



ECOTER CPA S.r.l.  
Via Selvagreca, 14H – 26900 Lodi  
tel.: 0371/427203 (r.a.) – fax: 0371/50281  
e-mail: ecoter@ecotercpa.it – web: www.ecotercpa.it

GEORISORSE • AMBIENTE • TERRITORIO

**Progetto:**

**TORRE UFFICI IN VIA A. GRANDI 6,  
LODI: PERMESSO DI COSTRUIRE  
CONVENZIONATO IN VARIANTE AL PGT  
VIGENTE**

**Attività:**

**INDAGINI E STUDI SULLA  
COMPONENTE GEOLOGICA**

**Committente:**

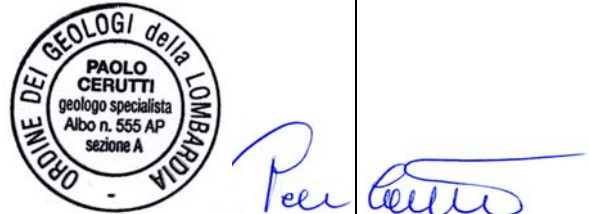
**ZUCCHETTI S.P.A.**

**Contenuti:**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**Rif. e data:**

**TU2/508/12 – LUGLIO 2012**

|   |  |
|---|--|
| <p><i>timbro e firma committente:</i></p> | <p><i>timbro e firma progettista:</i></p>  |
|---|--|

## CONTENUTI

---

1. INTRODUZIONE
  - 1.1. Premesse
  - 1.2. Obiettivi e contenuti
  - 1.3. Inquadramento dell'area
  - 1.4. Quadro Vincolistico
  - 1.5. Quadro Urbanistico
  - 1.6. Quadro Progettuale
  
2. ANALISI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA
  - 2.1. Il Modello Geologico di Riferimento
  - 2.2. Quadro Geologico e Geomorfologico
  - 2.3. Quadro Idrogeologico
  - 2.4. Piezometria e Vulnerabilità degli Acquiferi
  
3. CONCLUSIONI
  - 3.1. Sintesi
  - 3.2. Valutazioni
  - 3.3. Prescrizioni

### APPENDICI

| <i>N°</i> | <i>Titolo</i>      |
|-----------|--------------------|
| 1         | Figure fuori testo |

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. Premesse

La scrivente Società ECOTER CPA S.r.l. (di seguito indicata anche come “Consulente”), su incarico della Società ZUCCHETTI S.p.A. (di seguito indicata anche come “Committente”), ha provveduto alla redazione della presente Relazione Geologica, inerente gli interventi di manutenzione straordinaria assoggettati a Permesso di Costruire Convenzionato in Variante al P.G.T. vigente, a carico della Torre Uffici attualmente esistente in via Achille Grandi n. 6 a Lodi.

Ai fini della presente Relazione Geologica, gli interventi di cui sopra:

- corrispondono ad una manutenzione straordinaria del sopra citato edificio a torre, già attualmente destinato ad uffici, ad eccezione del piano terra e dell’ultimo piano che sono ripartiti in locali tecnici di servizio;
- implicano una variante al P.G.T. vigente e con essa le necessarie verifiche di fattibilità inerente tutte le componenti analizzate;
- prevedono la riqualificazione interna ed esterna dell’edificio, all’interno del quale sarà mantenuta la destinazione ad uffici, nonché soprattutto l’innalzamento di un piano rispetto alla situazione attuale;
- comprendono anche la realizzazione di un impianto geotermico a pompa di calore, relativamente al quale in sede di progettazione si è optato per un sistema a ciclo aperto (“open loop”), quindi a circolazione d’acqua, che verrà prelevata dalla falda idrica sottostante;
- sono descritti in ulteriore dettaglio nel successivo paragrafo “1.6. *Quadro Progettuale*”, oltre che in tutti gli elaborati progettuali ai quali la presente Relazione Geologica è allegata.

L’area in oggetto è evidenziata negli elaborati cartografici e grafici prodotti a corredo della relazione, inseriti come figure in **Appendice 1**, rappresentanti l’area di intervento e l’area di studio, unitamente ai dati geologici ed alle relative elaborazioni, nonché ad una schematica rappresentazione dello stato di fatto e di quello di progetto.

## 1.2. Obiettivi e contenuti

L'obiettivo primario del lavoro che ha portato alla redazione della presente Relazione Geologica deriva dalla necessità del Committente e degli altri Progettisti di disporre del necessario supporto in sede di analisi delle componenti Geologica, Geotecnica, Idrogeologica e Sismica e di conseguente valutazione di fattibilità dell'intervento, da condurre nel vigente quadro legislativo e normativo, a livello statale, regionale e comunale.

La presente relazione, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, è stata redatta nel rispetto degli indirizzi forniti dalle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e la redazione della relazione geologica, laddove esse precisano che *“la relazione geologica ha lo scopo precipuo di fornire il quadro di riferimento progettuale attraverso la rappresentazione della situazione naturale dei luoghi, illustrando le condizioni morfologiche, litostratigrafiche ed idrogeologiche delle zone interessate, al fine di interpretare l'assetto del territorio in relazione alla sua origine e costituzione geologica, alla sua evoluzione strutturale e geomorfologica”*.

Il contenuto della presente relazione corrisponde a quanto concordato con il Committente in termini di assistenza geologica e valutazione di fattibilità dell'intervento in progetto; le caratteristiche del territorio cui si farà riferimento sono quelle relative a suolo e sottosuolo, ossia geomorfologiche e litostratigrafiche, nonché idrogeologiche, con informazioni circa:

- lineamenti geomorfologici e geologici della zona ed idrografia superficiale;
- caratteristiche idrogeologiche, piezometria e geometria degli acquiferi presenti;
- caratteristiche delle falde individuate e soggiacenza prevista nell'area di intervento;
- grado di protezione naturale degli acquiferi dalle possibili infiltrazioni di inquinanti.

Non risultano essere state effettuate indagini geologiche di alcun tipo in precedenza nell'area di intervento. La ricostruzione dello stato del territorio è stata resa possibile dalla consultazione e verifica degli strati informativi territoriali e ambientali messi a disposizione dalla Regione Lombardia; si sono altresì utilizzati, come temi e strati aggiuntivi, sia dati di parte, che dati preesistenti, recuperati da archivio o prodotti da altri professionisti.

I contenuti della presente Relazione Geologica devono essere valutati unitamente a quelli delle altre relazioni specialistiche prodotte:

- la Relazione Geotecnica Definitiva, che descrive i risultati della fase di caratterizzazione geotecnica e definisce il Modello Geotecnico nei termini prescritti dalla normativa vigente;
- la Relazione Geologico Sismica, riferita a I° e II° livello di approfondimento e comprendente la descrizione e gli esiti dell'indagine geofisica MASW realizzata nell'area, la caratterizzazione geosismica del sito, la definizione della componente sismica, la determinazione della risposta sismica locale e dei parametri sismici di progetto, il calcolo degli spettri di risposta e dell'accelerazione massima attesa in superficie;
- la Relazione Idrogeologica e la Relazione Tecnica, prodotte a supporto della domanda di autorizzazione per opere di derivazione di acque sotterranee per l'impianto geotermico.

## 1.2. Inquadramento dell'area

Nel prosieguo del presente documento si farà riferimento a due ordini di perimetri all'interno dei quali si sono sviluppati gli studi ed approfondite le analisi:

- *un'area di studio*, termine con il quale si intende quell'ambito vasto entro il quale inquadrare l'intervento, al fine di coglierne le criticità rispetto al contesto esistente e alle previsioni della pianificazione;
- *un'area di intervento*, termine con il quale si intende l'ambito più ristretto entro il quale si opereranno le trasformazioni secondo il progetto che verrà redatto.

Alla **Figura 1** in *Appendice* si fornisce una corografia di inquadramento, su base C.T.R. sotto forma di immagini raster in formato TIFF, che indica l'estensione dell'area di studio e l'ubicazione dell'area di intervento. Alla **Figura 2** si riporta un estratto di mappa catastale. L'area di studio è inserita nel foglio B7 - quadrante e1 della Carta Tecnica della Regione Lombardia, alla scala 1:10.000 (C.T.R.). L'area di intervento è individuata nel catasto al foglio 55, particella 72. Dal punto di vista altimetrico il suolo si presenta pianeggiante ed è posto alla quota di ca. 76 m s.l.m.. Localmente non è visibile e non è in altro modo nota la presenza di fenomeni di instabilità dal punto di vista dell'evoluzione geomorfologica, né si rilevano zone con emergenze o ristagni delle acque in superficie.

Il territorio indagato non è intersecato da corsi d'acqua di rilievo, ma solo da alcune rogge minori di portata ridotta; tali rogge nel loro complesso, sia pur tutte derivate dal canale Muzza, hanno andamenti poco ordinati, spesso intersecati e di recente in buona parte variati dalla riforma della distribuzione di acqua irrigua eseguita dal Consorzio di Bonifica Muzza; la presenza delle rogge Tibera e Bertonica costituiscono l'elemento fisiograficamente più importante della zona; esse appartengono al Reticolo Idrico Minore gestito dal Consorzio Muzza – Bassa Lodigiana e, subito ad ovest dell'area di intervento, risultano intubate:

- la Roggia Bertonica in particolare prende origine da una derivazione del canale Muzza a Paullo; dopo un breve tratto in cui è tombinata (via Buozzi - via Grandi), ritorna a cielo aperto presso la stazione di servizio lungo la S.S. n. 9 e oltre di essa irriga i campi a sud di Lodi, con uno sviluppo di ca. 10 Km;
- la roggia Tibera scorre parallela alla S.S. n. 9 e alla roggia Paderna, dopo C.na Calvenzano sottopassa il cavalcavia della S.S. n. 9 ed entra nella Bertonica, quindi entra in fognatura ed esce a valle della via Emilia.

Il carattere complessivo e lo stato generale di manutenzione di ambedue le rogge sono da verificare, ai fini del relativo utilizzo quale corpo ricettore per l'eventuale scarico idrico delle acque sotterranee prelevate per scopo energetico (impianto geotermico citato in premessa).

### 1.3. Quadro Vincolistico

L'area oggetto di studio é stata estesa, all'interno del territorio comunale, ad alcune aree limitrofe a quella di intervento, per esigenze di completamento del quadro territoriale. Il Comune di Lodi risulta dotato dello Studio Geologico a supporto del Piano di Governo del Territorio, redatto ai sensi della L.R. 12/05 e relative delibere attuative, l'ultima delle quali è la D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 pubblicata su B.U.R.L. il 19 gennaio 2012.

L'area di intervento è inserita all'interno dell'Unità di Paesaggio UP2 – Città consolidata, e ricade in Classe 2 – Sensibilità paesistica bassa (tessuto consolidato residenziale). Per quanto concerne la Fattibilità geologica, l'area è stata classificata in Classe 2 – Fattibilità geologica con modeste limitazioni. Essa ricalca l'Unità Wurm, caratterizzata da depositi sabbioso-ghiaiosi, con copertura variabile da 2.5 a 6 m di limi e sabbie fini. La falda si trova ad una profondità di circa 3 m dal p.c.. In tutta l'area la vulnerabilità idrogeologica è bassa a causa della profondità medio elevata della falda e della copertura, fine e poco permeabile. Il rischio idraulico è nullo in quanto l'area è situata ben più in alto del limite massimo di esondazione con Tempo di ritorno 500 anni e si mantiene in aree esterne alla Fascia C del PAI.

Nel Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia, per la zona in studio, non sono individuate particolari prescrizioni o salvaguardie in riferimento alle problematiche geologiche. Sull'area di intervento non gravano limitazioni particolari quali ad es. vincoli PAI, vincoli idrogeologici, vincoli geo-ambientali, presenza di aree S.I.C. o Z.P.S.; nei pressi dell'area esaminata, entro la fascia di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile (200 m di raggio), non risulta la presenza di pozzi per acqua comunali.

