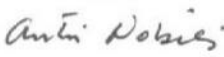


AMMINISTRAZIONE COMPETENTE ARPAE Emilia Romagna Servizio Autorizzazioni e Concessioni (SAC) di: Ravenna aoora@cert.arpa.emr.it	
SOGGETTO PROPONENTE ITALIANA POLIMERI Srl Vicolo dei Gabbiani n.30, 48121, Ravenna (RA)	
PROGETTAZIONE BPG RICERCA E SVILUPPO Srl Lungotevere Sangallo n.1, 00186, Roma (RM) Supervisione Dr. Antonio Nobili - Fisico In collaborazione con: PRECO S.L. - Gurtubay n.5, enterplanta derecha, 2800, Madrid, Espana ECORICERCHE S.r.l. - Via Regina Pacis, n.94, 41049, Sassuolo (MO) TEA CONSULTING SRL - Via G.B. Grassi n.15, 20157, Milano (MI) SAFEGREEN - Studio legale - www.safegreen.it	

AUTORIZZAZIONE RICHIESTA AU PER LA REALIZZAZIONE E GESTIONE DI IMPIANTI DI SMALTIMENTO/RECUPERO RIFIUTI Ai sensi dell'art.208 del D.lgs. n.152/2006
PROGETTO INTEGRAZIONE IMPIANTISTICA RELATIVA ALL'IMPIANTO DI RECUPERO RIFIUTI PLASTICI COSTITUITI DA POLIETILENE A BASSA DENSITÀ (LDPE) SITO IN VIA MARTIRI DELLA LIBERTÀ N.62, MASSA LOMBARDA (RA)
LOCALIZZAZIONE COMUNE DI MASSA LOMBARDA (RA) Via Martiri della Libertà n.62, 48024, Massa Lombarda (RA)
ELABORATO RELAZIONE IDRAULICA AREA A – IMPIANTO ML1
LIVELLO ART.208_02.01_01.03_RelazioneIdraulica_A

TIMBRI E FIRME		CONSULENTI SPECIALISTICI	
	Dr. Antonio Nobili Fisico 	Consulenza esperta tecnologica  www.precocircular.com	Consulenza esperta ambientale  www.terrtorloambiente.com
	TESI S.A.S. di CLAUDIO RIZZELLO & C. VIA BOZZARDO 28 - 00198 ROMA P.IVA 04929010071 RM - 017254 	Consulenza esperta ambientale  www.ecoricerche.net	Consulenza esperta tecnico procedurale  www.safegreen.it

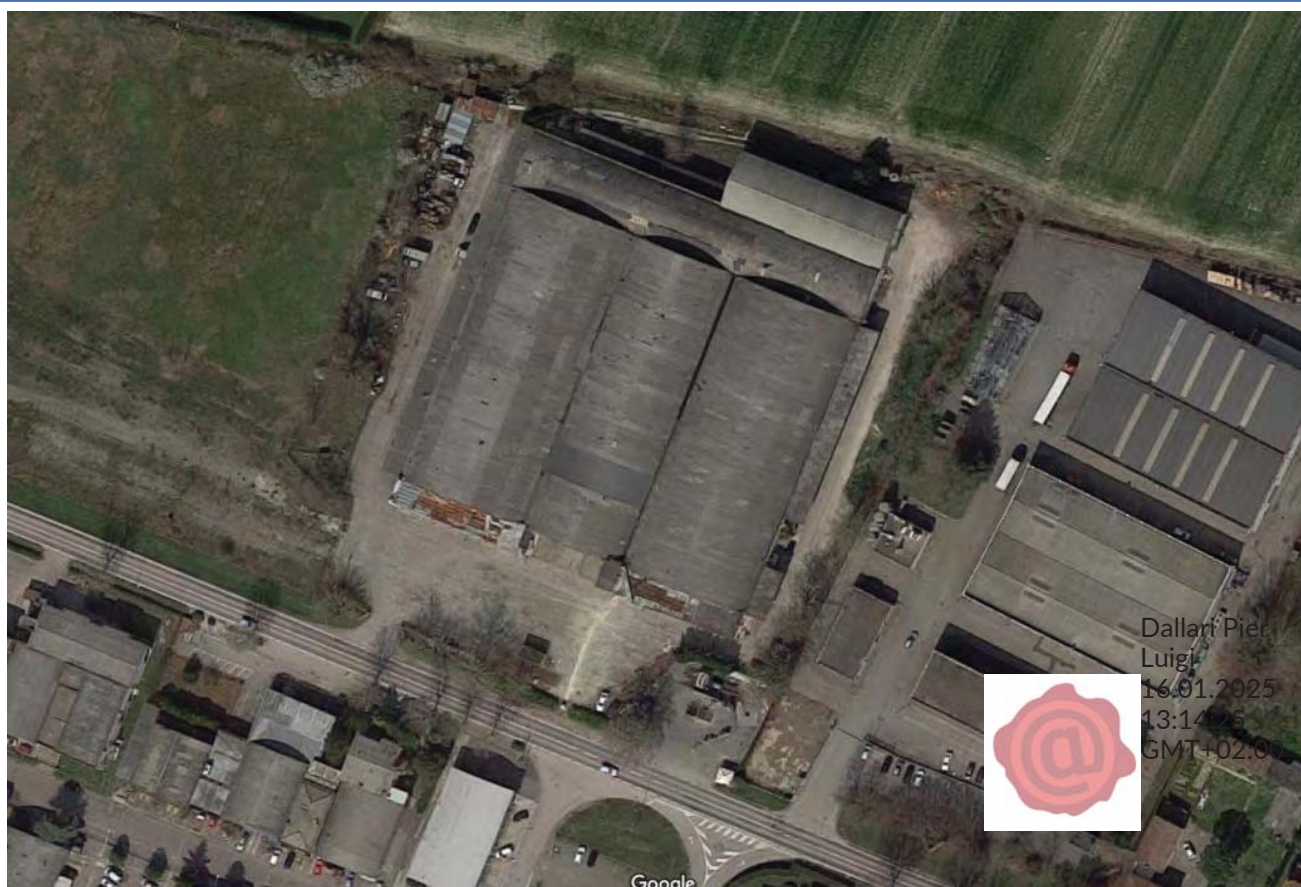
NOME FILE - ART.208_02.01_01.03_RelazioneIdraulica_A						
COD.AUTORIZZ.	AUTORIZZ.	PROGRESS.	LIVELLO	TIPO DOC.	FORMATO	DATA
01.	ART.208	REV.01	02.01_01.03	REL.	A4	02/2026

Comune di Massa Lombarda

Provincia di Ravenna

RELAZIONE IDRAULICA

Ai sensi della Delibera Regionale GPG/2016/1405 del 01/08/2016



Studio di fattibilità idraulica inerente la ristrutturazione di un capannone industriale sito in Via Martiri della Libertà nel Comune di Massa Lombarda (RA) – REV05



