

REGIONE DEL VENETO
COMUNE DI CITTADELLA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE
DI URBANIZZAZIONE NELL'AMBITO DI UN PIANO
URBANISTICO ATTUATIVO IN QUARTIERE CÀ CORRER

PROGETTO
Barbi arca studio progetti
Via dante Alighieri, 10-37012
Bussolengo (VR)

PROPRIETÀ
ECO-DEM S.r.l.
Strada del Chiodo, 50 - Alpo
di Villafranca – 37060 (VR)

**INTEGRAZIONE E AGGIORNAMENTO
DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ
IDROGEOLOGICA E IDRAULICA**

Geologo Alberto Freddo *geologo.freddo@gmail.com*
Via Monticelli, 7-37010 Pastrengo (VR)-tel 348 280 8056

Agosto 2018



ORDINE NAZ. GEOLOGI
FREDDO dr. geol. ALBERTO
data iscr. 13.12.1983 n. rif. 5236



INDICE

I – relazione

1. PREMESSE – DESCRIZIONE DEL PROGETTO E DEL SITO DI INTERVENTO _____ pag. 3
2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO _____ pag. 4
3. CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DEI LITOTIPI E
DEFINIZIONE DEL MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE _____ pag. 6
4. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO _____ pag. 7

ALLEGATI NEL TESTO

II – elaborati grafici in formato A3 allungato (290 x 520 mm)

- TAVOLA 01: SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE
METEORICHE CON I POZZI DISPERDENTI
planimetria alla scala 1:1.000
- TAVOLA 02: SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE
METEORICHE CON I POZZI DISPERDENTI
sezioni geotecniche scala L= 1:1.000 - H=1:500
- TAVOLA 03: SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE
pozzi disperdenti su mappa catastale 1:2.000
sezione tipo dei pozzi disperdenti scala 1:50
- TAVOLA 04: SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE
METEORICHE CON I POZZI DISPERDENTI
stima analitica del bilancio idrologico

1. PREMESSE–DESCRIZIONE DEL PROGETTO E DEL SITO DI INTERVENTO

La presente indagine esamina gli aspetti geologici, sismici, geotecnici, idrogeologici e ambientali inerenti al progetto per la realizzazione di una nuova lottizzazione nel Quartiere Cà Correr, immediatamente ad ovest della SP47, con una strada di collegamento tra il Viale dello Sport e Via Giosue Carducci.

L'area di lottizzazione di cui trattasi copre una superficie di circa 45.728 m² dei quali circa 9.282 m² saranno occupati da nuovi parcheggi e strade pubbliche (la strada di lottizzazione e la strada di collegamento con due rotatorie di interconnessione), circa 3.292 m² dalle aree verdi pubbliche, circa 303 m² da un nuovo tratto di un fosso irriguo, e circa 371 m² dalla nuova pista ciclabile; i rimanenti 32.480 m² andranno a costituire quattro lotti edificabili residenziali e commerciali.

La nuova strada di collegamento in progetto attraversa la lottizzazione in esame e prosegue verso est intersecando a raso la strada provinciale mediante una rotatoria, terminando con una seconda rotatoria in Via dello Sport; la porzione esterna della strada di raccordo occupa una superficie di circa 3.438 m², comprese le aree già occupate dalle superfici stradali esistenti.

Oltre alle strade e parcheggi di lottizzazione, le nuove superfici impermeabili sono rappresentate dalle coperture dei futuri fabbricati residenziali e commerciali nella parte lottizzata, con una superficie massima prevista di circa 9.744 m².

Nell'intervento di trasformazione urbanistica in progetto si dovranno adottare gli opportuni metodi di gestione e controllo delle acque meteoriche defluenti dalle nuove superfici impermeabili o semipermeabili, al fine di non incidere con effetti negativi o comunque indesiderati sul sistema idrogeologico locale, come prescritto dalle vigenti norme tecniche. In particolare, per le aree esterne si prevedono pavimentazioni grigliate a verde con elevata capacità drenante del deflusso idrico; per le acque meteoriche provenienti dal deflusso delle coperture e delle superfici impermeabili o semipermeabile esterne, si prevede lo smaltimento sul posto negli stati superficiali del sottosuolo mediante pozzi drenanti-disperdenti opportunamente dimensionati.

In tal caso, ai fini della valutazione della compatibilità idraulica dell'intervento, la stima dei volumi di invaso e dei tempi per lo smaltimento dei deflussi meteorici, atti a garantire l'invarianza idraulica rispetto ai valori precedenti di uso del suolo, sono qui calcolati considerando sia la superficie trasformata per l'uso pubblico, sia i futuri lotti residenziali e commerciali, prevedendo che non sarà prodotto alcun maggior deflusso idrico verso l'esterno rispetto alla situazione preesistente, grazie alla dotazione dello smaltimento autonomo in posto su tutta l'area in progetto.

2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

L'area in esame, posta alla quota di 46,5 mslm, è ubicata nella conoide alluvionale del Fiume Brenta, alla distanza di circa 2,5 chilometri ad est dall'alveo attuale, e circa un chilometro e mezzo a monte della linea delle risorgive. L'ambiente geomorfologico è caratterizzato da una superficie deposizionale-erosiva pianeggiante, posta su un piano lievemente inclinato verso sud-est con gradiente di poco inferiore al 5‰.

Nel sito in esame e nell'immediato contorno, il sottosuolo è rappresentato dalle alluvioni fluvio-glaciali e fluviali ghiaioso sabbiose quaternarie, costituite da prevalente ghiaia con ciottoli e sabbia grossolana ben addensata, con scarsa frazione fine limoso argillosa; le caratteristiche tessiturali e strutturali del sottosuolo sono date da prevalenti clasti subsferici e arrotondati, di provenienza vulcanica e carbonatica.

Le alluvioni sabbiose e ghiaiose sono coperte in superficie da una coltre di terreno limoso argilloso di colore bruno rossastro di consistenza molle, per uno spessore di circa 2-3 metri; localmente, in presenza di canali abbandonati o avvallamenti sepolti, lo spessore della coltre arriva anche oltre la profondità di circa 5-6 metri.

Nell'area in esame i depositi alluvionali e fluvio-glaciali del Fiume Brenta sono sede di falda freatica e costituiscono un acquifero poroso indifferenziato. La direzione di deflusso dell'acquifero è verso SSE, con gradiente intorno al 2‰. Nell'area indagata il livello piezometrico in condizioni medie stagionali (estate e inverno) giace alla quota di 40,0 mslm, corrispondente alla profondità di circa 6,5 metri dal piano campagna.

L'escursione stagionale del livello freatico è di circa due metri tra il minimo in primavera, e il massimo in autunno alla fine del periodo irriguo dei campi, per cui la profondità minima del livello freatico può essere di circa 5,5 metri dal piano campagna.

Anche se in presenza di un acquifero relativamente profondo, l'area è classificata ad alta vulnerabilità intrinseca, a causa dell'elevata permeabilità dei litotipi sabbiosi e ghiaiosi, che favorisce la rapida infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo e quindi l'immissione diretta nella falda acquifera freatica. Infatti nell'immediato contorno dell'area in esame non si rileva la presenza di un vero reticolo idrografico, ad esclusione della Roggia Munara posta circa 400 metri verso est, e di alcuni modesti fossi ad uso irriguo e di scolo, per cui il principale recettore del deflusso meteorico è il corpo idrico sotterraneo costituito dall'Acquifero Freatico Indifferenziato.

Per valutare le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dal progetto, anche in funzione del futuro sfruttamento urbanistico, è stata eseguita un'indagine diretta in sito mediante quattro sondaggi con escavatore meccanico, sei sondaggi con penetrometro dinamico e due sondaggi geofisici con stendimento sismico.

I sondaggi geognostici hanno fornito informazioni sufficienti per gli scopi del progetto, data la relativa uniformità laterale e stratigrafica dei depositi alluvionali fluvio-glaciali sabbiosi e ghiaiosi del sottosuolo profondo, con l'indagine indiretta fino alla profondità di oltre 30 metri come richiesto dalle norme tecniche.