Per quanto riguarda la componente sismica, per gli effetti di amplificazione litologiche e geometriche si è classificato il territorio esaminato come "*Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*" (scenario di pericolosità sismica locale Z4a della Tab. 1, Allegato n. 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616). Allo scenario Z4a citato consegue l'obbligo di approfondimento di 2° livello ed eventualmente 3° livello nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21/11/2003, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo anche alle altre categorie di edifici. Nel territorio esaminato, infine, non sono individuate aree appartenenti alla Rete Ecologica Regionale, né sono presenti cave o discariche.

#### 1.4. Quadro Urbanistico

Relativamente agli aspetti urbanistici fanno riferimento norme e prescrizioni fornite dalla L.R. 12/05 art. 57 – “*Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio*” e dalle relative delibere attuative (di cui l’ultima è la D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 pubblicata su B.U.R.L. il 19 gennaio 2012), nonché da quanto prescritto per il territorio comunale nell’ambito del regolamento edilizio e della Normativa Geologica di Attuazione.

Il Comune di Lodi risulta dotato dello Studio Geologico a supporto del Piano di Governo del Territorio, redatto ai sensi della L.R. 12/05 e relative Delibere attuative.

L’area in esame, all’interno degli Ambiti Urbani Consolidati, si inserisce nel Tessuto per attività terziarie-commerciali-ricettive, caratterizzato da discontinuità morfologiche e tipologiche derivanti dai diversi utilizzi ed epoca di insediamento, generalmente collocate nelle aree periferiche e a ridosso delle infrastrutture di comunicazione viaria (v. anche **Figura 3** in Appendice). Per esso l’art. 39 delle NTA approvate nel marzo 2011 individua i seguenti indici urbanistico – ecologici e parametri edilizi:

- $I_f = 1,0$  mq/mq; nel caso di demolizione e ricostruzione, pari alla  $S_{lp}$  esistente se superiore a  $I_f = 1,00$  mq/mq
- $D_e = 10$  mt
- $D_c = 5$  mt
- $H = 20$  mt
- $I_p = 15\%$
- $A = 2$  alberi/100 mq
- $A_r = 4$  arbusti/100 mq

La citata D.G.R. n. 2616/2011 “Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.”, pubblicata sul BURL Serie Ordinaria n. 50 del 15 dicembre 2011, sostituisce le precedenti D.G.R. n. 1566/05 e n. 7374/08.

La nuova delibera riguarda l’aggiornamento dei criteri per la redazione della componente geologica dei PGT. La principale novità rispetto ai criteri precedenti (D.G.R. n. 7374/2008 e 1566/2005) riguarda il tema delle ripermetrazioni delle aree in dissesto contenute nel Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) e delle aree a rischio idrogeologico molto elevato (cosiddette “aree 267”).

Nella Tabella 3 in Allegato 13 alla nuova D.G.R. n. 2616/11 è riportato l’elenco



delle aree a rischio idrogeologico molto elevato con il relativo stato di attuazione in merito alle proposte di ripermetroazione presentate (dati riferiti al mese di maggio 2012): in Comune di Lodi, presso il fiume Adda, esistono aree a rischio idrogeologico molto elevato, al di fuori comunque dell'area di studio qui esaminata.

Inoltre la D.G.R. IX/2616/2011 ha recepito le disposizioni nazionali in campo sismico previste dal D.M. 14 gennaio 2008, già introdotte dall'O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003 e fatte proprie dalla Regione Lombardia con la D.G.R. VII/14964/2003. Oltre ad altri aspetti, l'obiettivo fondamentale della nuova D.G.R. IX/2616/2011 (che sostituisce in parte la D.G.R. VIII/1566/2005) è l'individuazione e la delimitazione di zone omogenee del territorio comunale (microzonazione sismica) alle quali vengono attribuiti parametri e prescrizioni finalizzati alla riduzione del rischio sismico da utilizzare nella pianificazione urbanistica, nella progettazione di manufatti e nella messa in sicurezza di edifici esistenti.

A seguito dell'emanazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC-2008) e della relativa circolare del 2009, infine, la Regione Lombardia ha sostituito i vecchi accelerogrammi con accelerogrammi registrati rappresentativi della sismicità del sito in analisi, compatibili con le caratteristiche sismogenetiche della sorgente, con la coppia magnitudo-distanza dalla sorgente e con la massima accelerazione orizzontale attesa e registrate su bedrock sismico, provenienti dai database nazionali ed internazionali più accreditati.

A tal proposito, il territorio regionale è stato suddiviso in fasce caratterizzate da severità sismica omogenea; in particolare sono state individuate 8 fasce nelle quali i comuni presentavano valori di accelerazione massima attesa al suolo (Gruppo di Lavoro, 2004) e valori dell'ordinata spettrale massima (NTC-2008) compresi in un range del  $\pm 10\%$  dal valore medio.

Il Comune di Lodi appartiene alla **FASCIA 4**; i limiti dei valori dell'ordinata spettrale massima per la fascia 4 sono 0.170 - 0.204.

## 1.5. Quadro progettuale

L'intervento in progetto prevede la manutenzione straordinaria del già citato edificio che si trova a Lodi, in via Achille Grandi n. 6; si tratta in particolare di un edificio a torre già attualmente destinato ad uffici, ad eccezione del piano terra e dell'ultimo piano che sono ripartiti in locali tecnici di servizio.

L'intervento prevede la riqualificazione interna ed esterna dell'edificio, all'interno del quale sarà mantenuta la destinazione ad uffici, nonché l'innalzamento di un piano rispetto alla situazione attuale.

In particolare, il progetto prevede la seguente ripartizione interna dell'edificio:

- Piano terra: ingresso dipendenti - zona di controllo, locali tecnici (centrale idrica, cabina elettrica, gruppo elettrogeno, teleriscaldamento);
- Piano 1°: reception, servizi igienici, ripostiglio;
- Piano 2°: n. 4 sale per corsi, servizi igienici;
- Piano 3°: n. 4 sale riunioni, ripostiglio, servizi igienici;
- Piano dal 4° al 13°: uffici, ripostiglio, servizi igienici;
- Piano 14°: n. 2 sale riunioni, servizi igienici;
- Piano 15°: locale tecnico, terrazzo di copertura.

L'edificio sarà pertanto ripartito in quindici piani fuori terra; l'ingresso dei dipendenti si troverà al piano terra, mentre l'accesso ai visitatori avverrà dal primo piano tramite una rampa di scale esterna.

Siccome verranno svolte esclusivamente attività impiegatizie e assimilabili, l'attività lavorativa sarà svolta soltanto nel periodo diurno nei consueti orari di lavoro.

### *Il Progetto Architettonico*

#### *Note generali*

L'intervento si basa sulla riqualificazione e messa a norma di un volume esistente secondo i più aggiornati canoni di comfort, fruibilità, sicurezza, sensibilità ambientale. Da un punto di vista formale il progetto prevede la realizzazione di una torre trasparente avvolta da una trama protettiva in grado di filtrare la luce solare, realizzata a partire da una superficie pensile ad uso pubblico che sovrasta il parcheggio esistente. Questa piastra permette la riqualificazione dell'insieme attraverso la realizzazione di una nuova edicola e di un sistema di specchi d'acqua attraversati dai pedoni. Da un punto di vista normativo l'edificio costituisce un

unico comparto urbano, collegato al centro commerciale e ai parcheggi di reciproca pertinenza. Il nuovo progetto mantiene le altezze esistenti, e grazie alla trasposizione in loco delle superfici, non subisce aumento di s.l.p.

### ***Funzioni***

I nuovi spazi mantengono la destinazione ad ufficio e il loro impiego è reso possibile grazie alla razionalizzazione di scale ascensori e corridoi. Il sistema di ingresso alla torre viene ripensato attraverso una suddivisione in due livelli: quello di base ad uso dei dipendenti, si trova al piano dei parcheggi ed è direttamente collegato ai mezzi pubblici, quello principale, al piano primo, è adibito all'ingresso dei visitatori ed affaccia sugli specchi d'acqua. Intendendo mettere a norma percorrenze e collegamenti ai piani, è previsto il completo rifacimento dei corridoi, della scala esistente con demolizione delle rampe e degli ascensori. Intendendo inoltre aumentare l'efficienza di utilizzo degli spazi interni ad uso ufficio è stata operata una razionalizzazione di pianta, eseguendo una trasposizione al perimetro esterno della superficie esistente che ha permesso l'adozione di uno schema "open space".

Le esigenze impiantistiche infine, hanno imposto la predisposizione di un vano tecnico di sommità protetto da una superficie fotovoltaica.

### ***Sostenibilità***

In un ambito di accurata conservazione della struttura portante esistente l'impiego sostenibile dell'edificio è guidato da strategie combinate di risparmio energetico e di attenzione al benessere dei fruitori; in particolare vengono adottate soluzioni passive di elevato isolamento termico, ventilazione naturale con camino solare, produzione ed uso di energie rinnovabili attraverso l'adozione di fotovoltaico, protezione solare esterna, intonaci a cambiamento di fase, finiture fotocatalitiche e diffusione del verde sia all'interno che all'esterno dell'edificio.

### ***Finiture esterne e colori***

Il sistema di chiusura delle facciate è pensato come involucro prevalentemente trasparente e protetto dai raggi solari, in grado di realizzare elevate prestazioni energetiche e di comfort. Le sue parti trasparenti sono costituite da serramenti camera apribili a taglio termico atti ad assicurare manutenibilità con accesso dal lato interno. Tale insieme è avvolto da una specifica protezione solare in tubi di colore bianco, sorretta da una struttura spaziale in acciaio collegata alle solette. Le porzioni cieche sono rivestite da pannelli in lamiera in grado di realizzare nei lati sud, est e ovest una facciata ventilata pensata per diminuire la temperatura dei pannelli isolanti. La piastra di base ha struttura in C.A. ed è sede di quattro specchi d'acqua. La scala centrale è rivestita con elementi prefabbricati a finitura travertino mentre il controsoffitto e il perimetro pensile sono previsti in lamiera

forata di colore grigio. L'edicola, posta al di sotto di essa, è delimitata da vetrine protette da un portico aggettante integrato alle vasche.

### ***Finiture interne***

Le finiture interne prevedono nelle zone ad ufficio pavimenti sopraelevati sottili e pareti divisorie ad alto valore di comfort acustico; nei bagni e negli spazi a servizio sono impiegate pavimentazioni e rivestimenti resinosi applicati su rasatura. Hall e scale adottano pavimenti in ceramica a principio fotocatalitico attivo con proprietà antibatteriche e disinfettanti, intonaci interni a cambiamento di fase sono utilizzati negli spazi comuni e lungo i corridoi. Sono previsti controsoffitti ribassati lungo i corridoi di distribuzione e pannelli acustici sottili applicati alla soletta degli uffici.

### ***Impianti***

Per quanto riguarda i sistemi impiantistici a servizio dell'edificio l'intervento comprende il loro totale rifacimento. Gli impianti di climatizzazione prevedono l'installazione di un nuovo sistema ad aria primaria e ventilconvettori, integrato da sistemi a ventilazione naturale. Le centrali di trattamento aria sono dotate di recuperatori e, per garantire il massimo risparmio energetico, possono funzionare in modalità "free-cooling". I sistemi di produzione di acqua calda e fredda utilizzano la rete di teleriscaldamento cittadina che alimenta apparecchiature a pompa di calore fornite di possibilità di scambio idrotermico con acqua di falda. Sono previsti inoltre impianti antincendio che utilizzino la vasca di accumulo esistente, impianti speciali di supervisione gestione e controllo dell'edificio e impianti di trasmissione dati.

### ***Sistema costruttivo***

In relazione al sistema costruttivo la realizzazione dell'opera prevede la demolizione delle facciate esistenti e delle porzioni strutturali che oggi impediscono la messa a norma funzionale del complesso. La fase successiva comprende la predisposizione degli interventi strutturali previsti a perimetro delle solette e a integrazione della facciata sud, seguiti dalla realizzazione della piastra di base al di sopra dei parcheggi. Segue la realizzazione delle facciate da applicare in situ a moduli integrati e della finitura di piastra e spazi esterni.

