers (1961)	30.47
Strato 24	10.29	4.80	10.29	Sowers (1961)	30.88
Strato 25	16.17	5.00	15.585	Sowers (1961)	32.36
Strato 26	17.64	5.20	16.32	Sowers (1961)	32.57
Strato 27	36.75	5.40	25.875	Sowers (1961)	35.24
Strato 28	20.58	5.60	17.79	Sowers (1961)	32.98
Strato 29	10.29	5.80	10.29	Sowers (1961)	30.88
Strato 30	11.76	6.00	11.76	Sowers (1961)	31.29
Strato 31	13.23	6.20	13.23	Sowers (1961)	31.7

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	13.23	0.20	13.23	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	156.81
Strato 2	14.7	0.40	14.7	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	174.16
Strato 3	11.76	0.60	11.76	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	139.47
Strato 4	7.35	0.80	7.35	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 5	7.35	1.00	7.35	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 6	8.82	1.20	8.82	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	104.78
Strato 7	14.7	1.40	14.7	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	174.16
Strato 8	7.35	1.60	7.35	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 9	7.35	1.80	7.35	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 10	4.41	2.00	4.41	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 11	4.41	2.20	4.41	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 12	2.94	2.40	2.94	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 13	1.47	2.60	1.47	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---

Strato 14	5.88	2.80	5.88	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 15	4.41	3.00	4.41	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 16	1.47	3.20	1.47	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 17	1.47	3.40	1.47	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 18	7.35	3.60	7.35	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato 19	13.23	3.80	13.23	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	156.81
Strato 20	10.29	4.00	10.29	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	122.12
Strato 21	10.29	4.20	10.29	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	122.12
Strato 22	10.29	4.40	10.29	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	122.12
Strato 23	8.82	4.60	8.82	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	104.78
Strato 24	10.29	4.80	10.29	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	122.12
Strato 25	16.17	5.00	15.585	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	184.60
Strato 26	17.64	5.20	16.32	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	193.28
Strato 27	36.75	5.40	25.875	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	306.02
Strato 28	20.58	5.60	17.79	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	210.62
Strato 29	10.29	5.80	10.29	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	122.12
Strato 30	11.76	6.00	11.76	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	139.47
Strato 31	13.23	6.20	13.23	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	156.81

### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo edometrico (kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	13.23	0.20	13.23	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	97.01
Strato 2	14.7	0.40	14.7	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	103.56
Strato 3	11.76	0.60	11.76	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	90.45
Strato 4	7.35	0.80	7.35	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	70.78
Strato 5	7.35	1.00	7.35	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	70.78
Strato 6	8.82	1.20	8.82	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	77.34
Strato 7	14.7	1.40	14.7	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	103.56
Strato 8	7.35	1.60	7.35	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	70.78
Strato 9	7.35	1.80	7.35	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	70.78
Strato 10	4.41	2.00	4.41	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	57.67
Strato 11	4.41	2.20	4.41	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	57.67
Strato 12	2.94	2.40	2.94	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	51.11
Strato 13	1.47	2.60	1.47	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	44.56
Strato 14	5.88	2.80	5.88	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.22
Strato 15	4.41	3.00	4.41	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	57.67
Strato 16	1.47	3.20	1.47	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	44.56
Strato 17	1.47	3.40	1.47	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	44.56
Strato 18	7.35	3.60	7.35	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	70.78
Strato 19	13.23	3.80	13.23	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	97.01
Strato 20	10.29	4.00	10.29	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	83.89
Strato 21	10.29	4.20	10.29	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	83.89
Strato 22	10.29	4.40	10.29	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	83.89
Strato 23	8.82	4.60	8.82	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	77.34
Strato 24	10.29	4.80	10.29	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	83.89
Strato 25	16.17	5.00	15.585	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	107.51
Strato 26	17.64	5.20	16.32	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	110.79
Strato 27	36.75	5.40	25.875	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	153.40
Strato 28	20.58	5.60	17.79	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	117.34
Strato 29	10.29	5.80	10.29	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	83.89
Strato 30	11.76	6.00	11.76	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	90.45
Strato 31	13.23	6.20	13.23	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	97.01