Novembre 2024

Rif. 375/23



Sede Legale: Via C. Costa, 182 - 41123 Modena
Uffici: Via Per Modena, 12 - 41051 Castelnuevo R. (MO)
Tel. 059 3967169 - Fax. 059 5960176
info@geogroupmodena.it
www.geogroupmodena.it
P.IVA 02981500362



RELAZIONE IDRAULICA

Studio di fattibilità idraulica inerente alla ristrutturazione di un capannone industriale sito in Via Martiri della Libertà nel Comune di Massa Lombarda (RA)

REV05

Il presente elaborato integra e sostituisce i precedenti

Sommario

1.	PREMESSA.....	3
2.	INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, IDROGRAFICO E LITOLOGICO	4
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI DI CARATTERE IDRAULICO	7
4.	VALUTAZIONE DELLE MISURE DI RIDUZIONE DELLA VULNERABILITA'	17
4.1.	Caratteristiche idrografiche del Reticolo Secondario di Pianura "RSP"	17
5.	CALCOLO DEL VOLUME DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE (V).....	19
6.	PORTATA MEDIA ANNUA NATURALE	19
7.	CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA.....	21
7.1.	Stima del livello di piena in corrispondenza dell'area d'interesse	22
8.	VALUTAZIONE DELLE MISURE VOLTE AL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA	27
8.1.	Computo dei volumi di compensazione per l'invarianza idraulica	29
9.	SINTESI TECNICA	32
10.	ASSEVERAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	34

Tavole

Tav. n. 1: "Carta corografica"	scala 1: 25000
Tav. n. 2: "Carta topografica"	scala 1: 10000
Tav. n. 3: "Ripresa Area dell'area di interesse"	scala 1: 2000
Tav. n. 4: "Carta della Litologia di superficie"	scala 1: 10000

1. PREMESSA

Su incarico della proprietà ed in accordo con il tecnico progettista, nel mese di Marzo 2020 è stato eseguito il presente studio di fattibilità idraulica, inerente la Studio di fattibilità idraulica inerente la ristrutturazione di un capannone industriale sito in Via Martiri della Libertà nel Comune di Massa Lombarda (RA). La ristrutturazione è finalizzata alla conversione dell'attività passata, ora dismessa, in centro di recupero di materiali plastici. Scopo del lavoro è stato quello di verificare, da un punto di vista idraulico, la fattibilità dell'intervento in progetto.

L'area oggetto di studio è situata in via Martiri della Libertà nella zona industriale Ovest di Massa Lombarda. Il fabbricato è inquadrato nella "Carta Corografica" - Tavola C.T.R. n°222SO – Massa Lombarda, redatta alla scala 1:25.000 (tav. n. 1), nella "Carta topografica" (tav. n. 2) – sezione CTR n°222100 – San Patrizio, redatta alla scala di 1:10.000 e nella "Ripresa fotografica generale dell'area" tratta da Google Maps (tav. n. 3) , che compaiono in allegato.



Figura 1.1 - Ubicazione dell'area oggetto di studio



Figura 1.2 - Ubicazione di dettaglio dell'area oggetto di studio

La presente relazione è stata eseguita in conformità a quanto prescritto dalla Delibera Regionale GPG/2016/1405 del 01/08/2016 "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni con particolare riguardo alla pianificazione di emergenza, territoriale ed urbanistica, ai sensi dell'art. 58 dell'Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 dell'Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del "Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta)", adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po, con deliberazione n. 5 del 17/12/2015".

2. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, IDROGRAFICO E LITOLOGICO

L'area d'interesse risulta essere ubicata nella periferia Ovest dell'abitato di Massa Lombarda (RA), e ricade ad una quota topografica di circa 9.0 m s.l.m.

Consultando il PTCP - Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, in particolare la Tavola 1 delle Unità di Paesaggio, il lotto studiato è ricompreso nella **Unità di Paesaggio 12- "Centuriazione"**. (Figura 2).

CARETTIRISTICHE GENERALI:

La centuriazione "faentina" si estende a nord fino ai confini delle bonifiche rinascimentali, tra Fusignano e Ca' di Lugo dove si perdono le tracce della regolare maglia centuriata coinvolgendo i comuni di Bagnacavallo, Lugo, Cotignola, Faenza, Castel Bolognese, Solarolo, Massa Lombarda, S.Agata sul Santerno, Bagnara di Romagna e Fusignano. A delimitare il lato sud- ovest dell'agro faentino non è la via Emilia ma la ricostruzione di un percorso pedemontano di origine etrusca parallelo alla antica strada consolare.

Il territorio è attraversato dai fiumi appenninici Lamone, Senio e Santerno. Dal punto di vista geomorfologico la zona della centuriazione faentina è una zona di alta pianura, quindi troviamo dossi ben sviluppati con fasce intermedie; solo in ristrette zone si riscontrano aree depresse.

Tra il decumano massimo, costituito dalla via Emilia, e i cardini massimi passanti uno per Faenza e l'altro per Imola, si circoscrive un'area che coincide con l'agro Faentino-Imolese la cui estensione probabilmente in origine era molto più ampia di quella oggi leggibile. La centuriazione dell'Agro Faentino-Imolese si estende tra il II e il I sec. a.C. ed è isoorientata con la Via Emilia.

Si tratta di una centuriazione secondo natura cioè che tiene conto della conformazione del suolo e delle reali esigenze di deflusso delle acque. Il territorio viene così suddiviso in riquadri centuriati di 120 atti di lato (circa

720 m) per mezzo di strade, sentieri, canali e fossi, formando una infrastruttura viaria e idrica ancora oggi leggibile nelle campagne.

Nell'agro Faentino-Imolese emergono zone interne dove la centurazione è mancante a causa dei successivi dissesti idrogeologici, o se ne individuano altre diversamente orientate come le centuriazioni di Bagnacavallo e di Massalombarda.

La centuriazione di Bagnacavallo è probabilmente di epoca Augustea I a.C. - I. d.C. e presenta un orientamento tendente più a nord. Intorno a Massa Lombarda appare invece una centuriazione a modulazione rettangolare con maglie più fitte e diversamente orientate. Si tratta probabilmente di una riorganizzazione del territorio di epoca medievale.

