

Dr. Geol. Luca Fontana

Via San Rocco, 715 – 21050 Castelseprio (VA)

Tel. 347 98 10 516 - Fax 0331 82 05 84

Email geolucfontana@gmail.com

Riferimento:

LF2019 RelGeo_ColognoAC15_20190314 (Aggiornamento)

Committente:

CASA IN COOP a.r.l.
Via Carducci 11
Cologno Monzese (MI)

Cantiere:

AMBITO DI COMPLETAMENTO A.C. 15
VIALE LOMBARDIA
COLOGNO MONZESE (MI)

MAPPALI N. 4-6-7-8-9-293-294, FOGLIO 13

Lavoro:

PIANO ATTUATIVO DELL'AMBITO DI COMPLETAMENTO
A.C. 15 – PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN
COMPLESSO RESIDENZIALE

Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA
ai sensi della D.G.R. IX/2616/2011

Data:

MARZO 2019

Dr. Geol. Luca Fontana
Albo Geologi Lombardia n. 1310



INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. INQUADRAMENTO URBANISTICO	7
4. RACCOLTA E ORGANIZZAZIONE DEI DATI ESISTENTI: TERRITORIALI, AMMINISTRATIVI, URBANISTICI, AMBIENTALI	8
5. DETERMINAZIONE PERICOLOSITA' E PARAMETRAZIONE SISMICA DEL SITO INDAGATO	32
5.1. Pericolosità sismica del sito	32
5.2. Stratigrafia di progettazione con prestazioni dell'opera attese	34
5.3. Stratigrafia di progettazione con prestazioni dell'opera attese	34
5.3.1 <i>Indagine Sismica – Metodologia Masw</i>	35
<i>Metodologia di indagine</i>	35
<i>Analisi multicanale delle onde superficiali</i>	36
<i>Strumentazione</i>	38
<i>Vantaggi della registrazione multicanale</i>	39
<i>Descrizione generale della procedura MASW</i>	40
<i>Risultati</i> 40	
<i>Interpretazione</i>	41
6. RECEPIMENTO DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	46
7. CONSIDERAZIONI FINALI	47

Allegati

1. *Report indagine sismica MASW*
2. *Studio di Compatibilità idraulica ai sensi della DGR n.X/6738/2017 di Regione Lombardia di un'area sita in Comune di Cologno Monzeseove è previstoil Piano Attuativo ambito AC15 a firma del Dott. Ing. Riccardo Telò, luglio 2018.*

1. PREMESSA

La presente relazione geologica costituisce la sintesi delle indagini effettuate dallo scrivente presso l'ambito denominato A.C. 15 – Ambito di Completamento del tessuto residenziale, sito nel territorio della Città di Cologno Monzese, in viale Lombardia s.n.c., ed esteso per una superficie pari a 12.875 m².

Gli studi illustrati sono stati condotti ai sensi della nuova normativa sismica della Regione Lombardia contenuta nella D.G.R. 30 Marzo 2016 - n. X/5001.

Le indagini eseguite, estese a un significativo intorno dell'area che sarà interessata dagli interventi, sono finalizzate alla definizione delle condizioni geologiche, geotecniche e geomorfologiche del sito.

Il lavoro è stato impostato in più fasi le cui risultanze sono contenute nella Relazione Geologica redatta ai sensi sia della D.G.R. IX/2616/2011.

La Relazione Geologica, redatta ai sensi della D.G.R. IX/2616/2011, è finalizzata a verificare la fattibilità dell'intervento proposto sviluppando le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche nonché le verifiche richieste dalle norme di attuazione del PGT per la specifica classe di fattibilità geologica e classe di pericolosità sismica che l'estensore dello studio geologico a supporto del P.G.T. ha attribuito all'area dove ricade l'intervento in oggetto. La relazione va presentata per ottenere il rilascio del titolo abilitativo a costruire associato al progetto preliminare dell'opera.

Seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, i contenuti principali della Relazione Geologica saranno quelli elencati nelle seguenti sezioni:

- a) Inquadramento normativo di riferimento ed esame dell'intervento nel contesto degli strumenti di pianificazione vigenti con analisi del quadro conoscitivo esistente;
- b) Caratteristiche generali del progetto e suo inquadramento in ambito territoriale;
- c) Definizione dei lineamenti geomorfologici della zona e analisi dei processi morfogenetici con specifico riferimento ai dissesti in atto o potenziali e alla loro tendenza evolutiva al fine di valutare le reali incidenze dell'intervento sulle condizioni di stabilità pre- e post-intervento;
- d) Definizione delle caratteristiche geologiche del sito: caratterizzazione della successione litostratigrafia del sito per un intorno areale significativo al fine di caratterizzare il "volume significativo";
- e) Definizione della distribuzione areale e volumetrica dei litotipi, il loro stato di alterazione e un primo giudizio qualitativo sulle loro caratteristiche geomeccaniche;
- f) Definizione delle condizioni idrogeologiche del sito, tenendo conto dello schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea, dei livelli piezometrici dell'acquifero superficiale e delle indicazioni sulla loro escursione stagionale (misurata o stimata sulla base dei valori medi conosciuti oppure derivata da dati bibliografici o dalle carte dello strumento urbanistico vigente);

- g) Risultati di eventuali prove e indagini geognostiche e geotecniche eseguite in siti limitrofi o ricavati da bibliografia, particolarmente utili per le “zone note”;
- h) Definizione della zona sismica d'appartenenza e della categoria di suolo di fondazione del sito in relazione alla normativa adottata – a tal proposito è stata eseguita un'indagine geofisica condotta secondo la metodologia MASW atta a definire la categoria del sottosuolo indagato;
- i) Valutazioni sulle problematiche sismiche locali presenti nel sito anche in riferimento agli elementi di pericolosità sismica locali e valutazione delle condizioni predisponenti per la suscettibilità a liquefazione dei terreni nei casi previsti dalla normativa vigente.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Normativa nazionale

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici:** Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale - Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 Marzo 2003, n. 3274** – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 02 Maggio 2006, n. 3519** – “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”

Normativa regionale

- **D.G.R. 19/06/2017 – n. X/6738/2017, pubblicata sul B.U.R.L. n. 25 del 21/06/2017:** “Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell’autorità di bacino del Fiume Po”
- **D.G.R. 30/03/2016 – n. X/5001/2016, pubblicata sul B.U.R.L. n. 14 del 07/04/2016:** “Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)”
- **L.R. 12/10/2015 – n. 33, pubblicata sul B.U.R.L. n. 42 del 16/10/2015:** “Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche”
- **D.G.R. 08/10/2015 - n. X/4144, pubblicata sul B.U.R.L. n. 42 S.O. del 13/10/2015:** “Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»”
- **D.G.R. 10/10/2014 - n. X/2489, pubblicata sul B.U.R.L. n. 42 S.O. del 14/10/2014:** “Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»”
- **D.G.R. 11/07/2014 - n. X/2129, pubblicata sul B.U.R.L. n. 29 S.O. del 16/07/2014:** “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)”
- **D.G.R. 30/11/2011 - n. IX/2616, pubblicata sul B.U.R.L. n. 50 S.O. del 15/12/2011:** “Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica,

idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374"

- **L.R. 11/03/2005 - n. 12, pubblicata sul B.U.R.L. n. 11 S.O. del 16/03/2005 (ultimo aggiornamento L.R. 08/07/2016 - n. 16):** "Legge per il governo del territorio"
- **Leggi regionali** in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico
- **Ordinanze** Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale

Riferimenti bibliografici

- Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile:
<http://www.protezionecivile.gov.it/>
- Geoportale della Regione Lombardia - <http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>
- *"Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12"* della Città di Cologno Monzese (MI), redatto a cura di REA Ricerche Ecologiche Applicate - Dott. Geol. Domenico D'Alessio e Dott. Geol. Anna M. Gentilini, Agosto 2011 (mod. e agg. Gennaio 2013)

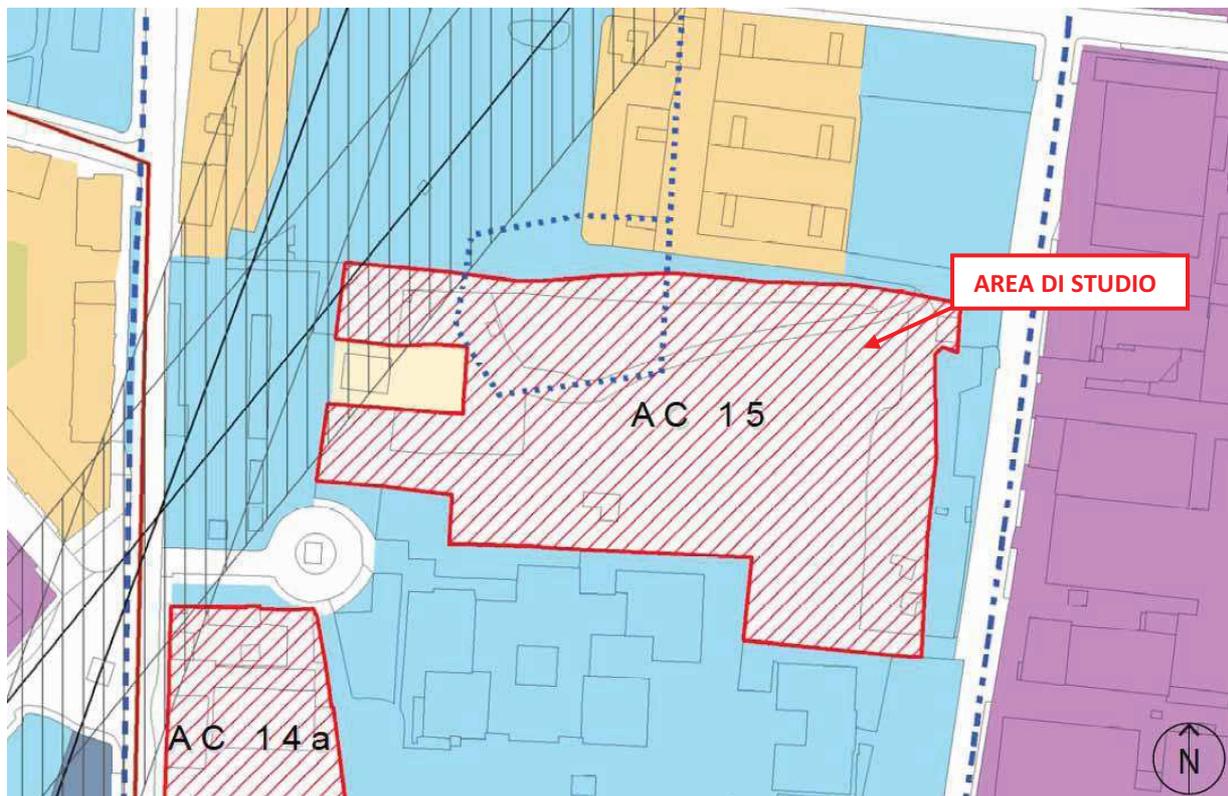
3. INQUADRAMENTO URBANISTICO

Il presente studio costituisce la relazione geologica a supporto del Piano Attuativo per l'attuazione dell'ambito denominato A.C. 15 – Ambito di Completamento del tessuto residenziale, appartenente al tessuto urbano consolidato (Figura 1), sito nel territorio della Città di Cologno Monzese, in viale Lombardia s.n.c., ed esteso per una superficie pari a 12.875 m².

Secondo quanto definito nello strumento urbanistico comunale, nel dettaglio nel Piano delle Regole, Allegato A “*Schede operative A.T.U., A.C., A.C.A.*” – Scheda operativa AC 15, l'ambito di completamento oggetto del presente studio ha, come anticipato, una destinazione d'uso prevalentemente residenziale e una consistente parte dello stesso (nella misura di almeno 7.252 m²) dovrà essere ceduta per servizi; a nord è, inoltre, presente, esternamente all'ambito stesso, un'area a verde pubblico esistente da riqualificare.

Figura 1

Estratto dalla Tavola PR 02a (Fonte: Piano delle Regole del Comune di Cologno Monzese)



Legenda

Tessuto urbano consolidato (art. 6)



AC - Ambito di Completamento

Percorsi normati dal Piano Urbano del Traffico



Percorso ciclo-pedonale previsto

4. RACCOLTA E ORGANIZZAZIONE DEI DATI ESISTENTI: TERRITORIALI, AMMINISTRATIVI, URBANISTICI, AMBIENTALI

- **Mappatura e localizzazione del sito**

L'area oggetto d'indagine, costituita dall'Ambito di Completamento A.C. 15, è situata in Viale Lombardia s.n.c., nel settore nord-occidentale del territorio della Città di Cologno Monzese, ricadente nel territorio della Città Metropolitana di Milano.

Il sito oggetto del presente approfondimento di indagine è inserito in un'area a destinazione d'uso mista, prevalentemente industriale ma con consistente presenza anche di realtà residenziali (Figura 2 – area di interesse delimitata in rosso).

Figura 2

Estratto foto aerea (Fonte: Geoportale della Regione Lombardia)



Da un punto di vista corografico l'area è compresa nella Sezione B6C1 della Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia alla scala 1:10.000, di cui di seguito si riporta un estratto, ove in rosso è indicato il sito oggetto di studio (Figura 3).

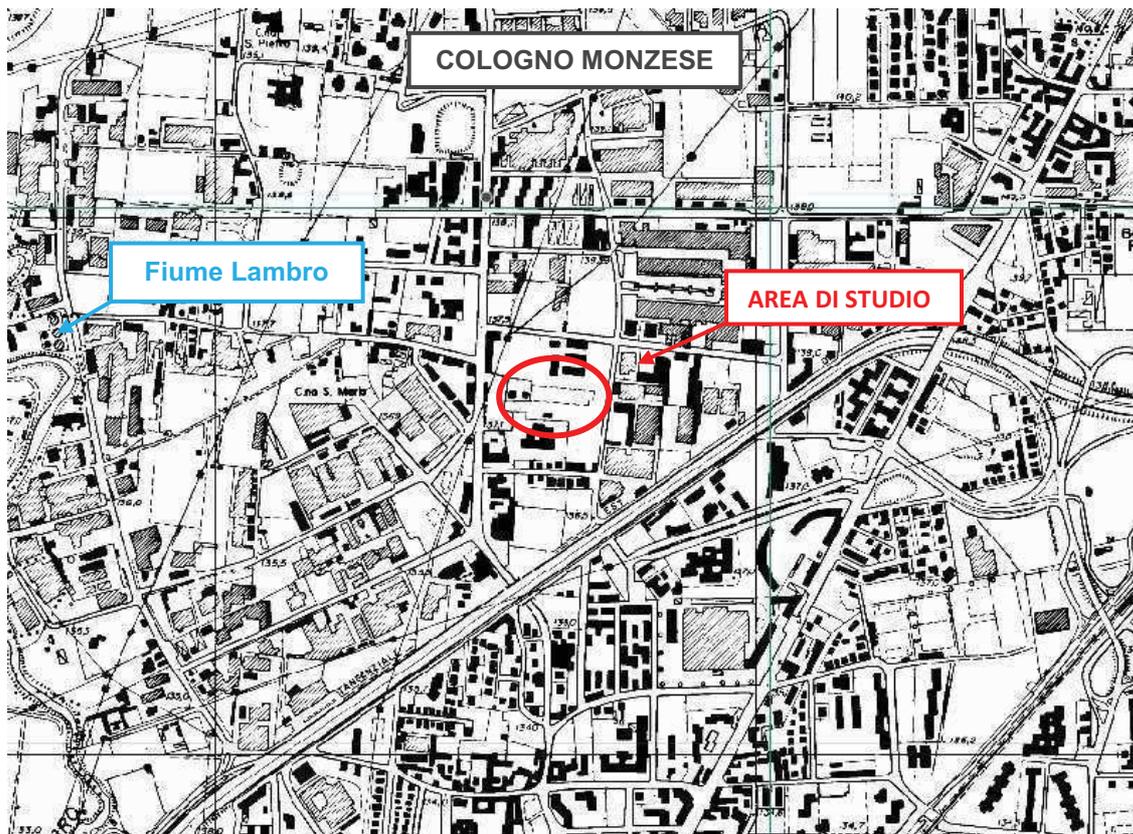
Da un punto di vista morfologico, il sito oggetto di studio è pressoché sub-pianeggiante e, dalla cartografia consultata, è possibile osservare che le quote del piano campagna sono comprese tra un valore minimo di 135,9 m s.l.m. nel settore sud-orientale e 136,9 m s.l.m. nel settore

settentrionale; il sito stesso è inserito in un'area vasta anch'essa sub-pianeggiante. Inoltre, si segnala che a ovest del sito è presente, ad una distanza lineare pari a circa 850 m, il Fiume Lambro.

Durante i rilievi in sito non sono stati osservati elementi negativi o pericoli di carattere geomorfologico.

Figura 3

Estratto della Carta Tecnica Regionale (Fonte: Geoportale della Regione Lombardia)

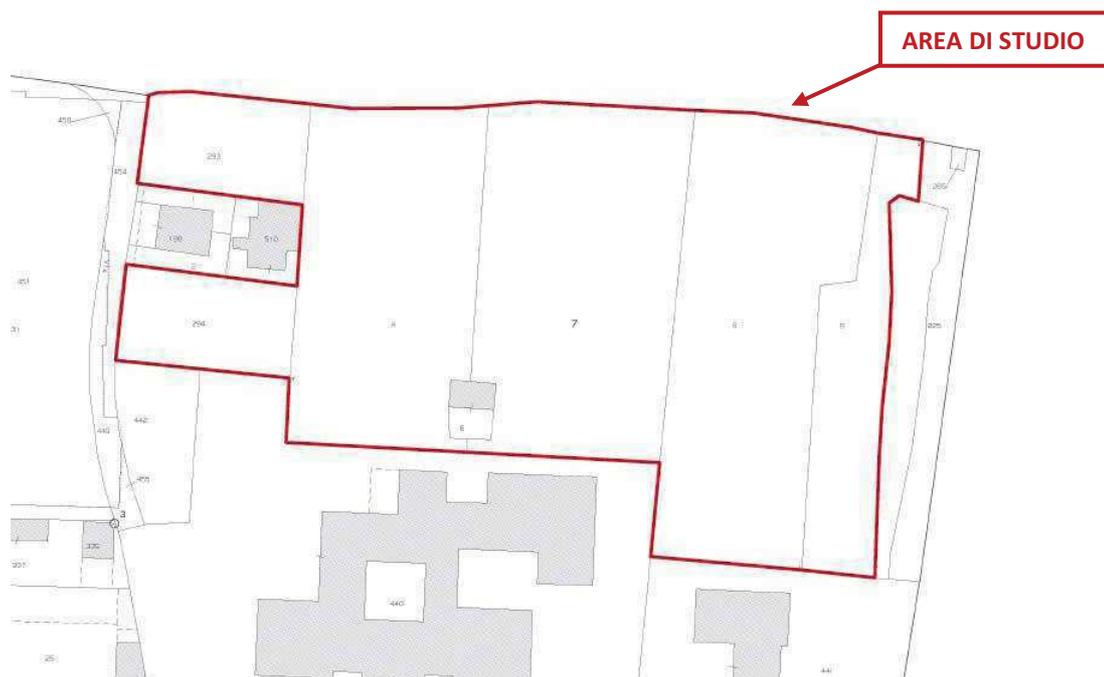


- **Inquadramento catastale**

Come si evince dall'estratto della mappa catastale di seguito riportato (Figura 4), l'area oggetto di studio è identificata catastalmente ai mappali n. 4-6-7-8-9-293-294, Foglio 13 del Catasto Terreni della Sezione di Cologno Monzese.

Figura 4

Estratto mappa catastale



- **Fattibilità geologica delle Azioni di Piano**

Come si evince dall'estratto della tavola "Fattibilità Geologica" di seguito riportato (Figura 9), sulla base dell'azonamento del territorio comunale individuato nello strumento urbanistico vigente, l'area di interesse è suddivisa in due porzioni:

- il settore nord-occidentale ricade nella classe di fattibilità 2, nel dettaglio nella sottoclasse 2.a;
- il settore sud-orientale ricade nella classe di fattibilità 3, in particolare nella sottoclasse 3.b.

Settore nord-occidentale

Come anticipato, il settore nord-occidentale dell'Ambito di Completamento A.C. 15 ricade nella classe di fattibilità 2, che comprende zone con modeste limitazioni all'uso a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, superabili mediante approfondimenti di indagine, accorgimenti tecnico-costruttivi e precauzioni ambientali, senza l'esecuzione di opere di difesa.

Nel dettaglio, tale porzione dell'ambito oggetto di studio ricade nella sottoclasse 2.a che include aree soggette a rischio idraulico da moderato a medio (R1 o R2), ossia aree generalmente compatibili con l'urbanizzazione e le nuove costruzioni, anche se, risultando superfici comunque esondabili, necessitano la verifica per ogni intervento della possibilità di realizzare gli edifici in aree non a rischio, e/o la possibilità di mettere in atto eventuali interventi di mitigazione del rischio idraulico.

Pertanto, secondo quanto definito nello studio geologico a supporto del P.G.T., gli interventi di nuova costruzione in queste aree devono essere corredati da una *relazione idraulica* finalizzata a:

- dettagliare la distribuzione del battente idrico, della direzione e velocità della corrente nel sito;
- verificare la compatibilità dell'intervento con la funzione dell'area,
- indicare eventuali tipologie costruttive e opere di mitigazione del rischio.

I nuovi interventi devono, inoltre, essere progettati considerando la probabilità del rischio di allagamento. Risulta, quindi, opportuno limitare la perdita di capacità di infiltrazione del suolo e la sottrazione di volumi altrimenti esondabili, nonché la costruzione di barriere che possano favorire l'incanalamento delle acque.

Nella relazione di fattibilità geologica devono quindi essere indicate le misure che si prevede di adottare per garantire il massimo effetto di infiltrazione delle acque superficiali.

Nelle aree ricadenti nella suddetta classe è vietata la realizzazione di locali con permanenza di persone nei piani interrati.

Settore sud-orientale

Come anticipato, il settore sud-orientale dell'Ambito di Completamento A.C. 15 ricade nella classe di fattibilità 3, che comprende zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'uso a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Nel dettaglio, tale porzione dell'area oggetto di studio ricade nella sottoclasse 3.b che include aree a rischio idraulico elevato (R3), ossia aree soggette a rischio per incolumità delle persone, danni funzionali a edifici e infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e interruzione delle attività socio economiche, oltre a danni al patrimonio culturale.

Pertanto, in queste aree sono vietati i seguenti interventi:

- a) realizzazione del piano di calpestio, dei locali abitabili con permanenza di persone, al disotto del limite di piena di riferimento (T 200 anni);
- b) realizzazione di piani seminterrati e interrati, con permanenza di persone, a qualsiasi uso funzionale destinati;
- c) negli edifici esistenti, trasformazione d'uso di locali interrati o seminterrati da locali senza permanenza di persone a locali con permanenza di persone;
- d) realizzazione, ai piani interrati, di locali senza permanenza di persone, quali depositi, cantine, locali tecnologici e assimilabili, che invece è ammessa nei piani seminterrati.

Secondo quanto riportato nelle norme geologiche di piano, è, inoltre, fatto obbligo di:

- 1) utilizzare materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche e poco danneggiabili al contatto con l'acqua;
- 2) adottare misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni rispetto a fenomeni di erosione e scalzamento;
- 3) prevedere opere di difesa per evitare fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali;

- 4) prevedere drenaggi atti a ridurre l'insorgere di sovrappressioni interstiziali;
- 5) adottare fondazioni profonde per limitare i fenomeni di cedimento o di rigonfiamento dei suoli coesivi.

Ai fini della verifica di compatibilità idraulica, ogni progetto riguardante gli interventi edilizi, di cui all'art. 27 comma 1 lettera e), ad eccezione degli interventi per la sola realizzazione di balconi, porticati, tettoie e/o cambi d'uso con o senza opere deve essere accompagnato da una relazione idraulica redatta ai sensi della Direttiva dell'Autorità di Bacino: "*Verifica della Compatibilità Idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico in fascia A e B*" (approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999), sottoscritta da tecnico abilitato. La suddetta relazione deve valutare che l'occupazione delle aree libere non ostacoli il deflusso delle acque e non aumenti le condizioni di rischio per l'edificio in progetto e per gli altri insediamenti o infrastrutture esistenti (Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011).