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	13.23	0.20	13.23	Meyerhof ed altri	1.83
Strato 2	14.7	0.40	14.7	Meyerhof ed altri	1.87
Strato 3	11.76	0.60	11.76	Meyerhof ed altri	1.79
Strato 4	7.35	0.80	7.35	Meyerhof ed altri	1.63
Strato 5	7.35	1.00	7.35	Meyerhof ed altri	1.63
Strato 6	8.82	1.20	8.82	Meyerhof ed altri	1.69
Strato 7	14.7	1.40	14.7	Meyerhof ed altri	1.87
Strato 8	7.35	1.60	7.35	Meyerhof ed altri	1.63
Strato 9	7.35	1.80	7.35	Meyerhof ed altri	1.63
Strato 10	4.41	2.00	4.41	Meyerhof ed altri	1.51
Strato 11	4.41	2.20	4.41	Meyerhof ed altri	1.51
Strato 12	2.94	2.40	2.94	Meyerhof ed altri	1.45
Strato 13	1.47	2.60	1.47	Meyerhof ed altri	1.38
Strato 14	5.88	2.80	5.88	Meyerhof ed altri	1.58
Strato 15	4.41	3.00	4.41	Meyerhof ed altri	1.51
Strato 16	1.47	3.20	1.47	Meyerhof ed altri	1.38
Strato 17	1.47	3.40	1.47	Meyerhof ed altri	1.38
Strato 18	7.35	3.60	7.35	Meyerhof ed altri	1.63
Strato 19	13.23	3.80	13.23	Meyerhof ed altri	1.83
Strato 20	10.29	4.00	10.29	Meyerhof ed altri	1.74
Strato 21	10.29	4.20	10.29	Meyerhof ed altri	1.74
Strato 22	10.29	4.40	10.29	Meyerhof ed altri	1.74
Strato 23	8.82	4.60	8.82	Meyerhof ed altri	1.69
Strato 24	10.29	4.80	10.29	Meyerhof ed altri	1.74
Strato 25	16.17	5.00	15.585	Meyerhof ed altri	1.89
Strato 26	17.64	5.20	16.32	Meyerhof ed altri	1.91
Strato 27	36.75	5.40	25.875	Meyerhof ed altri	2.09
Strato 28	20.58	5.60	17.79	Meyerhof ed altri	1.95
Strato 29	10.29	5.80	10.29	Meyerhof ed altri	1.74
Strato 30	11.76	6.00	11.76	Meyerhof ed altri	1.79
Strato 31	13.23	6.20	13.23	Meyerhof ed altri	1.83

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	13.23	0.20	13.23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
Strato 2	14.7	0.40	14.7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
Strato 3	11.76	0.60	11.76	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
Strato 4	7.35	0.80	7.35	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato 5	7.35	1.00	7.35	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato 6	8.82	1.20	8.82	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
Strato 7	14.7	1.40	14.7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
Strato 8	7.35	1.60	7.35	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato 9	7.35	1.80	7.35	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato 10	4.41	2.00	4.41	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
Strato 11	4.41	2.20	4.41	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
Strato 12	2.94	2.40	2.94	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 13	1.47	2.60	1.47	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 14	5.88	2.80	5.88	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
Strato 15	4.41	3.00	4.41	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
Strato 16	1.47	3.20	1.47	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 17	1.47	3.40	1.47	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87

Strato 18	7.35	3.60	7.35	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato 19	13.23	3.80	13.23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
Strato 20	10.29	4.00	10.29	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
Strato 21	10.29	4.20	10.29	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
Strato 22	10.29	4.40	10.29	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
Strato 23	8.82	4.60	8.82	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
Strato 24	10.29	4.80	10.29	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
Strato 25	16.17	5.00	15.585	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
Strato 26	17.64	5.20	16.32	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
Strato 27	36.75	5.40	25.875	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
Strato 28	20.58	5.60	17.79	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.97
Strato 29	10.29	5.80	10.29	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
Strato 30	11.76	6.00	11.76	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
Strato 31	13.23	6.20	13.23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94

### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. m)	Strato	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm <sup>3</sup> )
Strato 1	13.23	0.20		13.23	Navfac 1971-1982	2.77
Strato 2	14.7	0.40		14.7	Navfac 1971-1982	3.07
Strato 3	11.76	0.60		11.76	Navfac 1971-1982	2.47
Strato 4	7.35	0.80		7.35	Navfac 1971-1982	1.52
Strato 5	7.35	1.00		7.35	Navfac 1971-1982	1.52
Strato 6	8.82	1.20		8.82	Navfac 1971-1982	1.85
Strato 7	14.7	1.40		14.7	Navfac 1971-1982	3.07
Strato 8	7.35	1.60		7.35	Navfac 1971-1982	1.52
Strato 9	7.35	1.80		7.35	Navfac 1971-1982	1.52
Strato 10	4.41	2.00		4.41	Navfac 1971-1982	0.85
Strato 11	4.41	2.20		4.41	Navfac 1971-1982	0.85
Strato 12	2.94	2.40		2.94	Navfac 1971-1982	0.50
Strato 13	1.47	2.60		1.47	Navfac 1971-1982	0.14
Strato 14	5.88	2.80		5.88	Navfac 1971-1982	1.19
Strato 15	4.41	3.00		4.41	Navfac 1971-1982	0.85
Strato 16	1.47	3.20		1.47	Navfac 1971-1982	0.14
Strato 17	1.47	3.40		1.47	Navfac 1971-1982	0.14
Strato 18	7.35	3.60		7.35	Navfac 1971-1982	1.52
Strato 19	13.23	3.80		13.23	Navfac 1971-1982	2.77
Strato 20	10.29	4.00		10.29	Navfac 1971-1982	2.16
Strato 21	10.29	4.20		10.29	Navfac 1971-1982	2.16
Strato 22	10.29	4.40		10.29	Navfac 1971-1982	2.16
Strato 23	8.82	4.60		8.82	Navfac 1971-1982	1.85
Strato 24	10.29	4.80		10.29	Navfac 1971-1982	2.16
Strato 25	16.17	5.00		15.585	Navfac 1971-1982	3.24
Strato 26	17.64	5.20		16.32	Navfac 1971-1982	3.38
Strato 27	36.75	5.40		25.875	Navfac 1971-1982	5.01
Strato 28	20.58	5.60		17.79	Navfac 1971-1982	3.65
Strato 29	10.29	5.80		10.29	Navfac 1971-1982	2.16
Strato 30	11.76	6.00		11.76	Navfac 1971-1982	2.47
Strato 31	13.23	6.20		13.23	Navfac 1971-1982	2.77



# STUDIO FOCARDI

Via de' Falcucci n. 66 - 50137 FIRENZE ----- Tel. 055 / 610947 - Fax. 055 / 613214

## STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO n. 2

COMMITTENTE: G.P.A. INGEGNERIA	LOCALITÀ : FOLLONICA
QUOTA DEL P.C. : 3.5 m s.l.m.	DATA PERFORAZIONE : 7 MAGGIO 1997

Scala di rif.	Stratigrafia	Prof. dal p.c. (m)	Camp. n°	Descrizione e caratteristiche del terreno	Prove in situ			H <sub>2</sub> O data 7/5
					P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	S.P.T. n° colpi	
1		4.4		BLOCCHI LAPIDEI E LATERIZI CON MALTA CEMENTIZIA				
2								
3								
4								
5		6.6		TORBA	<1			
6				<1				
7		7.0		SABBIA LIMOSA	<1			
8								3-3-4
9		9.5		SABBIA				
10								
11		10.5		SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA				
12							4.5	
13		13.0		LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO	F.S			
14							F.S	
15		16.0		LIMO ARGILLOSO CON RARO GHIAIETTO				
16								
17		18.0		GHIAIETTO CON MATRICE LIMOSA				
18								
19				TERMINE SONDAGGIO				
20								

**INDAGINE SISMICA IN UN'AREA  
UBICATA PRESSO IL CIRCOLO  
NAUTICO CALA VIOLINA,  
FOLLONICA (GR)**

*Sede legale: Via Giusti n°124, 58100 Grosseto  
Sede operativa: S.R.74 Maremmana n°55, 58010 Albinia (Gr)  
Tel/fax 0564/871025 E-mail: info@gamma-geoservizi.it*