### ***Le sistemazioni a verde***

Da un punto di vista paesaggistico la sistemazione della zona parcheggi prevede il mantenimento degli esemplari arborei, ove possibile, integrandoli e colmando le eventuali lacune, createsi in corso d'opera, garantendo una buona copertura a verde ed un ombreggiamento diffuso. L'integrazione prevede l'impiego di alberi

autoctoni o naturalizzati che ben si adattino al clima e che necessitino quindi di poche cure manutentive, limitando i costi di gestione e manutenzione (quali; *Acer campestre*, *Cercis siliquastrum*, *Fraxinus ornus*, *Platanus acerifolia*).

In prossimità del muro verso Via Buozzi, all'interno di aiuole, che in parte riprendono il tracciato di quelle esistenti, si prevede la messa a dimora di rampicanti e piccoli arbusti perenni per creare una "green wall" che mascheri il salto di quota.

Data l'esposizione favorevole è possibile scegliere gli arbusti realizzando una notevole diversificazione delle essenze, a favore di un discorso estetico e degli aspetti legati all'avifauna ed alla biodiversità.

Si genera così una copertura a verde del muro di delimitazione tra l'area parcheggio e la strada, costituita da essenze rampicanti sempreverdi (*Hedera Helix*) o con fogliame semipersistente (quali; *Lonicera japonica*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Trachelospermum jasminoides*) e da essenze arbustive sempreverdi per la copertura a terra (quali; *Berberis thunbergii*, *Cotoneaster horizontalis*, *Hypericum calycinum*, *Mahonia japonica*, *Skimmia japonica*).

Per quanto riguarda la sistemazione a verde della vasca più bassa (a quota 2.40 metri) è prevista la messa a dimora di arbusti tappezzanti sempreverdi (quali *Hedera Helix*) che, sopportando bene l'ombreggiamento, permettano la copertura vegetale durante tutto l'arco dell'anno.

In questo intervento il progetto del verde arriva anche all'interno della Torre, snodandosi come una rete; secondo i principi di biocompatibilità ambientale degli interni, le piante sono selezionate in relazione alle loro capacità "**Clean Air**".

Ricerche svolte da Toronto Botanical Garden e NASA dimostrano come alcune essenze abbiano la capacità di assorbire e rimuovere dall'aria sostanze inquinanti quali benzene, formaldeide, monossido di carbonio, trielina e xilene. L'impiego di circa dieci piante (quali; *Chlorophytum comosum*, *Dracaena deremensis*, *Ficus benjamina*, *Philodendron selloum*) ogni cento metri quadri può permettere di pulire l'aria in ambienti frequentati assiduamente.

## 2. ANALISI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA

### 2.1. Il Modello Geologico di Riferimento

Nel presente documento si ricostruisce e descrive, alla scala dell'*area di studio*, il MODELLO GEOLOGICO, facendo riferimento al quadro legislativo vigente (e.g.: art. C.6.2.1 Circ. M.I.T. n. 617/2009), che indica:

*“il Modello Geologico:*

1. *deve definire, con preciso riferimento al progetto:*
  - *i lineamenti morfologici della zona nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva,*
  - *la successione litostratigrafica locale, con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei lito-tipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità;*
2. *inoltre, deve illustrare i caratteri geo-strutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità;*
3. *deve fornire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea”.*

Sulla base del citato MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO è stato sviluppato, ad una scala di maggior dettaglio riferita all'*area di intervento*, il MODELLO GEOTECNICO, inserito nella Relazione Geotecnica Definitiva (luglio 2012) redatta dal Consulente, dove si descrive il programma delle indagini e delle prove geotecniche eseguite, e si fornisce la caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni indagati, nonché i valori caratteristici dei parametri geotecnica necessari per la scelta ed il dimensionamento delle fondazioni e la previsione dei cedimenti.

Per ciò che concerne pertanto gli aspetti relativi a:

- indagini effettuate (sondaggio geognostico a carotaggio continuo, prove geotecniche in foro di tipo S.P.T., prova di permeabilità Lefranc, prove penetrometriche dinamiche di tipo S.C.P.T.),
- caratterizzazione geotecnica,
- stime preliminari di capacità portante alle tensioni ammissibili ed analisi preliminare dei cedimenti,

si rimanda a quanto contenuto nella citata Relazione Geotecnica Definitiva, in cui viene fornito il MODELLO GEOTECNICO.

Per ciò che concerne le caratteristiche sismiche dell'*area di studio*:

- descrizione dell'indagine geofisica con metodologia MASW eseguita nell'*area* e dei risultati ottenuti,
- definizione della componente sismica (risposta sismica locale, 1° e 2° livello di

- approfondimento),
- parametri sismici di progetto (individuazione della pericolosità del sito, scelta della strategia di progettazione, determinazione dell'azione di progetto),
  - calcolo degli spettri di risposta e dell'accelerazione massima attesa in superficie,
- si rimanda a quanto contenuto nella corrispettiva Relazione Geologico Sismica del luglio 2012, redatta dal Consulente.

## 2.2. Quadro geologico e geomorfologico

Per quanto concerne gli aspetti geologici, il territorio in esame risulta costituito da depositi fluviali tardo-pleistocenici sabbiosi prevalenti, ascrivibili al cosiddetto "*Livello Fondamentale della Pianura*" (*Fascia della Bassa Pianura a meandri*, v. **Figura 4** in *Appendice*). Esso è talvolta definito anche come "*Piano Generale Terrazzato*" e rappresenta l'unità principale della pianura, formatasi per il continuo apporto detritico dei corsi d'acqua divaganti nella pianura stessa; le ultime fasi di aggradazione del Livello Fondamentale della Pianura sono attribuibili al tardiglaciale wurmiano. Più in dettaglio, le alluvioni tardo quaternarie del Livello Fondamentale della Pianura corrispondono a materiali sciolti di natura fluvioglaciale e fluviale, composti in prevalenza da sabbie, ghiaietto e limi argillosi, in alternanze o in corpi lenticolari di varia estensione e spessore; localmente vi si rinvencono anche banchi argillosi.

In Letteratura, per il settore di pianura in cui si colloca l'area di studio, sono state introdotte le seguenti formazioni:

I. depositi alluvionali attuali e recenti (Alluvium), comprendenti;

- ciottoli e ghiaie, ghiaie e sabbie
- sabbie e limi.

II. Depositi fluvioglaciali recenti, comprendenti:

- ghiaie e sabbie
- limi argillosi.

III. Terreni argillosi, riferibili a origini fluvioglaciali o lacustri.

Le indagini realizzate per altri studi (in situ e in laboratorio) hanno consentito di ottenere informazioni di maggior dettaglio sui caratteri litologici dei terreni presenti nell'area di studio ed hanno consentito di classificarli nelle seguenti classi litologiche (secondo la classificazione A.G.I.):

- 1) sabbia con limo argillosa,
- 2) sabbia limosa argillosa,
- 3) sabbia limosa debolmente argillosa,
- 4) sabbia limosa.

Tali classi litologiche sono coerenti con le stratigrafie dei pozzi, che evidenziano una litologia omogenea, caratterizzata prevalentemente da sabbie, con presenza di differenti percentuali di materiali più fini (limi e argille).

Ad ulteriore definizione dei caratteri litologici dell'area, classificata da ERSAF come "Area urbane e verde urbano", si riportano di seguito le unità che compaiono nelle vicinanze, che corrispondono alle seguenti:



- 11 - *Suoli molto profondi a substrato sabbioso, tessitura da media a moderatamente grossolana, subacidi in superficie, neutri in profondità, con TSB basso in superficie, medio in profondità, C.S.C. media in superficie, bassa in profondità, a drenaggio buono.*
- 14 - *Suoli profondi a substrato sabbioso, tessitura media in superficie, moderatamente grossolana in profondità, subacidi in superficie, neutri in profondità, TSB medio in superficie e basso in profondità, con CSC media in superficie, bassa in profondità, drenaggio buono.*
- 19 - *Suoli molto profondi, tessitura media in superficie, moderatamente grossolana in profondità, neutri in superficie, subalcalini in profondità, TSB medio in superficie, alto in profondità, CSC media in superficie, bassa in profondità, drenaggio mediocre.*

Per un'analisi della geomorfologia del territorio si è fatto ricorso alle fotografie aeree, in particolare alle foto aeree a colori, a scala 1:20.000 circa, eseguite dalla Compagnia Generale Riprese Aeree di Parma su commissione della Regione Lombardia. L'interpretazione di tali fotografie aeree permette il riconoscimento sia delle forme superficiali attualmente in evoluzione, sia delle forme ormai disattivate e testimoni di dinamiche geomorfologiche completamente differenti da quelle attualmente presenti nell'ambito padano. L'uso della foto-interpretazione rientra in ogni metodologia di studio approntata per aree di pianura; in particolare per lo studio di quest'area si è cercato quanto più possibile di adeguare la metodologia a quella proposta da Castiglioni et Al. (1986).

L'assetto geomorfologico attuale risente principalmente dell'azione delle dinamiche fluviali e fluvioglaciali, nonché del prolungato impatto antropico nel tempo. Le problematiche geomorfologiche maggiormente evidenti nell'area di studio sono legate al riconoscimento dei paleoalvei e delle forme di erosione in genere (soprattutto scarpate) e al loro rapporto spazio-temporale. Gli elementi che compaiono nel territorio sono riferibili alle tipiche forme geneticamente legate alle acque incanalate:

- orli di terrazzo di erosione fluviotorrentizia,
- paleoalvei.

L'osservazione geomorfologica ha permesso di riconoscere alcune forme caratteristiche dell'organizzazione territoriale, evidenziando come l'area in studio sia prevalentemente un paesaggio antropico più che naturale, dove riporti di terreno e livellamenti hanno in gran parte cancellato la morfologia naturale; le forme dovute all'azione antropica raggruppano le infrastrutture viarie, gli argini artificiali e le principali aree urbanizzate.

### 2.3. Quadro idrogeologico

Per quanto concerne il contesto idrogeologico, si sono analizzate le geometrie dei corpi acquiferi sulla base di dati stratigrafici e i caratteri delle falde sulla base di quelli piezometrici, al fine di verificare nell'area di studio la profondità della superficie piezometrica dell'acquifero superficiale.

Le possibilità di ricostruzione delle geometrie e delle litologie presenti nel sottosuolo si affida alla disponibilità di stratigrafie dei pozzi per acqua della zona; le stratigrafie della zona mettono in luce la successione dei depositi che si incontrano entro le profondità di interesse per l'approvvigionamento idrico, successione che viene schematicamente suddivisa in due litopone:

- la più superficiale è la *litozona ghiaioso-sabbiosa*, che comprende alternanze di terreni che vanno dalle ghiaie prevalenti alle argille subordinate; assume tuttavia una particolare rilevanza la presenza di alcuni livelli a litologia limoso-argillosa, la cui estensione laterale e la cui ubicazione al di sopra dei livelli utilizzati per approvvigionamento idrico conferisce a questi livelli una notevole importanza dal punto di vista della protezione delle risorse sotterranee; questi livelli, nell'area studiata, si incontrano tuttavia a profondità differenti e con spessore differente nelle varie perforazioni alle diverse quote ed in diverse posizioni;
- la seconda è la *litozona argilloso-sabbiosa*, che nel sottosuolo di questo settore del comprensorio lodigiano si incontra al di sotto di profondità che variano tra i 60 m ed i 120 m, in funzione dell'ubicazione, dell'assetto del substrato miopliocenico sottostante, nonché del criterio che si utilizza per individuare statisticamente tale limite. Tale litozona è caratterizzata da depositi argilloso-limosi, con rari livelli sabbiosi o ghiaiosi; gli acquiferi che vi si trovano sono di tipo artesiani. A questa litozona si è rivolto, solo negli ultimi decenni, l'acquedotto civico di Lodi (es. pozzi di v.le Europa e via Dante).

L'area di studio è caratterizzata prevalentemente da bassa vulnerabilità, dovuta sia alla soggiacenza della falda, sia allo strato superficiale, potente da 2.5 a 6 m, poco permeabile (Livello Fondamentale della Pianura).