Gli agri centuriati che si estendono nei territori, si possono considerare i seguenti:

- Agro Faentino
- Agro Imolese: è compreso tra i fiumi Senio e Sillaro ed includeva i territori di: Lugo, Fusignano, Massalombarda e Conselice nonché gran parte di quelli di Cotignola e anche di Bagnacavallo. I decumani si spingevano oltre le attuali località di S. Savino, S. Bernardino e Conselice, il cardo maximo potrebbe individuarsi nella strada Selice.
Mentre l'agro imolese verrà turbato solo in parte dagli spostamenti del fiume Santerno dopo la divisione dal fiume Senio, più devastante sarà l'azione del Lamone che ha cancellato una parte dell'agro faentino.
- Agro Cesenate

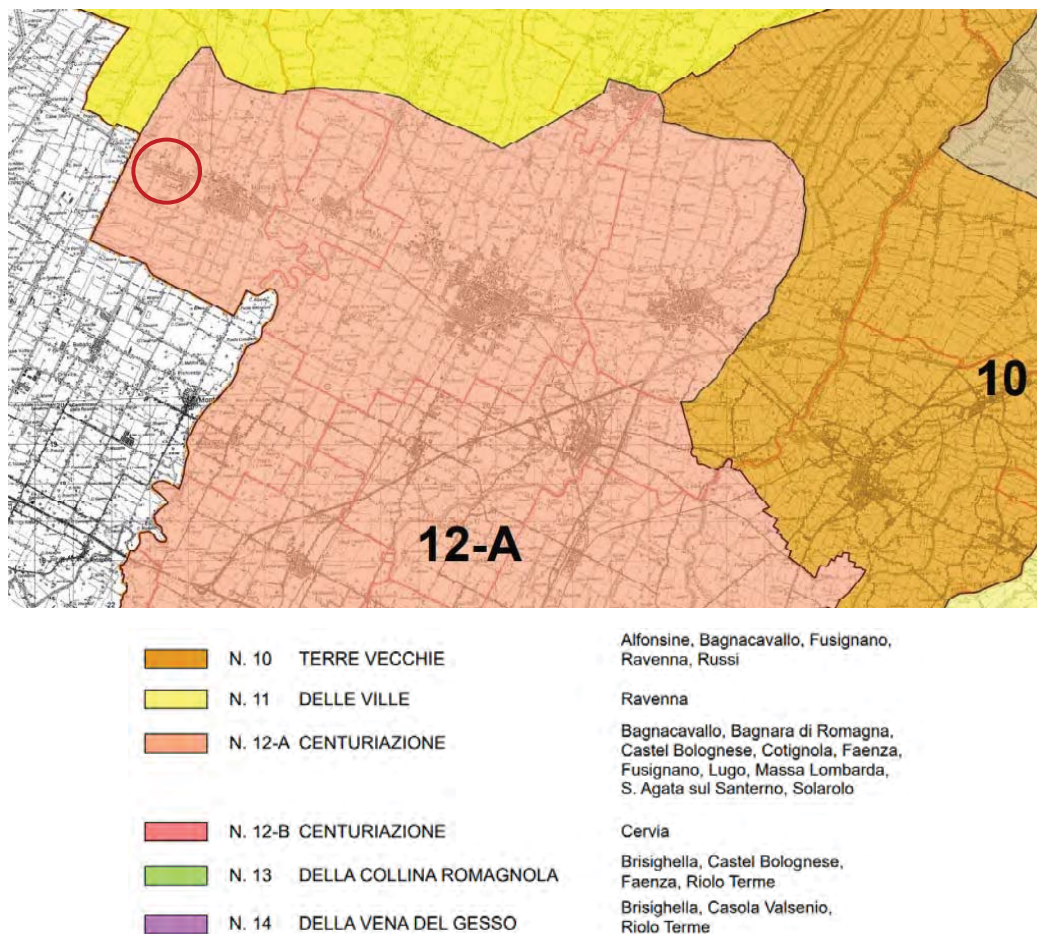


Figura 2 - Individuazione dell'area oggetto di studio all'interno della "Tavola 1 – Unità di Paesaggio" tratta dal PTCP della Provincia di Ravenna

RETE IDROGRAFICA:

I fiumi che attraversano questo territorio sono: il fiume Lamone, il Fiume Senio e il Fiume Santerno.

Il territorio è inoltre percorso da una rete di canali che nascono nel territorio a nord delle bonifiche rinascimentali come canali di bonifica o di alimentazione delle numerose attività come mulini, filatoi e concerie.

Questi canali, che ricalcano la regolarità della centuriazione sono:

- Canale dei Mulini di Imola lungo il cardine massimo da Imola in direzione Conselice;
- Canale dei Mulini di Castel Bolognese da Castel Bolognese in direzione Lugo;
- Canale Naviglio Zanelli lungo il cardine massimo da Faenza a Bagnacavallo.

DOSSI:

- dosso del Santerno, che delimita la parte ovest dell'U. di P. e sue divagazioni;
- lunghi tratti dei dossi del Senio e del Lamone e delle loro divagazioni.

GEOLOGIA E LITOLOGIA

Per quanto riguarda la geologia dell'area, da quanto si osserva dalla "Carta della litologia di superficie", in scala 1: 25.000, (tav. n. 4) tratta dalla "Carta geologica progetto CARG Regione Emilia Romagna", nell'area oggetto di studi affiora la seguente litologia:

Successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano:

AES8a - Unità di Modena

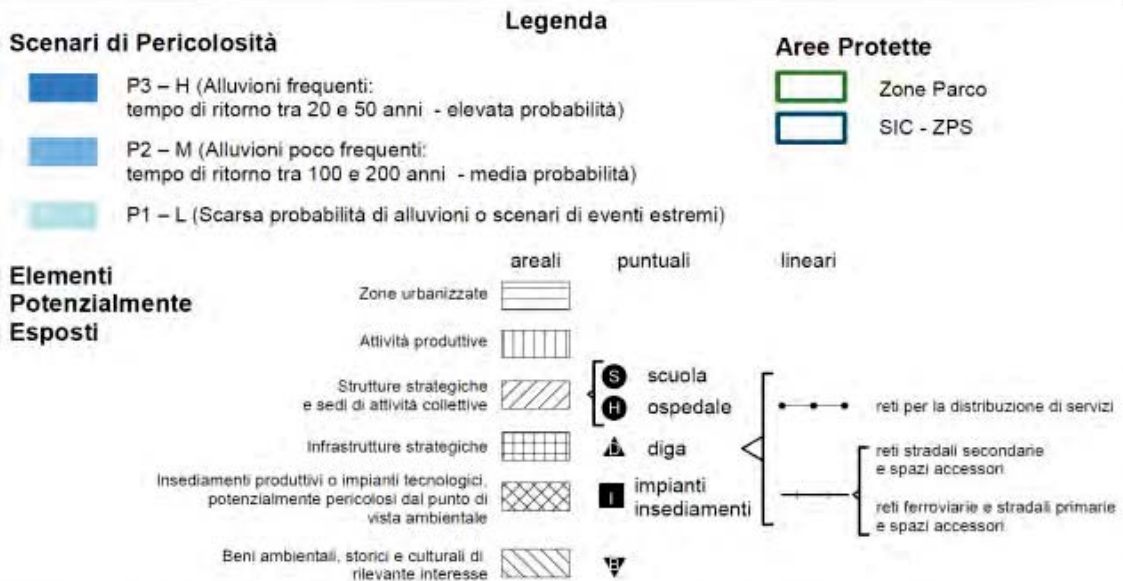
Depositi ghiaiosi passanti a sabbie e limi di terrazzo alluvionale. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. Unità definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo, grigio-giallastro o bruno grigiastro. Nella pianura ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C. Potenza massima di alcuni metri (< 10 m). Post-VI secolo d.C.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI DI CARATTERE IDRAULICO

Sono state consultate le "Mappe della Pericolosità e del Rischio Alluvioni (Det. 3757/2011 e DGR 1244/2014)" del PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (AdPo), con particolare riferimento sia al Reticolo Principale e Secondario montano (RP_RSCM) sia al Reticolo Secondario di pianura (RSP).