DATA: MARZO 2012	COMMESSA N°:	1	2	0	3	1	2	B	REV.00
------------------	--------------	---	---	---	---	---	---	---	--------



**Gamma Geoservizi S.r.l.**

*Soluzioni per l'Edilizia, l'Ambiente ed il Territorio*

**INDAGINE SISMICA IN UN'AREA UBICATA PRESSO IL CIRCOLO NAUTICO  
CALA VIOLINA, FOLLONICA (GR)**

**INDICE**

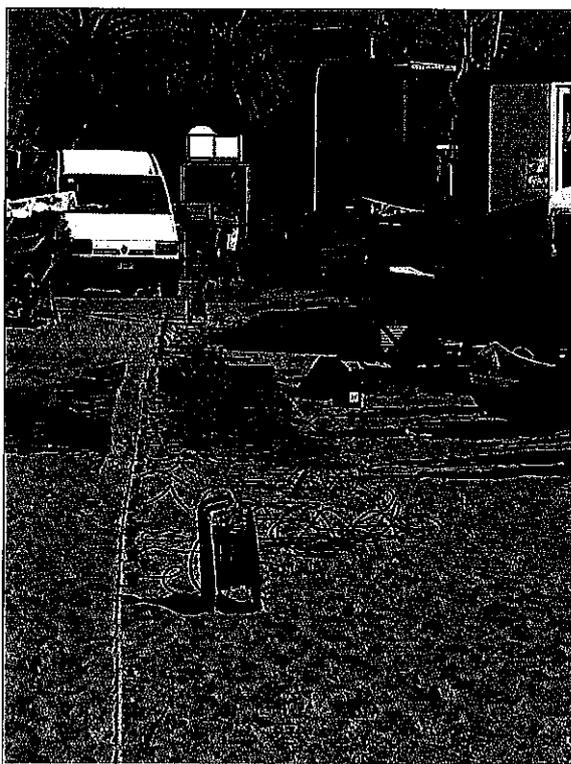
1. PREMESSA .....	3
2. INDAGINE MASW .....	4
2.1 Introduzione .....	4
2.2 Cenni teorici sul metodo utilizzato .....	4
2.3 Analisi e risultati conseguiti.....	6

## 1. PREMESSA

Su incarico del Dr. Geol. Fabrizio Fanciulletti, la Gamma Geoservizi S.r.l. ha condotto un'indagine geofisica in un'area ubicata presso il circolo nautico Cala Violina, Comune di Follonica (Gr). Sull'area è stata realizzata una prospezione sismica dove sono stati acquisiti segnali per la definizione della Vs30 con metodologia MASW. Di seguito si riportano le principali caratteristiche dello stendimento:

### *MASW per la caratterizzazione della Vs30*

- distanza intergeofonica di metri 1,00;
- n. geofoni = 24;
- n. acquisizioni per l'analisi Masw = 6;
- dataset scelto per l'analisi = **caldx2bis**;
- punto di energizzazione = metri 2,00 esterno al geofono n°24.



Documentazione fotografica

## 2. INDAGINE MASW

### 2.1 Introduzione

Sull'area di studio è stata realizzata un'indagine sismica con acquisizione in tecnica MASW, finalizzata alla stima della velocità di propagazione delle onde sismiche nei primi 30 m di suolo ( $V_{s30}$ ).

Nella prospezione eseguita è stato realizzato uno stendimento a 24 geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 1,00 metri. Sono state realizzate acquisizioni con punti di energizzazione posti a distanze diverse seguendo un criterio geometrico; le acquisizioni sono state realizzate sia sul lato sinistro dello stendimento sismico (esterne al geofono 1) che sul lato destro (esterne al geofono 24) con tecnica stacking per sommare algebricamente i segnali ottenuti cercando di rendere in tal modo la potenza del segnale superiore a quella del rumore di fondo.