Dall'esame dei sondaggi penetrometrici e sismici si rileva un andamento stratigrafico delineato da una coltre superficiale limoso argillosa che ricopre tutta l'area in progetto con spessori compresi tra 2,5 metri sul lato ovest, fino a circa mezzo metro sul lato est. Localmente sono state individuate aree con spessori della coltre argillosa fino a 5,6 metri, con riferimento al sondaggio penetrometrico SPD-5, ma allo stato attuale delle conoscenze del sito non è possibile capire se si tratta di una semplice anomalia dovuta ad un accidente geologico circoscritto, oppure se si tratta di un canale abbandonato che interessa una fascia significativa dell'area.

Nella zona dove la coltre superficiale argillosa è meno potente, nel primo sottosuolo è presente uno strato di sabbia pulita grossolana avente spessore di circa 2 metri, con apparente aumento dello spessore procedendo verso est. Al letto della coltre argillosa e dello strato lenticolare sabbioso, alla profondità compresa tra circa 2,5 e 3,5 metri, si ha il sottosuolo profondo costituito da un deposito sabbioso ghiaioso ben addensato, con spessore variabile da circa 9-10 metri a nord e circa 5-7 metri a sud.

Al letto del banco sabbioso ghiaioso, alla profondità media di circa 10 metri, si ha il substrato sismoresistente costituito da un deposito ghiaioso ciottoloso ben addensato o anche cementato, fino alla profondità di oltre 30 metri dal piano campagna.

L'interpretazione dell'indagine geofisica con stendimento sismico di tipo Re.Mi. e H.V.S.R. è discretamente correlabile con l'interpretazione dei sondaggi penetrometrici fino alla profondità di circa 7-8 metri dal piano campagna, dove le Vs registrate hanno valori intorno a 200 m/s fino a circa 4 metri e 350 m/s da 4 a circa 10 metri; a maggiore profondità l'interpretazione è solo indicativa, tuttavia l'aumento delle caratteristiche di resistenza al taglio e di compressibilità dei terreni costituenti il sottosuolo profondo è ben rappresentato dall'aumento delle velocità sismiche registrate.

Fino alla profondità di circa 31-46 metri si registra una velocità di 460-470 m/s, corrispondente ad una ghiaia molto addensata, oppure ad una roccia sedimentaria tenera; quindi, fino alla profondità di 131-166 metri dal piano campagna si registra una velocità di 570-650 m/s, corrispondente ad una ghiaia cementata, oppure ad una roccia sedimentaria dura. Oltre la profondità di 131-166 metri dal piano campagna si registra una velocità di 800-840 m/s, corrispondente al substrato roccioso carbonatico o igneo caratterizzato da un medio grado di fratturazione.

3. CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DEI LITOTIPI E
DEFINIZIONE DEL MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE

I diversi litotipi sono stati individuati attraverso la misura della resistenza all'avanzamento della punta nelle prove penetrometriche, confrontando i valori rilevati con gli stendimenti sismici dell'indagine geofisica, e mediante l'osservazione diretta nei sondaggi con escavatore.

Il suolo [SS] e il primo sottosuolo [S1] sono costituiti da un deposito alluvionale limoso argilloso con poca sabbia di colore avana scuro, potente dai due ai tre metri, e si presentano alla vista come una terra molle, poco consistente, con caratteristiche tessiturali simili a quelle di un terreno agrario; i parametri di resistenza al taglio sono dati da angolo di attrito interno di 27° , coesione non drenata di 30 kPa, peso di volume con umidità naturale di $1,80 \text{ t/m}^3$, NSPT=4, dai quali risulta una stima indicativa della capacità portante di 100 kPa.

Nella parte orientale del sito è presente nel primo sottosuolo una lente di sabbia grossolana sciolta con spessore intorno a due metri [S2], in eteropia laterale con la coltre di argilla limosa superficiale; i parametri di resistenza al taglio della sabbia grossolana sono delineati da angolo di attrito interno di 32° , densità relativa del 46%, peso di volume con umidità naturale di $1,98 \text{ t/m}^3$, valore di NSPT=17, dai quali risulta una stima indicativa della capacità portante di 390 kPa.

Il sottosuolo profondo è costituito da un deposito fluvioglaciale e fluviale a composizione sabbioso ghiaiosa, ben addensato, potente tra 7 e 10 metri, con il letto alla profondità di circa 10-13 metri dal piano campagna [S3]; i parametri di resistenza al taglio della sabbia ghiaiosa sono delineati da un angolo di attrito interno di 37° , una densità relativa del 71%, un peso di volume con umidità naturale di $2,1 \text{ t/m}^3$, un valore di NSPT=37, dai quali risulta una stima indicativa della capacità portante di 710 kPa.

Il sottostante substrato resistente [S4] è costituito da un deposito fluvioglaciale ghiaioso sabbioso cementato, con il letto alla profondità di oltre 30 metri dal piano campagna, caratterizzato da parametri di resistenza al taglio crescenti con la profondità.

La permeabilità dei litotipi nel sottosuolo è stata determinata indirettamente mediante le caratteristiche strutturali e tessiturali dei depositi granulari sciolti. Il sottosuolo limoso argilloso con poca sabbia [S1] è caratterizzato da un coefficiente di permeabilità stimabile in $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ed è quindi scarsamente permeabile; la sabbia grossolana sciolta [S2] è caratterizzata da un coefficiente di permeabilità stimabile in $1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ed è quindi discretamente permeabile; la sabbia ghiaiosa [S3] è caratterizzata da un coefficiente di permeabilità stimabile in $5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ed è quindi molto permeabile.

4. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO

L'area di progetto è ubicata in un'area agricola nei pressi di zone residenziali a bassa densità abitativa e quindi il sito non è dotato di una rete di smaltimento delle acque bianche meteoriche.

Pertanto, con l'intervento di trasformazione urbanistica in progetto si dovranno adottare gli opportuni metodi di controllo delle acque meteoriche defluenti dalle nuove superfici impermeabilizzate, al fine di non incidere con effetti negativi o comunque indesiderati sul sistema idrogeologico locale, come prescritto dalle vigenti norme tecniche.

A tal fine si procede con la "Valutazione di compatibilità idraulica" per far sì che la variante urbanistica tenga conto dell'attitudine del luogo ad accogliere la nuova urbanizzazione, considerando la possibile alterazione del regime idraulico determinata dalla trasformazione d'uso del suolo, prospettando eventuali soluzioni tecniche per il miglioramento dell'assetto idraulico del territorio.

Nel caso in esame si prevede la trasformazione di un terreno in prevalenza ad uso agricolo avente superficie di circa quattro ha, con la realizzazione di lotti edificabili ad uso residenziale e commerciale, strade di collegamento, parcheggi e aree verdi pubbliche.

Le aree a strade e parcheggi pavimentati avranno una superficie di circa 9.282 m² mentre le aree a verde pubblico e assimilato (aiuole spartitraffico, fosso e ciclabile) saranno di circa 3.966 m². Nella parte dedicata ai lotti residenziali e commerciali sono previste superfici coperte per complessivi 9.744 m², aree esterne in parte pavimentate con grigliato drenante a verde per una superficie complessiva di circa 6.496 m², e in parte sistemate a prato stabile per una superficie complessiva di circa 16.240 m².

A questo riguardo si precisa che alcune superfici di progetto sono calcolate graficamente sugli elaborati grafici con un discreto grado di approssimazione e, pertanto, vi possono essere differenze di qualche unità o decine di metri quadri rispetto alle superfici dichiarate, comunque senza alcuna rilevanza sul risultato finale.

Anche la ripartizione dell'area in progetto nei diversi usi del suolo è stata fatta presuntivamente, calcolando la superficie della copertura edificata secondo una incidenza massima del 30%, mentre per la pavimentazione drenante si è calcolata una incidenza massima del 20%; eventuali differenze significative in fase esecutiva, rispetto alle odierne previsioni progettuali, dovranno essere riconsiderate secondo le modalità di calcolo della presente valutazione di compatibilità idraulica, mantenendo invariata la geometria e la capacità drenante di un pozzo disperdente tipo.

Il progetto di trasformazione urbanistica in esame prevede quindi una significativa impermeabilizzazione potenziale, dove è necessario valutare i volumi ed i tiranti idrici in gioco nonché le eventuali luci di scarico a valle, in modo da garantire l'invarianza idraulica dell'area in progetto, contenendo la portata massima effluente al di sotto dei valori del deflusso meteorico valutabile nello stato precedente l'intervento.