Tale relazione idraulica, sottoscritta da tecnico abilitato, deve dettagliare, attraverso la ricostruzione degli effetti delle piene storiche sul sito e rilievi morfologici di dettaglio, quanto segue:

- a) la distribuzione del battente idrico, della direzione e velocità della corrente nel sito nella piena di progetto.
- b) verificare la compatibilità dell'intervento con la funzione dell'area,
- c) indicare le tipologie costruttive e opere di mitigazione del rischio da adottare per la realizzazione dell'intervento.

Inoltre, il progettista delle opere edili deve indicare in apposito paragrafo della propria relazione tecnica, gli accorgimenti costruttivi che saranno adottati in coerenza con quanto indicato nella relazione di verifica di compatibilità idraulica al fine di impedire il danneggiamento a beni e strutture, consentendo così la facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili.

L'avvenuto rispetto delle prescrizioni sarà certificato a fine lavori e allegato alla richiesta di agibilità. Su tutte le superfici libere sono ammessi gli interventi di rinaturalizzazione e comunque tutti gli interventi consentiti nelle aree di esondazione e deflusso della piena (fascia A e B del PAI), così come indicato rispettivamente dall'art. 29 e 39 comma 3, e dall'art 30 e 39 comma 4 delle NTA del PAI.

• **Analisi dei Vincoli**

Come si può evincere dalla tavola "*Vincoli Ambientali*" allegata allo strumento urbanistico vigente di cui di seguito si riporta un estratto (Figura 8), l'Ambito di Completamento A.C. 15 ricade all'interno della fascia C "*fascia di inondazione per piena catastrofica*" individuata nell'ambito del Paino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

Inoltre, come si evince dall'estratto della citata tavola e della tavola *"Punti di captazione idrica"* (Figura 12) di seguito riportato, il sito di interesse ricade in un settore del territorio comunale ove sono presenti numerosi pozzi pubblici attivi; si segnala, tuttavia che l'Ambito di Completamento A.C. 15 ricade all'esterno delle fasce di rispetto di 200 m delle captazioni ad uso idropotabile definite con criterio geometrico. Si segnala anche che a nord-ovest del sito oggetto di studio è presente il percorso di una roggia/colatore/scolmatore con attività recente appartenente al reticolo idrico minore, definito nello Studio del Reticolo Minore di competenza comunale (fascia di rispetto pari a 5 m).

- **Analisi Mappe Pericolosità e Rischio – Cartografia aree allagabili**

Nelle figure seguenti si riportano gli estratti della cartografia ufficiale delle aree allagabili del PGRA (Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione) potenzialmente interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, rappresentate dalle mappe della pericolosità e del rischio aggiornate al 2015 e pubblicate sul GEOPortale della Lombardia, visualizzate attraverso il Servizio di Mappa denominato Direttiva alluvioni 2007/60/CE – Revisione 2015.

Nel dettaglio, si riportano di seguito alcuni degli aspetti salienti delle aree allagabili delimitate nelle mappe di pericolosità del PGRA:

- tengono conto dei livelli idrici corrispondenti a tre piene di riferimento (10-20 anni per la piena frequente, 100-200 per la piena poco frequente e la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 100 o 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni per la piena rara);
- tengono conto di studi idraulici svolti a livello d'asta o di eventi alluvionali più recenti rispetto agli studi propedeutici al PAI;
- sono state tracciate utilizzando rilievi topografici ad alta precisione, ottenuti con tecnologia Laser
- Scanning LiDAR – Light Detection And Ranging;
- tengono parzialmente conto delle aree sede di possibile riattivazione delle forme fluviali relitte non fossili.

Sulla base di questa consultazione si segnala che l'area oggetto del presente studio ricade interamente all'interno dell'ambito territoriale RP (Reticolo Principale di pianura e di fondovalle), in relazione alla presenza del Fiume Lambro; pertanto, per questo corso d'acqua, alle perimetrazioni di fascia vigenti si sono sovrapposte nuove perimetrazioni di aree allagabili (Figura 5).

Secondo quanto riportato nella vigente D.G.R. 19/06/2017, n. X/6738/2017, al paragrafo 3.1.4. *"Disposizioni per i corsi d'acqua già interessati nella pianificazione di bacino vigente dalla delimitazione delle fasce fluviali"* e al paragrafo 3.1.2. *"Fasce fluviali e aree allagabili – le*

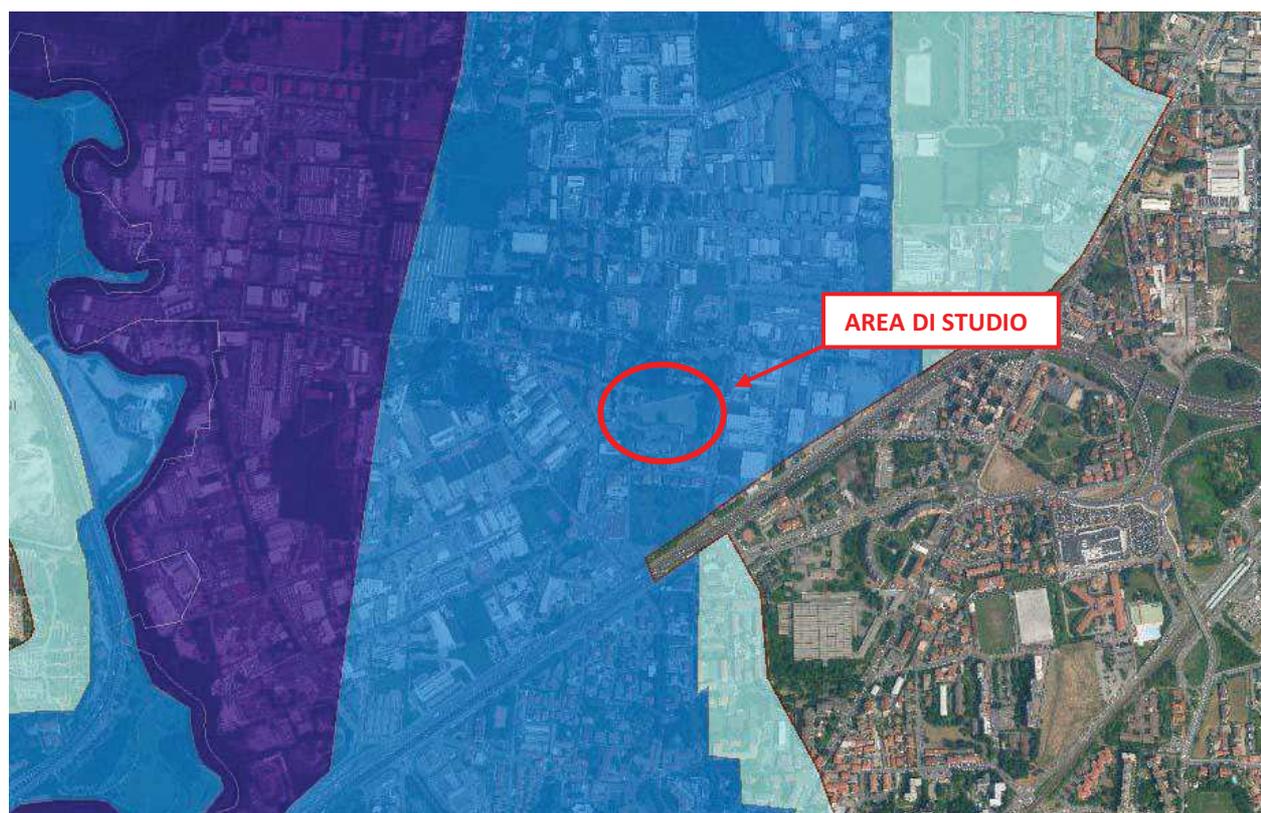
differenze”, le aree allagabili non sostituiscono le fasce fluviali ma ne rappresentano un aggiornamento e integrazione della parte di fascia tracciata principalmente in base ai livelli idrici corrispondenti alle tre piene di riferimento considerate, utilizzando rilievi topografici di dettaglio e aggiornando i livelli di piena e le portate.

Pertanto, dal punto di vista normativo, fino all’adozione delle specifiche varianti PAI a scala di asta fluviale (con le relative norme di salvaguardia) che porteranno alla revisione delle fasce fluviali vigenti, restano in vigore entrambe le perimetrazioni e, in caso di sovrapposizione, si devono applicare la classificazione e la norma più restrittive.

Pertanto, nel caso specifico considerato per il presente studio, poiché il sito di interesse ricade nell’area interessata da *alluvioni poco frequenti (aree P2/M)*, si applicano le limitazioni e le prescrizioni previste per la Fascia B dalle norme del “Titolo II – Norme per le fasce fluviali”, delle N.d.A. del PAI.

Figura 5

Estratto della cartografia ufficiale delle aree allagabili del PGRA – Mappa della pericolosità
(Fonte: Geoportale della Regione Lombardia)



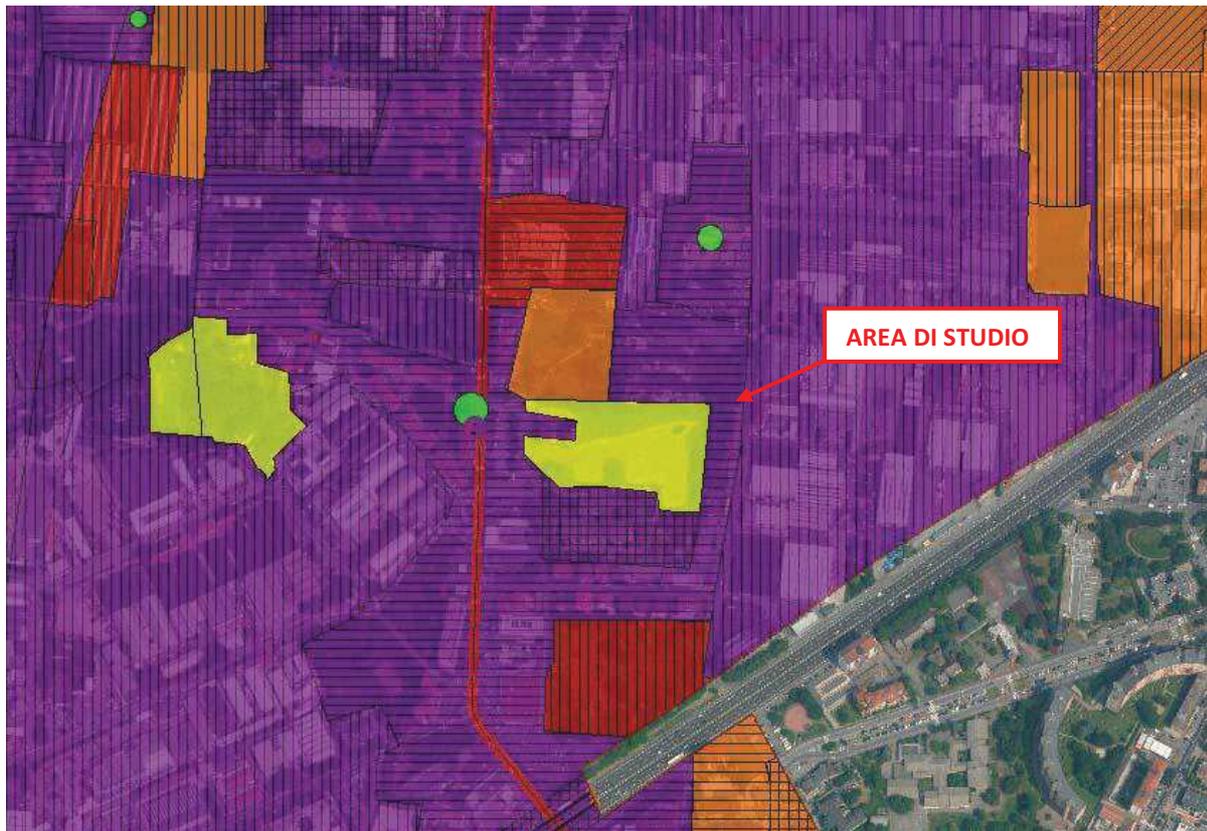
Direttiva alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2015

- Pericolosità RP scenario frequente - H
- Pericolosità RP scenario poco frequente - M
- Pericolosità RP scenario raro - L

Infine, di seguito si riporta anche l'estratto della mappa delle aree a rischio di alluvioni; nel dettaglio, l'Ambito di Completamento A.C. 15 è classificato come area a rischio moderato R1, anche se si segnala che è circondata da aree a rischio molto elevato (R4).

Figura 6

Estratto della cartografia ufficiale delle aree allagabili del PGRA – Mappa del rischio (Fonte: Geoportale della Regione Lombardia)



- Categorie di elementi esposti - poligonali
-  Zone urbanizzate
 -  Attività produttive
 -  Strutture strategiche e sedi di attività collettive
 -  Infrastrutture strategiche
 -  Insediamenti produttivi o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale e aree
 -  Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse
 -  Rischio molto elevato - R4
 -  Rischio elevato - R3
 -  Rischio medio - R2
 -  Rischio moderato - R1

- **Sintesi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche territoriali**

Si riportano di seguito, in sintesi, le principali caratteristiche ambientali del sito in esame.

A. Fonte dei dati

In questa indagine si è fatto riferimento, in particolare al seguente documento:

- *“Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12” della Città di Cologno Monzese (MI), redatto a cura di REA Ricerche Ecologiche Applicate, dai Dott. Geol. Domenico D’Alessio e Dott. Geol. Anna M. Gentilini, Agosto 2011 (mod. e agg. Gennaio 2013)*

B. Caratterizzazione geologico-stratigrafica e idrogeologica territoriale

Il territorio di Cologno Monzese si presenta sostanzialmente pianeggiante e caratterizzato dalla presenza di alcune lievi ondulazioni; in generale, esso risulta regolarmente digradante verso sud con pendenze variabili mediamente attorno allo 0,45 %. La stessa Valle del Lambro, che costituisce l’elemento naturale fisiografico e geomorfologico più importante dell’area, non risulta morfologicamente depressa in modo apprezzabile rispetto alla pianura circostante.

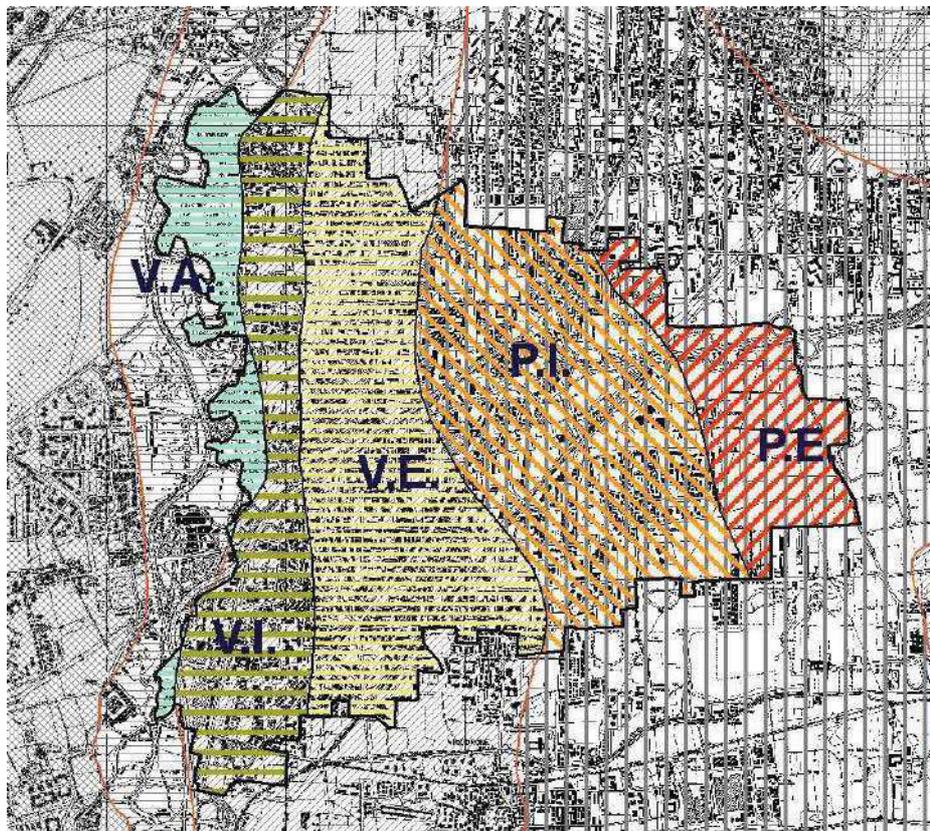
Nel territorio comunale, pressoché interamente urbanizzato, sono, infatti, assenti lineamenti morfologici minori, tipici di altre parti della pianura, quali margini vallivi (orli di terrazzi, dossi, paleo alvei ribassati, ecc.). L’urbanizzazione e la forte trasformazione antropica, anche attraverso ingenti opere di movimentazione di terra (quali cave e infrastrutture), hanno obliterato i segni già labili della morfogenesi in questa parte intermedia della pianura. L’ubicazione del territorio di Cologno Monzese corrisponde, infatti, tradizionalmente alla parte inferiore della “alta pianura asciutta”, cioè la parte della pianura geologicamente appartenente ai grandi conoidi proglaciali sviluppatasi di fronte agli anfiteatri morenici del pedemonte lombardo. Il territorio comunale appartiene morfologicamente al conoide del Lambro, anche se sembra essere lambita ad est dalle propaggini di quello del Molgora, fatto testimoniato dalla continuità morfologica dell’area di Cernusco sul Naviglio con i terrazzi del Pleistocene medio del Vimercatese.

Caratteri geologici, geomorfologici e geotecnici

Di seguito si riporta la carta di interpretazione delle unità geologiche presenti nel territorio della Città di Cologno Monzese (Figura 7), ottenuta nell’ambito della redazione dello studio della componente geologica, idrogeologica e sismica sulla base dell’integrazione delle fonti bibliografiche con i risultati di sondaggi e prove esistenti.

Figura 7

Interpretazione delle unità geologiche del territorio di Cologno Monzese (Fonte: Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica della Città di Cologno Monzese)



Unità e sottounità geologiche					riferimenti - corrispondenze				
unità	nome	sotto-unità	descrizione	ambiente	geo 2008	geo 1995	CARG 08	Cavarossa	Sesto S.G.
VA	valle attiva		ghiaie a matrice sabbioso-limosa; sabbie ghiaiose e limi; suoli A-C e A-Bw-C	fl	alveo storico		unità POI		alluv. recenti -attuali
VI	valle antica o interna		ghiaie sabbiose e sabbie con limo, con coperture fini; suoli A-Bw-C	fl-fg	geotec	zona A	LCN parte		alluv. recenti -attuali
VE	valle esterna		ghiaie sabbiose e sabbie con coperture sottili; suoli preval. A-Bw-C con poss. orizz. sepolti	fl-fg		zona B	LCN parte		
P	piana interna	PI	ghiaie e sabbie o ghiaie prevalenti sabbiose; suoli con Bw e Bt argillici	fg		zona C	BMI parte	zona 1 transiz Bw-Bt	
	piana esterna	PE	ghiaie sabbiose e ghiaie ciottolose, con suoli A-Bt-C e tracce di paleovalvei	fg		zona C	BMI parte	zona 2 Bt	

Come si evince dall'estratto della tavola "Geologia, pedologia e geomorfologia con elementi di degrado" di seguito riportato (Figura 10), il sito in esame ricade nell'area dell'ambito geologico e geomorfologico della valle esterna (indicato in carta con la sigla VE), caratterizzato dalla presenza di depositi fluviali e fluvioglaciali costituiti da ghiaie sabbiose e sabbie con coperture sottili; in tale ambito, prevalgono, inoltre, suoli di tipo A-Bw-C.

Si segnala, inoltre, che immediatamente a est del sito oggetto del presente studio, si assiste al passaggio all'ambito della piana interna (indicato in tavola con la sigla P.I.; Figura 7), costituito da ghiaie e sabbie o da ghiaie prevalenti sabbiose, riconducibili ad un ambiente fluvio-glaciale.

Si segnala anche che immediatamente a est del sito oggetto di studio è presente il percorso di una roggia/colatore/testa di fontanile non attivo.

Infine, come si evince dall'estratto della tavola "*Caratteri tecnici dei substrati*" di seguito riportato (Figura 11), sulla base di risultanze emerse nel corso dell'esecuzione di indagini nelle vicinanze del sito oggetto di studio, raccolte e analizzate nell'ambito dello studio geologico a supporto del P.G.T., l'Ambito di Completamento A.C. 15 presenta bassa resistenza alla penetrazione (N_{spt} inferiori a 10) e scarsa capacità portante fino a circa 3,5 m; tuttavia, procedendo al di sotto di tale profondità si assiste ad un miglioramento deciso delle caratteristiche geotecniche.

Per ulteriori dettagli in merito ai riferimenti e alle corrispondenze citate nella tabella precedentemente riportata si rimanda allo studio geologico citato in bibliografia.

Caratteri idrogeologici

Dal punto di vista idrogeologico, nel sottosuolo del territorio di Cologno Monzese si distinguono principalmente due unità litologiche, ulteriormente suddivisibili al loro interno per le caratteristiche idrogeologiche, contenenti acquiferi sfruttati ad uso idropotabile e non solo; nel dettaglio a partire dalla superficie si osserva la presenza dell'unità ghiaioso-sabbiosa che passa in profondità all'unità sabbioso-argillosa.

La *litozona ghiaioso-sabbiosa* è costituita per lo più da orizzonti sabbiosi e ghiaiosi, a volte cementati, e intercalazioni argillose; essa contiene l'acquifero superficiale (I Acquifero), molto produttivo grazie all'elevata permeabilità dei depositi che lo costituiscono e all'alimentazione che avviene ad opera dell'infiltrazione delle acque meteoriche e delle acque superficiali; questo acquifero è tradizionalmente sfruttato per l'approvvigionamento idrico. Nel dettaglio, l'unità è costituita da sedimenti depositatisi in ambienti fluviali di alta energia instauratisi durante le fasi glaciali del Quaternario (Pleistocene superiore e medio); vi si distinguono due unità idrostratigrafiche:

- la prima, denominata Gruppo Acquifero A, è rappresentata dalle alluvioni più recenti ed è caratterizzata dalla presenza di falda freatica;
- la seconda, Gruppo Acquifero B, più in profondità, è costituita da sedimenti più antichi con presenza di conglomerati e arenarie basali (Ceppo auct.), e con falda a volte semiconfinata.

Lo spessore della litozona descritta tende ad aumentare nel territorio della Città Metropolitana di Milano procedendo da nord verso sud, assumendo a Cologno Monzese valori medi attorno a 70 m.

Confrontata al resto dell'area provinciale, la gran parte del territorio comunale presenta potenziale idrico elevato, considerate le elevate portate specifiche dei pozzi.

La *litozona argilloso-sabbiosa*, che corrisponde all'unità stratigrafica Villafranchiana, è, invece, caratterizzata da orizzonti argillosi prevalenti, con intercalazioni sabbiose e ghiaiose, sedimentatisi in ambiente continentale, con la presenza occasionale di torbe, di ambiente palustre. Essa è suddivisibile al suo interno nelle seguenti unità idrostratigrafiche:

- Gruppo Acquifero C al tetto (Pleistocene medio-inferiore);
- Gruppo Acquifero D alla base (Pleistocene inferiore).

Nei livelli sabbioso-argillosi è contenuta l'acqua in falde confinate e in pressione (II Acquifero). Nella parte inferiore, al passaggio con l'unità sottostante argillosa, compaiono fossili che indicano un ambiente di sedimentazione marino. Le lenti sabbioso-ghiaiose localmente sono comunicanti fra loro, ma la produttività è inferiore a quella dell'acquifero superficiale a causa della ridotta permeabilità degli orizzonti e della scarsa alimentazione. Gli acquiferi più importanti si trovano in corrispondenza dei sedimenti sabbioso-ghiaiosi di spiaggia e secondariamente in quelli sabbiosi d'ambiente deltizio. Talora, l'acquifero profondo è collegato con quello superficiale, a causa di discontinuità e variazione in spessore dei livelli argillosi di separazione, al punto che le due strutture possono essere considerate nell'insieme un unico acquifero multistrato. Anche la base della seconda unità, non raggiunta dai pozzi comunali, degrada procedendo verso sud.

Al di sotto della seconda litozona è presente la litozona argillosa, caratterizzata dalla presenza di rari e poco sviluppati orizzonti sabbiosi, contenenti acque con caratteristiche chimiche scadenti e di scarsa portata, non sfruttate a scopo idropotabile.

Come si evince dall'estratto della tavola "*Vulnerabilità dell'acquifero*" (Figura 12) di seguito riportato, l'Ambito di Completamento A.C. 15 è ubicato in corrispondenza di un settore del territorio comunale ove è stata valutata una vulnerabilità dell'acquifero corretta con l'uso del suolo medio-alta.