Per quanto concerne il Reticolo Principale e Secondario Montano si può osservare come il sito di interesse rientri in un'area bianca non classificata come anche in relazione al rischio, il sito ricade nello scenario di pericolosità "P1 - L Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi" e all'interno del rischio "R2 - Rischio medio".

Relativamente al Reticolo secondario di pianura l'area studiata ricade nello scenario di pericolosità "P2 - M Alluvioni poco frequenti - Media probabilità" e all'interno del rischio "R3 - Rischio elevato".



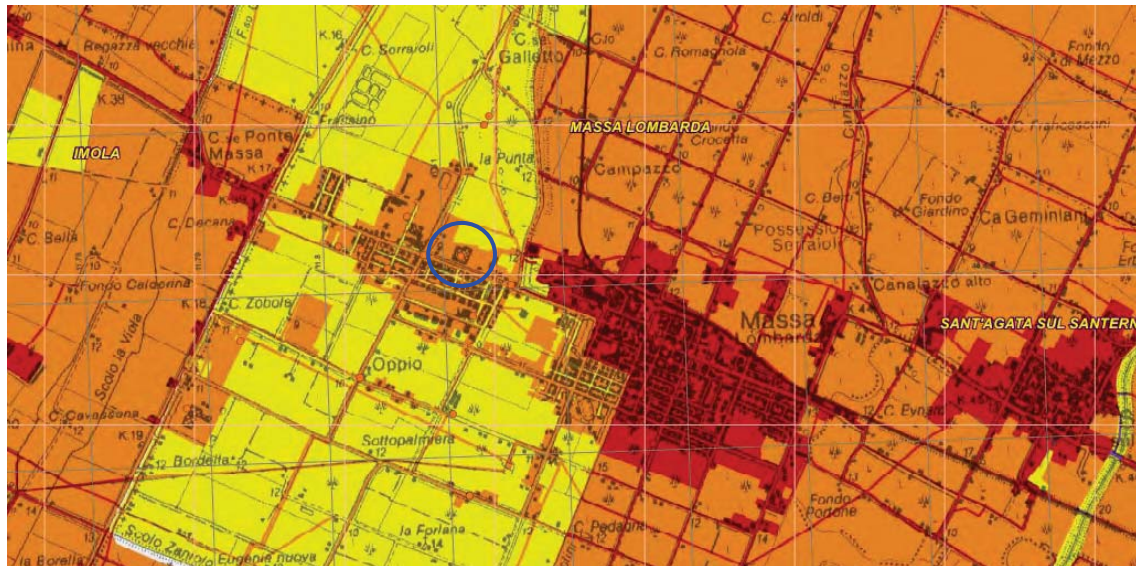


Figura 3 - Estratto dalla Mappa della Pericolosità e del Rischio Alluvioni (Det. 3757/2011 e DGR 1244/2014) in riferimento al Reticolo Principale e Secondario montano.



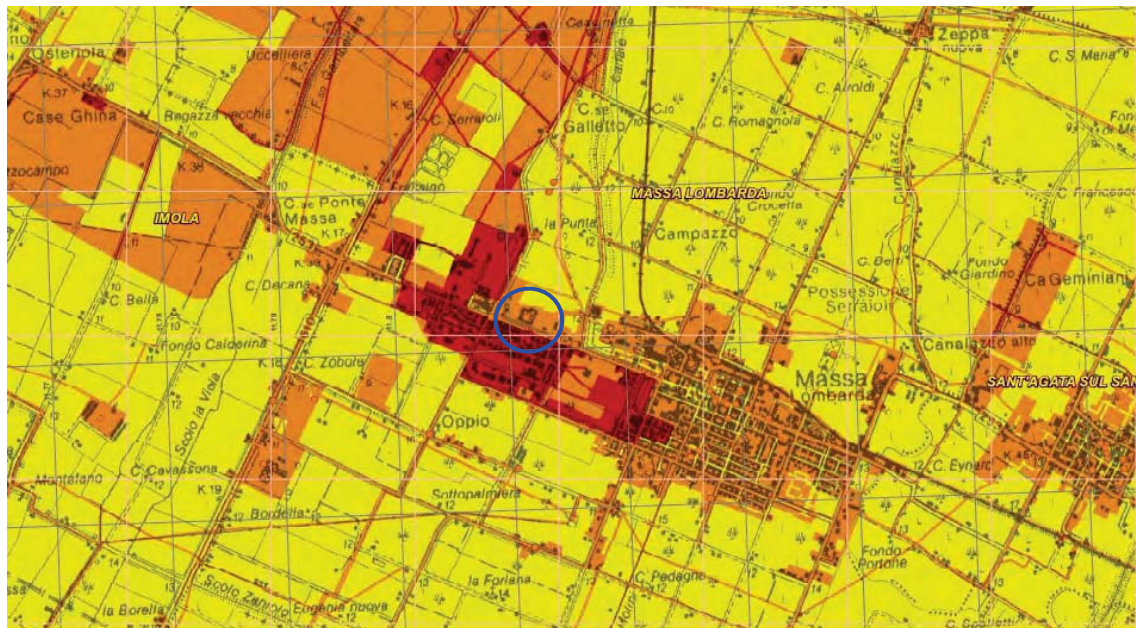
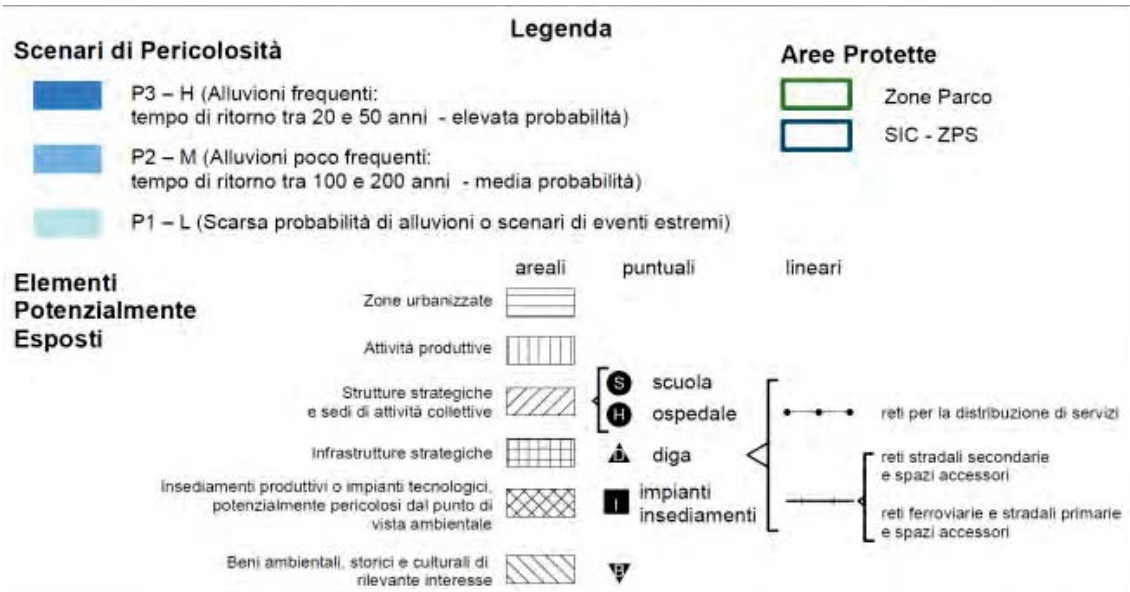
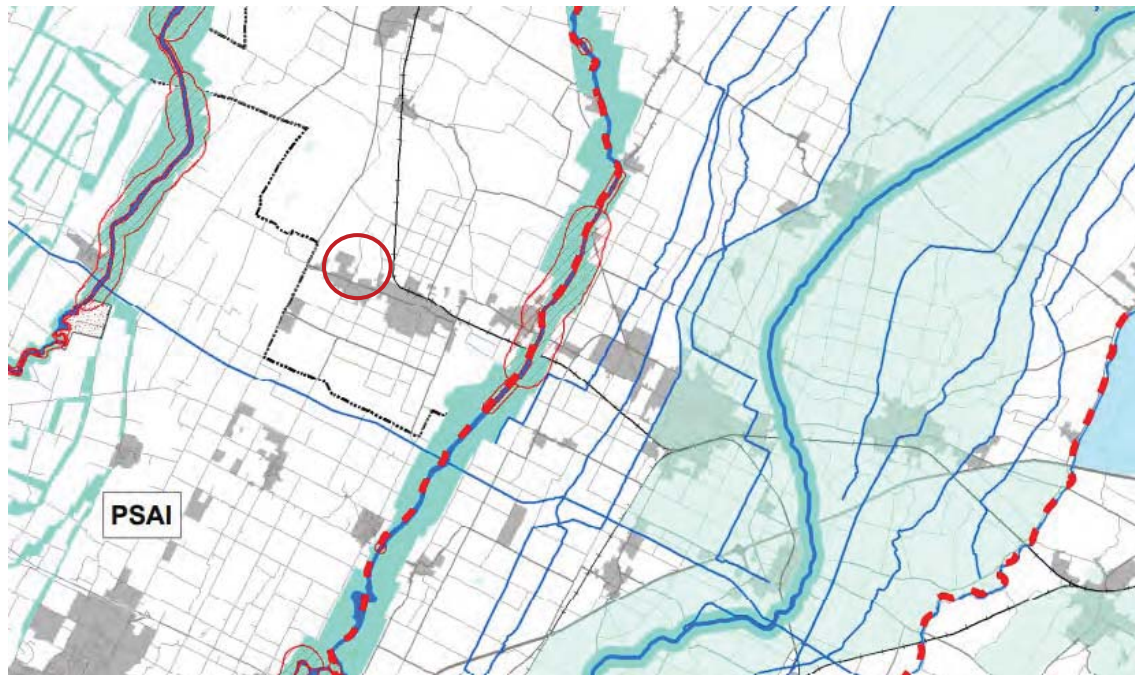