Data la favorevole conformazione geomorfologica dell'area, posta su una superficie perfettamente pianeggiante, con i terreni nel sottosuolo superficiale molto permeabili a partire dalla profondità di circa 1,5-3,0 metri dal piano campagna attuale, si prevede di invasare le acque meteoriche di progetto all'interno di idonei pozzi disperdenti opportunamente dimensionati; durante la pioggia critica e nelle 2 ore immediatamente successive l'acqua invasata potrà essere smaltita per dispersione e infiltrazione nel sottosuolo sabbioso-ghiaioso.

Il bacino imbrifero artificiale creato dalla lottizzazione in progetto ha dimensioni planimetriche di circa 0,04 km², con un'altimetria pianeggiante con dislivello medio di 2,8 m e una estensione di circa 0,20 km per cui, con l'applicazione della nota formula del Giandotti, si stima un tempo di corrivazione (T_c) di circa 70m'.

Tale parametro, nonostante il suo ampio utilizzo nelle valutazioni idrauliche, presenta numerose incertezze nella definizione e nelle procedure di calcolo ma, dato che il tempo di corrivazione si assume come durata della pioggia della critica di progetto, è comunque necessario per ottenere una stima discreta della massima intensità pioggia.

Per stimare la capacità del sistema di invaso-smaltimento delle acque meteoriche si considera quindi una pioggia critica (P_c) di 95 mm della durata di 70 minuti primi con tempo di ritorno di 200 anni, con riferimento ai valori desunti dalla curva di possibilità pluviometrica ottenuta dalla regolarizzazione dei dati raccolti nelle stazioni della macrozona interna nord-occidentale (Cittadella, Trebaseleghe) e utilizzati nella Valutazione di compatibilità idraulica del recente Piano degli interventi comunale.

Nella valutazione idraulica si analizzano i quantitativi delle acque meteoriche che defluiscono dalle strade, dai parcheggi, dai marciapiedi, dalle aree verdi, dai giardini e dalle coperture degli edifici futuri del piano di lottizzazione; in tal caso, utilizzando i coefficienti di deflusso convenzionalmente assunti dalle norme tecniche regionali, l'afflusso meteorico di progetto è previsto in un massimo di circa 2.400 m³ d'acqua.

Nello stato attuale, sulla medesima area il terreno agricolo e le strade esistenti producono un deflusso meteorico stimabile in circa 632 m³, per cui il deflusso meteorico in eccesso prodotto dalla trasformazione urbanistica in progetto, e da smaltire in modo controllato, ammonta a circa 1.768 m³ d'acqua.

Si prevede quindi di invasare e smaltire in posto tutta l'acqua piovana che investe le superfici impermeabilizzate di progetto, mediante più gruppi di pozzi disperdenti con infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo, sia per le strade e parcheggi, sia per le superfici impermeabili e semipermeabili dei lotti residenziali e commerciali.

Al fine di stimare correttamente la capacità di smaltimento delle acque meteoriche nell'area di progetto, si fa riferimento al sottosuolo sabbioso [S2], arealmente discontinuo e con il tetto alla profondità di circa 1-2 metri, e al prevalente sottosuolo sabbioso ghiaioso [S3], con il tetto alla profondità massima di 3 metri; In tal caso tutti i pozzi disperdenti saranno infissi nel sottosuolo ghiaioso molto permeabile, e nel presente studio si adotta cautelativamente un valore della permeabilità mediato tra quelli dei due litotipi, e quindi con un valore pari a 3×10^{-4} m/s.

Inoltre, dato che la profondità media del livello freatico è di almeno 6,5 metri dal piano di campagna attuale, con escursione massima stagionale mediamente minore o uguale a due metri tra minimo e massimo, si stabilisce in 4,5 metri la profondità dei pozzi disperdenti, sufficiente per intestarsi nel sottosuolo ghiaioso sabbioso molto permeabile, e idonea per mantenere comunque una distanza di almeno due metri tra il fondo dei pozzi disperdenti e il livello freatico medio.

I pozzi disperdenti saranno costituiti da elementi tubolari forati del diametro di 1,5 m interrati in un affossamento profondo circa 4,5 m avente base quadrata e lati di 3,5 m. Lo scavo al contorno degli elementi tubolari di raccordo sarà riempito con materiale inerte drenante, costituito da ciottoli o pietrame lavati, dotato di una porosità di almeno il 20%, confinato al contorno da una stuoia antimiscelamento immarcescibile.

I pozzi disperdenti saranno collegati in gruppi lungo le tratte stradali e all'interno dei singoli lotti, in serie o in parallelo, mediante tubazioni di troppo pieno del diametro di 50 cm al fine di compensare sia eventuali differenze in più o in meno nella capacità locale di infiltrazione del terreno, sia possibili situazioni di malfunzionamento momentaneo, da ripristinare con gli ordinari interventi manutentivi programmati.

A monte dei siti di dispersione stradali saranno posti dei pozzetti a tenuta con capacità di invaso di almeno due metri cubi, allo scopo di trattenere eventuali dispersioni liquide accidentali sulle strade, in modo da poter essere recuperate prima dell'immissione nel sottosuolo e scongiurare un possibile inquinamento dell'acquifero superficiale. Detti pozzetti a tenuta saranno distribuiti arealmente lungo le strade pubbliche in 7 punti e, al fine di mantenerli sempre vuoti, saranno giocoforza ubicati in prossimità di un pozzo disperdente per consentirne l'immediato svuotamento dall'acqua meteorica mediante una condotta a sifone.

In tal caso, con 12 pozzi disperdenti stradali in cinque rami separati, collegati da condotte di troppo pieno aventi uno sviluppo complessivo di circa 760 metri, e 18 pozzi disperdenti in quattro reti di altrettanti lotti residenziali e commerciali, collegati da condotte di troppo pieno aventi uno sviluppo complessivo di circa 1.100 metri, si stima una capacità complessiva del volume di invaso pari a circa 861 m³, considerando il volume dei degli elementi tubolari forati e delle condotte di troppo pieno, nonché la porosità nel riempimento drenante nello scavo.

Detto volume di invaso corrisponde ad un'aliquota complessiva del 36% rispetto all'afflusso meteorico totale di progetto, e sarà completamente smaltito durante la pioggia critica di progetto nelle due ore immediatamente successive all'evento meteorico, mediante l'infiltrazione nel sottosuolo sabbioso e ghiaioso.

La capacità media di infiltrazione dell'acqua negli strati superficiali del sottosuolo, attraverso un singolo pozzo disperdente e durante l'afflusso meteorico della pioggia critica di 70 m', è stimata in circa 54 m³, considerando il carico idraulico di 1,75 metri mediato tra zero, con i pozzi disperdenti vuoti all'inizio della pioggia, e 3,5 metri al termine della pioggia durante il picco del deflusso con i pozzi disperdenti colmi d'acqua.

La condotta di troppo pieno, del diametro di 50 cm, è prevista con interrimento quasi in piano alla profondità di circa 1,5 metri dal piano campagna, con la sommità a 3,5 metri sopra la base dei pozzi disperdenti, per cui quando i pozzi sono al colmo anche la condotta è completamente piena d'acqua.

In tal caso, i 12 pozzi di disperdenti stradali e i 18 pozzi disperdenti dei lotti residenziali hanno una capacità complessiva di infiltrazione stimata in circa 1.621 m³, considerando il tempo di durata della pioggia critica di 70 m'.

Detto volume idrico corrisponde ad un'aliquota complessiva del 68% rispetto all'afflusso meteorico totale di progetto e, se la pioggia prosegue ancora, ovviamente con minore intensità rispetto alla fase critica iniziale, lo smaltimento idrico attraverso i pozzi disperdenti proseguirà nelle due ore immediatamente successive alla pioggia critica di progetto, fino al completo smaltimento delle acque meteoriche nel sottosuolo.

Complessivamente con l'invaso e l'infiltrazione nei 30 pozzi disperdenti si calcola che lo smaltimento delle acque meteoriche durante la pioggia critica di 70 m' potrà ammontare fino a circa 2.482 m³ d'acqua, corrispondente a circa il 103% dell'afflusso meteorico totale di progetto su tutta l'area oggetto della presente trasformazione urbanistica, per cui il sistema di smaltimento previsto è ampiamente idoneo nei riguardi dell'invarianza idraulica, con un bilancio idrogeologico complessivo ampiamente cautelativo.