Andamento della superficie piezometrica

Sulla base di quanto riportato nello studio degli aspetti geologici, idrogeologici e sismici a supporto del PGT della Città di Cologno Monzese, le linee isopiezometriche in corrispondenza del territorio comunale mostrano un'escursione tra i valori di 120 m a nord e 114 m s.l.m. a sud. Si evidenzia la presenza di inflessioni delle isopiezometriche dovute alle convergenze del flusso idrico causate dai richiami locali.

Inoltre, il territorio della Città di Cologno Monzese ricade nella conurbazione milanese soggetta ad intensi consumi idrici sia per uso potabile che industriale, con conseguenti abbassamenti e parziali risalite della falda freatica che possono assumere valori diversi da zona a zona.

L'andamento del flusso idrico risulta complessivamente diretto da nord-ovest verso sud-est e risente dell'azione di richiamo provocata dal territorio del Comune di Milano su tutti i comuni confinanti (depressione milanese), per l'intenso prelievo idrico dei numerosi punti di captazione comunali. Inoltre, il gradiente medio è pari a 0,2 %.

Come si evince dall'estratto della tavola *"Piezometria, soggiacenza e sezioni idrogeologiche"* (Figura 12) di seguito riportato, l'Ambito di Completamento A.C. 15 è ubicato immediatamente a nord della linea isopiezometrica con quota pari a 116 m s.l.m.; pertanto, tenendo in considerazione la quota altimetrica dell'area oggetto di studio (come anticipato pari a circa 136 m s.l.m.), la soggiacenza si attesta pari a circa 20 m, fatte salve le fluttuazioni stagionali. Infatti, sulla base di quanto riportato nello studio geologico, idrogeologico e sismico a supporto del P.G.T., le oscillazioni stagionali mostrano un avvicinamento al piano campagna nei mesi di settembre-ottobre, mentre i valori di massima soggiacenza si registrano nel periodo di maggio-giugno; tali oscillazioni sono correlate sia al regime stagionale delle precipitazioni sia agli apporti idrici di origine irrigua.

Infine, nel settore ove ricade il sito oggetto di studio l'andamento generale della falda idrica risulta coerente con quello indicato per l'intero territorio comunale, anche se è possibile osservare un'inflexione delle isopiezometriche dovuta alla convergenza del flusso idrico causata dal richiamo del pozzo presente a nord del sito di interesse.

Caratteri sismici

La risposta a una sollecitazione dinamica è funzione anche delle particolari condizioni geologiche e geomorfologiche proprie di una determinata zona; le condizioni locali possono quindi influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area e, di conseguenza, negli indirizzi di pianificazione urbanistica e di progettazione degli interventi edificatori. La classificazione costituisce la pericolosità sismica di base che deve essere verificata e approfondita in fase di pianificazione territoriale e geologica.

Secondo la recente D.G.R. di Regione Lombardia 11 luglio 2014 n. X/2129, pubblicata sul B.U.R.L. n. 29 S.O. del 16/07/2014, che ha proposto l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio lombardo, la Città di Cologno Monzese (MI) ricade attualmente in zona sismica 3. La suddetta delibera è entrata in vigore a partire dal 10 Aprile 2016 in seguito alla proroga definita da Regione Lombardia con D.G.R. 08 Ottobre 2015 - n. X/4144 *"Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3,*

comma 108, lett. d)» (successiva al differimento stabilito precedentemente con D.G.R. 10 Ottobre 2014, n. X/2489).

Inoltre, a partire dal 10 Aprile 2016, pertanto contestualmente all'entrata in vigore della nuova zonazione sismica, decorre anche l'efficacia della D.G.R. 30 Marzo 2016 n. X/5001 "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)" che, dal punto di vista geologico, introduce anche le seguenti novità di carattere geologico:

- indicazione di un percorso guidato per gli approfondimenti sismici richiesti nelle diverse zone di pericolosità sismica locale di livello I individuate nei PGT;
- introduzione dei controlli sui progetti e sulle costruzioni anche nelle zone sismiche 3 e 4.

Tale normativa deve essere applicata in tutto il territorio regionale alle seguenti tipologie di opere:

- nuove costruzioni edilizie;
- costruzioni edilizie esistenti laddove siano previsti interventi di adeguamento sismico;
- sistemi geotecnici (fondazioni, opere di sostegno, ecc.) ove siano previsti interventi di nuova costruzione, adeguamento sismico, miglioramento sismico o riparazione locale.

Per i comuni come Cologno Monzese, ricadenti in zona sismica 3, l'applicazione dei livelli di approfondimento è così regolata (ai sensi della vigente D.G.R. IX/2616/11):

- *livello II*: si applica in fase pianificatoria nelle zone di pericolosità sismica locale suscettibili di amplificazioni topografiche e/o litologiche (PSL Z3 e Z4) se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili;
- *livello III*: si applica in fase progettuale nelle aree indagate con il livello II quando il fattore di amplificazione calcolato supera il fattore soglia comunale e nelle zone di pericolosità sismica locale suscettibili di effetti di instabilità o cedimenti e/o liquefazioni (PSL Z1 e Z2).

Su tutto il territorio comunale gli interventi di nuova costruzione, di ristrutturazione edilizia, di restauro e risanamento conservativo e di manutenzione ordinaria/straordinaria così come definiti dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e ss.mm.ii.

Tale decreto indica che, per qualsiasi opera/intervento interagente con i terreni e le rocce, deve essere prevista la caratterizzazione geologica e la modellazione geotecnica dei terreni ottenuta per mezzo di studi, rilievi, indagini e prove commisurate all'importanza ed estensione dell'opera in progetto e alle conseguenze che gli interventi potrebbero produrre sull'ambiente circostante.

Di seguito si riporta l'estratto della tavola della "Pericolosità Sismica" (Figura 15). Sulla base dell'analisi del rischio sismico condotta nell'ambito della redazione dello strumento urbanistico

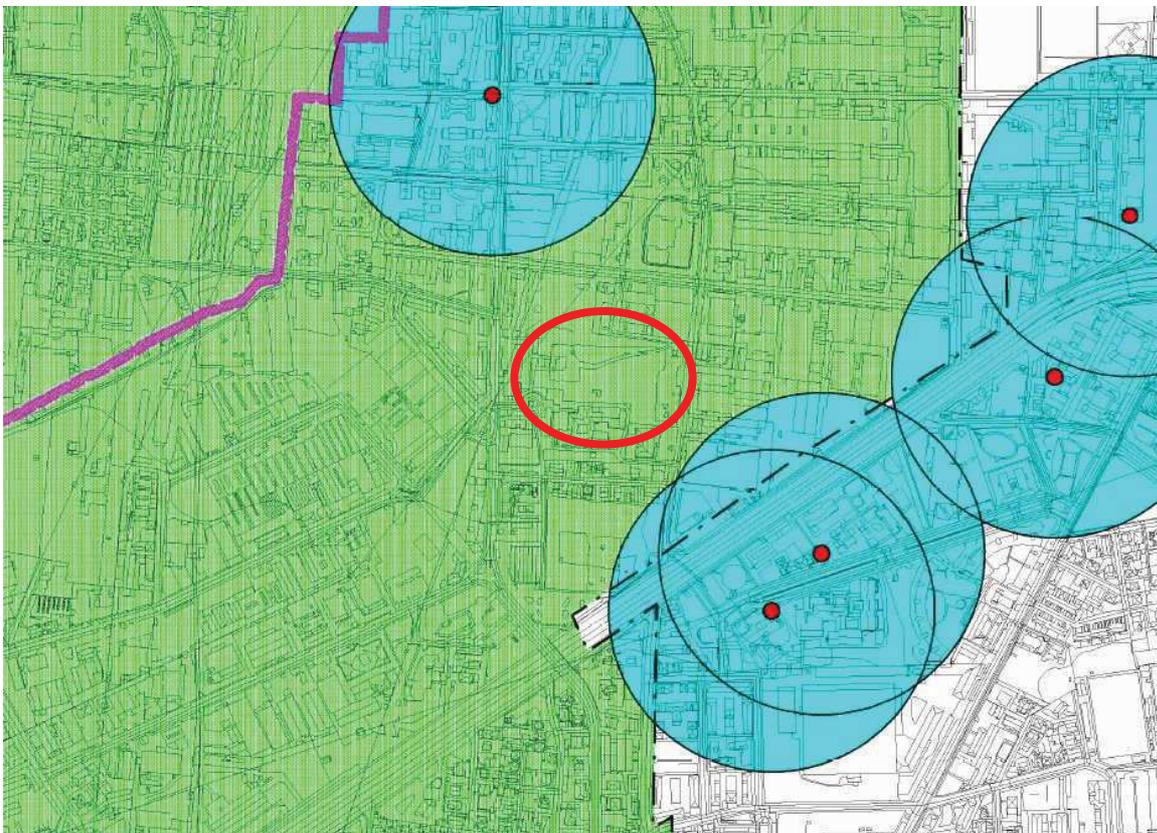
vigente adottando la procedura di I livello allo scopo di individuare le zone caratterizzate da specifici scenari di pericolosità sismica locale (PSL), si evince che l'Ambito di Completamento A.C. 15 è stato attribuito allo scenario di pericolosità sismica locale *Z4a "zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi"*, suscettibile di possibili amplificazioni litologiche e geometriche nel caso si verifichi un evento sismico.

Estratti tavole tematiche

Di seguito si riportano gli estratti delle tavole corredate al documento *“Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12”* della Città di Cologno Monzese (MI), redatto a cura di REA Ricerche Ecologiche Applicate dai Dott. Geol. Domenico D’Alessio e Dott. Geol. Anna M. Gentilini, Agosto 2011 (mod. e agg. Gennaio 2013), utili al fine di fornire un esaustivo inquadramento generale dell’area in esame (evidenziata nelle figure mediante un *cerchio rosso*).

Figura 8

Estratto della tavola *“Vincoli Ambientali”*



LEGENDA

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

 Fascia C: fascia di inondazione per piena catastrofica

 Limite di di progetto tra la Fascia B e la Fascia C

Vincoli di polizia idraulica

 Reticolo minore
definito dallo Studio del Reticolo Minore di competenza comunale
5 m ai sensi Reg. di Gestione Polizia Idraulica Consorzio est Ticino-Villoresi
(DGR 9/1542 06/04/2011)

Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

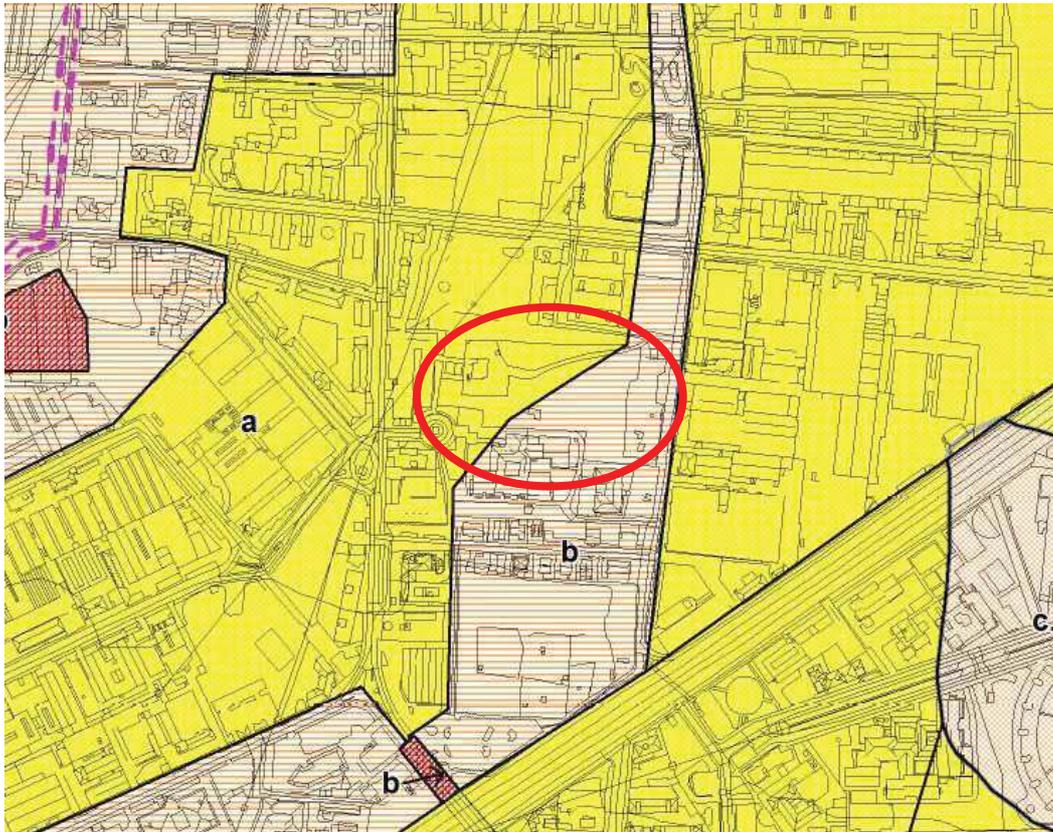
Ai sensi art. 94 D.Lgs 152 del 3 aprile 2006

 zona di tutela assoluta: almeno 10 m di raggio dalla captazione (comma 3, art. 94)

 zona di rispetto (comma 4, art. 94): 200 m di raggio
rispetto al punto di captazione (comma 6 art. 94)

Figura 9

Estratto della tavola “Fattibilità Geologica”



LEGENDA

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

- colore giallo
- a: aree soggette a rischio idraulico moderato o medio (R1 o R2)**
- 2.a.1: vulnerabilità intrinseca dell'acquifero da medio alta ad alta
 - 2.a.2: substrati che presentano caratteristiche geologico tecniche scadenti
 - 2.a.3: vulnerabilità intrinseca dell'acquifero da medio alta ad alta e substrati che presentano caratteristiche geologico tecniche scadenti

Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

- colore arancio
- b: aree soggette a rischio idraulico elevato (R3)**
- 3.b.1: substrati che presentano caratteristiche geologico tecniche scadenti
 - 3.b.2: vulnerabilità intrinseca dell'acquifero da medio alta ad alta e substrati che presentano caratteristiche geologico tecniche scadenti
- c: aree interessate storicamente da attività di cava, attualmente riempite con materiale vario**
- Presentano, come carattere secondario, vulnerabilità intrinseca da medio alta ad alta
- 3.c.1: rischio idraulico moderato o medio

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

- colore rosso
- b: aree soggette a rischio idraulico estremamente elevato (R4)**
- 4.b.1: substrati che presentano caratteristiche geologico tecniche scadenti
 - 4.b.2: discarica Falck
- Reticolo minore
ai sensi DGR 7/7868 del 25/01/2002, DGR 7/13950 del 01/08/2005
DGR 9/2726 del 22/12/2011 e DGR 06/04/2011
5 m sui tracciati terziari

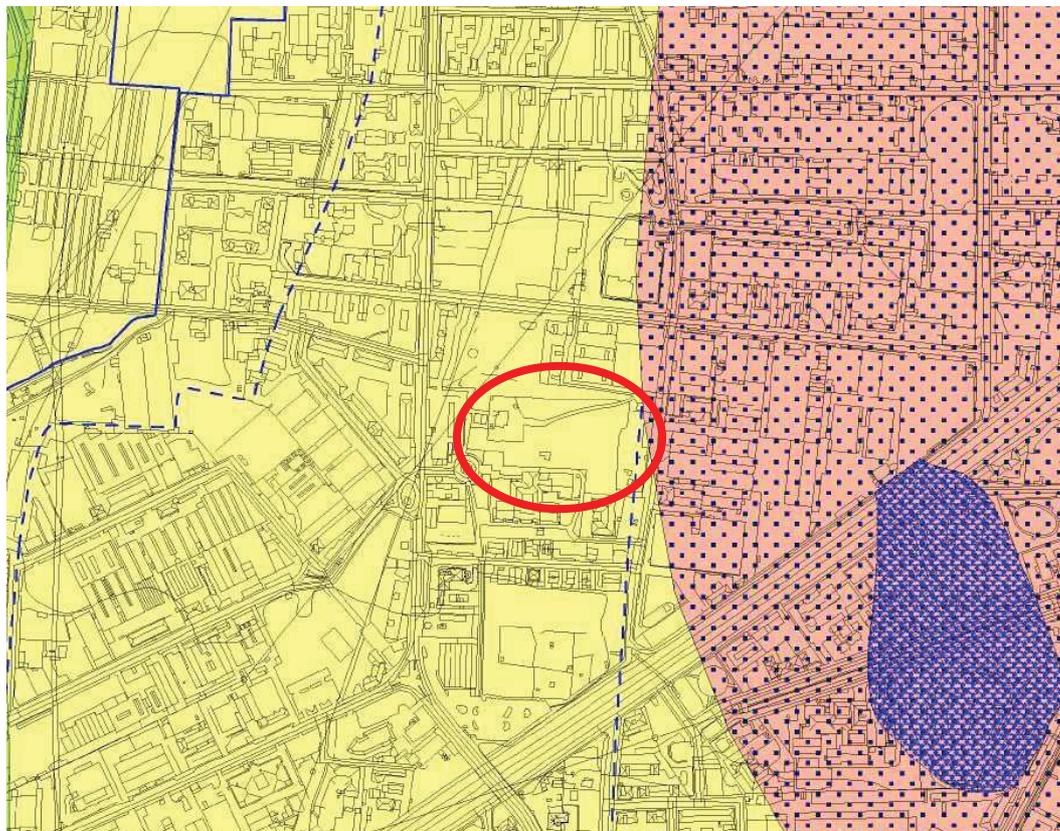
Lo Studio del Reticolo Minore di competenza comunale conferma e dettaglia le indicazioni della presente tavola.

L'individuazione corretta della fascia di rispetto deve essere effettuata in campagna.

La fascia parte dal bordo superiore delle sponde o, dove presente, dal piede esterno dell'argine

Figura 10

Estratto della tavola “Geologia, pedologia e geomorfologia con elementi di degrado”



LEGENDA

Ambiti geologici-geomorfologici



Valle interna: depositi fluviali e fluvioglaciali costituiti da ghiaie sabbiose e sabbie con limo, con coperture fini. Suoli di tipo A-Bw-C



Valle esterna: depositi fluviali e fluvioglaciali costituiti da ghiaie sabbiose e sabbie con coperture sottili. Suoli prevalenti di tipo A-Bw-C con possibilità di orizzonti sepolti



Piana esterna: depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie sabbiose e ghiaie ciottolose. Suoli di tipo A-Bt-C e tracce di paleovalle

Elementi geopedologici (solo area Cava Rossa)



Suoli bruni pietrosi

Idrografia superficiale

Altri corsi d'acqua:



percorsi di rogge, colatori, scolmatori con attività recente



percorsi di rogge, colatori, teste di fontanille non attivi

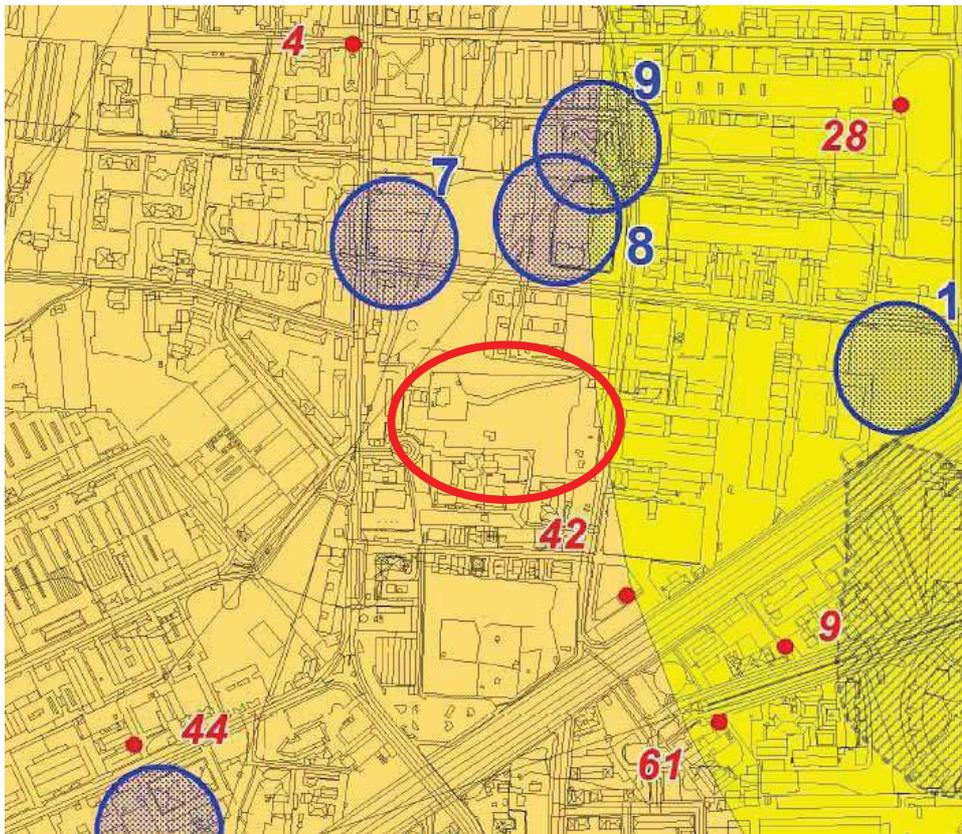
Elementi di degrado antropico delle superfici



Aree con scavi di cava

Figura 11

Estratto della tavola “Caratteri tecnici dei substrati”

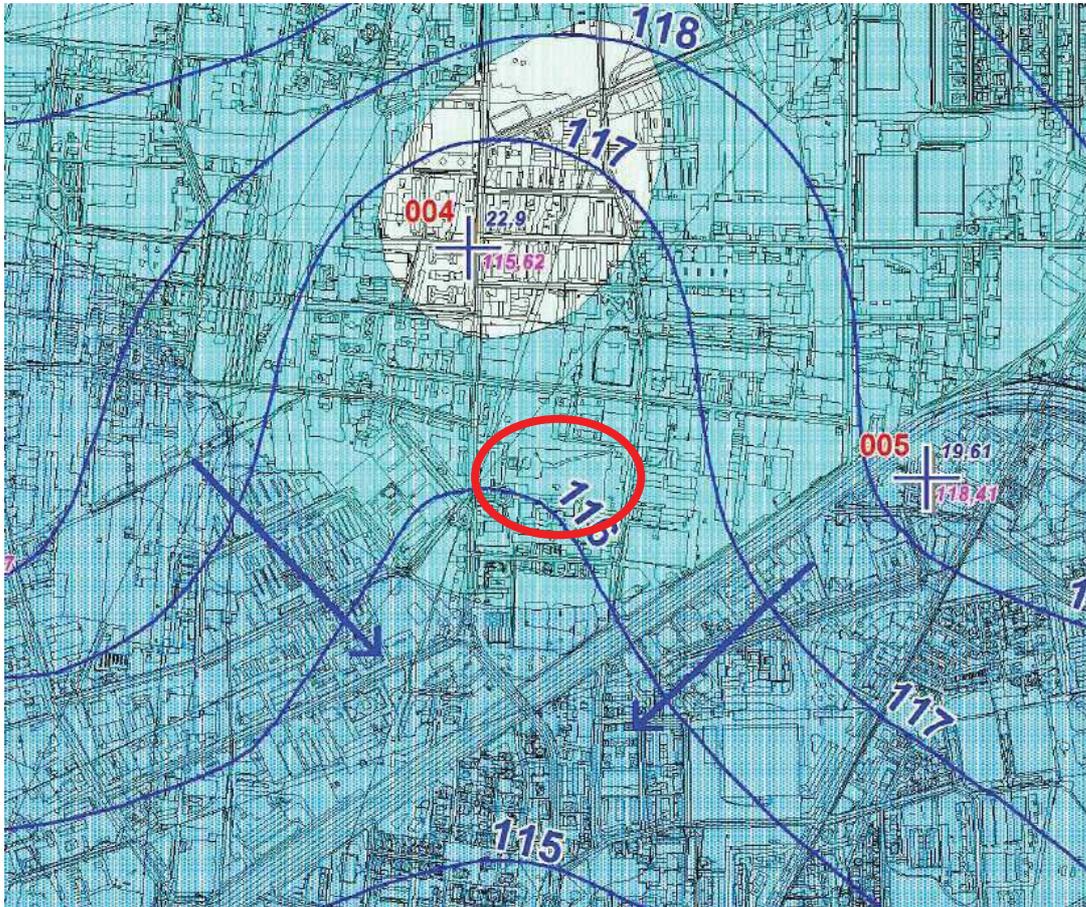


LEGENDA

-  superfici prossime al fiume Lambro
superfici della Valle attiva e della Valle interna.
Bassa resistenza alla penetrazione ($N_{spt} < 10$), scarsa capacità portante fino a profondità superiori a quelle generalmente interessate dalle fondazioni
-  fascia centrale del territorio comunale
superfici della Valle esterna.
Bassa resistenza alla penetrazione ($N_{spt} < 10$) e scarsa capacità portante fino a circa 3,5 m; al di sotto, miglioramento deciso dei caratteri geotecnici
-  fascia orientale del territorio comunale
superfici della Pianura.
Bassa resistenza alla penetrazione ($N_{spt} < 10$) limitata ad 1-2 m; al di sotto miglioramento graduale dei caratteri geotecnici.
Possibile presenza in profondità di livelli sottili di materiali poco consistenti
-  terreni modificati dall'azione antropica
aree di cava riempite con materiale dai caratteri tecnici non conosciuti
-  **13**
ubicazione e numero identificativo dei cantieri con dati geologici o geotecnici consultati nello studio
-  **7**
ubicazione e numero di riferimento dei pozzi e piezometri con stratigrafie analizzate