I caratteri idraulici dei terreni nel sottosuolo determinano il ruolo che i diversi corpi sepolti giocano all'interno dei meccanismi di circolazione sotterranea, di alimentazione delle falde idriche in senso verticale ed orizzontale, di possibilità di contaminazione delle stesse da parte di prodotti derivanti dai diversi tipi di attività antropica. Per valutare le caratteristiche idrauliche si fa generalmente riferimento ai parametri permeabilità, conducibilità idraulica, trasmissività e porosità. Questi parametri possono essere ricavati da misure dirette in sito, da misure dirette in laboratorio, od indirettamente da indagini di tipo geofisico, da prove effettuate nel

corso di sondaggi geognostici, o da informazioni di tipo litologico. Nell'area studiata non sono mai state effettuate misure dirette in sito, quali prove di emungimento sui pozzi, venendo in tal modo a mancare un riferimento sicuro.

Una prima indicazione sulle caratteristiche idrauliche del sottosuolo può essere ricavata elaborando in due modi i dati a disposizione di tipo litologico e quelli idraulici relativi alle prove di collaudo effettuate sui pozzi all'epoca della costruzione. Si ottiene dapprima la distribuzione della percentuale di argilla contenuta nell'orizzonte insaturo: questa caratteristica può essere ragionevolmente utilizzata per valutare il grado di protezione delle risorse nei confronti di eventuali inquinanti provenienti dalla superficie. Nell'orizzonte insaturo i terreni mostrano percentuali di argilla maggiori nel settore occidentale e in quello sud orientale. Dopo queste prime considerazioni sulla distribuzione della frazione fine nell'insaturo, si calcola la portata specifica dei pozzi, che dimensionalmente corrisponde al rapporto tra portata emunta durante il collaudo e corrispondente abbassamento del livello statico in tal modo causato. Da questa grandezza è possibile calcolare valori di trasmissività e quindi di permeabilità, ma in mancanza di valori misurati sperimentalmente con metodi diretti le informazioni in tal modo ricavabili hanno valore relativo, nel senso che descrivono la variabilità dei parametri, ma non in modo affidabile i loro valori assoluti.

La distribuzione della portata specifica individuata è comunque abbastanza omogenea: i valori calcolati per i pozzi della zona sono sistematicamente compresi tra valori di 5 e 10 l/sec/m. Tali valori, che vanno considerati medio-bassi, possono rendere comunque conto della velocità del flusso sotterraneo, e in tal modo essere considerati proporzionali sia alla potenzialità dell'acquifero, sia, in senso negativo, all'attitudine dell'acquifero a trasmettere contaminazioni. Tali valori vanno considerati relativi all'acquifero più superficiale.

In *Appendice* si riportano due sezioni idrogeologiche del sottosuolo (*Figure 6-7*), dirette rispettivamente NW-SE e NE-SW, e le relative ubicazioni (*Figura 8*).

## 2.4. Piezometria e vulnerabilità degli acquiferi

Sulla base dei dati raccolti e delle ricostruzioni effettuate, possono essere ottenute indicazioni relative a tre parametri, ciascuno dei quali può essere classificato in funzione del ruolo a favore della vulnerabilità o della protezione:

1. il livello di falda riportato per isolinee nella carta idrogeologica può essere elaborato e tradotto, rispetto al p.c., in soggiacenza, che rappresenta la distanza che una qualunque forma di inquinamento proveniente dalla superficie deve percorrere per raggiungere la falda; ai valori maggiori di soggiacenza corrisponde dunque una vulnerabilità minore e viceversa;
2. le caratteristiche litologiche dei terreni superficiali, espresse in termini di permeabilità, definiscono le possibilità di infiltrazione da parte delle acque superficiali o di precipitazione; ad una maggior possibilità di infiltrazione corrisponde una maggior probabilità di inquinamento delle acque sotterranee, se si considera la frazione infiltrata come agente di trasporto del contaminante; in prima approssimazione non si considera in questo caso il possibile effetto di diluizione;
3. é importante inoltre il ruolo giocato dalla porzione intermedia insatura del sottosuolo, quella tra la superficie topografica e quella freatica, sulla base del contenuto percentuale di argille; la presenza di lenti argillose impermeabili dovrebbe rappresentare un elemento di protezione della falda ad esse sottoposta; a maggiori percentuali di argilla dovrebbe corrispondere quindi un maggior grado di protezione delle risorse sotterranee.

Il significato e quindi l'utilizzo di una ricostruzione di questo genere é evidente nel momento in cui si vogliono definire le attitudini ad utilizzi differenti per l'area di studio o si vogliono valutare i possibili impatti, e quindi le possibili opere di mitigazione degli stessi, di un'attività la cui ubicazione sia preesistente od imposta da ragioni estranee a considerazioni sul sistema naturale.

La piezometria dell'area si inserisce nel quadro idrogeologico regionale, caratterizzato dalla presenza di una falda freatica contenuta nella prima litozona, il cui flusso é diretto da nord-ovest verso sud-est e localmente dalle quote topograficamente più elevate verso la valle del Po. Ad una scala regionale, in corrispondenza dell'area studiata, si osserva una inflessione molto marcata ed estesa delle linee isofreatiche, in conseguenza della quale la direzione del flusso idrico sotterraneo diventa localmente verso sud; tale tendenza é confermata da ricostruzioni effettuate in diversi periodi e da diverse fonti.

I diagrammi freatimetrici relativi ai livelli di falda registrati in alcuni piezometri ubicati nell'area studiata o nei suoi dintorni consentono di effettuare valutazioni

relative all'andamento della falda idrica principale, quella cioè dotata di una sufficiente continuità a scala intercomunale. Le suddette osservazioni hanno consentito di verificare quanto già ipotizzabile sulla base delle conoscenze regionali, ovvero:

- il flusso sotterraneo non subisce variazioni importanti nell'arco dell'anno;
- le oscillazioni piezometriche variano di entità da nord verso sud, ove non superano mai il metro, e sono caratterizzate in minor misura dalla tipica stagionalità che si riscontra più a settentrione;
- la profondità della falda principale dal piano campagna varia essenzialmente in funzione delle caratteristiche morfologiche superficiali.

Nell'area di intervento la soggiacenza misurata (profondità effettiva della falda dal p.c.), è pari a circa 2 - 3 m dal p.c.; l'area di intervento (v. **Figura 5** in *Appendice*), posta alla quota di ca. 76 m s.l.m., è compresa tra le curve isopiezometriche 73 e 74 m. La profondità della falda, come è noto, non è costante nel tempo, ma soggetta ad oscillazioni di breve, medio e lungo periodo (giornaliere, stagionali o intrannuali, annuali o interannuali); i livelli di falda si abbassano normalmente in primavera (aumenta cioè la soggiacenza ossia la distanza da p.c.), per risalire poi, in funzione delle irrigazioni di primavera-estate e delle precipitazioni estive, raggiungendo la minima soggiacenza nei mesi di settembre-ottobre; valori di soggiacenza massimi si registrano invece al termine dell'inverno (febbraio-marzo).

La vulnerabilità dell'acquifero è un parametro dipendente dalle caratteristiche intrinseche del territorio (acclività della topografia, soggiacenza della falda, permeabilità, ecc); per quanto attiene la capacità protettiva delle acque sotterranee, si intende fornire informazioni circa l'attitudine che i suoli hanno di fungere da barriera naturale nei confronti di potenziali inquinanti idrosolubili rispetto il primo acquifero, ovvero di agire da filtro e da tampone nei confronti degli inquinanti trasportati dalle acque di infiltrazione verso la falda freatica (fonte ERSAL). Occorre precisare che, poiché vengono prese in esame esclusivamente proprietà intrinseche dei suoli, non si esaurisce di per sé il concetto di vulnerabilità, in quanto non vengono considerati parametri idrogeologici degli acquiferi. L'attribuzione alle varie classi di capacità protettiva deriva essenzialmente, secondo le valutazioni ERSAL, dai seguenti parametri :

- permeabilità, secondo la metodologia Soil Survey Manual;
- falda, considerandone il limite superiore di oscillazione;
- classe granulometrica (fine loamy), che condiziona la permeabilità e il drenaggio del suolo e quindi la velocità di percolazione in profondità degli inquinanti;
- ph e C.S.C. (Capacità di Scambio Cationico), che condizionano la mobilità degli elementi; la mobilità dei metalli cresce in genere al calare del ph, mentre

l'alta capacità di scambio cationico aumenta la possibilità di immobilizzare gli inquinanti.

La discreta permeabilità dei suoli presenti, unitamente alla superficialità della falda idrica, rende l'area abbastanza vulnerabile all'azione contaminante sia di carattere agricolo-zootecnico che di carattere antropico. I suoli presenti all'interno dell'area esaminata hanno una capacità protettiva delle acque sotterranee classificata come "moderata"; la vulnerabilità dell'acquifero risulta "elevata" e il grado di protezione della falda compromesso, in quanto il livello piezometrico è piuttosto vicino alla superficie.

Ulteriori informazioni di carattere idrogeologico sono contenute nelle già citate Relazione Geotecnica Definitiva e Relazione Idrogeologica.

### 3. CONCLUSIONI

#### 3.1. Sintesi

Nell'ambito degli interventi di manutenzione straordinaria assoggettati a Permesso di Costruire Convenzionato in Variante al P.G.T. vigente, a carico della Torre Uffici attualmente esistente in via Achille Grandi n. 6 a Lodi, la scrivente Società ECOTER CPA S.r.l., su incarico della Società ZUCCHETTI S.p.A., ha provveduto alla redazione della presente Relazione Geologica, inerente i terreni interessati dai futuri interventi.

La presente relazione, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, è stata redatta nel rispetto degli indirizzi forniti dalle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e la redazione della relazione geologica, laddove esse precisano che *“la relazione geologica ha lo scopo precipuo di fornire il quadro di riferimento progettuale attraverso la rappresentazione della situazione naturale dei luoghi, illustrando le condizioni morfologiche, litostratigrafiche ed idrogeologiche delle zone interessate, al fine di interpretare l'assetto del territorio in relazione alla sua origine e costituzione geologica, alla sua evoluzione strutturale e geomorfologica”*.

Il contenuto della presente relazione corrisponde a quanto concordato con il Committente in termini di assistenza geologica e valutazione di fattibilità dell'intervento in progetto; le caratteristiche del territorio cui si farà riferimento sono quelle relative a suolo e sottosuolo, ossia geomorfologiche e litostratigrafiche, nonché idrogeologiche, con informazioni circa:

- lineamenti geomorfologici e geologici della zona ed idrografia superficiale;
- caratteristiche idrogeologiche, piezometria e geometria degli acquiferi presenti;
- caratteristiche delle falde individuate e soggiacenza prevista nell'area di intervento;
- grado di protezione naturale degli acquiferi dalle possibili infiltrazioni di inquinanti.

Non risultano essere state effettuate indagini geologiche di alcun tipo in precedenza nell'area di intervento.

Nel presente documento si ricostruisce e descrive, alla scala dell'*area di studio*, il MODELLO GEOLOGICO, facendo riferimento al quadro legislativo vigente (e.g.: art. C.6.2.1 Circ. M.I.T. n. 617/2009), che indica:

*“il Modello Geologico:*

1. *deve definire, con preciso riferimento al progetto:*

- *i lineamenti morfologici della zona nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva,*
  - *la successione litostratigrafica locale, con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei lito-tipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità;*
2. *inoltre, deve illustrare i caratteri geo-strutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità;*
  3. *deve fornire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea”.*

Sulla base del citato MODELLO GEOLOGICO è stato sviluppato, ad una scala adeguata di maggior dettaglio riferita quindi all'*area di intervento*, il MODELLO GEOTECNICO, inserito nella Relazione Geotecnica Definitiva (luglio 2012) redatta dal Consulente, dove si descrive il programma delle indagini e delle prove geotecniche eseguite, e si fornisce la caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni indagati, nonché i valori caratteristici dei parametri geotecnici e le stime preliminari di capacità portante alle tensioni ammissibili e dei cedimenti.