I pozzi disperdenti in progetto saranno distribuiti nell'area di progetto in modo tale da evitare concentrazioni del deflusso idrico percolante nel terreno non saturo; infatti per il corretto funzionamento dei pozzi disperdenti è necessario che gli stessi siano opportunamente distanziati tra loro di almeno due diametri, ovvero 7,0 metri, considerando l'ampiezza dello scavo effettivamente disperdente, riempito con il materiale drenante, e non il diametro dell'elemento tubolare di raccordo idraulico.

Nelle aree maggiormente depresse, dove il livello freatico è più vicino al piano di campagna, il piano di imposta dei pozzi disperdenti dovrà essere rialzato di qualche decimetro al fine di avere sempre una distanza di almeno due metri tra il fondo del pozzo perdente e il livello di saturazione medio stagionale nel sottosuolo.

Per il corretto funzionamento del sistema di smaltimento idrico, le reti delle condotte di troppo pieno dovranno essere in piano, per cui i pozzi disperdenti stradali afferenti alla medesima rete dovranno essere rialzati e allungati, oppure ribassati ed eventualmente accorciati per mantenere il franco di due metri sopra il livello freatico.

Infine si ricorda che la coltre superficiale limoso argillosa scarsamente permeabile presenta localmente spessori maggiori della media, fino a circa 5-6 metri, come individuato in una zona compresa tra il LOTTO 4 e il LOTTO 1, per cui in fase esecutiva si dovranno prevedere eventuali traslazioni dei pozzi disperdenti, perché se il punto prescelto è completamente scavato all'interno del litotipo [S1] scarsamente permeabile ($k=1,00 \times 10^{-6}$ m/s), il pozzo disperdente è del tutto inefficace e dovrà essere ricollocato in un altro sito dove il sottosuolo è costituito dal litotipo [S3] caratterizzato da una permeabilità molto più elevata ($k=5,00 \times 10^{-4}$ m/s).

In conclusione, si assevera che con il piano urbanistico attuativo in progetto, il deflusso meteorico totale previsto sarà smaltito nei pozzi disperdenti con un bilancio idrogeologico sufficientemente cautelativo, e che si manterrà invariato il recapito del deflusso stesso, dato che si prevede di smaltire l'acqua nel sottosuolo come avviene attualmente, senza modificare il deflusso idrico meteorico di altre reti di scolo nell'area circostante, e senza provocare alcun aumento significativo della pressione ambientale sulla qualità delle acque sotterranee.

Pastrengo, Agosto 2018

Geologo Alberto Freddo



**INTEGRAZIONE E AGGIORNAMENTO
DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ
IDROGEOLOGICA E IDRAULICA PER
UN P.U.A. IN QUARTIERE CÀ CORRER**

Barbi arca studio progetti

PROPRIETÀ ECO-DEM S.r.l.

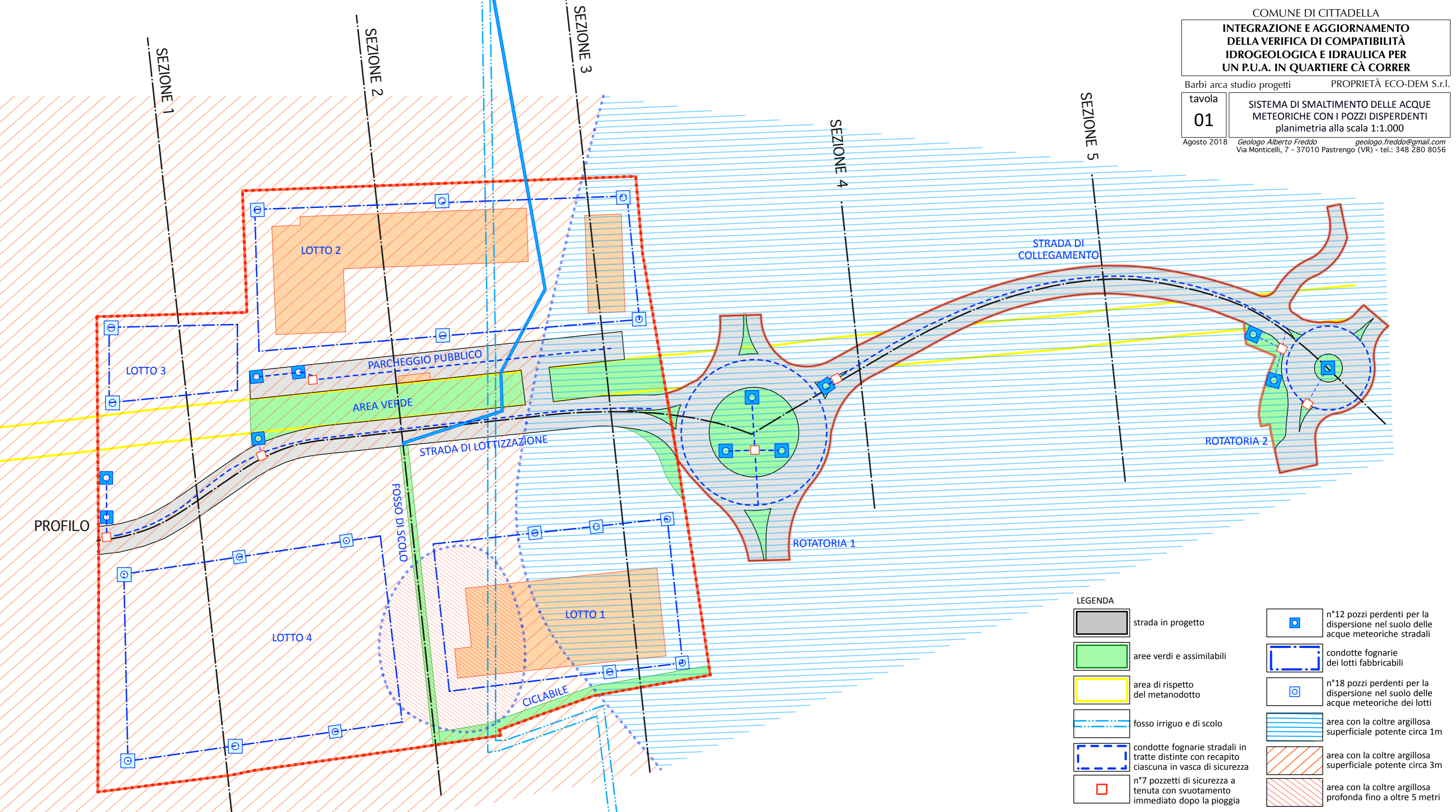
tavola
01

**SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE
METEORICHE CON I POZZI DISPERDENTI**
planimetria alla scala 1:1.000





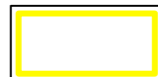




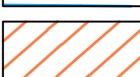

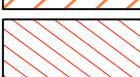
Agosto 2018

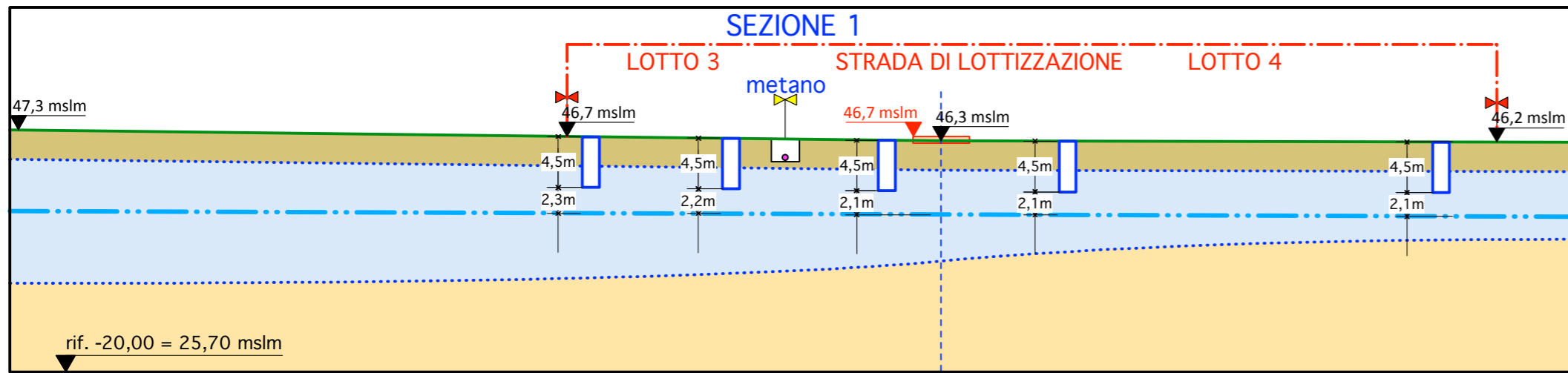
Geologo Alberto Freddo
Via Monticelli, 7 - 37010 Pastrengo (VR) - tel.: 348 280 8056