Figura 12

Estratto della tavola “Piezometria, soggiacenza e sezioni idrogeologiche”



LEGENDA

Rilievo marzo-aprile 2008

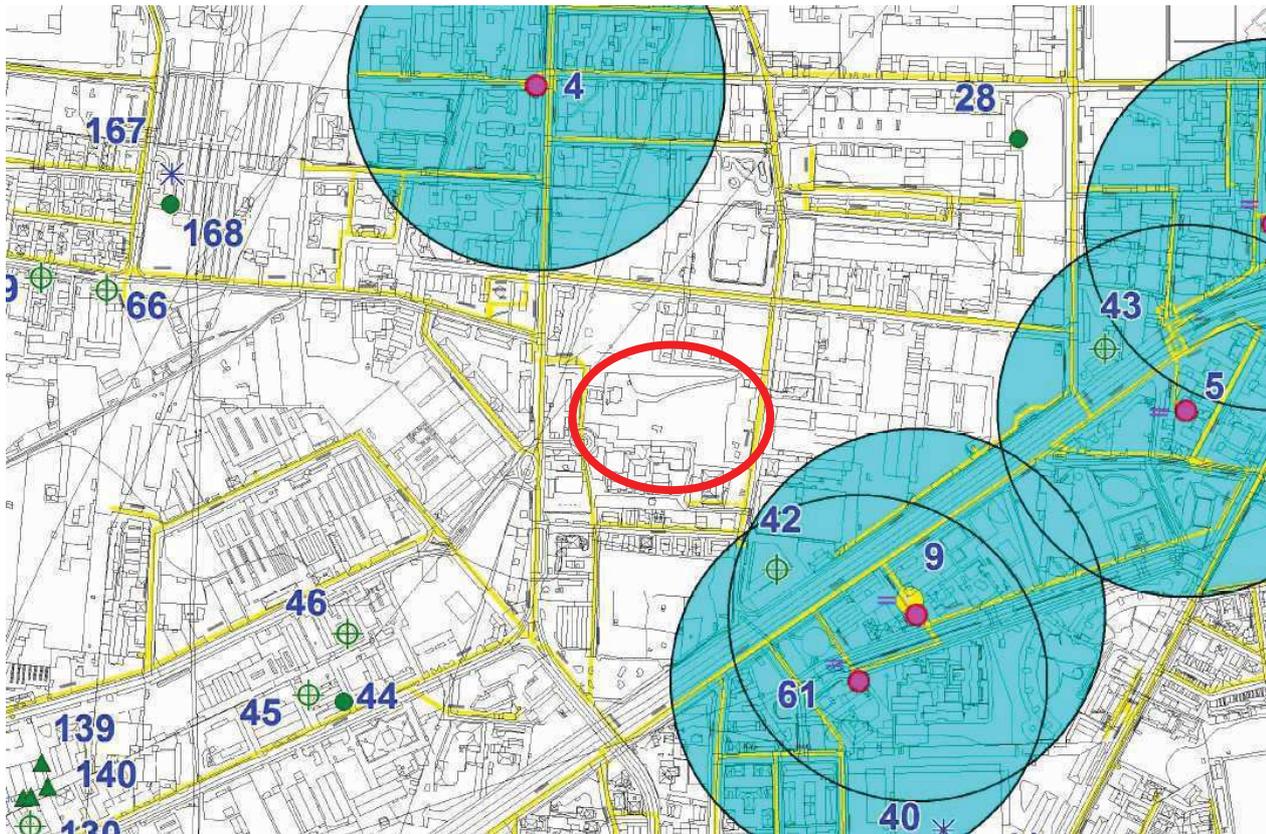
- pozzii misurati
- n. pozzo + 19,61 livello statico in m. da piano campagna
- + 118,41 livello statico in m. s.l.m.
- 118 linee isopiezometriche (m s.l.m.) equidistanza 1 m
- direzione del flusso idrico sotterraneo

Soggiacenza

- da 14 a 16 m
- da 16 a 18 m
- da 18 a 20 m
- da 20 a 22 m
- maggiore di 22 m

Figura 13

Estratto della tavola "Punti di captazione idrica"



LEGENDA

Punti di captazione idrica

-  pozzi pubblici attivi
-  pozzi privati attivi
-  pozzi privati dismessi
-  pozzi privati cementati
-  piezometri privati

121 numero identificativo di pozzo/piezometro
Si riporta il numero progressivo a livello comunale, tralasciando il codice provinciale (015) e comunale (081) che identificano i pozzi nel sistema Informativo Falda della Provincia di Milano (ad esempio 0150810021). I piezometri identificati con una F non sono inseriti nel Sistema Informativo Falda e quindi non hanno il codice identificativo a livello provinciale.

Aree di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile

-  Fascia di rispetto di 200 m (criterio geometrico)
-  Area di tutela assoluta (10 m)

Acquedotto comunale

-  rete

Figura 14

Estratto della tavola “Vulnerabilità dell’acquifero”

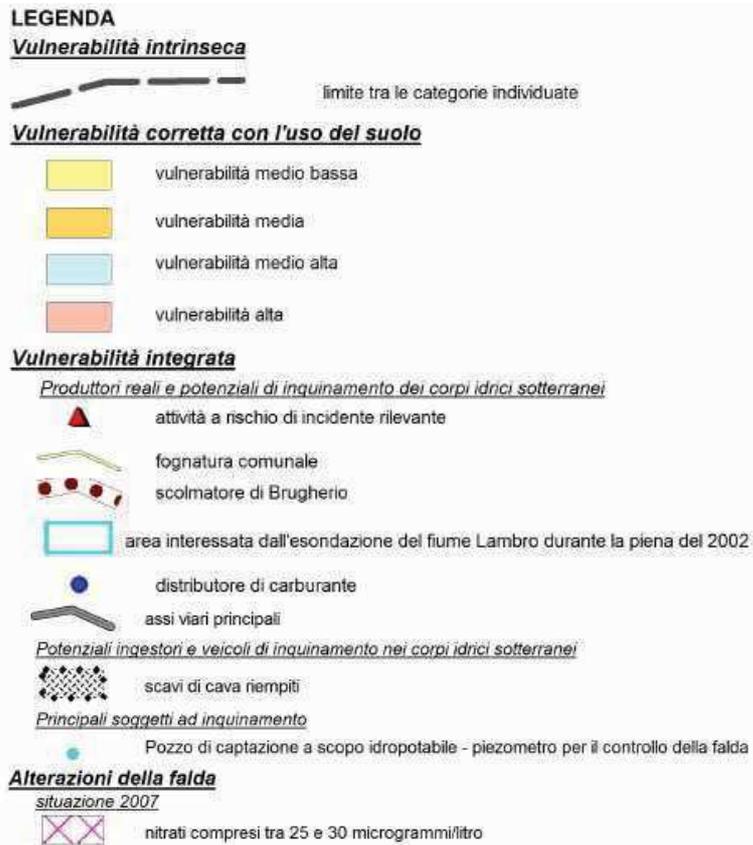
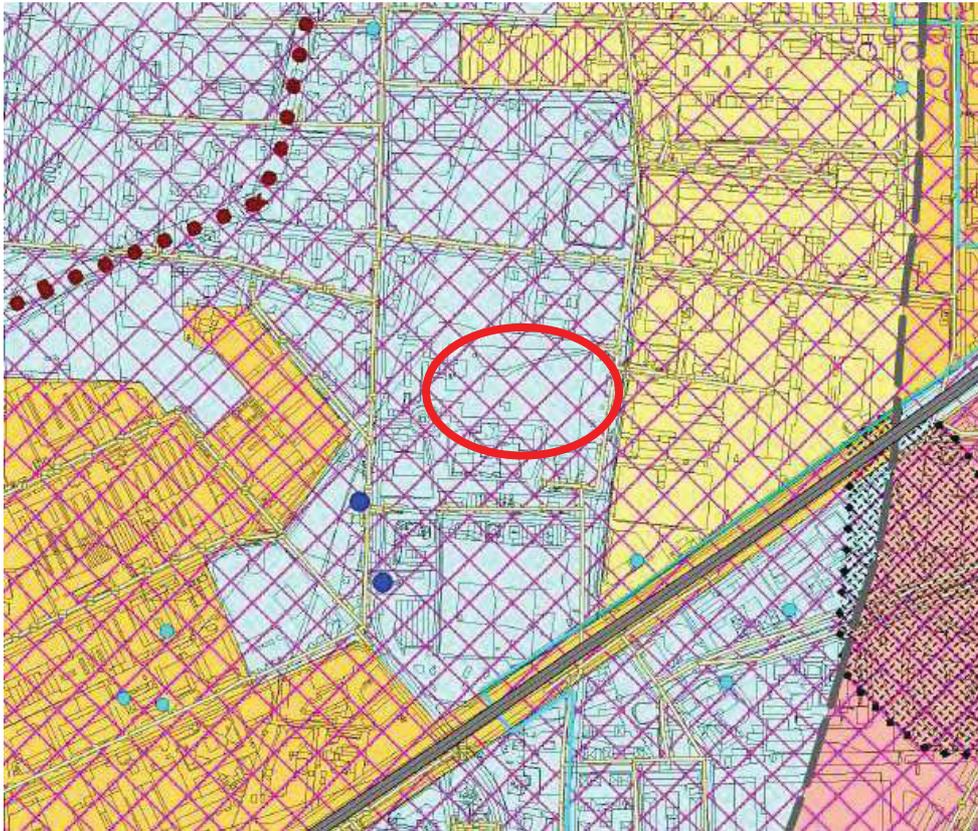
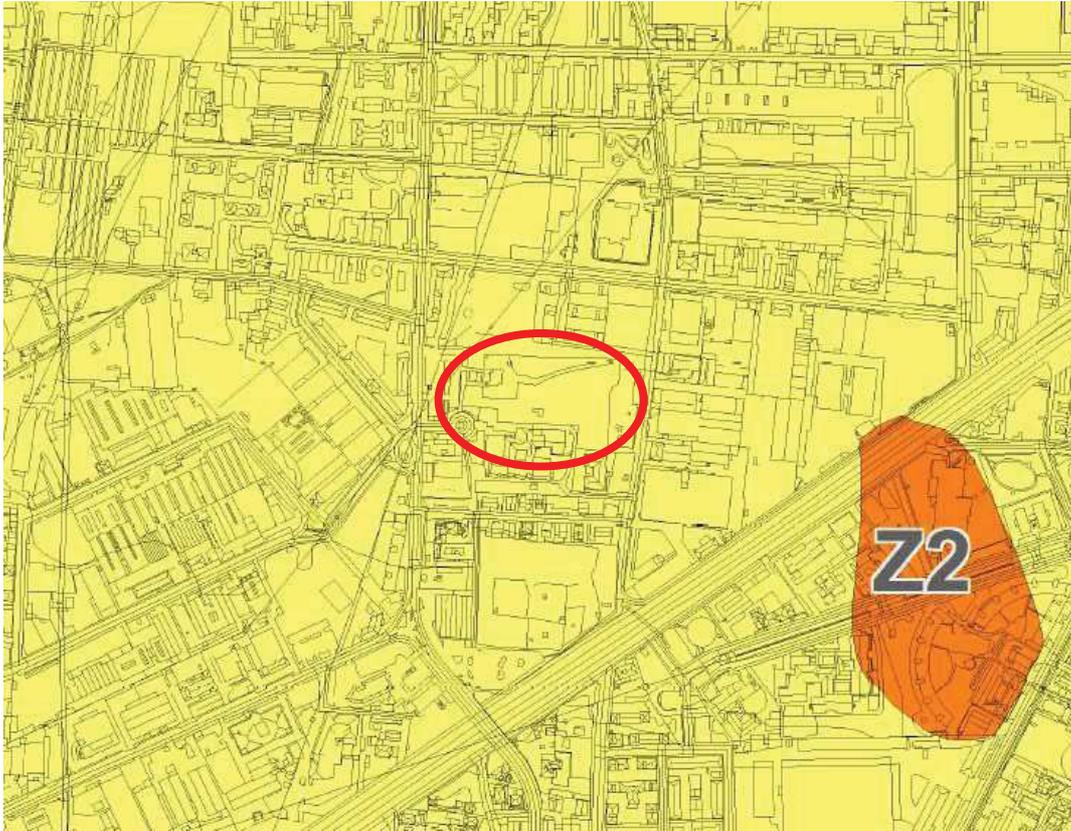


Figura 15

Estratto della tavola "Pericolosità Sismica"



NORMATIVA REGIONALE

Il Comune di Cologno Monzese ricade in ZONA SISMICA 4

1° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

individuati attraverso le procedure riportate nell'Allegato 5 alla DGR 8/7374 del 28 maggio 2008

PSL



Z4a: zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi

EFFETTI

amplificazioni litologiche e geometriche



Z2: zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti

cedimenti e/o liquefazioni

LIVELLO DI APPROFONDIMENTO PREVISTO

è obbligatorio l'approfondimento di 2° livello ai sensi dell'Allegato 5 alla DGR 8/7374 del 28 maggio 2008 solo per gli edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. 19904/03)

Nel caso in cui da questi approfondimenti risulti F_a calcolato > valore soglia comunale, è necessario affrontare, in fase progettuale, anche il 3° livello di approfondimento

è obbligatorio effettuare approfondimenti di 3° livello (fase progettuale) nel caso di progettazione di edifici strategici e rilevanti

5. DETERMINAZIONE PERICOLOSITA' E PARAMETRAZIONE SISMICA DEL SITO INDAGATO

La presente analisi è stata condotta ai sensi delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni contenute nel D.M. 14.01.2008 (sostituenti le norme contenute nel D.M. 14.09.2005).

In base alla nuova normativa i metodi di calcolo di verifica del sistema opere-terreni introdotti si definiscono agli stati limite e prevedono per tali verifiche diverse combinazioni delle azioni, compresa la combinazione sismica nei cui calcoli si inserisce l'azione sismica locale, considerando la componente verticale della stessa nella definizione dell'azione di progetto e la componente orizzontale nei calcoli della resistenza di progetto.

L'analisi dal punto di vista sismico si è resa obbligatoria anche nei comuni in precedenza non classificati come sismici (N.C.), in quanto la recente classificazione sismica nazionale modificata (allegato 1 dell'O.P.C.M. 20/03/03) considera l'intero territorio italiano sismico, senza più alcuna eccezione.

Nel caso in esame, la città di Cologno Monzese è inserita in zona sismica 3 a cui corrispondono un basso grado di pericolosità e valori bassi di accelerazione orizzontale massima su suolo tra le quattro zone sismiche individuate per l'Italia.

Lo studio si è articolato in tre diverse fasi allo scopo finale di determinare l'azione sismica massima di progetto preventivabile per un determinato tempo di ritorno della stessa e una fissata probabilità di eccedenza, azione da inserire successivamente nei calcoli della capacità portante delle fondazioni previste in termini di effetti inerziali.

Tale azione viene ottenuta sulla base di spettri di risposta definiti mediante le seguenti tre diverse fasi:

1. individuazione della pericolosità del sito (sulla base dei risultati del progetto S1-INGV);
2. scelta della strategia di progettazione;
3. determinazione dell'azione di progetto.

Si sottolinea che tutte le tre fasi sono state affrontate con programma "GeoStru PS[®]" confrontato con programma "Spettri NTC ver.1.0.3" approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e messo a disposizione dei tecnici di settore.

5.1. Pericolosità sismica del sito

Nella prima fase la "pericolosità sismica di base" del sito di edificazione è definita in termini sia di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido di categoria di sottosuolo A (categorie classificate nella tabella 3.2.2 del D.M.14/01/2008) con superficie topografica orizzontale, sia in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente S e (T) , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} (definite nella tabella 3.2.1.delle NTC-08) nella vita di riferimento dell'opera V_R .

Ai fini della presente normativa le forme spettrali ottenute sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione massima sul sito (espressa in g/10);
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (valore adimensionale);
- T^*_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in secondi).

Tali parametri sono forniti nella tabella 1 dell'allegato B delle NTC-08 per 10751 punti (nodi) del reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio italiano (ad esclusione delle isole per le quali occorre consultare la tabella 2) e per 9 valori del periodo di ritorno T_R .

Tali punti sono definiti in termini di coordinate di latitudine e longitudine.



**Viale Lombardia
Cologno Monzese (MI)**

Coord. ED50 Est 9.277754°
Coord. ED50 Nord 45,537877°

	ID Punto [-]	Coord. Est [°]	Coord. Nord [°]	Distanza [m]
SITO 1	11817	9.2101	45.5592	5773
SITO 2	11818	9.2814	45.5617	2659
SITO 3	12040	9.2848	45.5117	2959
SITO 4	12039	9.2137	45.5092	5920

Per qualunque punto del territorio non ricadente sui nodi del reticolo di riferimento, come nel caso in esame, i valori dei parametri a_g , F_0 , T^*_c ad esso corrispondente è ricavato per interpolazione a partire dai dati relativi a prefissati T_R (periodo di ritorno dell'azione sismica espresso in anni), utilizzando il valore ottenuto dalla media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia del reticolo di riferimento contenente il punto in esame.

5.2. Stratigrafia di progettazione con prestazioni dell'opera attese

Nella seconda fase, a partire dai coefficienti che definiscono il tipo di opera e la classe d'uso della costruzione, si valutano alcuni parametri fondamentali (vedasi capitolo 2 NTC-08) che brevemente riassumiamo, alcuni dei quali già menzionati sopra.

V_N => **vita nominale dell'opera** in base al tipo di costruzione *“intesa come il numero di anni nel quale la struttura deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata”*;

Classe d'uso della costruzione in presenza di azioni sismiche;

V_R => **Periodo di riferimento per l'azione sismica**, *“che si ricava per ciascun tipo di costruzione moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U ”,* ove C_U è definito, al variare della classe d'uso, in base alla tabella seguente:

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_U	0.7	1	1.5	2

Considerando per periodi ≤ 35 anni un V_r minimo pari a 35 anni

P_{VR} => **Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R** , che si ricava in valore percentuale per ciascuno Stato Limite considerato.

Considerando la struttura in progetto sono stati attribuiti i seguenti valori riferiti alle tabelle relative inserite nel D.M.14/01/2008:

- $V_N \geq 50$ anni (tipo di costruzione 2 => tabella 2.4.1)
- **Classe d'uso II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Coefficiente d'uso C_U riferibile a classe II:** 1.0;
- $V_R = 50$ ANNI
- $P_{VR} = 10\%$ per stato limite ultimo (di tipo SLV)

5.3. Stratigrafia di progettazione con prestazioni dell'opera attese

La terza fase permette infine di ottenere il valore di progetto dell'azione sismica (definita al § 3.2.3) preventivamente sul sito in esame con prefissati T_R e P_{VR} .

Al fine di rendere più puntuale l'analisi effettuata, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale che si basa sui seguenti parametri:

- categoria sismica del sottosuolo: *ottenuta mediante l'esecuzione di un'indagine sismica con metodologia MASW:*

5.3.1 Indagine Sismica – Metodologia Masw

L'indagine geofisica effettuata mediante prove MASW (*Multichannel Analysis Surface Waves*) è stata finalizzata, secondo quanto previsto dalle normative tecniche vigenti, a:

- ricostruire la “stratigrafia sismica” del sito;
- calcolare il valore medio delle V_{s30} negli strati superficiali di terreno (primi 30 metri);
- definire la categoria del suolo di fondazione e l'azione sismica di progetto.

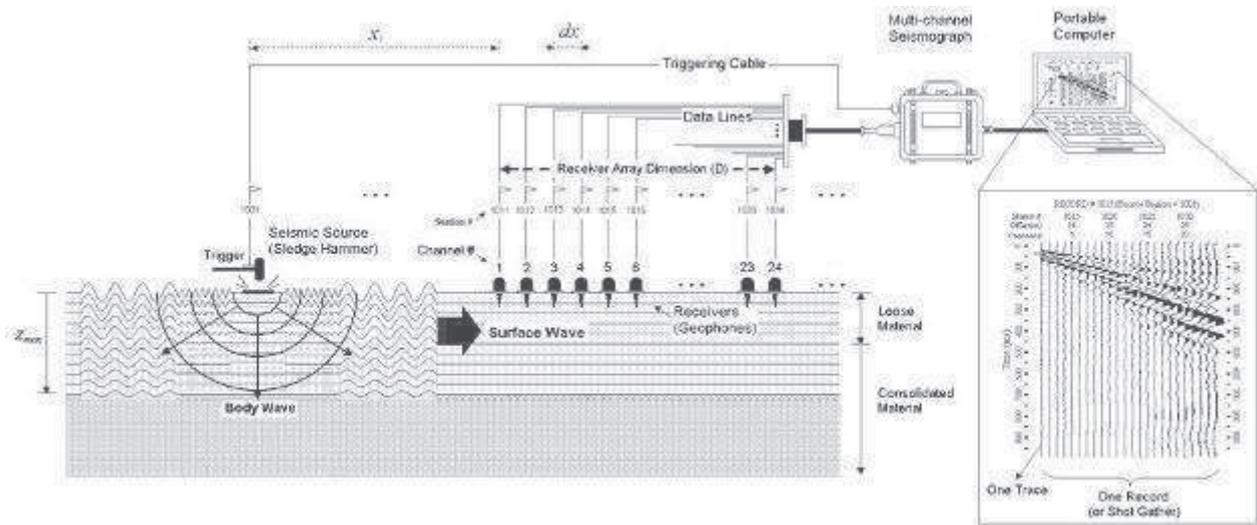
L'indagine geofisica di dettaglio ha fornito le necessarie indicazioni sul comportamento del sottosuolo nell'ipotesi di un evento sismico e le proprietà fisiche del sottosuolo attraverso la determinazione di un modello di distribuzione di velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo.

Essa è stata eseguita all'interno dell'area oggetto dell'intervento.

Metodologia di indagine

Il piano di indagini ha previsto la realizzazione di una prova MASW per il calcolo del parametro V_{s30} il cui stendimento è indicato in dettaglio nella planimetria di progetto con ubicazione delle indagini (Tavola 1).

Schema di acquisizione dati MASW



Schematicamente le caratteristiche dimensionali della tesa sismica sono:

Nome	Stendimento geofonico (m)	Energizzazioni (numero)	Geofoni (numero)
MASW 1	46	6	24

Analisi multicanale delle onde superficiali

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende i seguenti tre passi successivi:

- acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- costruzione di una curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Valori approssimati per il rapporto di Poisson e la densità sono necessari al fine di ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Oltre alle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh si genera anche una molteplicità di tipi diversi di onde, tra cui le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Le onde rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità)

fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali che, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento.

Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza in funzione della distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione, così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatta con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, un'opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y) il cui legame determina la curva di dispersione. E' anche possibile definire l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma.

In questo caso la metodologia MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP).

Tuttavia alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione.

Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione.