### 3.2. Valutazioni

Relativamente alla necessità di ricostruzione del MODELLO GEOLOGICO, facendo riferimento al quadro legislativo vigente, alla luce delle analisi e delle ricostruzioni effettuate ed illustrate nei capitoli precedenti, emerge quanto segue:

- per quanto concerne gli **aspetti geologici**, il territorio in esame risulta costituito da depositi fluviali tardo-pleistocenici sabbiosi prevalenti, ascrivibili al cosiddetto "Livello Fondamentale della Pianura" (Fascia della Bassa Pianura a meandri);
- per quanto concerne gli **aspetti litologici**, le stratigrafie dei pozzi evidenziano una litologia omogenea, caratterizzata prevalentemente da sabbie, con presenza di differenti percentuali di materiali più fini (limi e argille);
- per quanto concerne gli **aspetti pedologici**, alla scala dell'area di studio si riconoscono suoli da molto profondi a profondi, a substrato sabbioso, tessitura da media in superficie a moderatamente grossolana in profondità, subacidi o neutri in superficie, neutri o subalcalini in profondità, con TSB medio-basso in superficie e variabile in profondità, C.S.C. media in superficie e bassa in profondità, a drenaggio variabile da buono a mediocre;
- per quanto concerne gli **aspetti geomorfologici**, gli elementi che compaiono nel territorio sono riferibili alle tipiche forme geneticamente legate alle acque incanalate, ovvero orli di terrazzo di erosione fluviotorrentizia e paleoalvei; l'area in studio è prevalentemente un paesaggio antropico più che naturale, dove riporti di terreno e livellamenti hanno in gran parte cancellato la morfologia naturale; le forme dovute all'azione antropica raggruppano le infrastrutture viarie, gli argini artificiali e le principali aree urbanizzate;
- per quanto concerne gli **aspetti idrogeologici**, l'area di studio è caratterizzata prevalentemente da bassa vulnerabilità, dovuta sia alla soggiacenza della falda (pari a circa 2 - 3 m dal p.c.), sia allo strato superficiale, potente da 2.5 a 6 m e poco permeabile; l'area di intervento, posta alla quota di ca. 76 m s.l.m., è compresa tra le curve isopiezometriche 73 e 74 m; i suoli presenti all'interno dell'area esaminata hanno una capacità protettiva delle acque sotterranee classificata come "moderata"; la vulnerabilità dell'acquifero risulta "elevata" e il grado di protezione della falda compromesso, in quanto il livello piezometrico è piuttosto vicino alla superficie;

- per quanto concerne gli **aspetti idraulici**, nell'area di studio, coincidente con il Livello Fondamentale della pianura, i depositi sono caratterizzati da permeabilità medio-bassa nei primi metri ( $10^{-8} < k < 10^{-6}$  - sabbie medio-fini, limi e argille) e da permeabilità medio elevate in profondità; il drenaggio può essere localmente difficoltoso per l'azione congiunta di depositi fini e di suoli profondi.

Nei precedenti paragrafi della presente relazione sono inseriti gli ulteriori dettagli relativi a quanto sopra indicato.

### **3.3. Prescrizioni**

Come indicato in precedenza, la presente relazione ha analizzato gli aspetti geologici, geotecnici, idrogeologici e sismici, nel rispetto di quanto indicato dalla normativa vigente, in particolare dei contenuti del D.M. 14/01/2008 per ciò che concerne le Norme Tecniche sulle Costruzioni, e delle citate L.R. 12/05 e D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 per ciò che concerne quanto connesso alla pianificazione urbanistica, giungendo ad identificare un Modello Geologico di Riferimento, sulla base del quale è stato definito anche il Modello Geotecnico di cui alla Relazione Geotecnica Definitiva.

Per quanto sopra si ritiene che le problematiche di carattere geologico siano state valutate in forma completa e definitiva, mentre per ciò che concerne quelle geotecniche, quelle idrogeologiche, inerenti sia gli aspetti strutturali, che quelli connessi alla realizzazione dei pozzi geotermici, ed infine quelle sismiche, si rimanda alla singole relazioni specialistiche già citate nel testo, nelle quali compaiono specifiche valutazioni, prescrizioni e raccomandazioni.



ECOTER CPA S.r.l.  
Via Selvagreca, 14H – 26900 Lodi  
tel.: 0371/427203 (r.a.) – fax: 0371/50281  
e-mail: ecoter@ecotercpa.it – web: www.ecotercpa.it