Figura 4 - Estratto dalla Mappa della Pericolosità e del Rischio Alluvioni (Det. 3757/2011 e DGR 1244/2014) in riferimento al Reticolo Secondario di Pianura

Tali carte costituiscono la classificazione di riferimento che i diversi strumenti urbanistici ai vari livelli, provinciale e poi comunale, recepiscono nelle proprie carte dei vincoli ambientali e di rischio idraulico.

Dalla consultazione del **Quadro Conoscitivo – Assetto della Rete Idrografica, Rischio Idraulico e Idrogeologico del PTCP della Provincia di Ravenna** ed in particolare della **Tavola B.1.1.1 "Assetto e tutela della rete idrografica e rischio idraulico"** l'area, afferente al **Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Reno, Autorità di bacino del Reno (PSAI)**, ricade in area bianca, per quanto riguarda la pericolosità idraulica per il Reticolo Naturale Principale.



Legenda

Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Reno
Autorità di bacino del Reno (PSAI)

- Limite Piano di Bacino
- Reticolo idrografico principale, secondario e minore
- Fasce di pertinenza fluviale
- ▨ Aree ad alta probabilità di inondazione (Tr = 50 anni)
- Casse di espansione

Piano stralcio per il bacino del torrente Senio
Autorità di bacino del Reno

- Limite Piano di Bacino
- Reticolo idrografico principale, minore, vallivo e di bonifica
- Fasce di pertinenza fluviale e fasce di raccordo
- ▨ Aree ad elevata probabilità di inondazione (Tr = 25 anni)
- Aree a bassa probabilità di inondazione (Tr = 500 anni)
- Aree di potenziale allagamento
- Casse di espansione

Piano stralcio per il rischio idrogeologico
Autorità dei bacini Regionali Romagnoli (AdBRR)

- Limite Piano di Bacino
- Reticolo idrografico principale (Alvei)
- ▨ Aree ad elevata probabilità di esondazione - maggiore pericolosità
- Aree ad elevata probabilità di esondazione (Tr = 30 anni)
- Aree a moderata probabilità di esondazione (Tr = 200 anni)
- Aree a bassa probabilità di esondazione (Tr = 500 anni)
- Aree di potenziale allagamento

Cartografia di base

- Confini provinciali
- Territorio urbanizzato al 2001
- Corsi d'acqua, invasi, valli e zone umide
- Rete ferroviaria
- Rete stradale

Figura 5 - Estratto dalla Tavola B 1.1.1 del QC del PTCP della Provincia di Ravenna "Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica"

Si riporta anche, per completezza, l'Art. 4.4 di riferimento del PTCP di Ravenna in materia di rischio idraulico.

Art. 4.4 – Rischio idraulico (PTCP)

1. (I) Costituiscono obiettivi generali del presente Piano:

- la riduzione del rischio idraulico e il raggiungimento di livelli di rischio socialmente accettabili;
- la salvaguardia e valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale sia ai fini della mitigazione del rischio idraulico, sia ai fini della qualificazione paesaggistica, sia ai fini del potenziamento della loro funzione di corridoio ecologico.

In particolare il PTCP promuove la riduzione della pericolosità del sistema idraulico mediante:

- la realizzazione di opere di regimazione a basso impatto ambientale;
- interventi per ridurre l'artificialità dei corsi d'acqua;
- la realizzazione di interventi idraulici strutturali, da realizzarsi preferibilmente con tecniche di ingegneria naturalistica tali da favorirne la contestuale funzione di nodi della rete ecologica;
- misure di protezione e di mitigazione del rischio negli insediamenti urbani preesistenti e scelte di sviluppo urbano che escludano o minimizzino il rischio con riferimento ad eventi con tempi di ritorno fino a 200 anni.

2.(D) In materia di individuazione delle aree interessate da rischio idraulico e delle aree per la realizzazione di interventi idraulici strutturali, il PTCP assume e fa proprie le determinazioni cartografiche e normative contenute negli atti di pianificazione delle Autorità di Bacino.