geologo.freddo@gmail.com

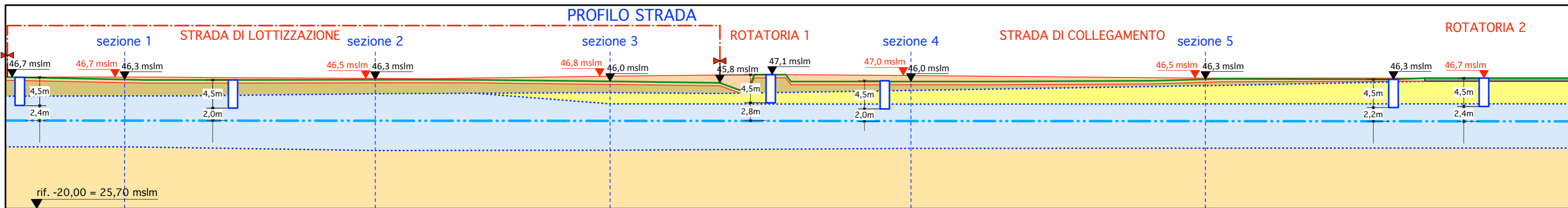
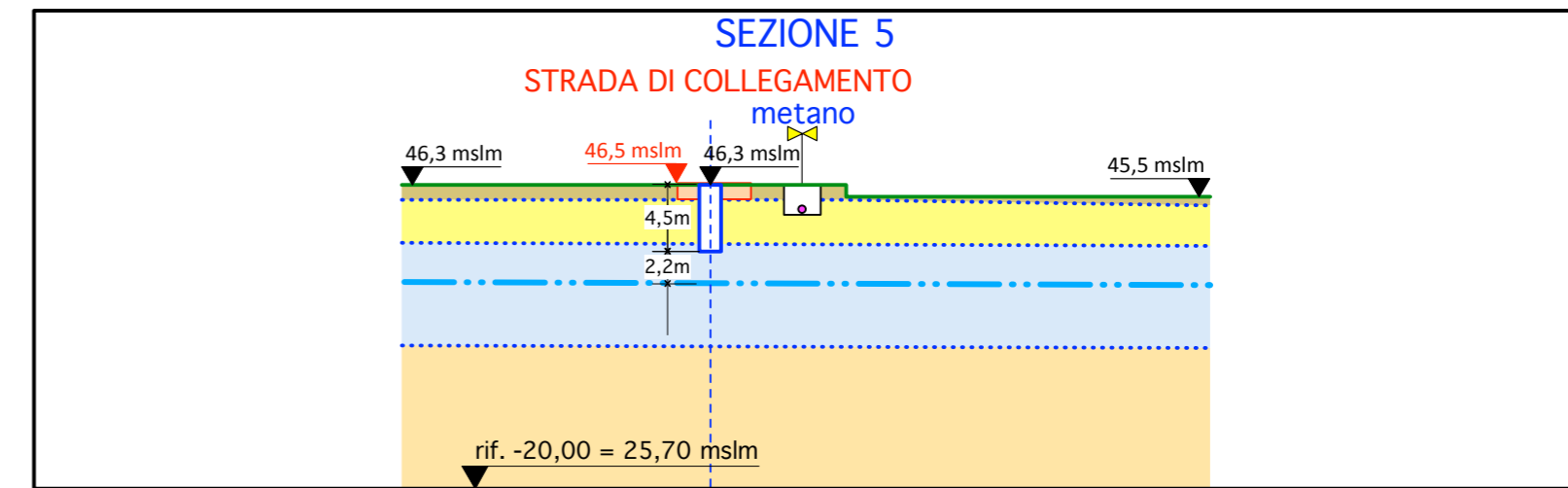
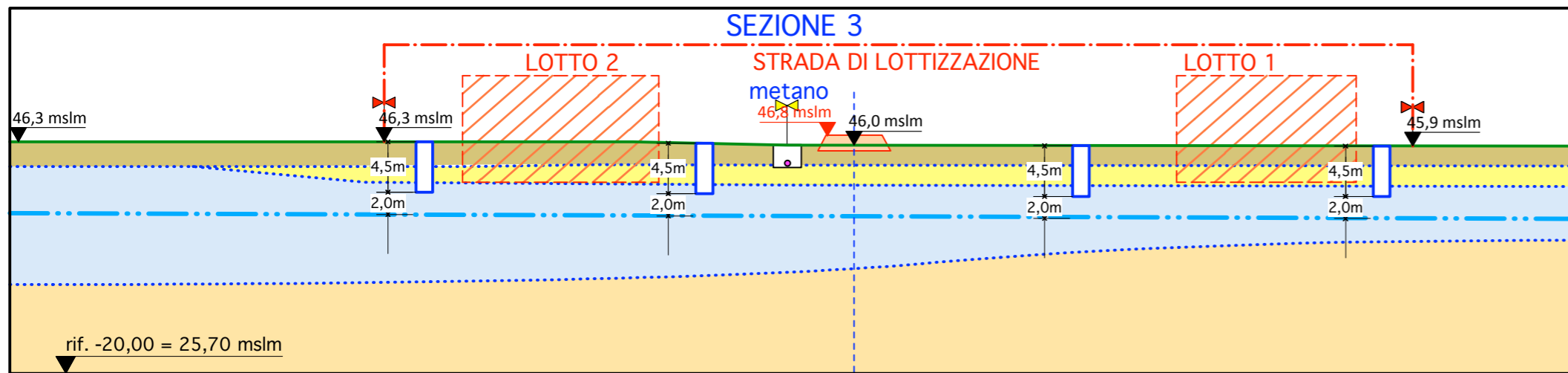
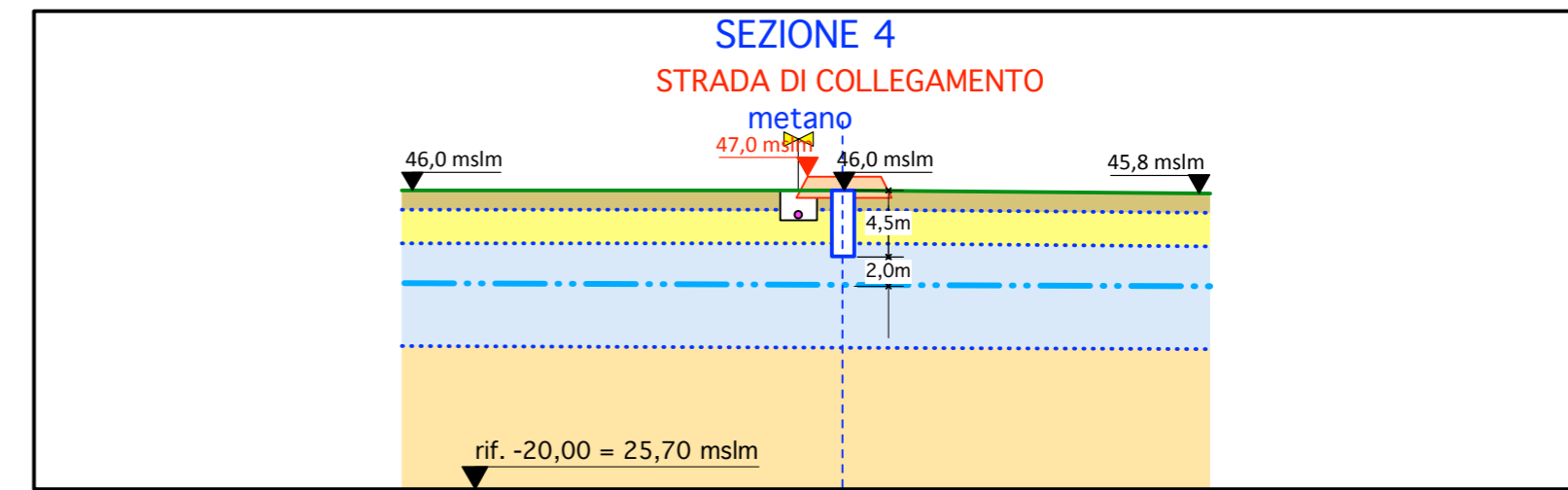
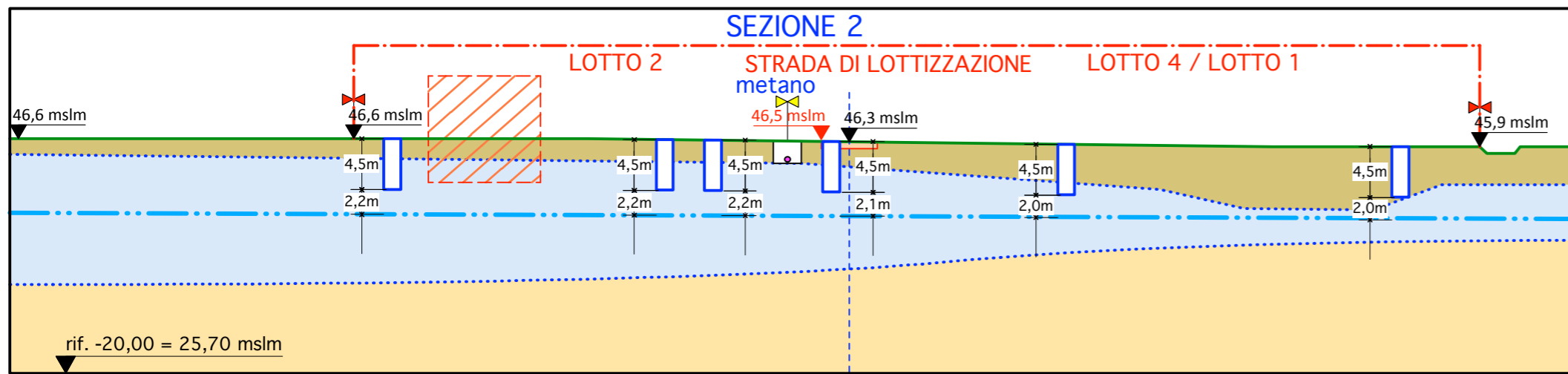