GEORISORSE • AMBIENTE • TERRITORIO

*Progetto:*

**TORRE UFFICI IN VIA A. GRANDI 6,  
LODI: PERMESSO DI COSTRUIRE  
CONVENZIONATO IN VARIANTE AL PGT  
VIGENTE**

*Attività:*

**INDAGINI E STUDI SULLA  
COMPONENTE GEOLOGICA**

*Committente:*

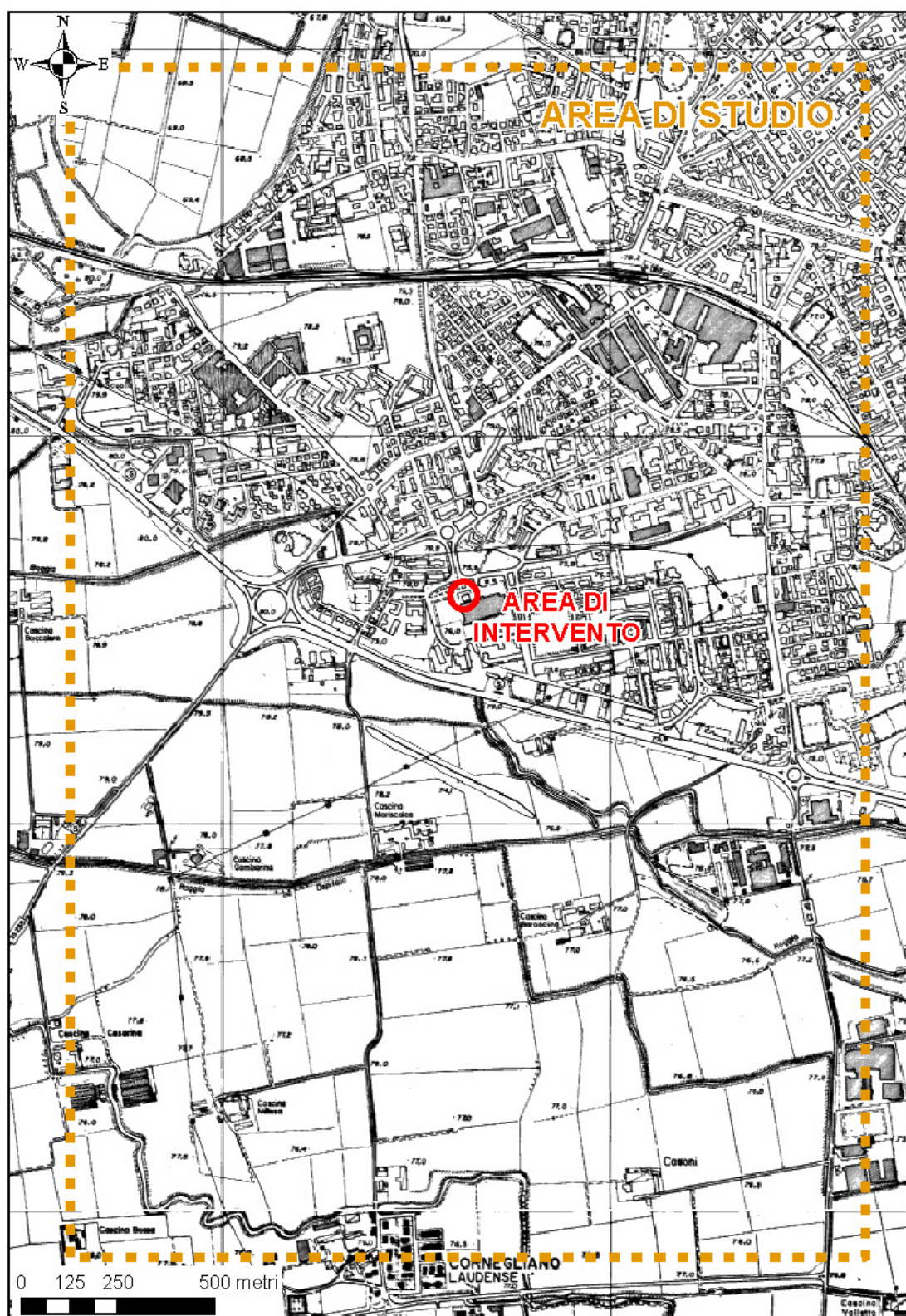
**ZUCCHETTI S.P.A.**

*Contenuti:*

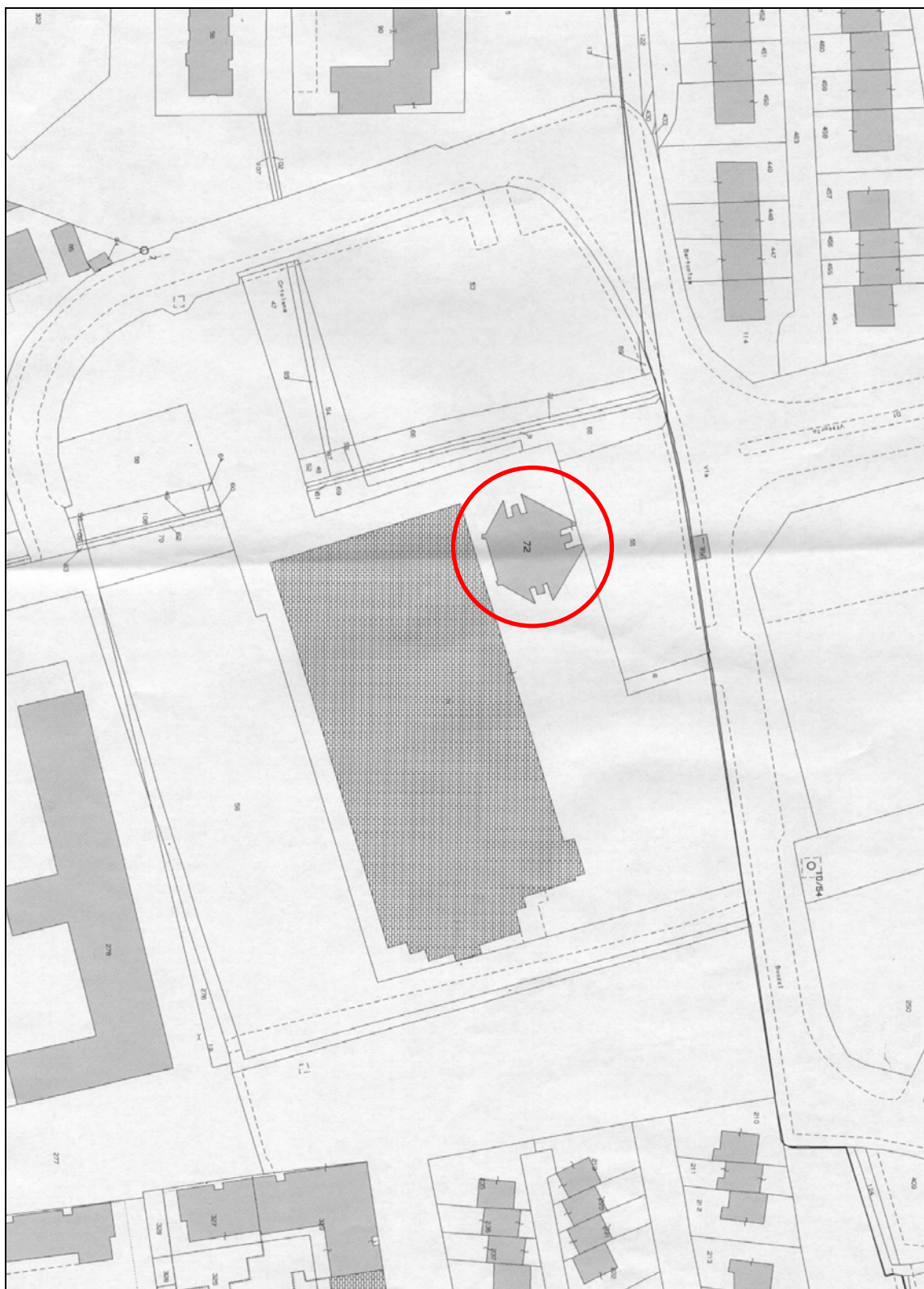
**RELAZIONE GEOLOGICA – APPENDICE 1:  
FIGURE FUORI TESTO**

*Rif. e data:*

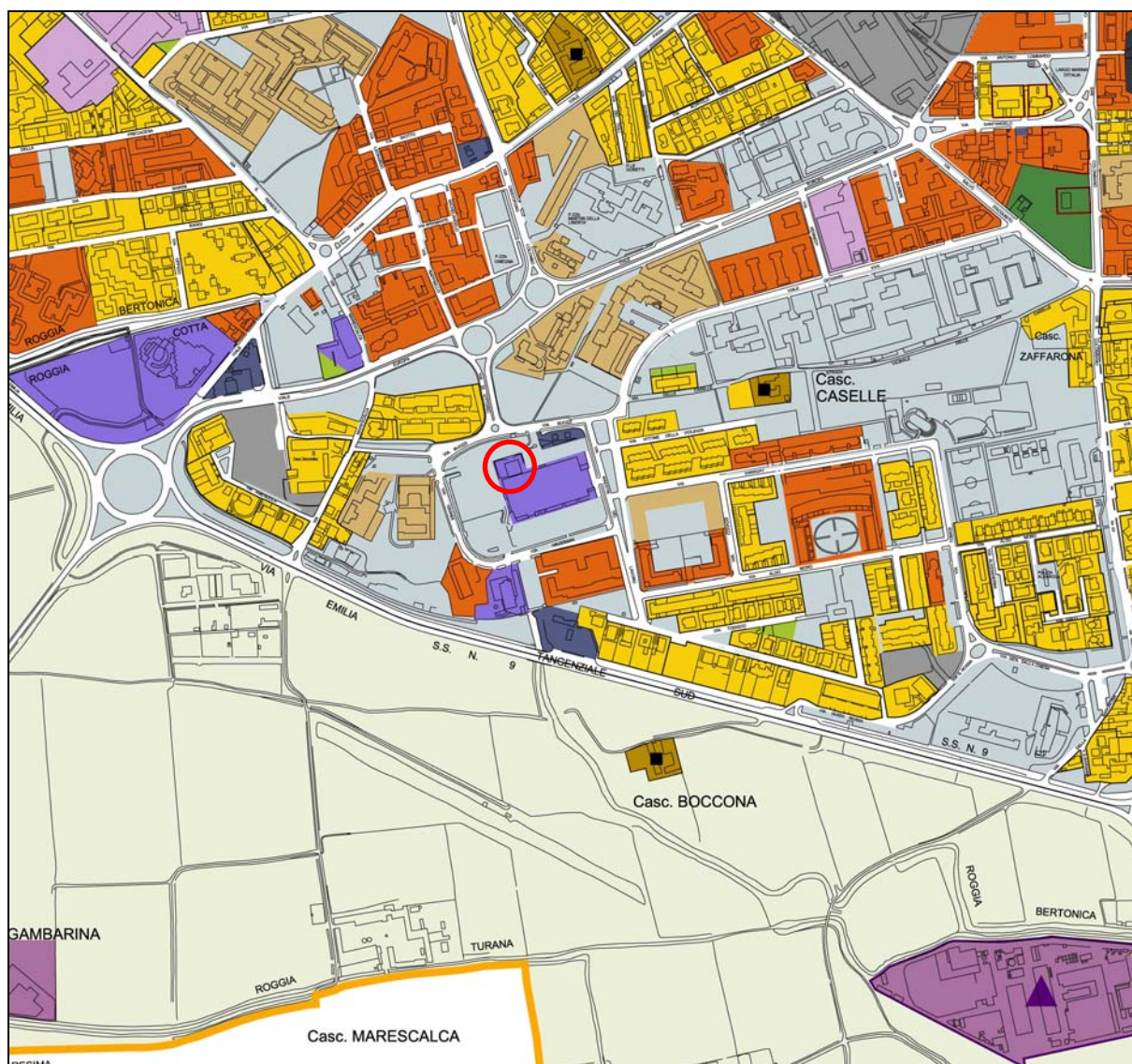
**TU2/508/12 – LUGLIO 2012**



















**Figura 1** – Corografia: area di studio e area di intervento (su base CTR).



**Figura 2** – Estratto di planimetria catastale, foglio 55 particella 72.

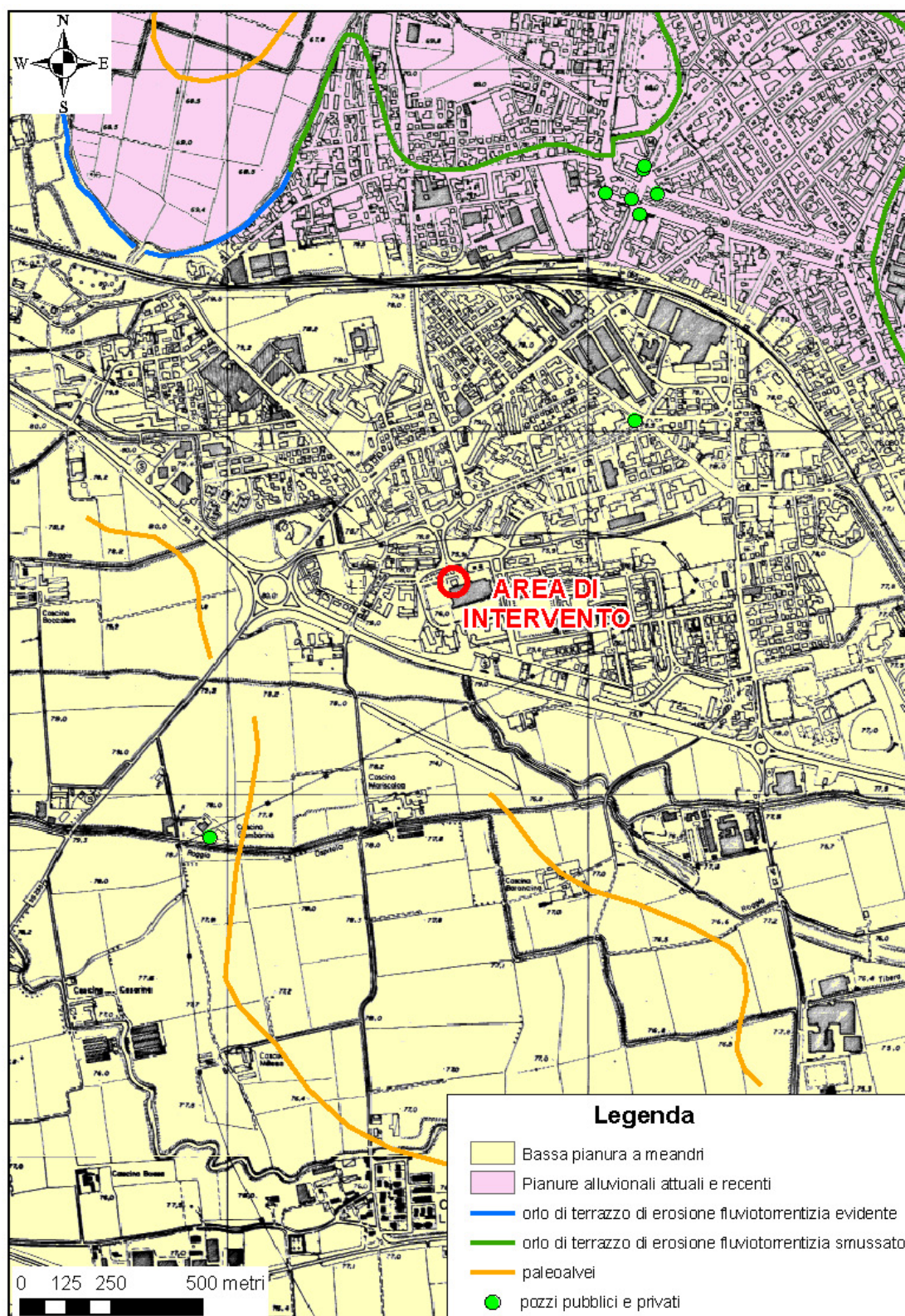


**Figura 3a** – P.G.T. di Lodi Piano delle Regole: estratto Tavola delle Regole Variante 1, elaborato PdR 7b, novembre 2011 (v. Legenda alla *Figura 3b* seguente).