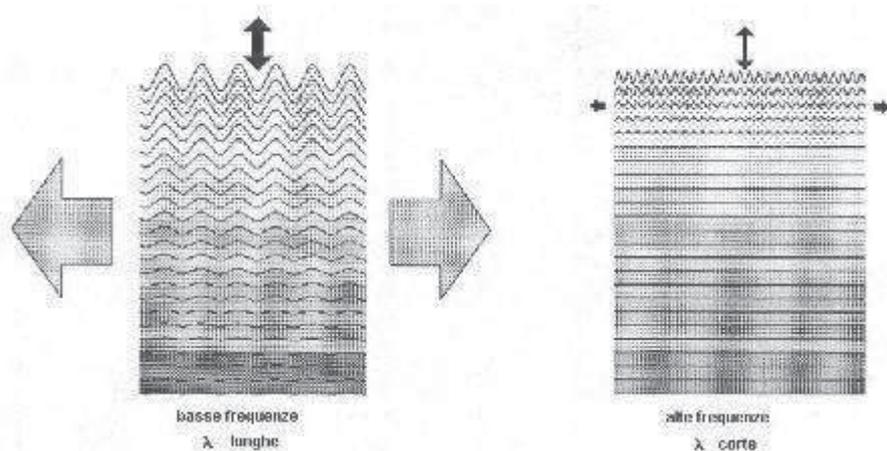
MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza (<10 Hz).

L'immagine di seguito riportata mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie.

Nel dettaglio, le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori) sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte) hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

Proprietà di dispersione delle onde di superficie



Strumentazione

La strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sismografo "Echo 24-2002 Seismic Unit" a 24 canali;
- software di acquisizione dati "Echo 2002", che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate;
- cavo sismico a 24 take-outs equispaziati con connettore "cannon" NK27 montato su rullo;
- geofoni verticali con frequenza di risonanza pari a 4,5 Hz;
- mazza di battuta da 8 kg con interruttore starter, utilizzata per produrre l'energizzazione sulla piastra di battuta in duralluminio;
- cavo trigger da 150 metri montato su rullo;

- “shock sensor” collegato alla mazza battente e connesso via cavo al sismografo finalizzato all’innescio (trigger).



Strumentazione utilizzata per l’indagine sismica

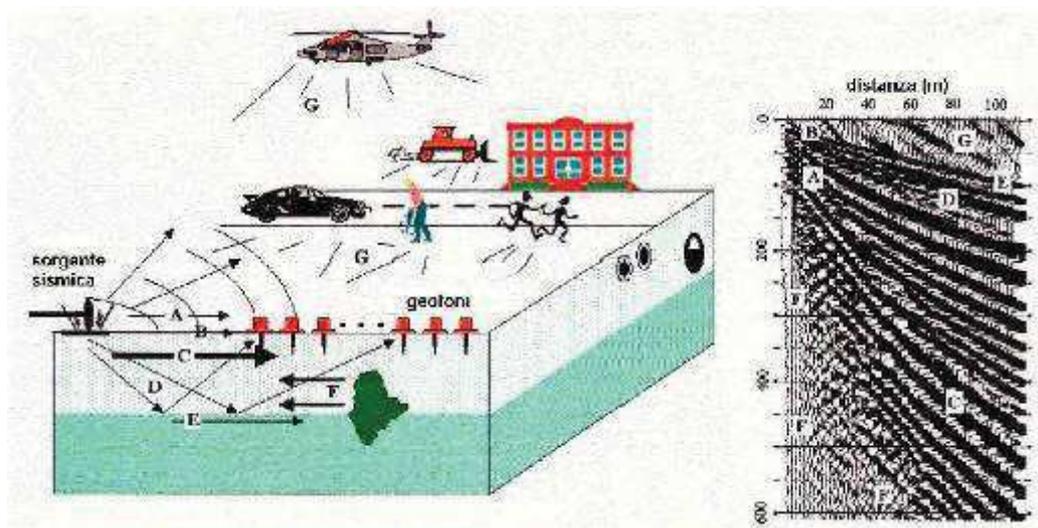
Vantaggi della registrazione multicanale

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall’insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche.

Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali.

Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell’estrazione delle informazioni utili.

Esempio delle differenti tipologie di onde e loro identificazione



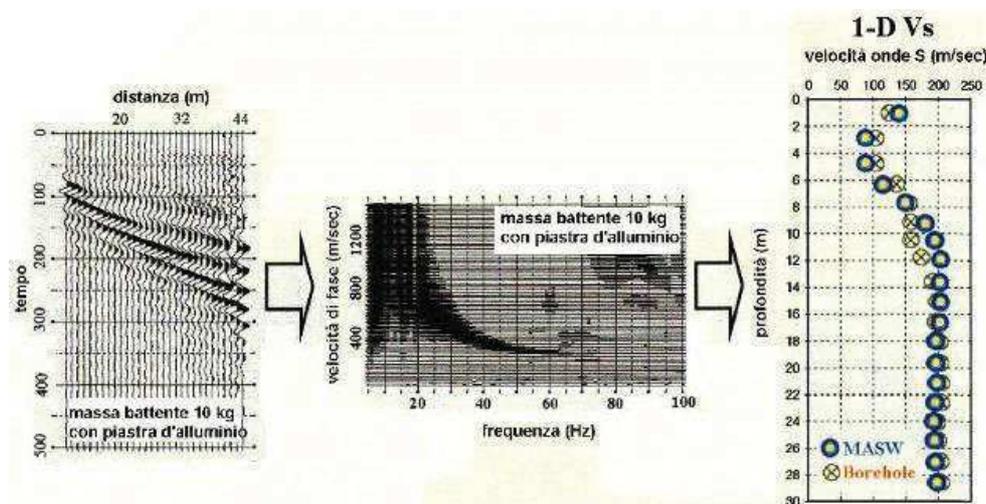
- A: onde in aria
- B: onde dirette
- C: onde di superficie
- D: onde riflesse
- E: onde rifratte
- F: onde riverberate
- G: rumore ambientale

Descrizione generale della procedura MASW

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

1. acquisizione dei dati di campo;
2. estrazione della curva di dispersione;
3. inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di V_s con la profondità.

Esempio procedura MASW



Risultati

I dati acquisiti sono stati sottoposti ad una fase di processing che ha consentito di stimare la curva di dispersione caratteristica del sito in oggetto ovvero, la velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza. I dati acquisiti sono stati elaborati con il software Surfseis V. 3.05 (Kansas University, USA), che analizza la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh. L'inversione numerica della curva, secondo un processo iterativo ai minimi quadrati, consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

In Allegato 3 sono riportati i risultati della prova MASW condotta ed elaborata.

Nell'immagine in alto è riportata la rappresentazione della dispersione dell'energia sismica, con relativa curva di dispersione estratta, mentre nell'immagine in basso è presentato il grafico relativo al modello del terreno ottenuto mediante inversione della curva di dispersione.

Nel prossimo paragrafo si fornisce il valore del parametro V_{s30} ; secondo la normativa vigente, il parametro di riferimento per la classificazione sismica dei suoli è la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna (V_{s30}) e viene calcolato con la seguente formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (in m/s) (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

Il sito è stato classificato sulla base del valore di V_{S30} forniti dalla normativa vigente e definiti come riportato nella seguente tabella:

Grado	Classe	Velocità sismica (m/s)
Molto buono	A	$V_{S30} > 800$
Buono	B	$360 < V_{S30} < 800$
Discreto	C	$180 < V_{S30} < 360$
Sufficiente	D	$V_{S30} < 180$
Insufficiente	E	Strati sup. all. (5 – 20 m) tipo C e D soprastanti substrato tipo A
Molto scadente	S1	$V_{S30} < 100$
Pessimo	S2	$V_{S30} < 50$

Interpretazione

L'analisi ha rilevato la seguente successione sismo-stratigrafica:

MODELLO Vs A 10 STRATI			
Strato	Profondità [m]		Vs [m/s]
	da	a	
1	0,0	-0,8	191
2	-0,8	-1,9	194
3	-1,9	-3,2	209
4	-3,2	-4,8	240
5	-4,8	-6,8	295
6	-6,8	-9,3	342
7	-9,3	-12,5	376
8	-12,5	-16,4	384
9	-16,4	-21,3	362
10	-21,3	-30,0	432

I risultati della prova sismica realizzata hanno evidenziato per la MASW 1 valori di V_{s30} pari a **337 m/s**.

Sulla base dell'indagine sismica condotta il sottosuolo presente è stato quindi inserito all'interno della categoria di sottosuolo C, ovvero "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa addensati o terreni a grana fina consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

- coefficiente di amplificazione topografica S_T (ottenuto dalla tabella 3.2.IV delle NTC-08);

Essendo l'area su cui sorgerà la struttura caratterizzata da superficie pianeggiante, il sito è stato classificato nella categoria T1 "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ " cui corrisponde un valore del coefficiente S_T pari a 1.

- coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s (ottenuto dalla tabella 3.2.V delle NTC-08 in base a categoria di sottosuolo presente);

Tale fattore è correlato al tipo di sottosuolo presente e, nel caso in esame, ottengo $S_s=1.50$ (cat. sottosuolo C, $1.00 \leq 1.7 - (0.60 F_o * a_g/g) \leq 1.50$).

I valori dei parametri sismici di base per i diversi stati limite sono mostrati nella seguente tabella.

Stato limite	T_R [anni]	a_g [G]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.020	2.555	0.167
SLD	50	0.025	2.546	0.193
SLV	475	0.054	2.632	0.280
SLC	975	0.066	2.659	0.297

Nell'ipotesi di effettuare analisi semplificate per via pseudostatica, l'azione sismica è schematizzabile come un insieme di forze statiche orizzontali e verticali rappresentative delle forze inerziali prodotte dal passaggio delle onde sismiche nel terreno, date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente di accelerazione sismica orizzontale k_h e un coefficiente di accelerazione sismica verticale k_v espressi dalle seguenti relazioni:

$$k_h = \beta \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

β = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, funzione della tipologia di opera, della categoria del suolo di fondazione e del valore di a_g atteso, pari, nel caso in esame, a 0.20 e valido per le verifiche geotecniche delle fondazioni e per l'analisi di stabilità dei fronti di scavo non sostenuti

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

g = accelerazione di gravità

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), per il caso in esame rispettivamente pari a 1.5 e 1.0.

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido; nel caso in esame pari a 0.054 g.

Introducendo i valori numerici sopra specificati si ottengono i seguenti valori dei coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale:

$$k_h = 0.016$$

$$k_v = \pm 0.008$$

5.4 Suscettibilità alla liquefazione

Il rischio di liquefazione nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre che, sotto accelerazione sismica, può comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari in terreni saturi.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna *in assenza di manufatti* (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa

e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 5.4.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c^{(*)} < 3,5$ ed in Figura 5.4.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

(*) U_c rapporto D_{60}/D_{10} , dove D_{60} e D_{10} sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa

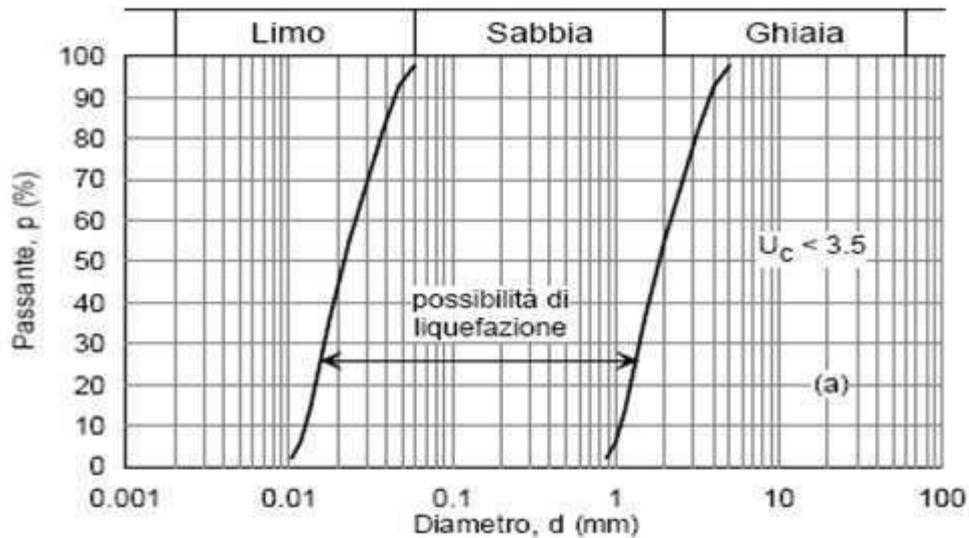


Figura 5.4.1(a)

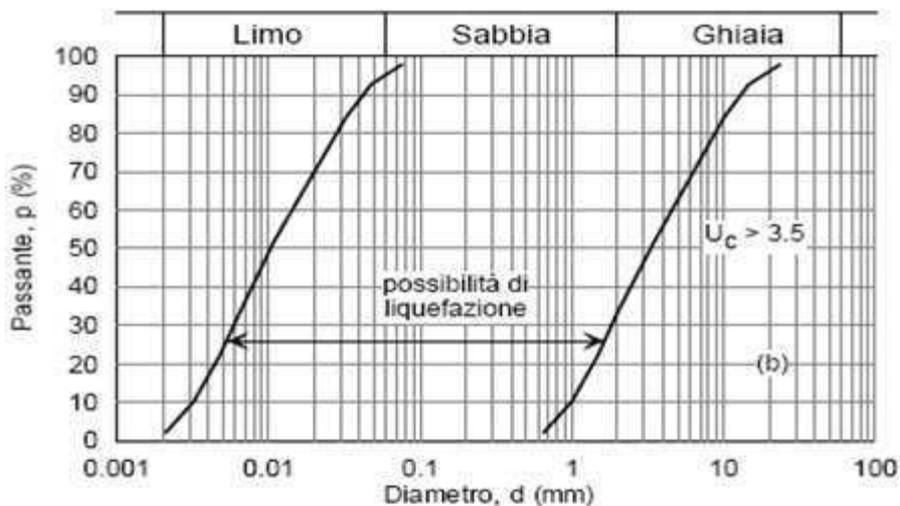


Figura 5.4.1(b)

Il sito di progetto anche se è caratterizzato dalla presenza di una falda freatica avente livello di progetto a circa 16 m dalla profondità di posa degli elementi fondazionali (considerando l'esecuzione di un piano interrato con quota imposta a circa - 4 m da quota 0.0 p.c.) i terreni di fondazione sono in ogni caso da non ritenersi suscettibili a fenomeni di liquefazione in occasione

dell'evento sismico e la verifica a liquefazione può essere omessa in accordo al punto 7.11.3.4.2 del D.M. 14/01/08 in quanto:

- la magnitudo dell'evento sismico atteso è inferiore a 5;
- l'accelerazione massima attesa sul piano di posa delle fondazioni è inferiore a 0.1 g (nel nostro caso l' a_{\max} è pari a 0.08g).

6. RECEPIMENTO DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Sulla base della disamina redatta, per quanto concerne l'Ambito di Completamento A.C. 15, sito in Viale Lombardia s.n.c., presso la Città di Cologno Monzese, è possibile sintetizzare gli aspetti più rilevanti del sito come di seguito esposto:

- il settore nord-occidentale dell'Ambito di Completamento A.C. 15 ricade nella classe di fattibilità 2, nel dettaglio nella *sottoclasse 2.a* che include aree soggette a rischio idraulico da moderato a medio (R1 o R2);
- il settore sud-orientale, invece, nella classe di fattibilità 3, nel dettaglio, nella sottoclasse 3.b che include aree a rischio idraulico elevato (R3);
- l'Ambito di Completamento ricade all'interno della fascia C "fascia di inondazione per piena catastrofica" individuata nell'ambito del Paino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico;
- il sito di interesse ricade nell'area interessata da alluvioni poco frequenti (aree P2/M), pertanto vi si applicano le limitazioni e le prescrizioni previste per la Fascia B dalle norme del "Titolo II – Norme per le fasce fluviali", delle N.d.A. del PAI;

Al fine di analizzare le problematiche idrauliche caratterizzanti l'area di intervento è stato commissionato da Casa In Coop a.r.l. uno studio di compatibilità idraulica ai sensi della DGR n. X/6738/2017 della Regione Lombardia il cui documento tecnico, redatto dallo Studio Telò May Fly S.r.l. a firma del Dott. Ing. Riccardo Telò, è riportato in toto nell'Allegato 3 della presente relazione geologica.

7. CONSIDERAZIONI FINALI

Sulla base dello studio preliminare geologico, geomorfologico, idraulico e idrogeologico del sito in esame si dichiara che l'intervento in progetto consistente nella realizzazione di un complesso residenziale in corrispondenza del suddetto ambito di completamento risulta fattibile e compatibile con l'assetto geologico del sito previa esecuzione delle seguenti opere ed interventi specifici per la mitigazione del rischio idraulico.

A seguito di tutte le considerazioni e analisi riportate nello studio di compatibilità idraulica ed al fine di rendere compatibile l'intervento in progetto relativamente alle aree di allagamento prevedibili per piene del F. Lambro con TR=200 anni e nell'ipotesi che non si inneschino fenomeni di Dam-break nell'argine recentemente realizzato in qualunque condizione di piena, si raccomanda:

- 1) *che i piani di calpestio di tutti i piani abitabili di tutti gli edifici siano realizzati ad una quota ≥ 137.80 m s.l.m.,*
- 2) *di rialzare tutte le aree verdi e cortilizie circostanti gli edifici fino ad una quota ≥ 137.50 m s.l.m.; in alternativa si potrà prevedere la conterminazione di tutta l'area con un muro in c.a. con taglione antisifonamento e con giunti adatti che raggiunga in sommità la quota ≥ 138.00 m s.l.m. e che garantisca la perfetta tenuta idraulica;*
- 3) *che tutti cancelli pedonali e il cancello carrabile di accesso al piano interrato vengano realizzati a tenuta stagna fino a quota 138.00 m s.l.m. per impedire l'accesso delle acque in caso di allagamento; in alternativa potranno essere realizzate delle paratie mobili che garantiscano la tenuta idraulica sempre fino a quota 138.00 m s.l.m.;*
- 4) *che tutte le eventuali ulteriori aperture e/o accessi che dal piano terreno portino al piano interrato, qualora realizzate ad una quota inferiore a 138.00 m s.l.m., vengano realizzati a completa tenuta idraulica. Le griglie di uscita dei condotti di areazione dovranno essere posizionate ad una quota minima pari a 138.00 m s.l.m.,*
- 5) *che la strada di accesso al comparto da Via Mascagni venga realizzata a quota 137.50 m s.l.m. o, in alternativa, venga dotata di un dosso artificiale alla stessa quota in grado di impedire lo scorrimento delle acque da Via Mascagni,*
- 6) *tutti gli edifici siano dotati di specifico Piano di evacuazione coordinato con il Piano di emergenza comunale.*

Per quanto riguarda invece le prescrizioni sismiche, secondo la recente D.G.R. di Regione Lombardia 11 luglio 2014 n. X/2129, la Città di Cologno Monzese (MI) ricade attualmente in zona sismica 3 e l'Ambito di Completamento A.C. 15 è stato attribuito allo scenario di pericolosità sismica locale Z4a "zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o

fluvioglaciali granulari e/o coesivi”, con conseguente necessità di eseguire, in fase pianificatoria, un approfondimento sismico di secondo livello.

Castelseprio, 14 marzo 2019

Dott. Geol. Luca Fontana
(Ordine Geologi della Lombardia n° iscriz. 1310)



ALLEGATO 1

Report indagine sismica MASW

Curva di dispersione

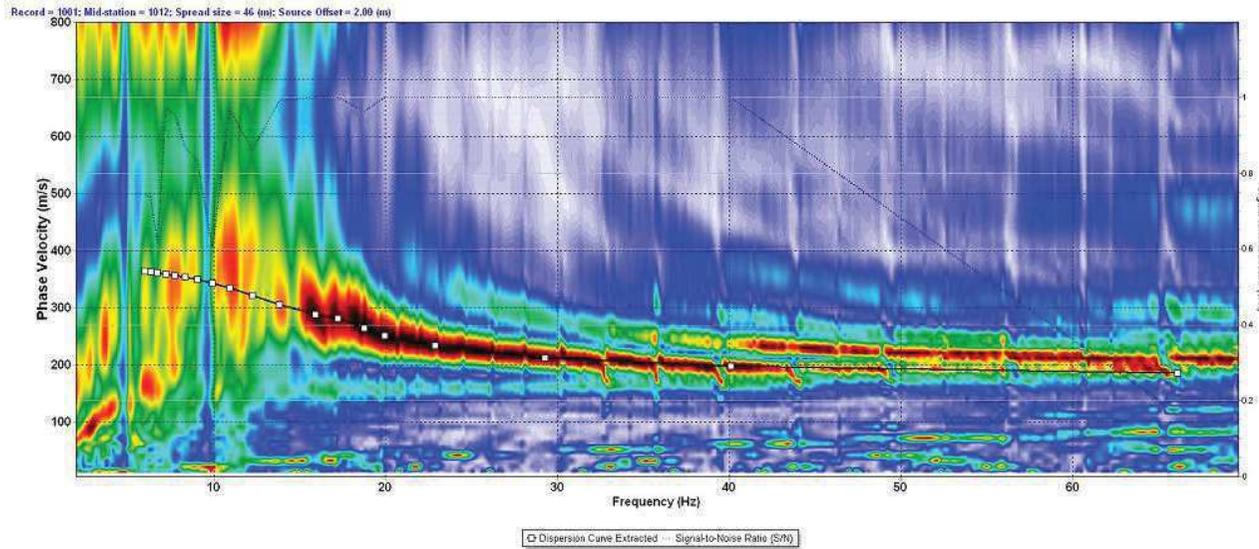
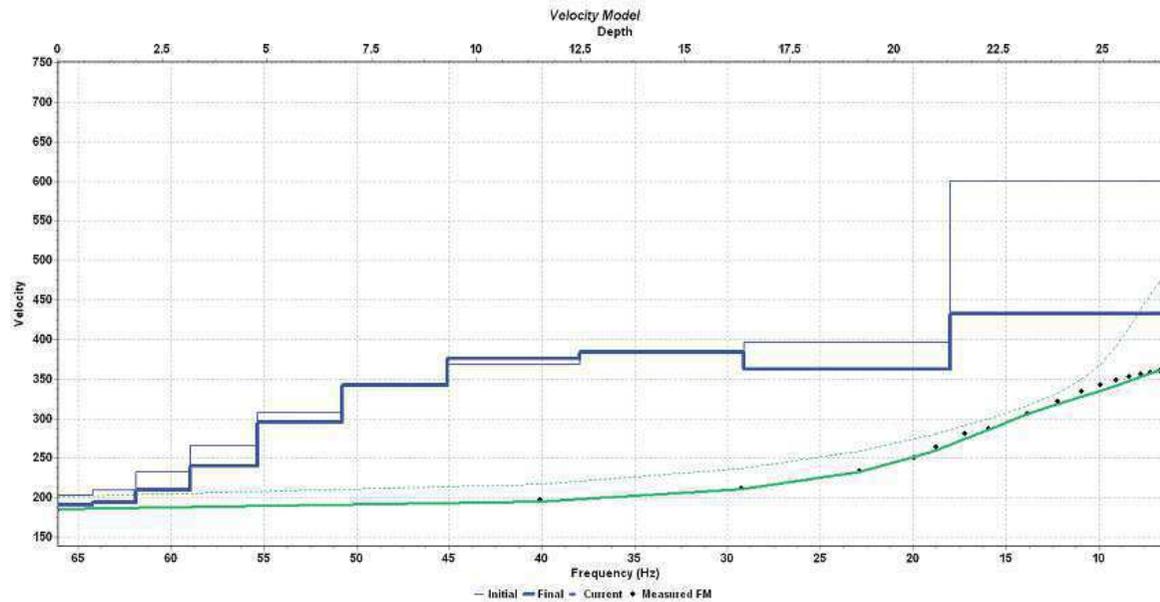
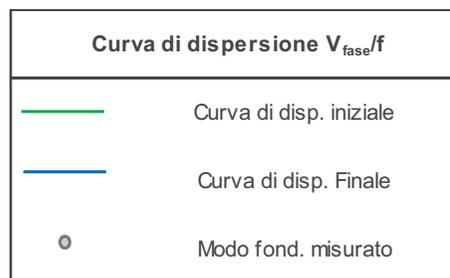
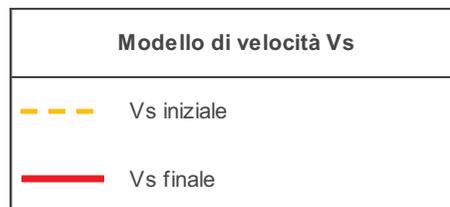
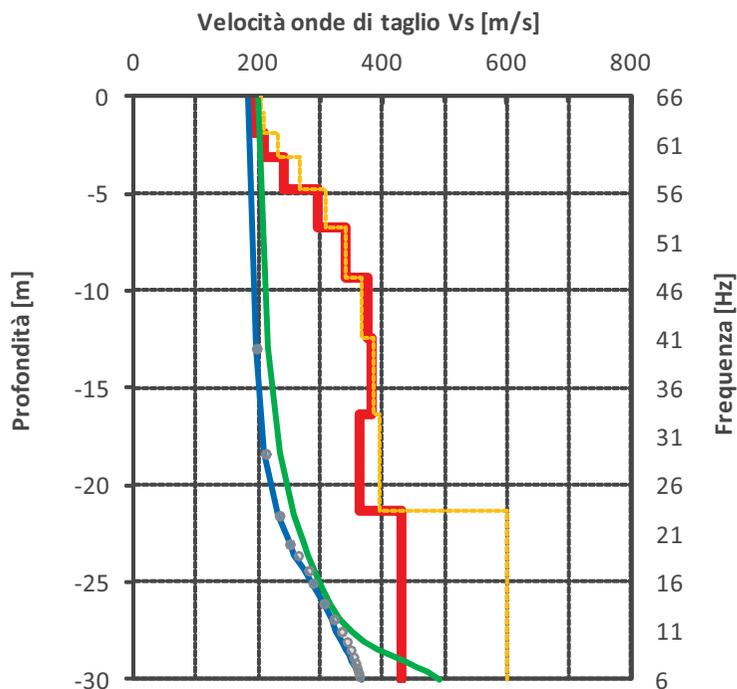