LEGENDA

- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | strada in progetto |  | n°12 pozzi perdenti per la dispersione nel suolo delle acque meteoriche stradali |
|  | aree verdi e assimilabili |  | condotte fognarie dei lotti fabbricabili |
|  | area di rispetto del metanodotto |  | n°18 pozzi perdenti per la dispersione nel suolo delle acque meteoriche dei lotti |
|  | fosso irriguo e di scolo |  | area con la coltre argillosa superficiale potente circa 1m |
|  | condotte fognarie stradali in tratte distinte con recapito ciascuna in vasca di sicurezza |  | area con la coltre argillosa superficiale potente circa 3m |
|  | n°7 pozzetti di sicurezza a tenuta con svuotamento immediato dopo la pioggia |  | area con la coltre argillosa profonda fino a oltre 5 metri |



- LEGENDA
- S1** limo argilloso con poca sabbia scarsamente permeabile [$k=1 \times 10^{-6} \text{m/s}$]
 - S2** sabbia grossolana sciolta con ghiaia mediamente permeabile [$k=1 \times 10^{-4} \text{m/s}$]
 - S3** sabbia ghiaiosa pulita molto permeabile [$k=5 \times 10^{-4} \text{m/s}$]
 - S4** SUBSTRATO RESISTENTE ghiaia sabbiosa cementata
- livello freatico medio stagionale
 - rilevato della nuova strada
 - proiezione schematica dei pozzi disperdenti
 - ubicazione schematica dei nuovi fabbricati



INTEGRAZIONE E AGGIORNAMENTO DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA E IDRAULICA PER UN P.U.A. IN QUARTIERE CÀ CORRER

Barbi arca studio progetti

PROPRIETÀ ECO-DEM S.r.l.

tavola
03

SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE
pozzetti disperdenti su mappa catastale 1:2.000
sezione tipo dei pozzetti disperdenti scala 1:50