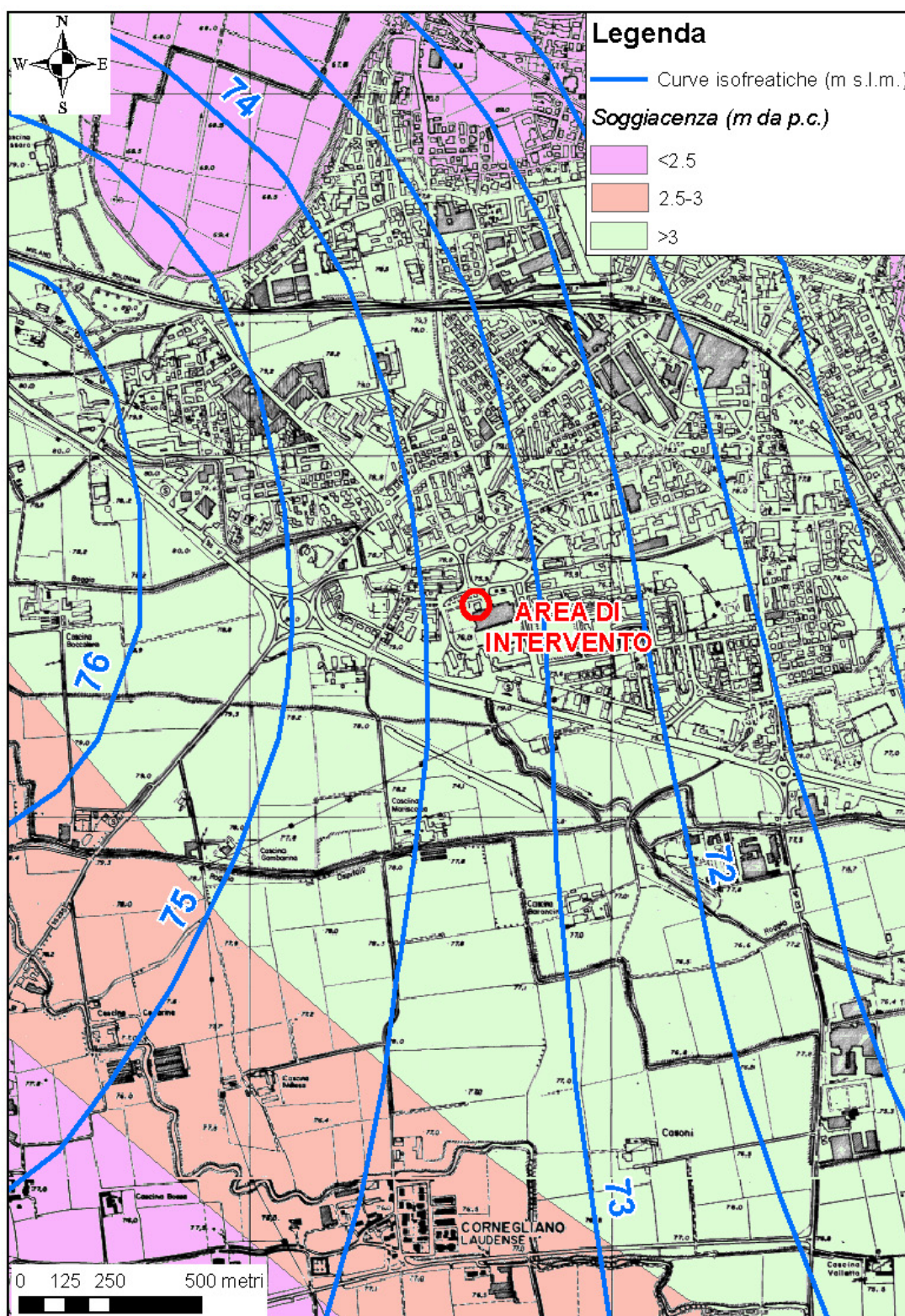
| <b>Ambiti urbani consolidati</b>  |  |
|---|--|
|    | <b>Tessuto aperto ad edifici isolati su lotto a bassa densità - Art. 32</b><br>caratterizzato da prevalente destinazione residenziale a bassa densità, con una lottizzazione basata su edifici singoli (villette mono-bifamiliari) isolati su lotto, di altezza variabile tra 1-3 piani, con una discreta dotazione di verde privato.  |
|    | <b>Tessuto semi-aperto a medio-alta densità - Art. 33</b><br>caratterizzato da edifici in linea o a torre arretrati rispetto al filo stradale, anche se è possibile registrare la presenza di limitate porzioni caratterizzate da edifici in linea o a corte con fronte continuo su strada; le altezze uguali o superiori a 4 piani fuori terra. La destinazione prevalente è quella residenziale, con attività commerciali e di servizio di piccole dimensioni al piede degli edifici; la dotazione di verde privato risulta buona. |
|    | <b>Tessuto a impianto unitario PEEP - Art. 34</b><br>caratterizzato dalla progettazione unitaria dei comparti derivanti da PEEP, che presentano un disegno urbanistico generale omogeneo e autonomo rispetto all'intorno. Gli edifici, a prevalente destinazione residenziale, in linea o aggregati a corte e arretrati rispetto al filo stradale, presentano altezze uguali o superiori a 4 piani fuori terra. La dotazione di verde pertinenziale risulta discreta e mediamente superiore rispetto agli altri tessuti urbani.      |
|    | <b>Area convenzionata (ai sensi dell'art. 45 delle norme del PRG) - Art. 31</b>  |
|    | <b>Tessuto per attività terziarie-commerciali-ricettive - Art. 39</b><br>caratterizzato da discontinuità morfologiche e tipologiche derivanti dai diversi utilizzi ed epoca di insediamento, generalmente collocate nelle aree periferiche e a ridosso delle infrastrutture di comunicazione viaria.   |
|    | <b>Tessuto per attività produttive interne al tessuto urbano - Art. 40</b><br>caratterizzato dalla presenza di capannoni di piccole-medie dimensioni destinati all'attività produttiva e/o artigianale, insediati nei lotti liberi del tessuto residenziale urbano; la presenza di aree permeabili e verdi si presenta scarsa o inesistente. L'insediamento, generalmente, non risulta direttamente connesso alle principali infrastrutture di trasporto.  |
|  | <b>Tessuto polifunzionale dell'ex lanificio - Art. 41</b><br>caratterizzato dalla presenza di manufatti di interesse tipologico-testimoniale, destinati prevalentemente ad attività, localizzato al margine del tessuto storico.   |
|  | <b>Tessuto per attività produttive - Art. 42</b><br>caratterizzato dalla presenza di capannoni di medie e grandi dimensioni destinati all'attività produttiva e/o artigianale, insediati all'esterno dell'area urbanizzata e generalmente connessi alle principali infrastrutture di trasporto. La presenza di aree permeabili e verdi si presenta scarsa o inesistente.   |
|  | <b>Attività produttive a Rischio di Incidente Rilevante - Art. 43</b>  |
|  | <b>Verde privato di pregio - Art. 35</b><br>aree a verde di interesse storico ambientale   |
|  | <b>Verde privato - Art. 36</b>   |
|  | <b>Margini urbani e morfologici - Art. 31</b>  |
|  | <b>Ambiti di ridefinizione delle frazioni - Art. 48</b>  |
|  | <b>Impianti di distribuzione del carburante - Art. 24</b>  |
| <b>Città pubblica esistente e/o prevista - disciplinata da Piano dei Servizi</b>    |  |
|  | <b>Aree a servizi pubblici e/o ad uso pubblico - Art. 25 e PdS</b><br>servizi di interesse locale, sovralocale, attrezzature tecnologiche, verde sportivo, aree per la viabilità   |
|  | <b>Zona per impianti ferroviari - Art. 45</b>  |

**Figura 3b** – LEGENDA Tavola delle Regole Variante 1, novembre 2011  
(v. estratto elaborato PdR 7b alla *Figura 3a* precedente).

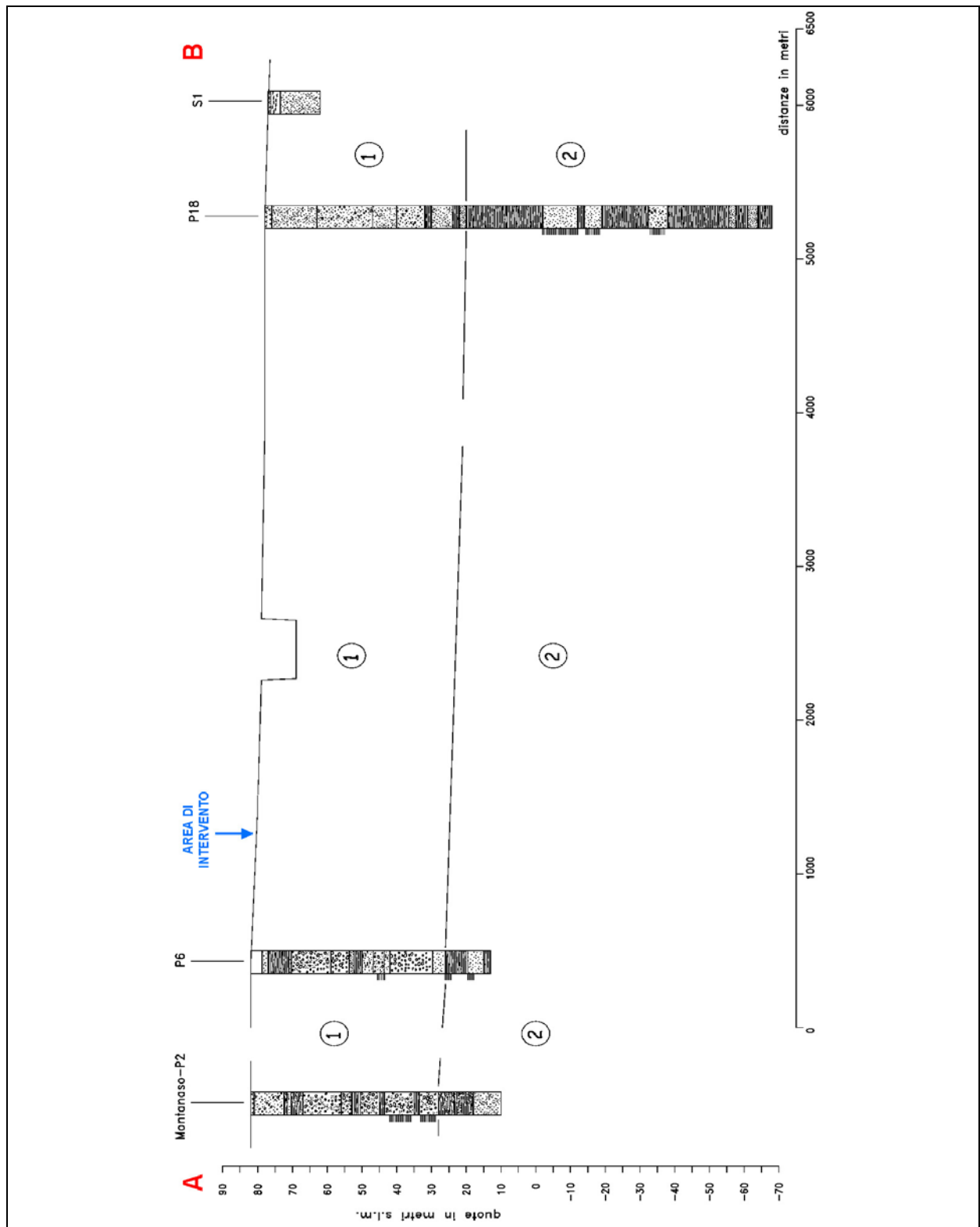




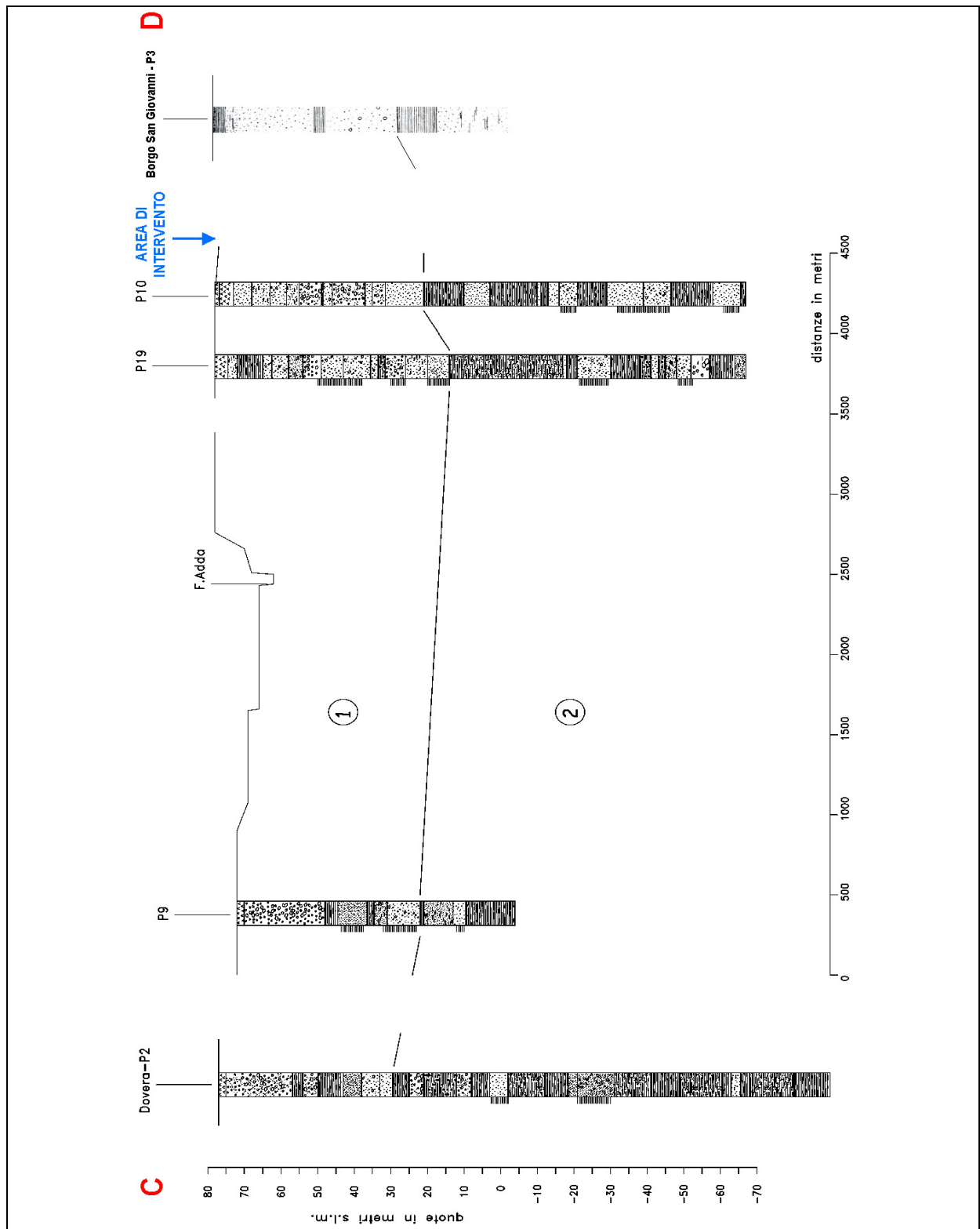
**Figura 4 - Inquadramento geologico e geomorfologico.**