### 2.2 Cenni teorici sul metodo utilizzato

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), è una tecnica di indagine non invasiva, che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi geofoni (in questa prospezione sono stati utilizzati 24 geofoni da 4,5 Hz) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante delle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, la cui velocità è strettamente correlata con la rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

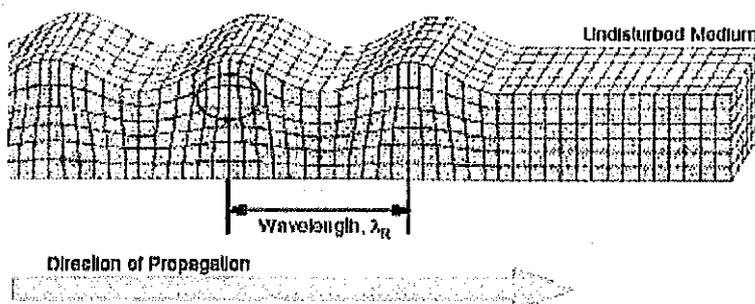


Fig.1: onda di Rayleigh sulla superficie libera di un semispazio omogeneo

Le onde di Rayleigh sono delle onde di superficie che si propagano sulla superficie libera di un mezzo isotropo ed omogeneo, generate dall'interferenza tra le onde di compressione (onde P) e le onde di taglio (onde Sv).

In un mezzo stratificato tali onde sono di tipo guidato e dispersivo e sono definite pseudo-Rayleigh: in questa sede, per questioni di semplicità si parlerà dunque di Onde di Rayleigh.

In un mezzo stratificato come accennato, le onde di Rayleigh sono di tipo dispersivo, vale a dire che con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo.

La natura dispersiva delle onde superficiali implica che onde ad alta frequenza, quindi con lunghezza d'onda ridotta, si propagano negli strati più superficiali e danno di conseguenza informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo; viceversa onde con bassa frequenza, si propagano in strati a maggior profondità di cui forniranno le relative informazioni sulle velocità di propagazione a tali profondità.

Il metodo MASW, può essere distinto in attivo e passivo, nel primo caso le onde sono generate artificialmente da una sorgente in un punto della superficie del suolo caratterizzando la parte più superficiale del sottosuolo; nel secondo caso vengono misurati i rumori di fondo presenti (questa metodologia si adotta quando è d'interesse caratterizzare il sottosuolo a profondità d'investigazione maggiori di 50 metri).

Nel corso di questa indagine è stato adottato il metodo attivo che solitamente permette la caratterizzazione dei primi 35-50 metri di sottosuolo. Il metodo attivo consente in genere di ottenere una velocità di fase sperimentale (detta anche curva di dispersione), compresa tra i 5 ed i 70 Hz, permettendo di caratterizzare la parte più superficiale del terreno.

L'elaborazione dei dati è stata implementata attraverso l'ausilio del programma winMASW 3.0

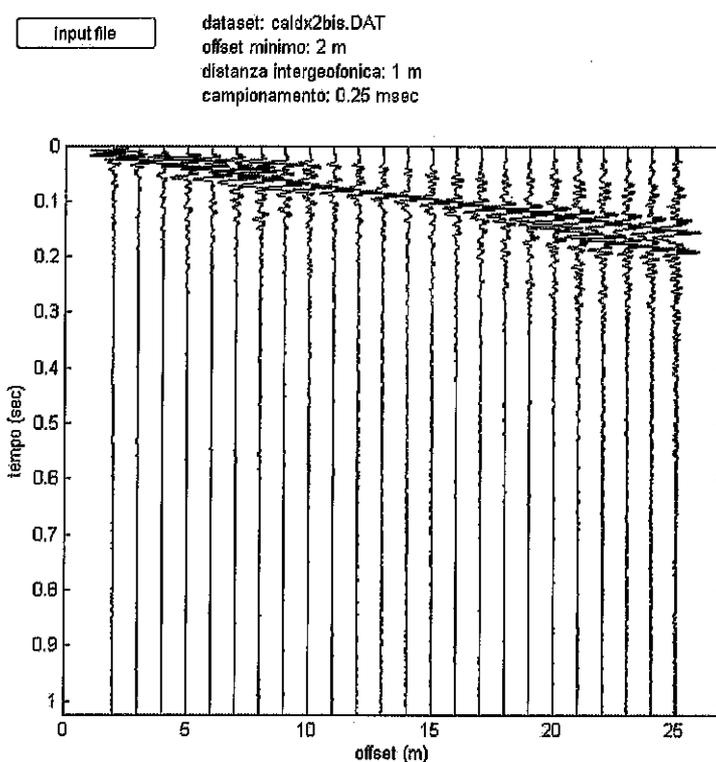
Il metodo d'interpretazione si sviluppa in due fasi:

- Determinazione dello spettro di velocità sul quale deve essere individuata la curva di dispersione;
- Inversione delle curva di dispersione individuata attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

### 2.3 Analisi e risultati conseguiti

#### *Fase 1 - Determinazione dello spettro di velocità sul quale deve essere individuata la curva di dispersione;*

In prima analisi sono stati studiati tutti i dataset di campagna per verificare la qualità delle tracce e dello spettro risultante. Dopo questa prima fase di "scrematura", la scelta è ricaduta sul dataset **caldx2bis** che ha consentito un'analisi sufficientemente esaustiva del dato.



**Figura 2: tracce del segnale acquisito**

Attraverso la modellazione diretta è stata definita la curva di dispersione dello spettro analizzato.

La curva di dispersione associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è estraibile dallo spettro del segnale poiché è approssimativamente posta sui massimi del valore assoluto dello spettro.

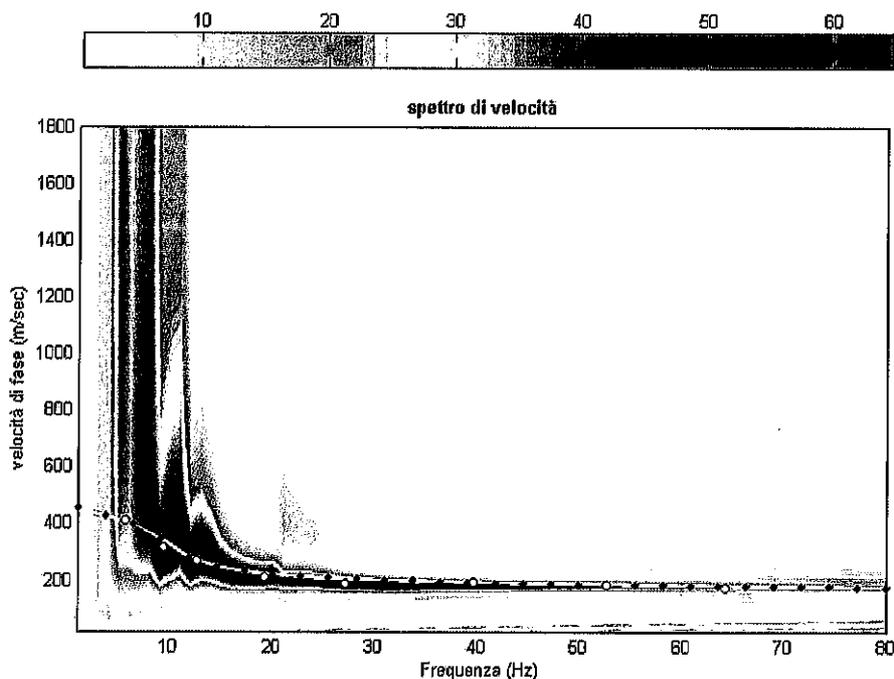


Figura 3: fase di picking dello spettro di coerenza

*Fase 2 - Inversione delle curva di dispersione individuata attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.*

Una volta definita la curva si è proceduto alla fase di inversione settando i parametri richiesti dal software per lo sviluppo dei modelli attraverso gli algoritmi genetici.

A questo punto, la curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente alterato in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione teorica approssimativamente coincidente con la curva sperimentale. Questa delicata fase di interpretazione è comunemente detta **fase di inversione**.

Al termine delle operazioni di calcolo descritte, si ottiene un modello del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$  nei primi 30 metri di sottosuolo.

Di seguito si riporta l'output delle varie fasi di interpretazione dei dati di campagna, utilizzando il software winMASW 3.0.