3.(D) Il PTCP riporta, nella Tav. B.1.1.1 del Quadro conoscitivo il mosaico dei seguenti elementi, limitatamente alle porzioni di territorio in cui ciascuno dei detti elementi sia stato individuato negli atti di pianificazione di bacino vigenti al momento dell'adozione delle presenti norme, di cui all'art. 2.1 comma 3 lettera c):

- a) l'individuazione delle fasce di pertinenza fluviale¹;
- b) l'individuazione delle aree ad elevata probabilità di inondazione, con riferimento ad eventi con tempi di ritorno di 25 o 30 o 50 anni a seconda dei diversi atti di pianificazione di bacino;
- c) l'individuazione delle aree a moderata probabilità di inondazione, con riferimento ad eventi con tempi di ritorno di 200 anni;
- d) l'individuazione delle aree a bassa probabilità di inondazione, con riferimento ad eventi con tempi di ritorno di 500 anni;
- e) l'individuazione delle aree di potenziale allagamento

4.(D) Le modifiche delle perimetrazioni di cui al precedente comma 3 sono adottate dall'Autorità di Bacino competente per territorio e approvate dalla Regione. In considerazione del fatto che a norma dell'art.11, comma 2 della L.R. n.20/2000 le previsioni del PAI prevalgono sulle disposizioni incompatibili contenute nei vigenti PTCP, al fine di agevolare la conoscibilità della disciplina del Piano provinciale effettivamente vigente, favorendone il rispetto e l'attuazione, con atto dirigenziale può essere predisposto un elaborato tecnico che opera il coordinamento del PTCP con le suddette modifiche derivanti dall'approvazione del PAI o suoi stralci, fermo restando che, mantenendosi l'esclusivo valore giuridico proprio dei piani approvati, non è comunque consentita la trasformazione delle aree vincolate del PTCP fino all'adeguamento dello stesso.

5.(D) Le disposizioni in materia di riduzione del rischio idraulico dettate negli atti di pianificazione prodotti dalle Autorità di Bacino competenti per territorio sono integralmente recepite dai Comuni nel Piano Strutturale e, per quanto di competenza, nel RUE, sono richiamate nel Piano Operativo e sono applicate in sede di approvazione dei PUA e di rilascio dei titoli abilitativi. In via transitoria, si applicano comunque le disposizioni riguardo all'adeguamento dei PRG vigenti ai sensi dell'art. 17 della L.183/89.

6.(D) In via transitoria in attesa dell'approvazione ed entrata in vigore dei Piani di bacino, sono in particolare da recepire negli strumenti urbanistici comunali, le seguenti disposizioni vigenti dei Piani Stralcio, in relazione alle specifiche porzioni di territorio su cui ciascuno di essi si applica:

- gli artt. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 22 del Piano Stralcio dell'Autorità di bacino del Reno per il bacino del Torrente Senio, approvato con delibera della Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n. 1945 del 24/09/2001;
- gli artt. 15, 16, 17, 18 e 19 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino del Reno per i bacini del Fiume Reno e dei Torrenti Idice, Sillaro e Santerno, approvato con delibera della Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n. 567 del 7/04/2003;
- gli artt. 2ter, 3, 4, 5, 6 e 10 del Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli, approvato con delibera della Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n. 350 del 17/03/2003
- gli artt. 27 e 31 del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico dell'Autorità di bacino del Po, approvato con D.P.C.M. in data 24/05/2001

Inoltre il PTCP prevede all'art. 6.2 la pianificazione di settore in materia di gestione dei rifiuti, una carta che individua le zone non idonee alla localizzazione di impianti per la gestione dei rifiuti (Tavola 4 Del. C.P. n.10 del 27.02.2019), di cui si propone uno stralcio.

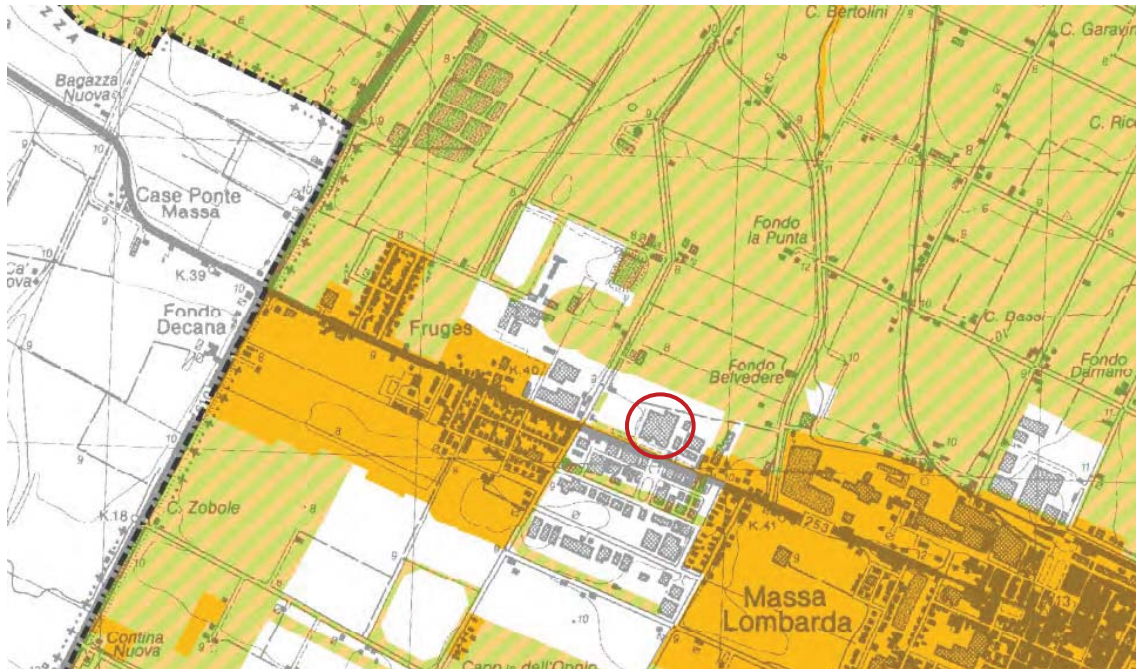


Figura 6 – Estratto della Tavola 4 "Aree non idonee alla localizzazione di impianti per la gestione dei rifiuti" del PTCP di Ravenna

L'area di interesse non ricade nelle zone sottoposte a vincolo.

Di seguito vengono proposte le carte provenienti dalla pianificazione Comunale di Massa Lombarda e dell'Unione dei Comuni della Bassa Romagna.