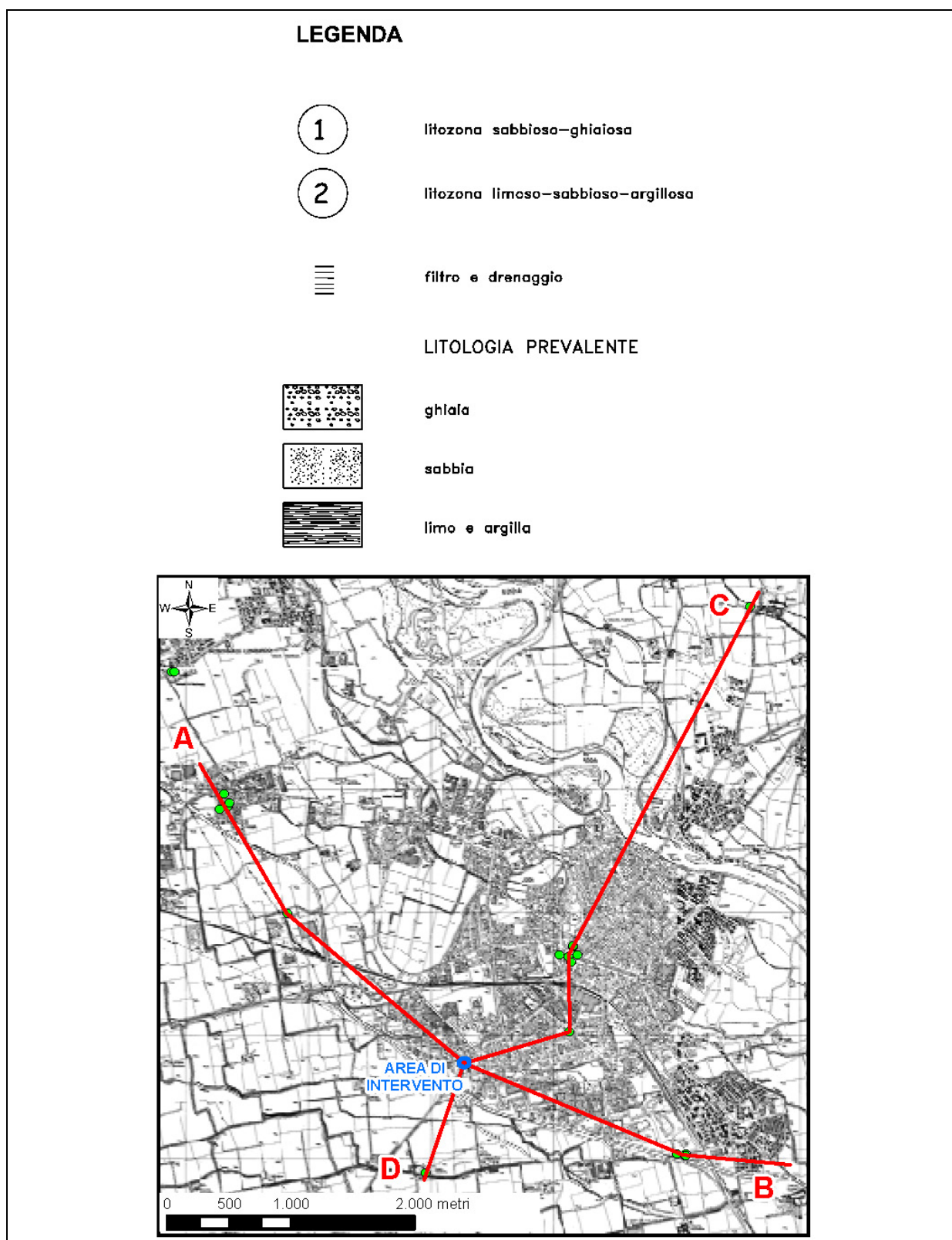
**Figura 5** - Inquadramento idrogeologico: soggiacenza e piezometria della falda freatica  
 (Da: *Geoportale della Provincia di Lodi, derivato a sua volta dalla Base Dati CT10 della Lombardia*).



**Figura 6** – Sezione idrogeologica nord ovest – sud est (v. legenda in Figura 6).



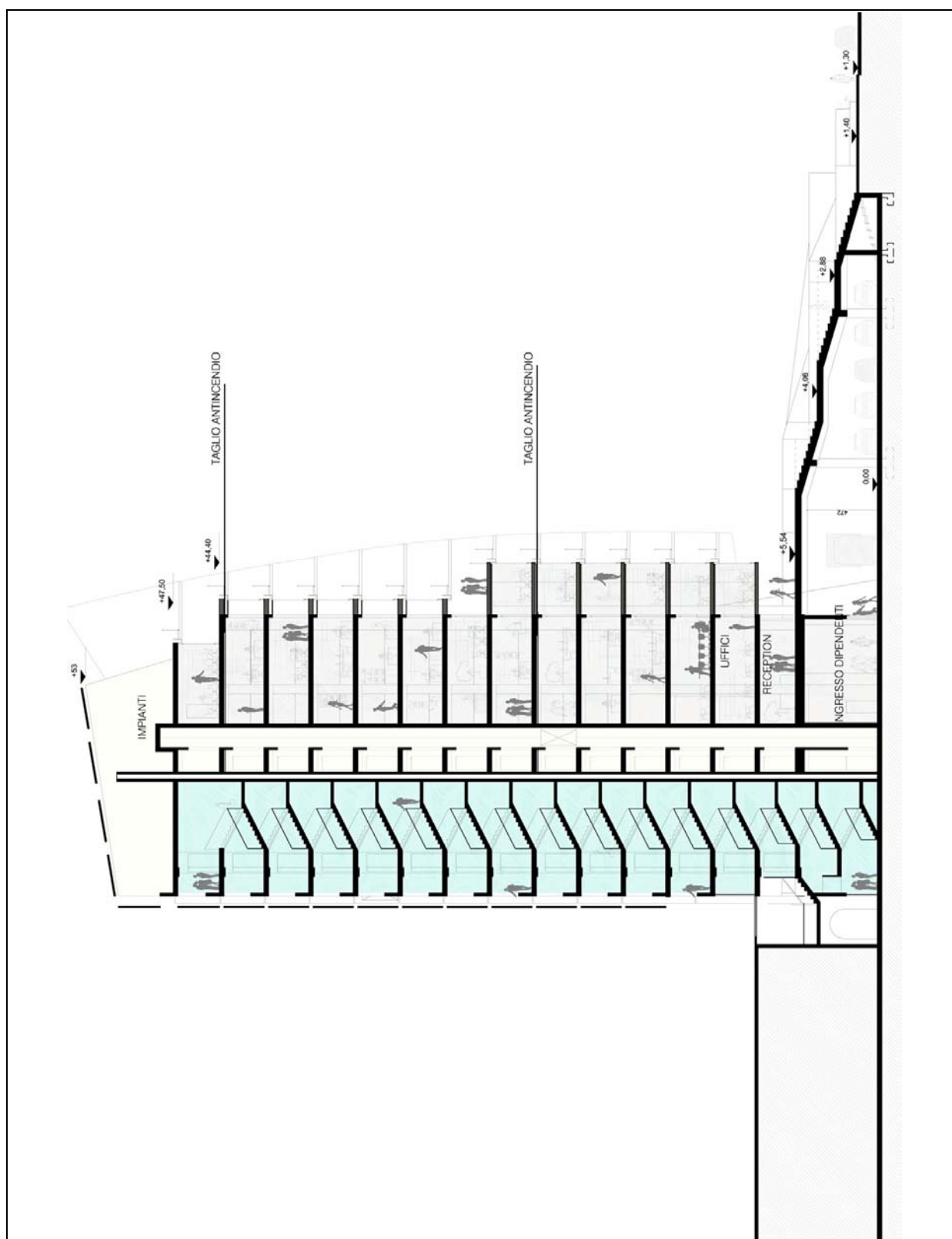
**Figura 7** – Sezione idrogeologica nord est – sud ovest (v. legenda in Figura 6).



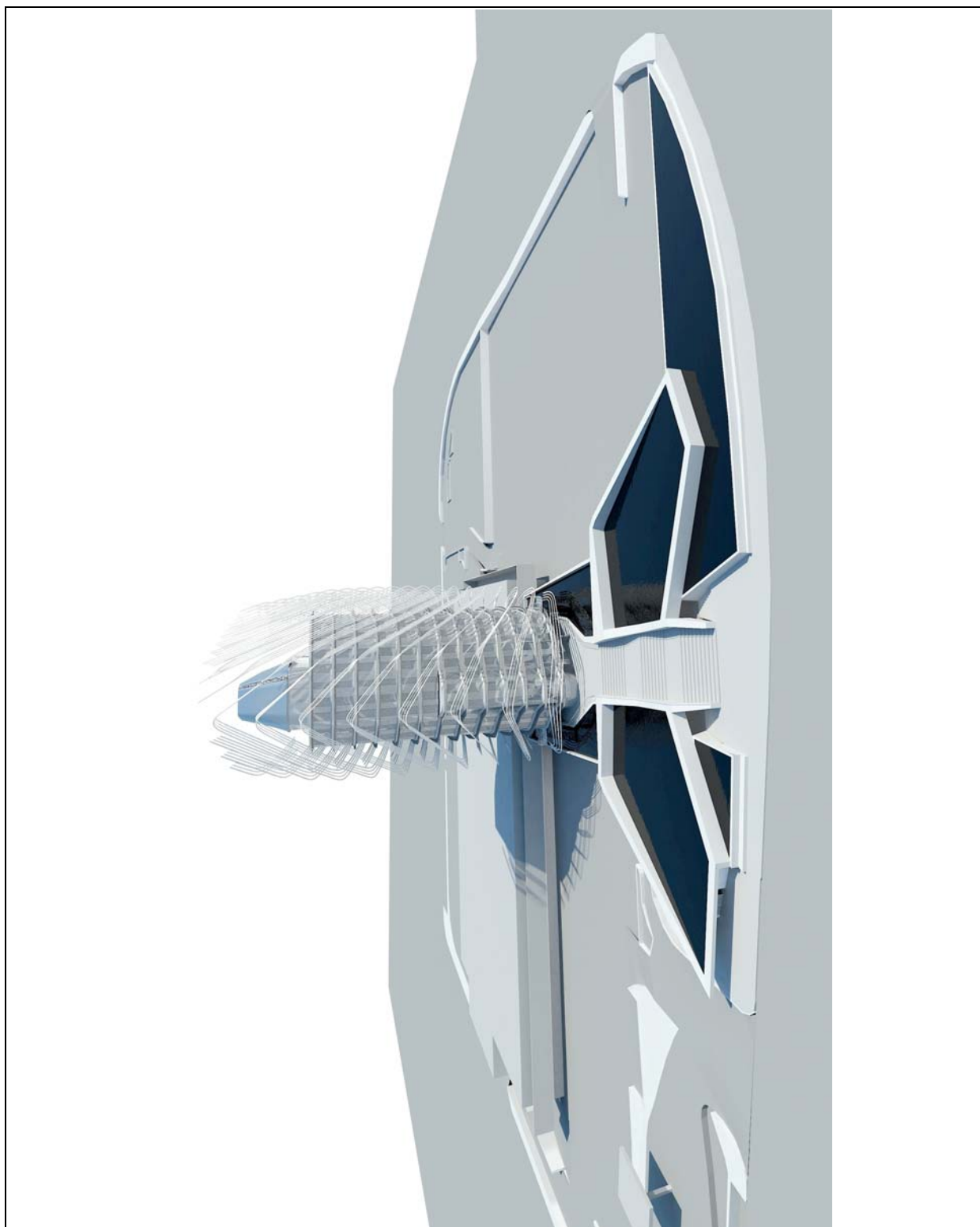
**Figura 8 – Sezioni idrogeologiche: legenda e ubicazione.**



**Figura 9** – Torre Uffici: stato di fatto – lato ovest



**Figura 10** – Quadro progettuale: prospetto.



**Figura 11** – Quadro progettuale: rendering.