Grafico della curva di dispersione della velocità V_s in funzione della frequenza e della velocità di fase

Modello delle velocità delle onde S



Modello di propagazione delle velocità delle onde V_s



MODELLO V_s A 10 STRATI			
Strato	Profondità [m]		V_s [m/s]
	da	a	
1	0,0	-0,8	191
2	-0,8	-1,9	194
3	-1,9	-3,2	209
4	-3,2	-4,8	240
5	-4,8	-6,8	295
6	-6,8	-9,3	342
7	-9,3	-12,5	376
8	-12,5	-16,4	384
9	-16,4	-21,3	362
10	-21,3	-30,0	432

V_s 30 Calcolato

337

C

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

180÷360

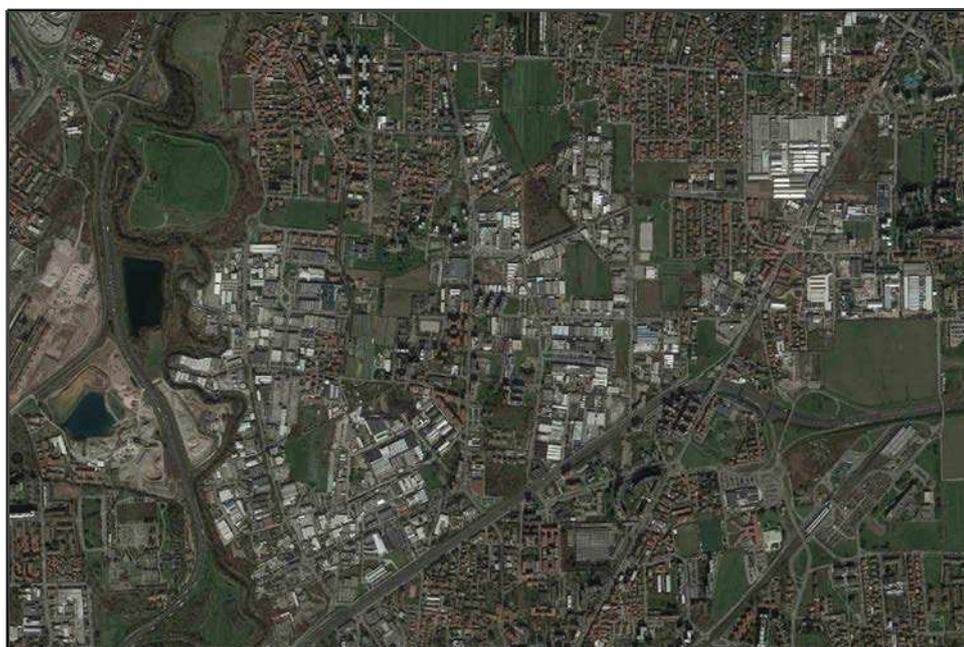
ALLEGATO 2

Studio di Compatibilità idraulica ai sensi della DGR n.X/6738/2017 di Regione Lombardia di un'area sita in Comune di Cologno Monzeseove è previstoil Piano Attuativo ambito AC15 a firma del Dott. Ing. Riccardo Telò, luglio 2018.



Comune di Cologno
Monzese

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA AI SENSI DELLA DGR n. X/6738/2017 DI REGIONE LOMBARDIA DI UN'AREA SITA IN COMUNE DI COLOGNO MONZESE OVE È PREVISTO IL PIANO ATTUATIVO AMBITO AC15



COMMITTENTE



CASA IN COOP. SOCIETA' COOPERATIVA A R.L.
Sede legale: Via Carducci, 11
20093 Cologno Monzese (Milano)

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE IDRAULICA

N° ELABORATO

A

SCALA



STUDIO TELO' MAY FLY s.r.l.
Largo 24 Agosto 1942, 33/A - 43126 Parma
Tel/Fax 0521-292795
studiotelo@studiotelo.it - www.studiotelo.it

IL RESPONSABILE DELLO STUDIO



AGGIORNAMENTI:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLL.	APPROV.
0	Luglio 2018	EMISSIONE	Ing. Quintavalla	Ing. Telò	Ing. Telò



INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. I VINCOLI IDRAULICI ESISTENTI NELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.....	4
2.1. PAI ADBPO	4
2.2. PGRA ADBPO	5
2.3. PGT COMUNE DI COLOGNO MONZESE	6
2.4. AREE STORICAMENTE ALLAGATE.....	8
3. GLI INTERVENTI DI DIFESA IDRAULICA ESEGUITI ED IN CORSO DI ESECUZIONE LUNGO IL FIUME LAMBRO IN COMUNE DI COLOGNO MONZESE.....	11
4. INQUADRAMENTO DEL BACINO DEL FIUME LAMBRO	15
4.1. PORTATE DI PIENA	15
5. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELLE AREE OGGETTO DI P.A. ...	18
6. ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO.....	22

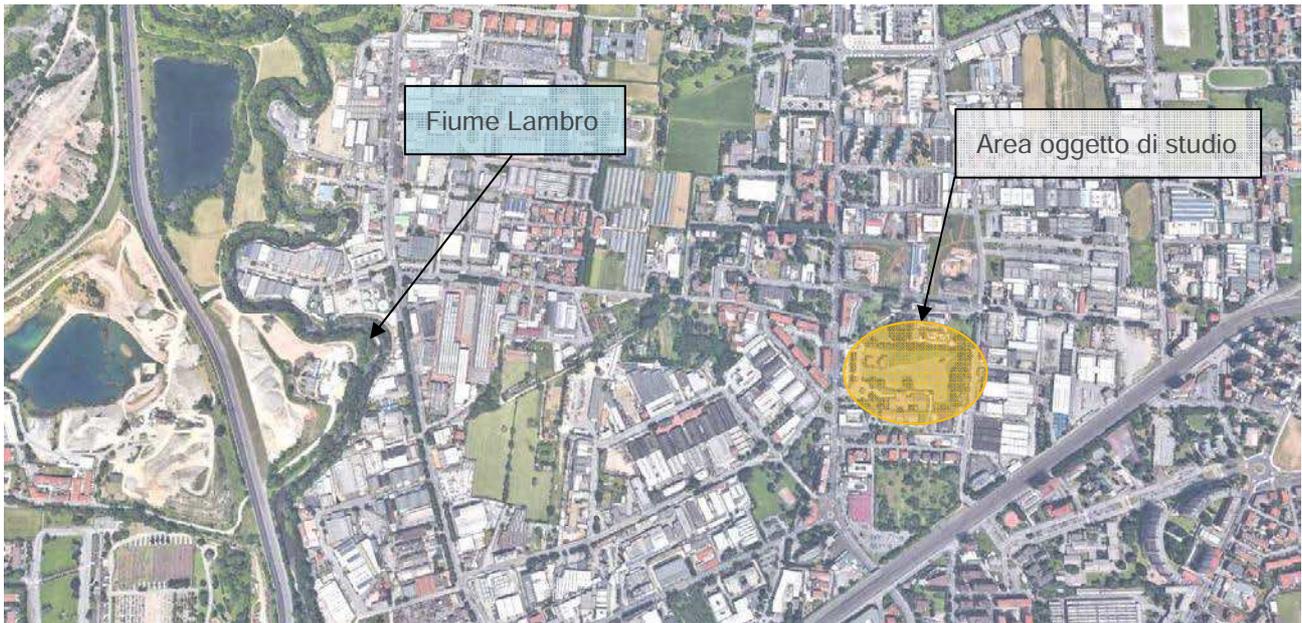
ALLEGATI

- TAV. 1: Planimetria di inquadramento con individuazione degli attuali vincoli idraulici
- TAV. 2: Stima della pericolosità idraulica



1. PREMESSA

Oggetto della presente analisi è lo Studio di compatibilità idraulica di un'area posta in Viale Lombardia n. 26 in comune di Cologno Monzese (MI) ove è prevista la realizzazione del Piano Attuativo dell'ambito di completamento AC15.



L'area è ubicata in sponda idrografica sinistra del Fiume Lambro e ricade all'interno del territorio mappato dalle fasce di pertinenza fluviale del PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (AdBPo) a tergo di 'limite di progetto tra la fascia B e la fascia C'.

Attualmente l'ambito in oggetto ricade inoltre all'interno delle aree a pericolosità media di alluvione (P2/M) del Fiume Lambro mappate dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel 2015 (PGRA dell'AdBPo) per il Reticolo Principale (v. Par. seguente).

Per tale motivo valgono i disposti del par. 3.1.4 dell'allegato A alla DGR n. X 6738/2017 di Regione Lombardia e più precisamente: '[...] 4. entro i territori compresi tra un limite B di progetto e un limite di fascia C delle fasce vigenti: [...] è facoltà del Comune applicare le norme riguardanti le aree P3/H e P2/M (fasce A e B) o richiedere che gli interventi edilizi siano supportati da uno studio di compatibilità idraulica che, partendo dalla valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio già svolta (qualora presente) e recepita nel PGT, ne approfondisca gli esiti utilizzando come dati tecnici di input tutte le informazioni del PGRA. [...]']'.

Nei paragrafi successivi verranno pertanto descritte le attività eseguite al fine di:



-
- 1) analizzare la pericolosità idraulica specifica dell'area oggetto di P.A. derivante dalle piene del Fiume Lambro, sulla base dei dati derivanti dalla pianificazione esistente (PAI, PGT Comune di Cologno Monzese), affinati prendendo in esame le risultanze dei progetti dei recenti interventi di sistemazione idraulica eseguiti ed in corso di esecuzione lungo il Fiume Lambro nel tratto compreso tra il ponte dell'autostrada A4 e il ponte di via G. di Vittorio e tutte le informazioni alla base del PGRA,
 - 2) analizzare la compatibilità idraulica degli interventi in progetto in termini di condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena,
 - 3) individuare le misure da adottare per evitare l'eventuale danneggiamento dei beni e delle strutture previsti e per facilitare l'evacuazione di persone e beni in caso di inondazione.

Si sottolinea che il presente studio non ha preso in esame i potenziali rischi di allagamento provenienti da altre sorgenti quali ad esempio reti fognarie, reticolo secondario e minore, ecc.



2. I VINCOLI IDRAULICI ESISTENTI NELL'AREA OGGETTO DI STUDIO

2.1. PAI ADBPO

Come accennato in premessa, l'area oggetto di studio, situata in sponda sinistra del Fiume Lambro in Comune di Cologno Monzese, è attualmente mappata, secondo quanto riportato nel PAI dell'AdBPO a tergo di 'limite di progetto tra la fascia B e la fascia C', un segno grafico che indica le opere e/o gli interventi programmati per la difesa del territorio.



FIGURA 2-1 STRALCIO DELLA TAVOLA DI DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI N. 118080 -LAMBRO 07 – II DEL PAI ADBPO.

Si ricorda brevemente il significato dei tre limiti di pertinenza fluviali definiti dal PAI dell'AdBPO:

- **Fascia di deflusso di piena (Fascia A):** costituita dalla porzione di alveo che consente, per la piena di riferimento (TR 200 anni), l'intero deflusso della corrente (alveo di piena straordinaria), ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili in piena.
- **Fascia di esondazione (Fascia B):** esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione in relazione alla piena di riferimento (TR 200 anni) e che svolge funzioni di



laminazione. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il PAI indica con apposito segno grafico, denominato "**limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C**", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del PAI per il tracciato di cui si tratta.

- **Area di esondazione per piena catastrofica (Fascia C):** costituita dalla porzione di territorio interessata da una piena storicamente registrata se corrispondente ad un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni.

A seguito dell'adozione della variante al PAI del 2004 per il Fiume Lambro, il territorio del Comune di Cologno Monzese risulta mappato per circa la metà della sua estensione a tergo del segno grafico 'limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C' precedentemente definito.

2.2. PGRA ADBPO

L'area oggetto di studio attualmente ricade inoltre all'interno di un'area a pericolosità di alluvione **P2/M (poco frequente)** del Fiume Lambro (Reticolo principale), individuata dal Piano di gestione del rischio alluvioni dell'AdBPO del 2015.

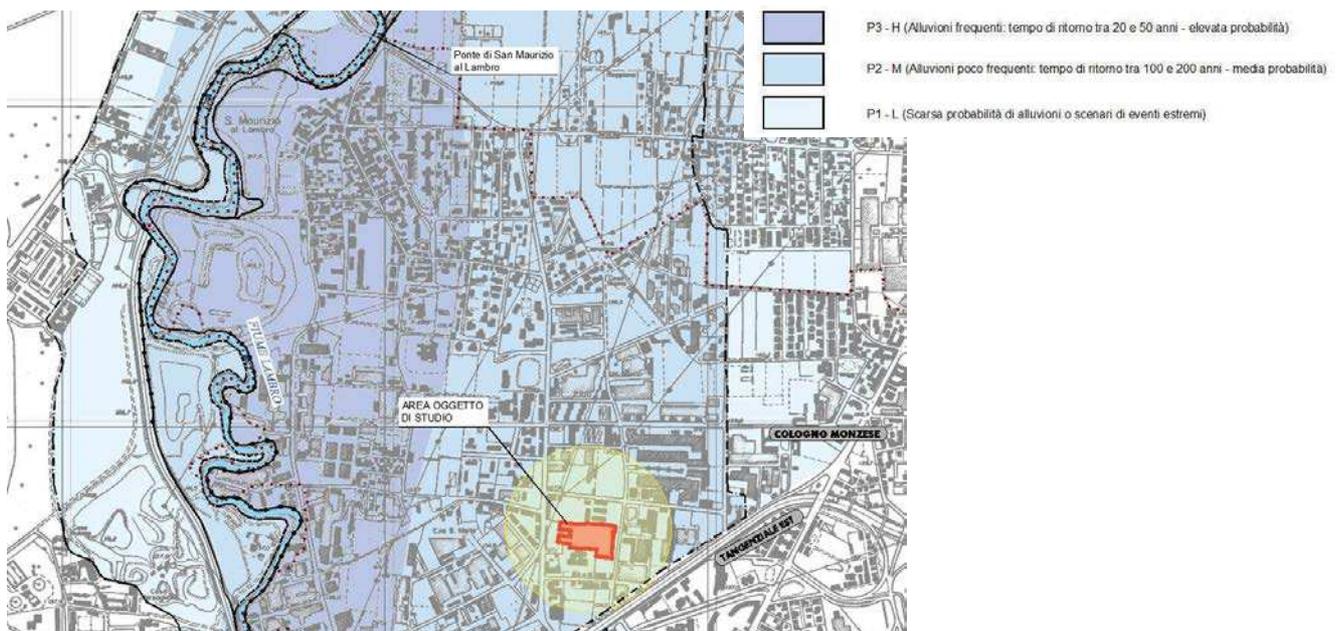


FIGURA 2-2 MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ DI ALLUVIONI NELL'AREA OGGETTO DI STUDIO (FONTE: PGRA - MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ DI ALLUVIONI PREDISPOSTA IN ATTUAZIONE DELL'ART.6 DELLA DIRETTIVA 2007/60/CE E DEL D.LGS. 49/2010)



Gli scenari di **pericolosità** individuati dal PGRA sono di 3 tipi, visualizzati con tonalità di blu differenti dal più chiaro al più scuro in funzione della maggiore frequenza dell'evento di riferimento che, per il reticolo nel quale ricade il fiume Lambro, assume le seguenti specifiche:

- **Alluvioni rare di estrema intensità (P1)**: il limite esterno è individuato sulla base delle aree interessate dalla piena catastrofica ovvero generata da un evento con tempo di ritorno pari a 500 anni (bassa probabilità);
- **Alluvioni poco frequenti (P2)**: il limite esterno è individuato sulla base delle aree interessate dalla piena generata da un evento con tempo di ritorno pari a 200 anni (media probabilità);
- **Alluvioni frequenti (P3)**: il limite esterno è individuato sulla base delle aree interessate dalla piena generata da un evento con tempo di ritorno pari a 20-50 anni (elevata probabilità).

Come si evince dalla Scheda relativa al Fiume Lambro contenuta nell'Allegato 1 alla Relazione di Piano del PGRA – Parte A "Schede descrittive delle mappe di pericolosità sul Reticolo Principale (fonti, criteri, livelli di confidenza)" per gli scenari di piena frequente e poco frequente la delimitazione delle aree inondabili è quella effettuata nello "*Studio di Fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito geografico di pianura Lambro-Olona (C. Lotti & Associati S.p.a. 2004)*" che contiene l'analisi idrologica, idraulica con modello monodimensionale di asta con sezioni topografiche appositamente rilevate e delimitazione delle aree inondabili per eventi con TR 20, 200 e 500 anni.

In particolare, per lo scenario di piena poco frequente (P2/M), nel quale ricade l'area oggetto del presente Studio, le aree inondabili sono state verificate con le risultanze di alcuni approfondimenti locali condotti nell'ambito della progettazione degli interventi di San Maurizio al Lambro (di cui si parlerà al Par. 3) .

Per lo scenario di piena rara è stata aggiornata localmente e con criteri speditivi la fascia C del PAI.

2.3. PGT COMUNE DI COLOGNO MONZESE

Il Comune di Cologno Monzese, al fine di ottemperare a quanto richiesto dall'art. 31 comma 5 delle NTA del PAI si è dotato già dal 2006 di uno Studio del Rischio Idraulico dell'intero territorio comunale. Lo studio è stato poi aggiornato nel 2010 a seguito dei nuovi dati contenuti nelle analisi idrauliche a supporto del Progetto dei *'Lavori di realizzazione di arginatura sul fiume Lambro Settentrionale necessari per la messa in sicurezza dell'abitato di San Maurizio al Lambro in Comune di Cologno Monzese (MI)'* commissionato da AIPO all'ATI Hydrodata Spa – HY.M Studio nel 2009.



La valutazione del rischio idraulico è stata svolta da Cooperativa REA s.c.r.l. nei territori del Comune di Cologno Monzese in fascia C del PAI e posti a tergo del "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C", nonché nei territori classificati come fascia A e B ricadenti all'interno dei centri edificati. Sono state individuate le seguenti 4 classi di pericolosità idraulica a gravità crescente in funzione dei tiranti e delle velocità della corrente raggiunti nel territorio analizzato:

- Pericolosità Moderata P1: tirante < 0.3 m
- Pericolosità Media P2: 0.3 m < tirante < 0.6 m
- Pericolosità Elevata P3: 0.6 m < tirante < 0.9 m
- Pericolosità Molto Elevata P4: tirante > 0.9 m

La perimetrazione delle classi di pericolosità idraulica è stata eseguita per piena con TR pari a 200 anni. Nello studio idraulico viene sottolineato come la portata presa a riferimento, associata ad un TR=200 anni alla sezione di monte del ponte di San Maurizio (confine nord del territorio comunale), sia pari a 215 m³/sec, corrispondente alla portata effettivamente transitante nell'alveo del fiume Lambro a valle del ponte dell'Autostrada A4, che funge da strozzatura e non permette il deflusso dell'intera portata pari a 295 m³/s in arrivo da monte (corrispondente ad un TR=200 anni alla sezione di chiusura del Ponte dell'A4).

Viene inoltre riportato come la dinamica di esondazione caratteristica del fiume Lambro nel territorio del Comune di Cologno Monzese si sviluppa da nord a sud, partendo proprio dal ponte di San Maurizio e discendendo lungo vie preferenziali, quali Viale Lombardia, che si trasformano in veri e propri canali lungo i quali si instaurano velocità della corrente dell'ordine di 0.1 – 0.4 m/s.

Nello specifico, secondo la zonazione proposta, l'area oggetto di studio ricade per circa la metà in zona a Pericolosità idraulica P2 (Media – tirante compreso tra 0.30 e 0.60 m) mentre per metà in zona a Pericolosità idraulica P3 (Elevata – tirante compreso tra 0.60 e 0.90 m), come si evince dalle tavole allegate allo Studio del Rischio Idraulico.

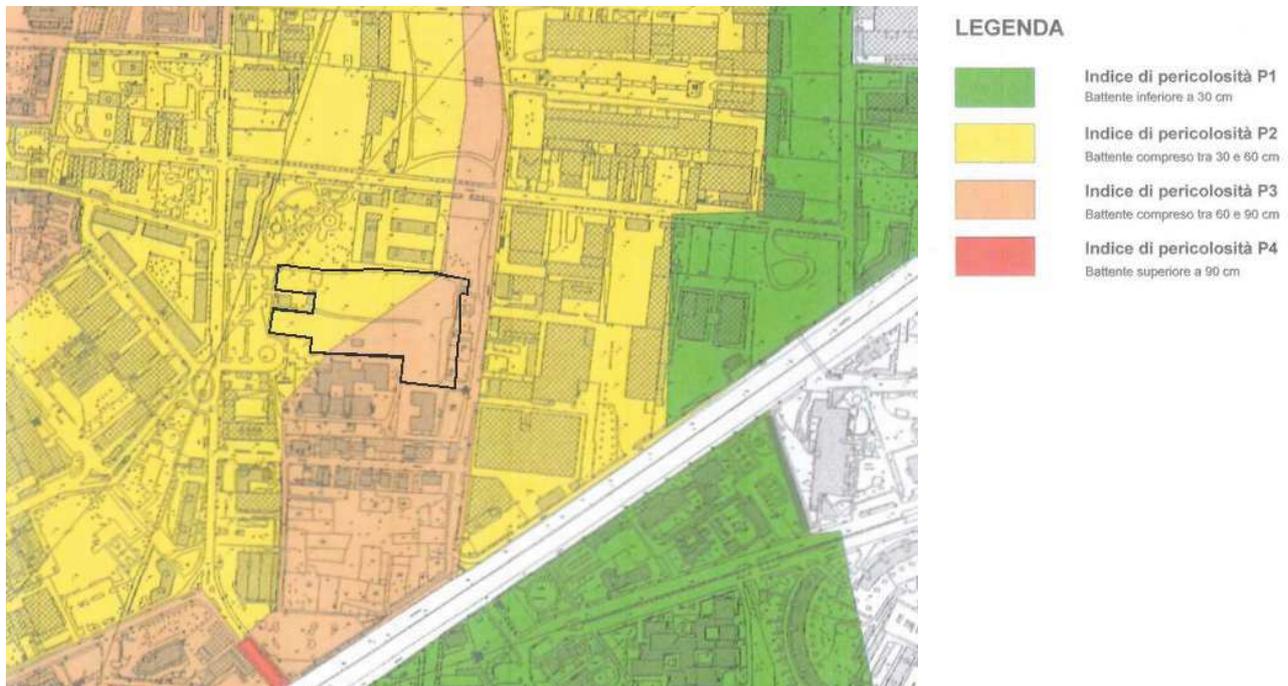


FIGURA 2-3 UBICAZIONE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO RISPETTO ALLA ZONAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO 2010

Recentemente (Maggio 2018) il Comune di Cologno Monzese ha commissionato a Studio Majone la redazione di uno studio idraulico bidimensionale volto alla ridefinizione della pericolosità e quindi del rischio idraulico del territorio comunale in relazione alle esondazioni del fiume Lambro, a seguito della pubblicazione del PGRA e della realizzazione degli interventi di San Maurizio al Lambro.

Alla data di redazione della presente relazione non sono ancora state pubblicate ufficialmente le risultanze di queste nuove analisi.