CARTA DI ASSETTO (Comune Massa Lombarda)

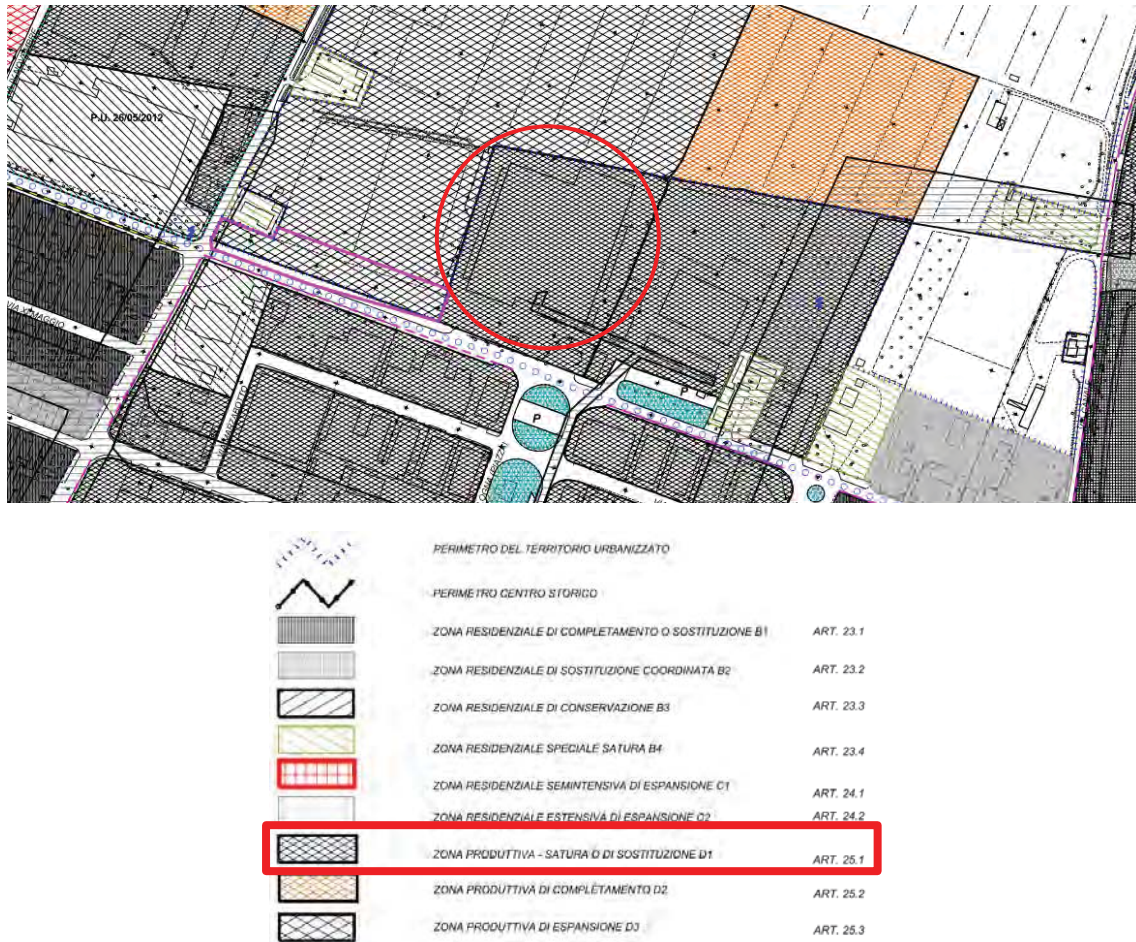


Figura 7 – Estratto della Tavola 3/B "Zona Urbana" del PRG del Comune di Massa Lombarda

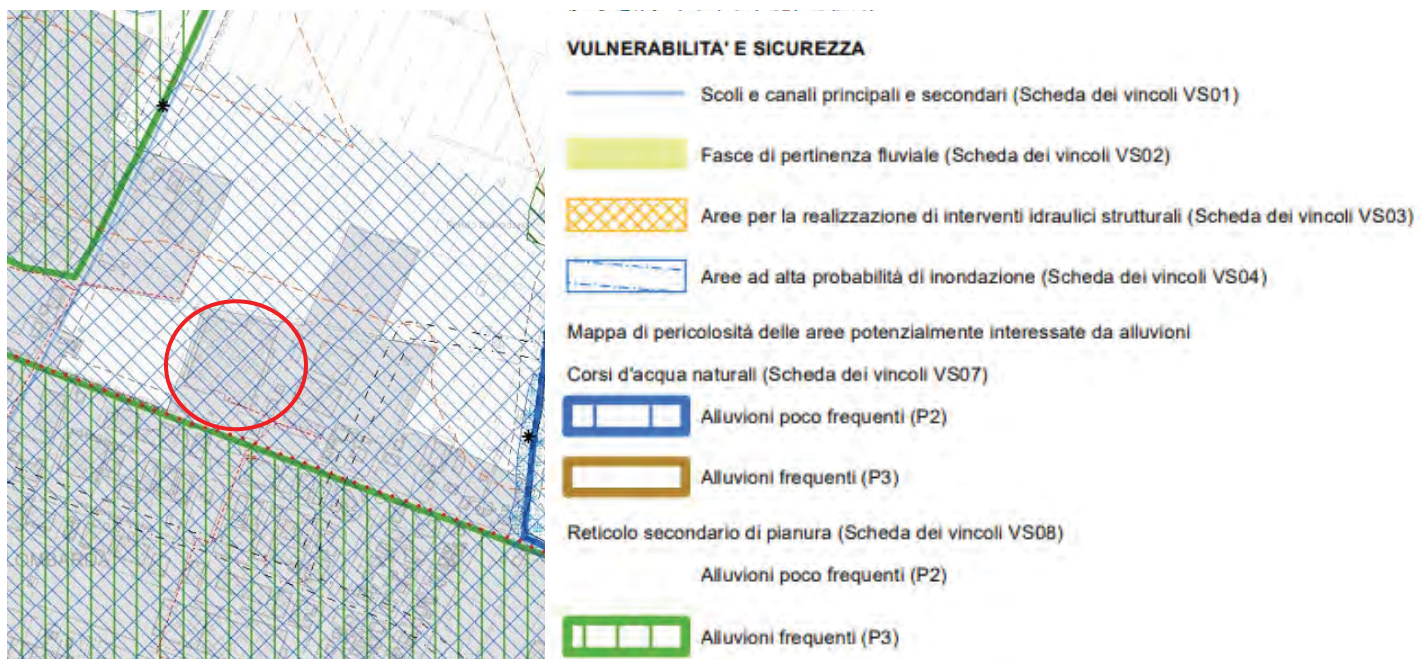


Figura 8 – Estratto della Tavola MA3 della Carta Unica del Territorio dell'Unione dei Comuni della Bassa Romagna

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche

182, via C. Costa 41100 Modena - Tel. 059/3967169 - Fax 059/5960176 – E-mail: info@geogroupmodena.it

Coerentemente con quanto illustrato nelle carte PGRA, l'area di interesse ricade in zona classificata P1 per la pericolosità relativa alle alluvioni del reticolo principale – naturale e in P2 per le alluvioni del reticolo secondario di pianura.

La pianificazione comunale sintetizza e recepisce nella Scheda dei vincoli (CUT) la stessa classificazione di pericolosità, in particolare nelle “Mappa di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni Corsi d'acqua naturali” e nella “Mappa di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni Reticolo secondario di pianura” di cui si propongono due stralci.