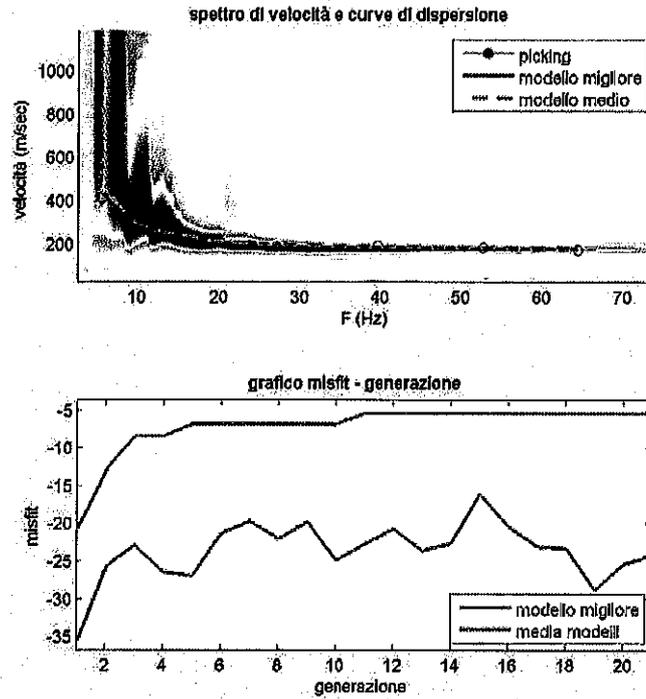


Figura 4: Output del software WinMasw

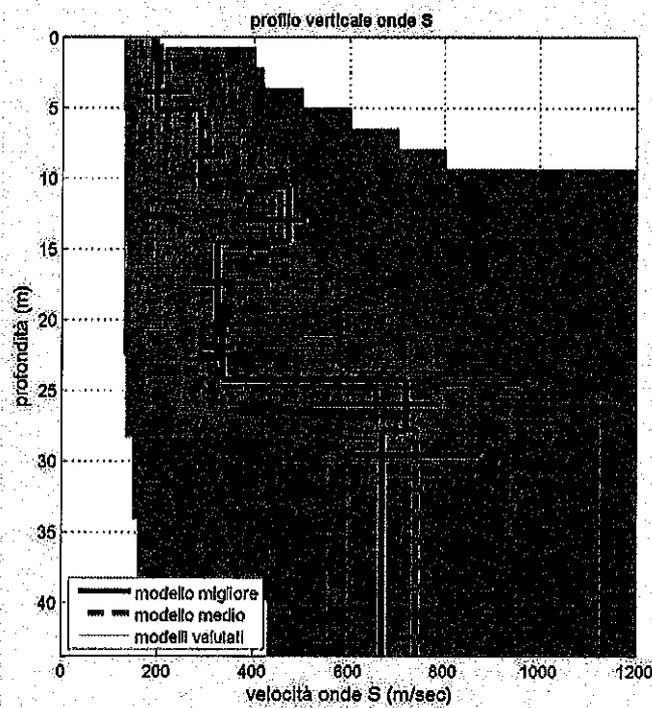


Figura 5: Output del software WinMasw

<b>VS30 (m/sec): 333</b>	<b>Possibile Tipo di Suolo: C</b>
--------------------------	-----------------------------------

Dalla normativa:

*A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

*B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

*C: Deposit*i di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

*D: Deposit*i di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).

*E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).

*S1: Deposit*i di terreni caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 100 m/s (ovvero  $10 < cu_{,30} < 20$  kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

*S2: Deposit*i di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti

*Il metodo MASW fornisce valori attendibili per la stima della velocità media della  $V_{s30}$  nel sottosuolo, mentre il modello stratigrafico ottenuto con questa tecnica deve essere considerato puramente indicativo e comunque da confermare con ulteriori informazioni stratigrafiche derivanti da conoscenze certe o da ulteriori indagini in sito.*

*Ricordiamo che la metodologia tende a sovrastimare leggermente il dato della  $V_{s30}$ ; la definizione esatta della categoria di suolo resta di competenza del tecnico incaricato sulla base dei dati e delle indicazioni scaturiti dall'indagine masw realizzata sull'area.*