2.4. AREE STORICAMENTE ALLAGATE

Il territorio del comune di Cologno Monzese è stato storicamente caratterizzato da numerose esondazioni del Fiume Lambro, le più recenti delle quali sono avvenute nel novembre 2002, nell'autunno 2010 e ancora nel novembre 2014.

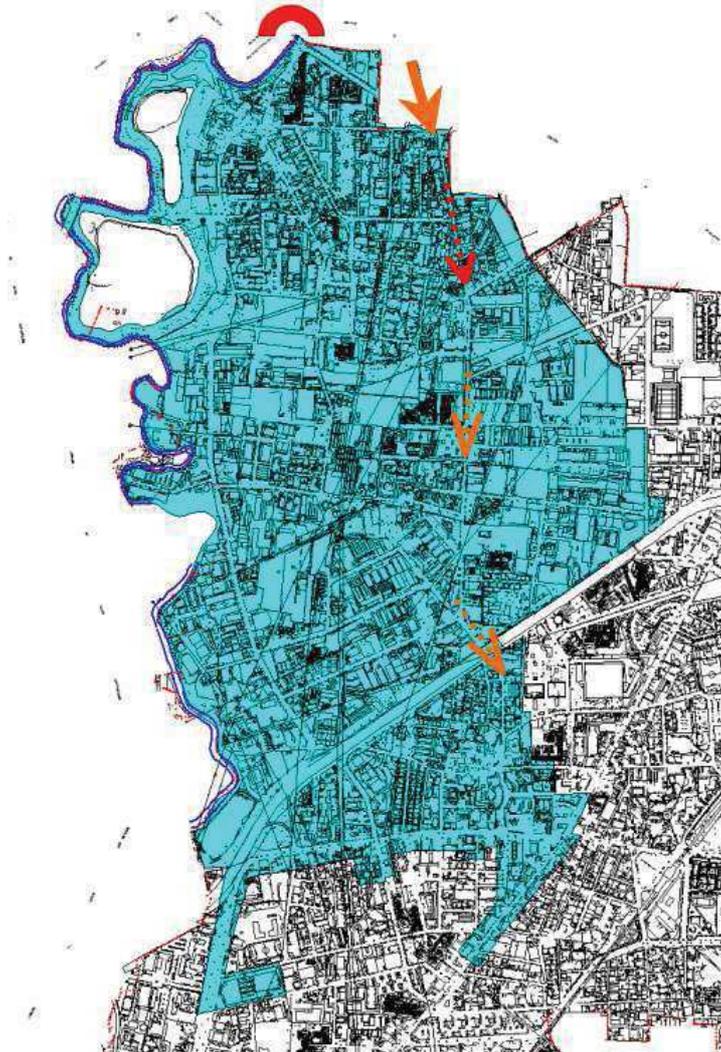


FIGURA 2-4 AREE INTERESSATE DALL'ESONDAZIONE DEL FIUME LAMBRO E DIREZIONE DELLA CORRENTE DURANTE L'EVENTO DEL NOVEMBRE 2002 (DA PROTEZIONE CIVILE, COMUNE DI COLOGNO M.SE).

Per quanto riguarda l'evento del novembre 2002, uno dei più importanti e meglio documentati, il primo punto di esondazione è stato il ponte di San Maurizio. L'acqua è trascinata nei terreni di sponda sinistra del fiume Lambro e ha trovato una via di scorrimento preferenziale lungo Viale Lombardia, con trasferimento di grandi portate di acqua fino a Piazza Castello.

Molte aree sono state interessate da allagamenti a seguito del convogliamento delle acque esondate dovuto alla topografia locale: le aree del comune di Cologno M.se poste in sponda sinistra Lambro hanno infatti un andamento altimetrico degradante sia da nord verso sud che da ovest verso est.

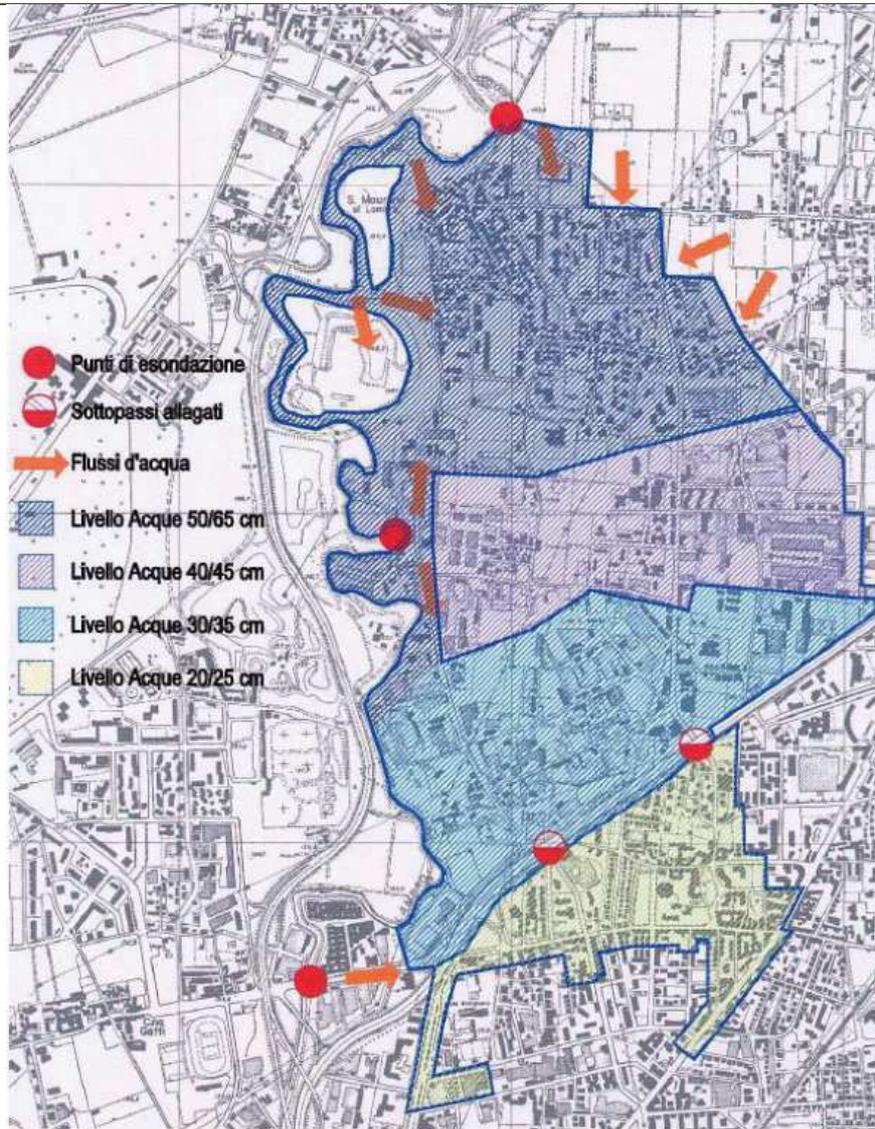


FIGURA 2-5 DATI RELATIVI ALL'ESONDAZIONE DEL F. LAMBRO NEL NOVEMBRE 2002 (DA COMUNE DI COLOGNO M.SE)

I battenti idrici hanno raggiunto l'altezza massima di 0.50-0.65 m nelle zone più a nord, per poi diminuire progressivamente fino a raggiungere i 0.20-0.25 cm nelle zone a sud della tangenziale.

Durante l'evento di piena del novembre 2014 si sono invece riscontrati sormonti dei rilevati posti in sinistra idraulica del f. Lambro nella zona di Via Guernica con conseguente allagamento delle aree retrostanti fino a Viale Spagna e crollo dei muri arginali esistenti in corrispondenza di Via Barcellona.



3. GLI INTERVENTI DI DIFESA IDRAULICA ESEGUITI ED IN CORSO DI ESECUZIONE LUNGO IL FIUME LAMBRO IN COMUNE DI COLOGNO MONZESE

A seguito dell'evento di piena del novembre 2002 sono stati progettati e realizzati da parte di AIPO (Agenzia Interregionale per il Fiume Po) i seguenti interventi nel Comune di Cologno Monzese:

- A. *Lavori di realizzazione di arginatura sul Fiume Lambro settentrionale necessari per la messa in sicurezza dell'abitato di San Maurizio al Lambro in Comune di Cologno Monzese (MI), che hanno previsto la realizzazione di arginature in sponda sinistra del f. Lambro a monte e subito a valle del ponte di S. Maurizio (interventi ad oggi realizzati).*

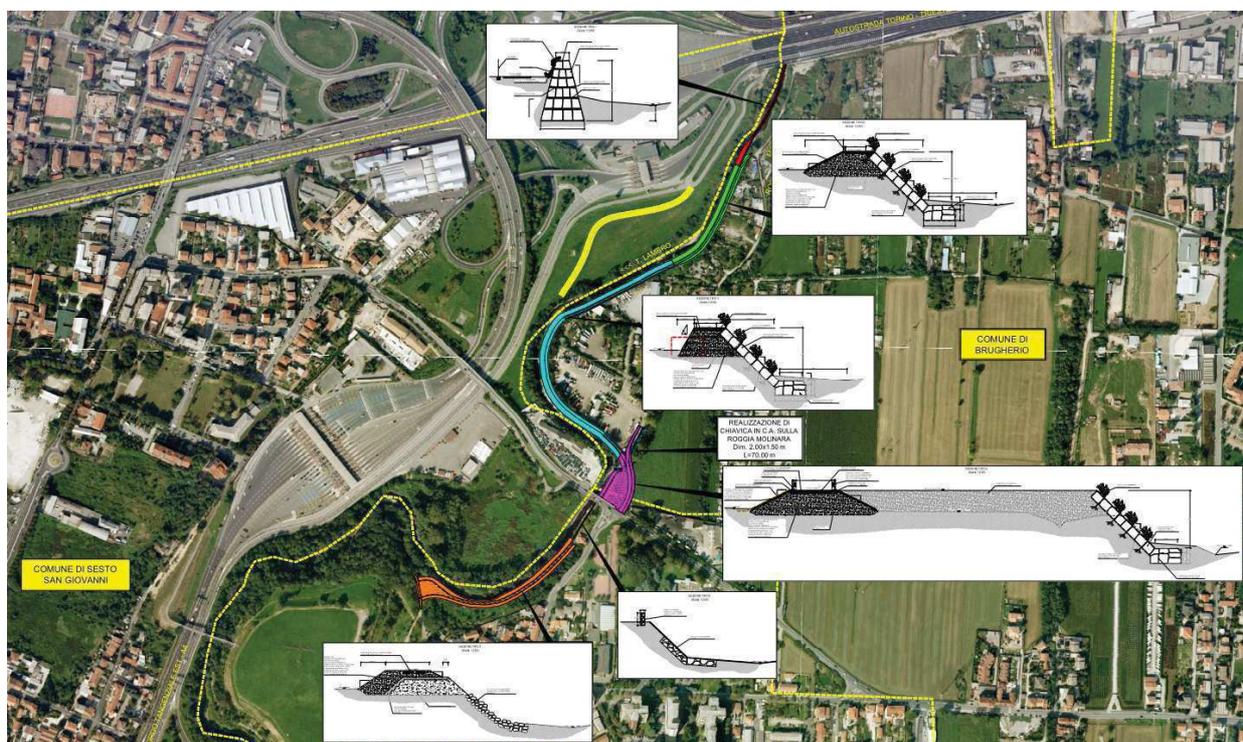


FIGURA 3-1 STRALCIO DEGLI INTERVENTI PREVISTI LUNGO IL F. LAMBRO NEL PROGETTO ESECUTIVO DEI **LAVORI DI REALIZZAZIONE DI ARGINATURA SUL FIUME LAMBRO SETTENTRIONALE NECESSARI PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ABITATO DI SAN MAURIZIO AL LAMBRO IN COMUNE DI COLOGNO MONZESE (MI)** (COMMITTENTE: AIPO – PROGETTAZIONE: HYDRODATA SPA – ANNO 2011)

- B. *Intervento di completamento arginatura del fiume Lambro in Comune di Cologno Monzese che ha previsto riprofilatura e rinforzo della scarpata destra e stabilizzazione dell'alveo in massi in corrispondenza della zona industriale di Cologno M.se (a monte di Via Barcellona), il rinforzo arginale in sponda sinistra e la realizzazione di un nuovo argine in sponda destra nel tratto a monte del Naviglio Martesana.*

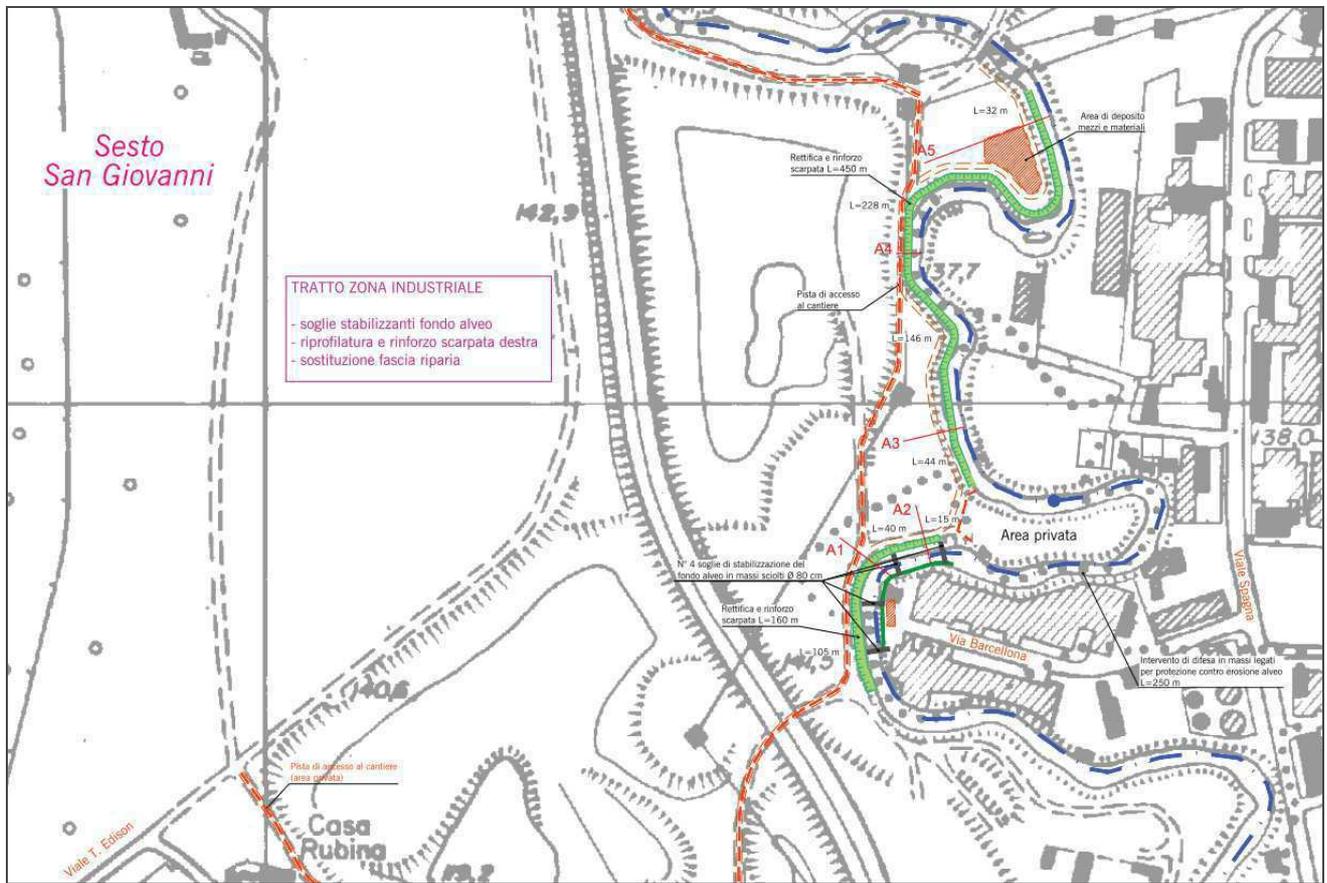


FIGURA 3-2 STRALCIO DEGLI INTERVENTI PREVISTI LUNGO IL F. LAMBRO NEL PROGETTO ESECUTIVO DELL' INTERVENTO DI COMPLETAMENTO ARGINATURA DEL FIUME LAMBRO IN COMUNE DI COLOGNO MONZESE (COMMITTENTE: AIPO – PROGETTAZIONE: BETA STUDIO SRL – ANNO 2015)

Sono inoltre in corso di esecuzione i lavori per la realizzazione di un by-pass in corrispondenza del ponte di San Maurizio al Lambro.

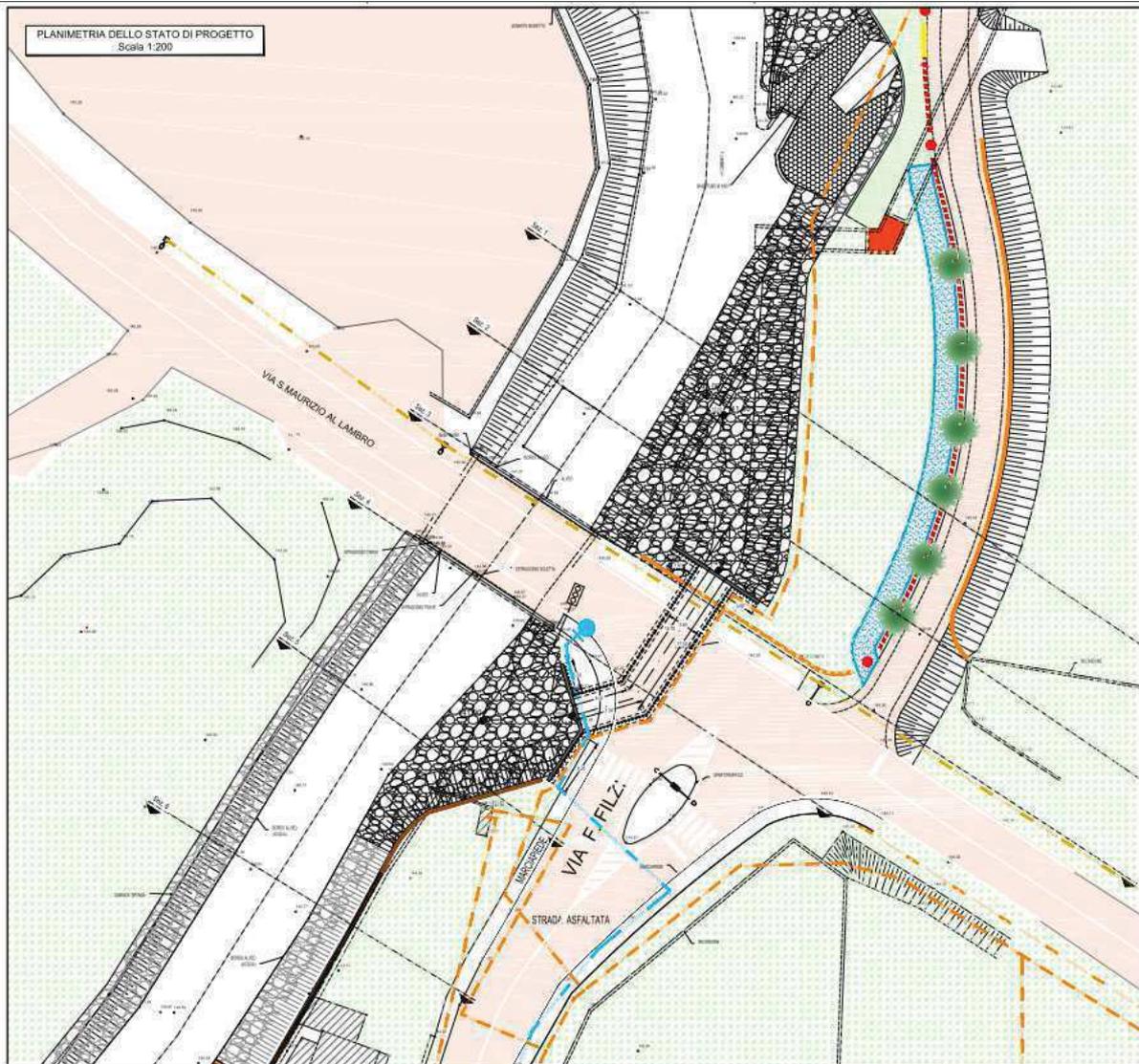


FIGURA 3-3 PLANIMETRIA DI PROGETTO DEGLI INTERVENTI PREVISTI LUNGO IL F. LAMBRO NEL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI BY-PASS IN CORRISPONDENZA DEL PONTE DI VIA SAN MAURIZIO AL LAMBRO (COMMITTENTE: AIPO – PROGETTAZIONE: HYDRODATA SPA – ANNO 2016)

Come si evince dalle progettualità citate il valore della portata di riferimento assunta ai fini del dimensionamento delle opere è stata imposta pari a $188 \text{ m}^3/\text{s}$. Viene infatti riportato nelle Relazioni a corredo dei progetti che la condizione progettuale assunta rappresenta la situazione che si presume più gravosa nel periodo transitorio e fino alla realizzazione di tutti gli interventi previsti dal PAI come assetto di progetto a lungo termine per il bacino del Fiume Lambro.

Tutti i progetti citati garantiscono quindi una difesa del territorio per eventi fino alla portata sopra riportata, alla quale può essere associato un tempo di ritorno di circa 20 anni.



Come si evince dalle elaborazioni contenute nella Relazione generale descrittiva dell'intervento di realizzazione del by-pass del Ponte di San Maurizio (in corso di esecuzione alla data di sviluppo del presente studio) questa opera permetterà il transito della portata con TR=20 anni in corrispondenza del ponte, evitando l'esonazione del f. Lambro a monte in sponda destra fino alla portata pari a 205 m³/s (portata al colmo relativa all'evento di piena del 12 Novembre 2014, v. Figura seguente).

LAMBRO

CONFIGURAZIONE: Post Operam con BY - PASS - evento Novembre 2014

Altezze d'acqua

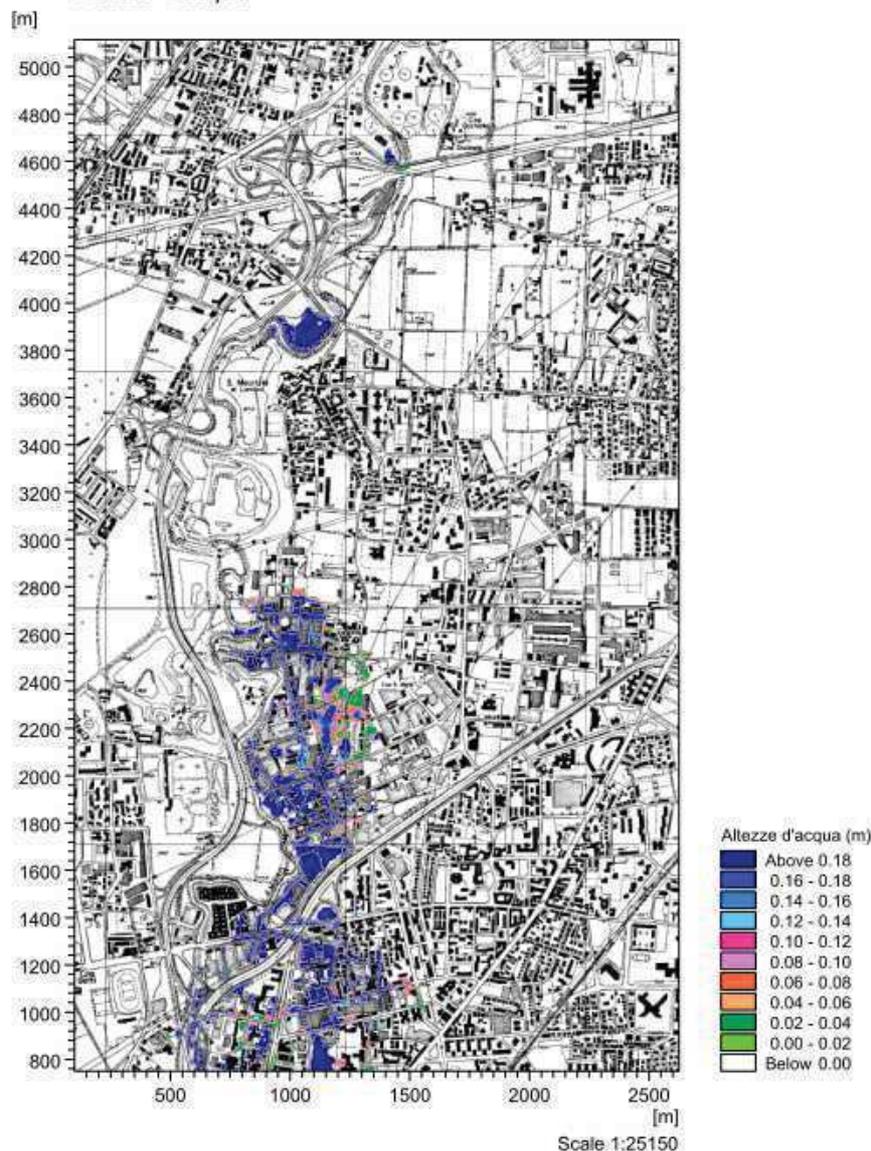


FIGURA 3-4 ALTEZZE D'ACQUA NELLA CONFIGURAZIONE POST-OPERAM CON BY-PASS PER L'EVENTO DEL NOVEMBRE 2014 (DA RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA DELL'INTERVENTO DI REALIZZAZIONE DEL BY-PASS – HYDRODATA SPA 2016)



4. INQUADRAMENTO DEL BACINO DEL FIUME LAMBRO

Il Fiume Lambro è un corso d'acqua la cui asta nel tratto sub-lacuale inizia all'incile del lago di Pusiano e termina alla confluenza con il Deviatore Redefossi per una lunghezza complessiva di 64 km.