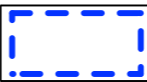




Agosto 2018

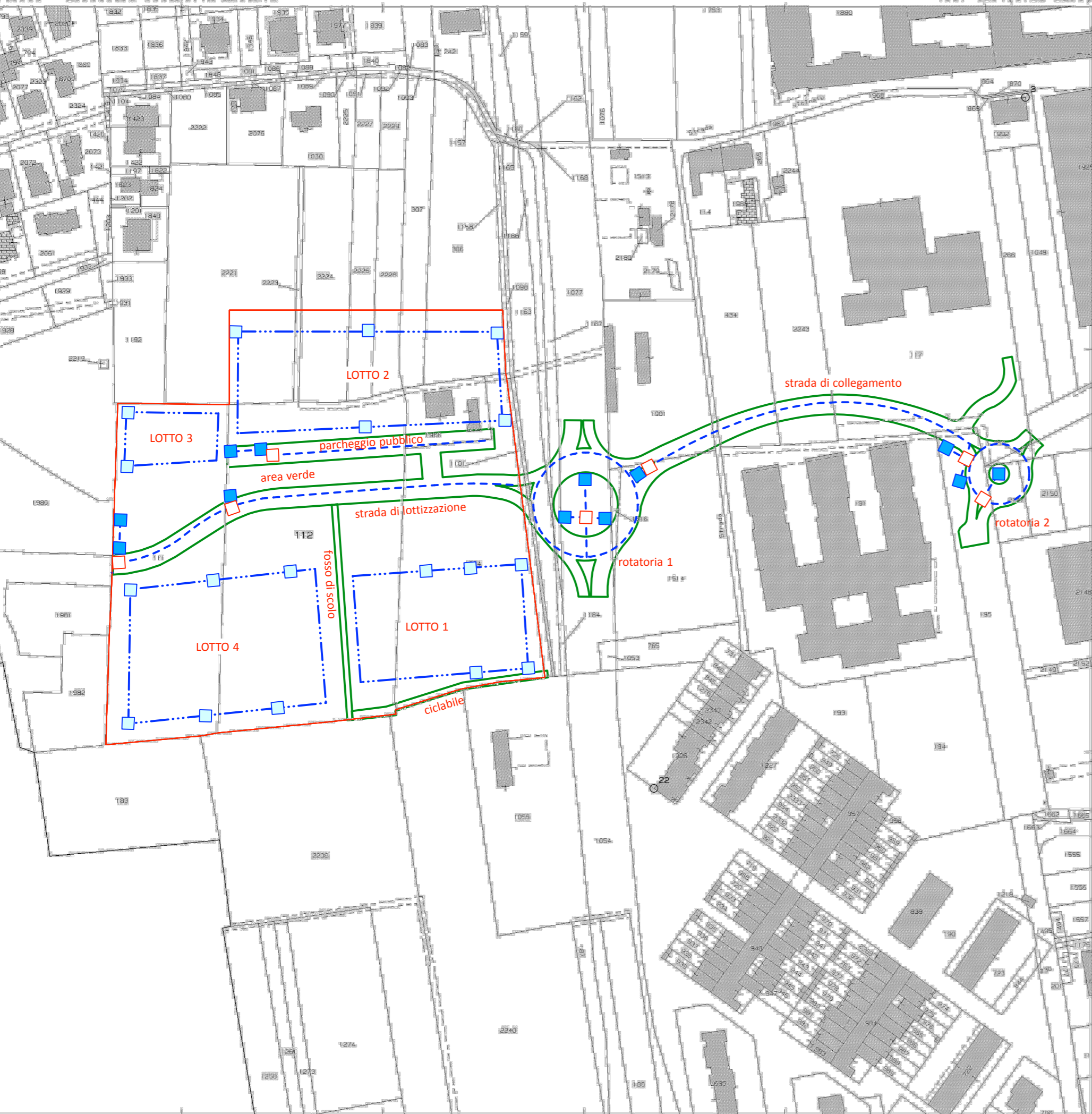
Geologo Alberto Fredda

geologo.fredda@gmail.com

Via Monticelli, 7 - 37010 Pastrengo (VR) - tel.: 348 280 8056

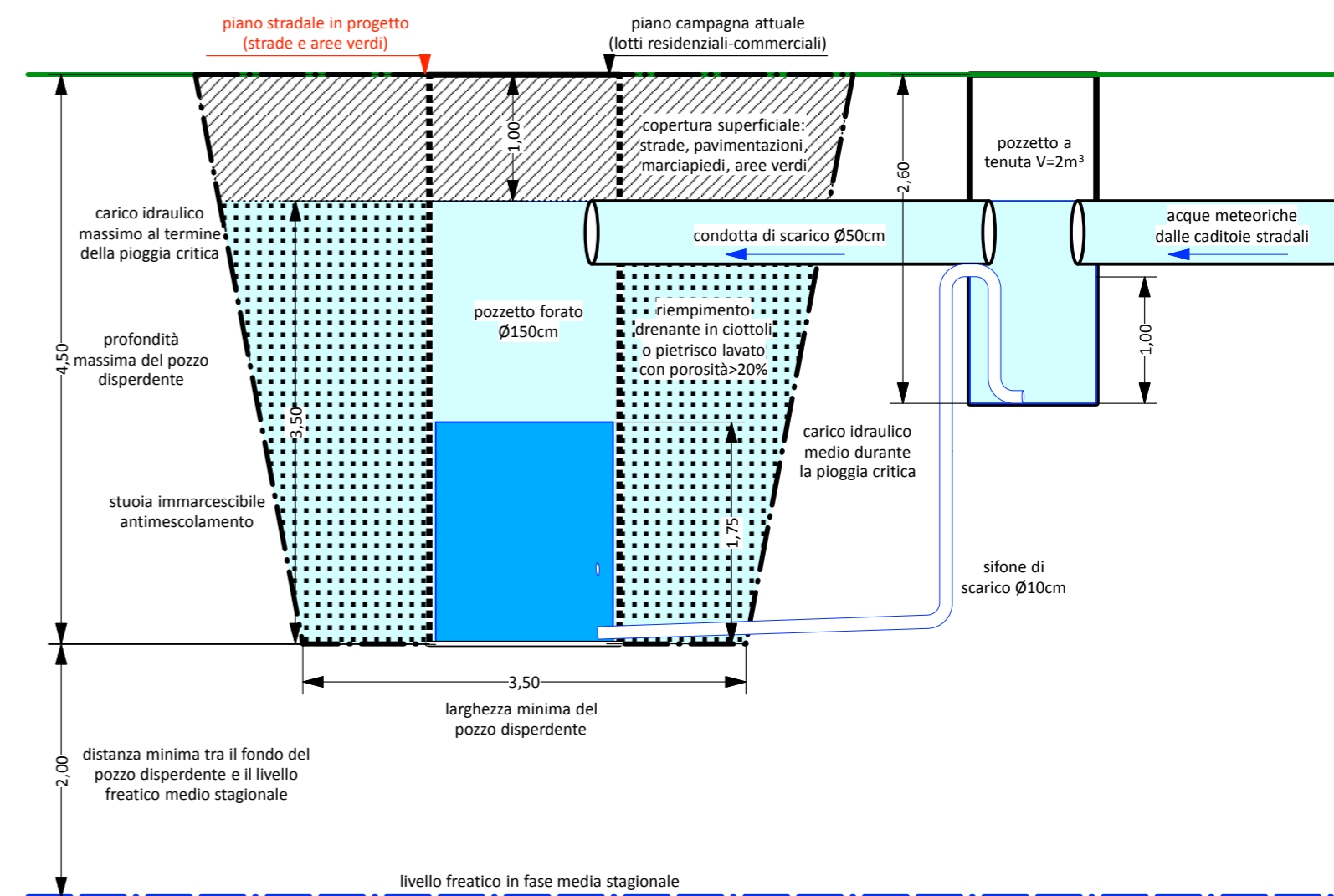
LEGENDA

-  condotte fognarie stradali in tratte distinte con recapito in vasca a tenuta prima dei pozzetti perdenti
-  n°7 pozzetti di sicurezza a tenuta con svuotamento immediato dopo la pioggia
-  n°12 pozzetti perdenti per la dispersione nel suolo delle acque meteoriche stradali
-  condotte fognarie dei lotti fabbricabili
-  n°18 pozzetti perdenti per la dispersione nel suolo delle acque meteoriche dei lotti



Scala originale: 1:2000
Dimensione cornice: 776.000 x 552.000 metri
Comune: CITTADELLA
Foglio: 32
I Particella: 112

POZZO DISPERDENTE DELLE ACQUE METEORICHE CON VASCA A TENUTA DOTATO DI SIFONE PER LO SVUOTAMENTO IMMEDIATO DOPO LA PIOGGIA
sezione tipo scala 1:50



**INTEGRAZIONE E AGGIORNAMENTO
DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ
IDROLOGICA E IDRAULICA PER
UN P.U.A. IN QUARTIERE CÀ CORRER**

Barbi arca studio progetti

PROPRIETÀ ECO-DEM S.r.l.

 tavola
04

 SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE
METEORICHE CON I POZZI DISPERDENTI
stima analitica del bilancio idrologico

Agosto 2018

Geologo Alberto Freddo
Via Monticelli, 7 - 37010 Pastrengo (VR) - tel.: 348 280 8056

geologo.freddo@gmail.com

SOMMARIO DEL BILANCIO IDROLOGICO DI DEFLUSSO SMALTIMENTO E INVASO DELLE ACQUE METEORICHE CON SCARICO FINALE NEL SUOLO IN POZZI DISPERDENTI	STRADE E AREE PUBBLICHE	LOTTI EDIFICABIL I	SOMMAN O	
PERIODO DI RITORNO DELLA PIOGGIA CRITICA	anni	200		
TEMPO DI CORRIVAZIONE DELL'AREA IN PROGETTO	m'	70		
PIOGGIA CRITICA DI PROGETTO	mm	95		
1a) - DEFLUSSO METEORICO PREESISTENTE	m ³	323	309	632
1b) - DEFLUSSO METEORICO IN PROGETTO	m ³	888	1.512	2.400
1c) - DEFLUSSO METEORICO IN ECCESSO	m ³	564	1.203	1.768
1d) - AUMENTO DEL DEFLUSSO METEORICO	-	175%	390%	280%
2) - VOLUME DI INFILTRAZIONE NEL SUOLO	m ³	648	972	1.621
incidenza dell'infiltrazione sul deflusso in aumento	-	115%	81%	92%
incidenza dell'infiltrazione sul deflusso idrico totale	-	73%	64%	68%
3) - VOLUME DI INVASO IN PROGETTO	m ³	328	533	861
incidenza dell'invaso sul deflusso in aumento	-	58%	44%	49%
incidenza dell'invaso sul deflusso totale	-	37%	35%	36%
4) - TOTALE SMALTIMENTO IDRICO IN PROGETTO	m ³	977	1.505	2.482
incidenza dello smaltimento sul deflusso in aumento	-	173%	125%	140%
incidenza dello smaltimento sul deflusso totale	-	110%	100%	103%

INDICIZZAZIONE DEI VALORI MEDI UNITARI PER LO SMALTIMENTO IDRICO

INCIDENZA DELLE SUPERFICI SERVITE E STIMA DEI POZZI DISPERDENTI PER LE STRADE PUBBLICHE	m ² /pozzo	774	RAPPORTO ANALITICO
	area (m ²)	pozzi (n°)	
strada di lottizzazione	2.242	3	2,90
parcheggio pubblico	1.463	2	1,89
rotatoria 1	2.139	3	2,77
strada di collegamento	2.279	3	2,95
rotatoria 2	1.159	1	1,50
SOMMANO PER LE STRADE PUBBLICHE	9.282	12	12,00
SUPERFICIE MEDIA SERVITA PER UNITÀ DI CONDOTTA FOGNARIA	m ² /m		12
INCIDENZA DELLE SUPERFICI SERVITE E STIMA DEI POZZI DISPERDENTI PER I LOTTI FABBRICABILI	m ² /pozzo	1.804	RAPPORTO ANALITICO
	area (m ²)	pozzi (n°)	
LOTTO 1	8.977	5	4,97
LOTTO 2	8.615	5	4,77
LOTTO 3	3.506	2	1,94
LOTTO 4	11.385	6	6,31
SOMMANO PER I LOTTI EDIFICABILI	32.483	18	18,00
SUPERFICIE MEDIA SERVITA PER UNITÀ DI CONDOTTA FOGNARIA	m ² /m		30