Dal punto di vista idraulico il fiume, a valle del Lago di Pusiano, presenta due tratti a differente comportamento:

- il tratto naturale, compreso tra il lago e Villasanta, in cui il fiume scorre in aree a basso livello di urbanizzazione;
- il tratto urbanizzato, in cui il fiume attraversa territori pianeggianti fortemente antropizzati, ove sono presenti lunghi tratti canalizzati vincolati da numerosi ponti ed attraversamenti.

Tale tratto può essere suddiviso in ulteriori quattro tratti con differente configurazione idraulica:

- dal ponte di S. Giorgio a Villasanta al ponte dell'autostrada A4,
- dal ponte dell'autostrada A4 al ponte della linea metropolitana MM2 a Cascina Gobba,
- dal ponte della linea metropolitana MM2 al ponte di viale Forlanini a Milano,
- dal ponte di viale Forlanini a Milano alla confluenza con il Deviatore Redefossi.

Per quanto riguarda il tratto urbanizzato dal ponte dell'autostrada A4 al ponte della linea metropolitana MM2 a Cascina Gobba, oggetto del presente studio, esso presenta un'asta fluviale generalmente compatibile con portate dell'ordine di 180 – 200 m³/s.

4.1. PORTATE DI PIENA

A seguito dell'evento di piena del novembre 2002, contestualmente alla Variante "Fiume Lambro nel tratto dal Lago di Pusiano alla confluenza con il deviatore Redefossi", l'AdBPo ha commissionato lo "*Studio di Fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito geografico di pianura Lambro-Olona (C. Lotti & Associati S.p.a. 2004)*" che ha condotto ad una revisione della stima sulle piene del fiume Lambro per diversi Tempi di Ritorno.

La ricostruzione dell'evento del 2002 ha portato alla definizione delle seguenti portate al colmo in varie sezioni di interesse:



Sezione	Portate al colmo (m³/s)
LA 132.19 (Uscita lago Pusiano)	50
LA 127 (Idrometro di Lambrugo)	100
LA 102.1 (Idrometro Peregallo)	140
LA 100.2 (S. Giorgio – Villasanta)	150
LA 91 (Ponte autostrada A4)	200
LA 78 (Ponte Via Feltre – Milano)	160
LA 72.4 (Ponte Viale Forlanini – MI)	165
LA 60 (Confluenza Dev. Redefossi)	175

FIGURA 4-1 STIMA DELLE PORTATE AL COLMO PER LA PIENA DEL NOVEMBRE 2002 (VARIANTE PAI DELL'AdBPo)

In termini statistici le portate al colmo dell'evento di novembre 2002 si collocano su tempi di ritorno di circa 200 anni per quanto riguarda la parte naturale dell'asta fluviale. Anche in termini di volumi di deflusso l'evento ha presentato caratteri di assoluta eccezionalità, in relazione alla durata e alla struttura dei fenomeni pluviometrici che l'hanno prodotto: il tempo di ritorno associabile all'evento pluviometrico è pari a 200 anni per la parte settentrionale del bacino (zona prelacuale).

Per i tratti vallivi l'evento risulta associabile a tempi di ritorno minori, seppur significativi. Tale fatto dipende dalle caratteristiche dell'evento pluviometrico che si è manifestato in modo meno intenso sui bacini urbani.

Per quanto riguarda la definizione delle portate di massima piena per la caratterizzazione del regime idrologico del fiume, esse sono state tratte dallo Studio di Fattibilità citato. Le stesse sono state inoltre riprese nel PGRA del 2015 (v. Tabella 1).

Presso la sezione del ponte dell'autostrada A4 (sezione LA 91.1) la portata idraulica attesa con tempo di ritorno pari a 200 anni risulta essere di 295 m³/s (v. Tabella 1) .



TABELLA 1 PORTATE DI PIENA F. LAMBRO DA PGRA ADBPo 2015

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km ²	Q10 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s	Idrometro Denominazione
		Progr. (km)	Cod.	Denomin.						
				Olona 2						
Lambro	Olona	57.637	OL 0.12 bis	Rho - valle presa Olona 2	439	40	50		55	
Lambro	Olona	49.112	OL 0.1	Pero (ingr. Tombinatura)	446	40	50		55	
Lambro	Lambro Merid	3.085	LM 171	Milano (Conca Fallata)	535	100	135		135	
Lambro	Lambro Merid	7.663	LM 155	Rozzano	562	105	140		146	
Lambro	Lambro Merid	12.208	LM 146	Locate di Triulzi (Ponte citt.)	588	110	150		160	Lambro Meridionale a Locate Triulzi
Lambro	Lambro Merid	21.371	LM 109	Landriano	637	95	130		155	
Lambro	Lambro Merid	31.531	LM 68	Marzano (Castel Lambro)	654	95	130		155	
Lambro	Lambro Merid	41.736	LM 30	Villanterio	682	90	130		155	
Lambro	Lambro Merid	49.118	LM 2	Confluenza in Lambro	723	95	135		170	
Lambro	Lambro	21.249	LA 132.19	Lago di Pusiano	94	5		50	50	
Lambro	Lambro	27.042	LA 127	Lambrugo	168	30		120	160	
Lambro	Lambro	33.109	LA 120.1	Inverigo (Ponte via Camisasca)	197	50		135	160	Lambro a Lambrugo
Lambro	Lambro	35.620	LA 117.1	Ponte SP42	221	65		150	180	
Lambro	Lambro	48.743	LA 102	Ponte Lesmo - Biassono	271	80		175	210	Lambro a Peregallo
Lambro	Lambro	51.209	LA 100.2	Villasanta	291	80		190	225	
Lambro	Lambro	55.172	LA 96.1	Monza (monte Lambretto)	310	85		200	230	
Lambro	Lambro	57.649	LA 93.3	Ponte canale Villoresi	316	100		215	235	
Lambro	Lambro	60.394	LA 91.1	Ponte A4	414	160		295	320	
Lambro	Lambro	71.266	LA 78	Milano (Ponte via Feltre)	432	180		315	340	Lambro a Milano - via Feltre
Lambro	Lambro	80.176	LA 67	Traversa Bolgiano	444	115		210	230	
Lambro	Lambro	85.066	LA 60	monte conf. Dev. Redefossi	553	125		215	240	



5. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELLE AREE OGGETTO DI P.A.

Sulla base di tutte le informazioni raccolte e degli studi idraulici eseguiti nel recente passato lungo il Fiume Lambro da AdBPo e AIPO è stato possibile analizzare l'attuale pericolosità idraulica dell'area oggetto di Piano Attuativo.

In particolare si sono prese a riferimento, per la valutazione degli allagamenti prevedibili nell'area, le analisi idrauliche bidimensionali più recentemente eseguite per le zone poste in sponda sinistra del Fiume Lambro a valle del Ponte dell'autostrada A4. Esse risultano ad oggi quelle compiute nell'ambito del progetto '*Lavori di realizzazione di arginatura sul Fiume Lambro settentrionale necessari per la messa in sicurezza dell'abitato di San Maurizio al Lambro in Comune di Cologno Monzese (MI)*', eseguite dall'RTI Hydrodata – HY.M. Studio per conto di AIPO nel Luglio 2011.

Nella Relazione idraulica a corredo del progetto citato sono riportati i risultati a confronto tra la simulazione dello scenario stato di fatto (ante operam) e lo scenario di progetto (post operam) dove vengono riportate le altezze d'acqua e velocità di deflusso attese nelle aree di sponda sinistra Lambro a valle del ponte dell'A4 per TR=200 anni prima della realizzazione delle arginature e a seguito della realizzazione dei presidi arginali.

Viene in sintesi riportato che sulla maggior parte delle aree a rischio di allagamento nello scenario post operam, è tangibile una contrazione dei volumi di acque fuoriusciti durante l'esondazione, per cui i livelli idrici si riducono di ca. 0.10-0.30 m rispetto a quelli ottenuti nello scenario ante operam. Per quanto riguarda le velocità di deflusso viene evidenziato che vi è una riduzione generalizzata delle velocità medie sulla maggior parte delle aree allagate, variabile tra -0.2 e -0.4 m/s con valori massimi locali fino a -0.8 m/s.

Andando in particolare ad analizzare i risultati della simulazione per l'area di studio si può innanzitutto notare come **l'allagamento sia determinato da un deflusso di acque in arrivo da Via Mascagni, con direzione preferenziale da nord-est verso sud-ovest**. Ciò discende dalla conformazione planoaltimetrica del territorio che porta le acque esondate a monte del ponte di San Maurizio al Lambro, a nord del territorio comunale, ad essere convogliate verso sud attraverso alcune direzioni preferenziali quali Viale Lombardia e Via Mascagni.

Nel caso specifico dell'area di cui si parla la diminuzione dei tiranti nella situazione post-operam è dell'ordine di 0.15-0.30 m (v. Figure seguenti).

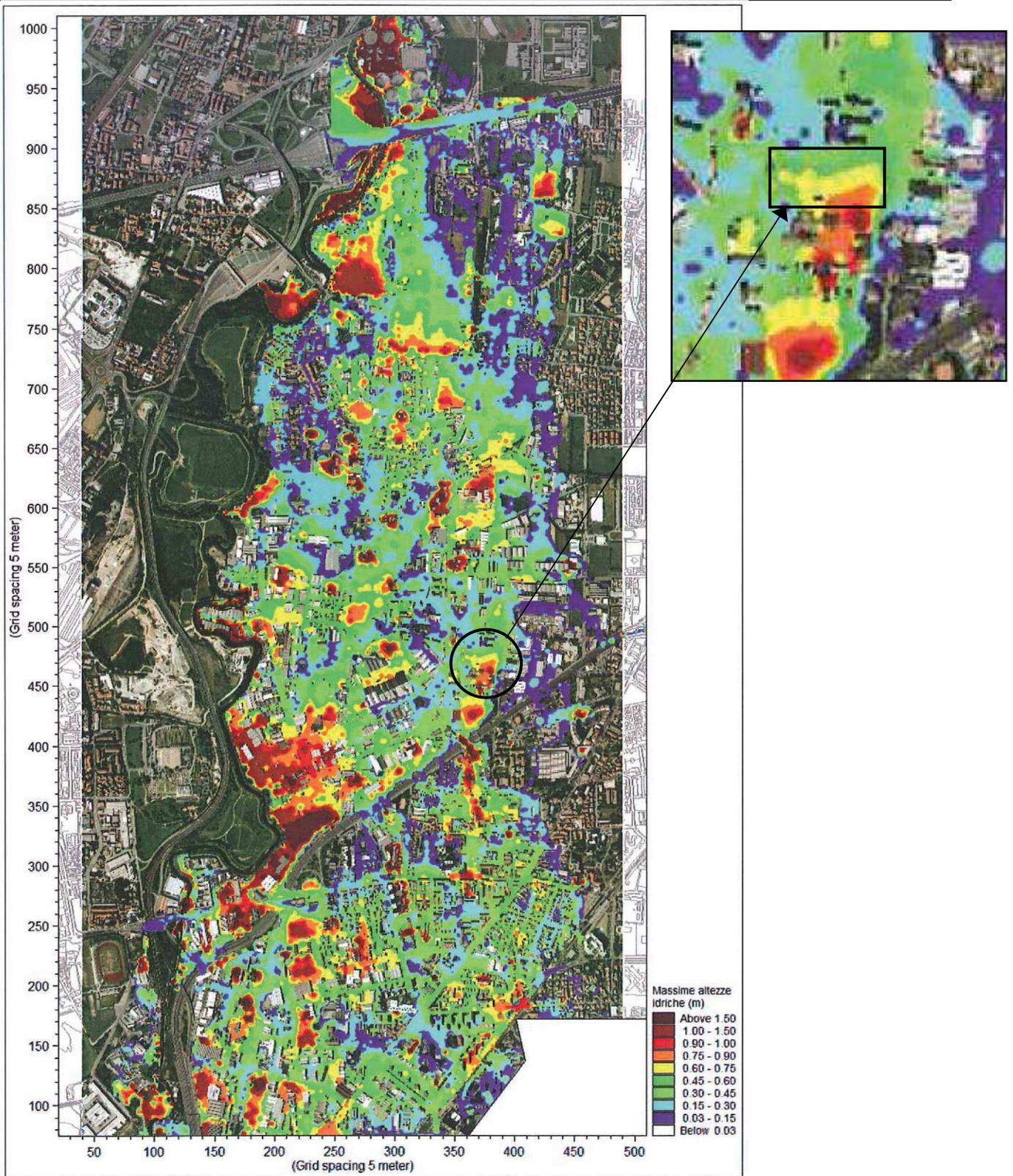


FIGURA 5-1 MASSIME ALTEZZE D'ACQUA RAGGIUNTE PER L'EVENTO DI PIENA CON TR=200 ANNI NELLA SITUAZIONE ANTE-OPERAM (DA RELAZIONE IDRAULICA HYDRODATA 2011) CON ZOOM RELATIVO ALL'AREA OGGETTO DI STUDIO

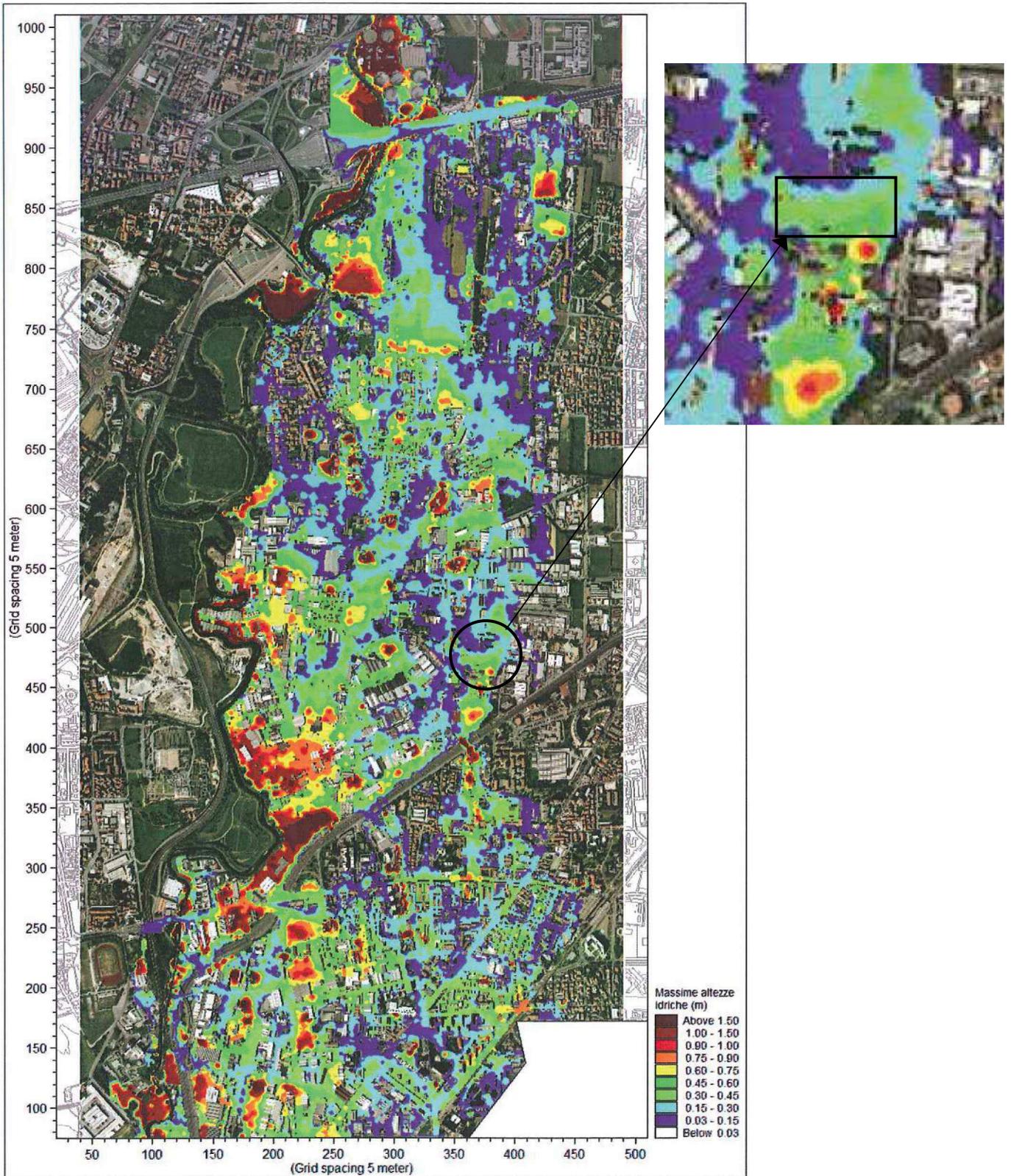


FIGURA 5-2 MASSIME ALTEZZE D'ACQUA RAGGIUNTE PER L'EVENTO DI PIENA CON $TR=200$ ANNI NELLA SITUAZIONE POST-OPERAM (DA RELAZIONE IDRAULICA HYDRODATA 2011) CON ZOOM RELATIVO ALL'AREA OGGETTO DI STUDIO



In sostanza, nella situazione post operam con argini del Lambro a monte del Ponte di San Maurizio realizzati e collaudati, i tiranti attesi nell'area in oggetto per piene del F. Lambro con TR=200 anni sono mediamente pari a +0.60 m (con tirante minimo pari a 0.50 m per le aree prossime a Via Mascagni e massimo pari a 0.8 m in alcuni punti della zona centro-sud dell'area) e quindi l'allagamento raggiunge una quota pari a ca. 137.00 m s.l.m. (v. Tav. 2).

È da sottolineare come i tiranti nello scenario post operam siano ottenuti nella simulazione ipotizzando che l'argine realizzato a monte del ponte di San Maurizio al Lambro rimanga integro in qualunque condizione di piena e quindi non avvengano fenomeni di Dam-Break nell'arginatura.

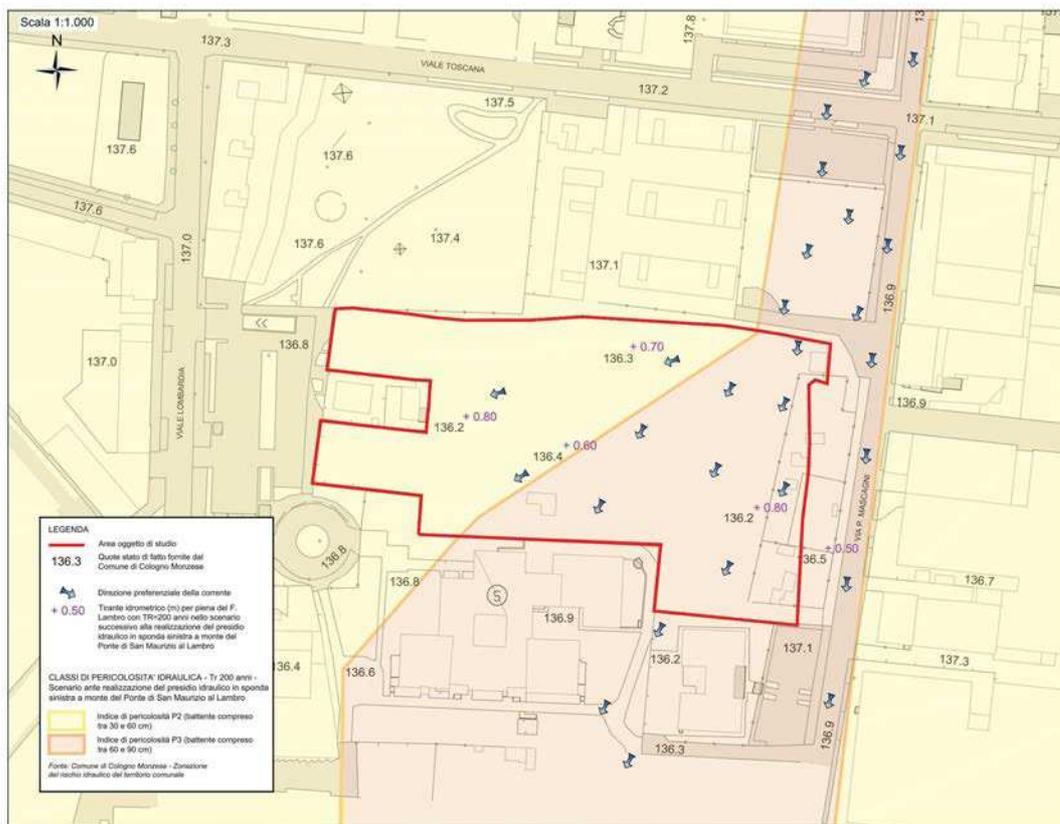


FIGURA 5-3 PLANIMETRIA DI DETTAGLIO DELL'AREA CON INDIVIDUAZIONE DEI TIRANTI IDRICI PER PIENE CON TR=200 ANNI DEL F.LAMBRO (v. TAV.2)



6. ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

L'intervento in progetto nell'area oggetto di studio riguarda la realizzazione di 4 edifici ad uso residenziale dotati di parcheggi al piano interrato.



FIGURA 6-1 STRALCIO Tav. 08 BIS P.A. : PLANIVOLUMETRICO AREE OGGETTO D'INTERVENTO

A seguito di tutte le considerazioni e analisi riportate nei precedenti paragrafi ed al fine di rendere compatibile l'intervento in progetto relativamente alle aree di allagamento prevedibili per piene del F. Lambro con TR=200 anni e nell'ipotesi che non si inneschino fenomeni di Dam-break nell'argine recentemente realizzato in qualunque condizione di piena, si raccomanda:

- 1) che i piani di calpestio di tutti i piani abitabili di tutti gli edifici siano realizzati ad una quota ≥ 137.80 m s.l.m.,
- 2) di rialzare tutte le aree verdi e cortilizie circostanti gli edifici fino ad una quota ≥ 137.50 m s.l.m.; in alternativa si potrà prevedere la conterminazione di tutta l'area con un muro in c.a. con taglione



antisifonamento e con giunti adatti che raggiunga in sommità la quota ≥ 138.00 m slm e che garantisca la perfetta tenuta idraulica;

- 3) che tutti cancelli pedonali e il cancello carrabile di accesso al piano interrato vengano realizzati a tenuta stagna fino a quota 138.00 m slm per impedire l'accesso delle acque in caso di allagamento; in alternativa potranno essere realizzate delle paratie mobili che garantiscano la tenuta idraulica sempre fino a quota 138.00 m slm;
- 4) che tutte le eventuali ulteriori aperture e/o accessi che dal piano terreno portino al piano interrato, qualora realizzate ad una quota inferiore a 138.00 m slm, vengano realizzati a completa tenuta idraulica. Le griglie di uscita dei condotti di areazione dovranno essere posizionate ad una quota minima pari a 138.00 m slm,
- 5) che la strada di accesso al comparto da Via Mascagni venga realizzata a quota 137.50 m slm o, in alternativa, venga dotata di un dosso artificiale alla stessa quota in grado di impedire lo scorrimento delle acque da Via Mascagni,
- 6) tutti gli edifici siano dotati di specifico Piano di evacuazione coordinato con il Piano di emergenza comunale.

Certamente questa raccomandazioni debbono essere integrative a quelle già contenute nel PGT di Cologno Monzese.

Parma, 27 luglio 2018