1) - STIMA DELL'AFFLUSSO METEORICO CON LA PIOGGIA CRITICA

1a) - STIMA DELL'AFFLUSSO METEORICO MASSIMO NELLO STATO ATTUALE			
tempo di corrivazione del sito secondo Giandotti che si assume come durata della pioggia critica di massima intensità (m')			70
pioggia critica con tempo di ritorno di 200 anni secondo la curva di possibilità pluviometrica riportata nel Piano degli interventi (mm)			95,0
QUALITÀ DELLE SUPERFICI IN PROGETTO	area (m ²)	coeff. di deflusso	deflusso idrico (m ³)
area agricola oggetto di trasformazione urbanistica con lotti residenziali e commerciali	32.483	10%	309
area agricola oggetto di trasformazione urbanistica con strade, parcheggi, aree verdi	6.245	10%	59
parchi e pertinenze all'esterno della lottizzazione occupati dalla nuova strada	2.400	20%	46
area agricola all'esterno della lottizzazione occupata dalla nuova strada	2.300	10%	22
area stradale pavimentata esistente	2.300	90%	197
sommano per le aree interessate dal piano urbanistico in progetto	45.728	14%	632
1b) - STIMA DELL'AFFLUSSO METEORICO MASSIMO NELLO STATO DI PROGETTO			
tempo di corrivazione (Giandotti, 1934) corrispondente alla durata della pioggia critica che si assume come pioggia della massima intensità (m')			70
pioggia critica con tempo di ritorno di 200 anni secondo la curva di possibilità pluviometrica riportata nel Piano degli interventi (mm)			95,0
QUALITÀ DELLE SUPERFICI IN PROGETTO	area (m ²)	coeff. di deflusso	deflusso idrico (m ³)
strada parcheggi di lottizzazione e rotonda 1	5.844	90%	500
zone verdi pubbliche e aiuole stradali (1)	2.843	20%	54
ciclabile lato sud	371	90%	32
nuovo fosso di scolo a cielo aperto	303	0%	0
strada esterna di collegamento e rotonda 2	3.438	90%	294
aiuole stradali (2)	449	20%	9
SOMMANO PER LE STRADE PUBBLICHE	9.282	90%	794
SOMMANO PER LE AREE PUBBLICHE	13.248	71%	888
coperture impermeabili dei lotti residenziali con incidenza massima prevista del 30%	9.744	90%	833
superfici a verde dei lotti residenziali con incidenza minima prevista del 50%	16.240	20%	309
pavimenti permeabili dei lotti residenziali con incidenza massima prevista del 20%	6.496	60%	370
SOMMANO PER I LOTTI RESIDENZIALI	32.480	49%	1.512
TOTALE AREA IN PROGETTO	45.728	55%	2.400
1c) - DEFLUSSO METEORICO IN ECCESSO PRODOTTO DALL'INTERVENTO IN PROGETTO DA GESTIRE IN UN IDONEO SISTEMA DI SMALTIMENTO			1.768

2) - SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE MEDIANTE POZZI DISPERDENTI

2a) - POZZI DISPERDENTI STRADALI E DELLE AREE PUBBLICHE		
permeabilità del sottosuolo in condizioni sature (valore minimo)	m/s	3,0E-04
numero previsto di pozzi disperdenti stradali	n°	12
diametro previsto dei pozzi disperdenti stradali	m	1,50
carico idraulico massimo nel pozzo disperdente pubblico	m	3,50
carico idraulico medio nel pozzo durante la pioggia critica	m	1,75
larghezza dello scavo a base quadrata per il pozzo disperdente	m	3,50
superficie filtrante media del pozzo disperdente	m ²	24,5
portata di infiltrazione del pozzo disperdente	m ³ /m'	0,77
tempo di infiltrazione durante la pioggia critica	m'	70
capacità dosperdente di un pozzo stradale durante la pioggia critica	m ³	54
INFILTRAZIONE COMPLESSIVA DEI POZZI DISPERDENTI STRADALI	m ³	648
2b) - POZZI DISPERDENTI DEI LOTTI RESIDENZIALI E COMMERCIALI		
permeabilità del sottosuolo in condizioni sature	m/s	3,0E-04
numero previsto di pozzi disperdenti nei lotti residenziali	n°	18
diametro previsto dei pozzi disperdenti residenziali	m	1,50
carico idraulico massimo nel pozzo disperdente residenziale	m	3,50
carico idraulico medio nel pozzo durante la pioggia critica	m	1,75
larghezza dello scavo a base quadrata per il pozzo disperdente	m	3,50
superficie filtrante media del pozzo disperdente residenziale	m ²	24,5
portata di infiltrazione del pozzo disperdente residenziale	m ³ /m'	0,77
tempo di infiltrazione durante la pioggia critica	m'	70
capacità dosperdente di un pozzo residenziale durante la pioggia critica	m ³	54
INFILTRAZIONE COMPLESSIVA DEI POZZI DISPERDENTI DEI LOTTI	m ³	972
2c) - TOTALE INFILTRAZIONE ACQUE METEORICHE DURANTE LA PIOGGIA CRITICA		
SOMMANO PER L'INFILTRAZIONE NELL'AREA DI PROGETTO	m ³	1.621
INCIDENZA SUL DEFLUSSO METEORICO IN ECCESSO	-	92%
INCIDENZA SUL DEFLUSSO METEORICO TOTALE	-	68%

3) - CAPACITÀ D'INVASO DELLE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO

3a) - POZZI DISPERDENTI STRADALI E DELLE AREE PUBBLICHE		
numero previsto di pozzi disperdenti stradali	n°	12
diametro previsto dei pozzi disperdenti stradali	m	1,50
larghezza dello scavo a base quadrata per il pozzo disperdente	m	3,50
carico idraulico massimo nel pozzo disperdente	m	3,50
porosità del riempimento drenante	-	0,20
volume d'invaso di un singolo pozzo disperdente stradale	m ³	13,52
volume d'invaso complessivo dei pozzi disperdenti stradali	m ³	162
numero previsto di pozzetti a tenuta stradali	n°	7
volume d'invaso di un singolo pozzetto a tenuta stradale	m ³	2,00
volume d'invaso complessivo dei pozzetti a tenuta stradali	m ³	14
volume d'invaso unitario della condotta di sfioro Ø50 centimetri	m ³ /m	0,20
sviluppo complessivo della condotta di sfioro stradale	m	760
volume d'invaso totale della condotta di sfioro stradale	m ³	152
SOMMANO PER IL VOLUME DI INVASO DEL SISTEMA STRADALE	m ³	328
3b) - POZZI DISPERDENTI DEI LOTTI RESIDENZIALI E COMMERCIALI		
numero previsto di pozzi disperdenti residenziali	n°	18
diametro previsto dei pozzi disperdenti residenziali	m	1,50
larghezza dello scavo a base quadrata per il pozzo disperdente	m	3,50
carico idraulico massimo nel pozzo disperdente	m	3,50
porosità minima del riempimento drenante	-	0,20
volume d'invaso di un singolo pozzo perdente dei lotti residenziali	m ³	17,37
volume d'invaso complessivo dei pozzi perdenti nei lotti residenziali	m ³	313
volume d'invaso unitario della condotta di sfioro Ø50 centimetri	m ³	0,20
sviluppo complessivo delle condotte di sfioro nei lotti residenziali	m	1.100
volume d'invaso totale della condotta di sfioro residenziali	m ³	220
SOMMANO PER IL VOLUME DI INVASO DEI LOTTI RESIDENZIALI	m ³	533
3c) - TOTALE VOLUME D'INVASO DELLE ACQUE METEORICHE		
SOMMA DEL VOLUME D'INVASO PER L'AREA IN PROGETTO	m ³	861
INCIDENZA SUL DEFLUSSO METEORICO IN ECCESSO	-	49%
INCIDENZA SUL DEFLUSSO METEORICO TOTALE	-	36%