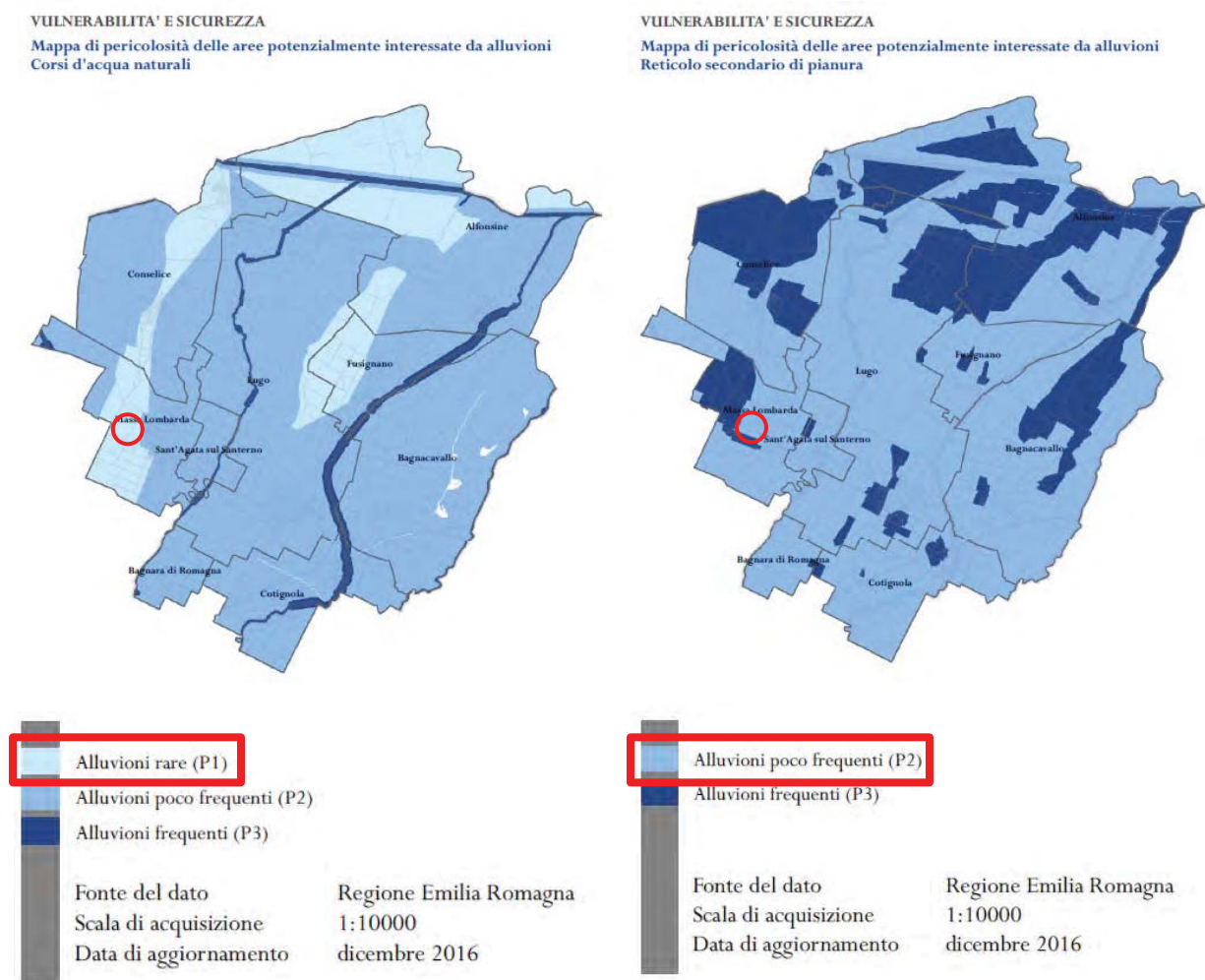


Figura 9 – Estratto delle Carta dei Vincoli dell'Unione dei Comuni della Bassa Romagna

Si sintetizzano infine i riferimenti normativi e le finalità di tutela correlate alla vulnerabilità e sicurezza idraulica.

CORSI D'ACQUA NATURALI:

1. **Riferimento normativa:** Direttiva 2000/60/CE detta “Direttiva quadro sulle acque”; Direttiva 2007/60/CE detta “Direttiva alluvioni”; Decreto legislativo del 23 febbraio 2010 n. 49 “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”; Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) approvato con delibera del Comitato Istituzionale n.235 del 3 marzo 2016; Autorità di Bacino del Reno “Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e i Piani Stralcio di bacino”; Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli “Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico”;

Autorità di Bacino del Fiume Po “Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e il Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico”;

Regolamento Urbanistico Edilizio approvato con delibera del Consiglio comunale e pubblicato sul BUR n.127 del 18 luglio 2012 e sue successive varianti (artt.2.8-2.9).

2. **Definizione e finalità di tutela:** La direttiva vuole creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e si pone l’obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale, l’attività economica e le infrastrutture. Nelle aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti o poco frequenti, le amministrazioni comunali devono: aggiornare i Piani di emergenza ai fini della Protezione Civile; assicurare la congruenza dei propri strumenti urbanistici con il quadro della pericolosità d’inondazione; consentire e prevedere la realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità alle inondazioni di edifici e infrastrutture. Gli interventi soggetti a PUA o PdC convenzionato devono prevedere uno studio idraulico per individuare gli interventi atti a ridurre il rischio. La normativa di RUE definisce i criteri per la costruzione degli interrati.

RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA

3. **Riferimento normativa:** Direttiva 2000 / 60 /CE detta “Direttiva quadro sulle acque ” ; Direttiva 2007/60/CE detta “Direttiva alluvioni”; Decreto legislativo del 23 febbraio 2010 n. 49 “ Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”; Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) approvato con delibera del Comitato Istituzionale n.235 del 3 marzo 2016; Autorità di Bacino del Reno “ Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e i Piani Stralcio di bacino ” ; Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli “Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico”;

Autorità di Bacino del Fiume Po “Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e il Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico”; Regolamento Urbanistico Edilizio approvato con delibera del Consiglio comunale e pubblicato sul BUR n.127 del 18 luglio 2012 e sue successive varianti (art.2.8).

4. **Definizione e finalità di tutela:** La direttiva vuole creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e si pone l’obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l’ambiente, il patrimonio Culturale, l’attività economica e le infrastrutture. Nelle aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti o poco frequenti, le amministrazioni comunali devono: aggiornare i Piani di emergenza ai fini della Protezione Civile; assicurare la congruenza dei propri strumenti urbanistici con il quadro della pericolosità d’inondazione; consentire e prevedere la realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità alle inondazioni di edifici e infrastrutture. Gli interventi soggetti a PUA o PdC convenzionato devono prevedere uno studio idraulico per individuare gli interventi atti a ridurre il rischio. La normativa di RUE definisce i criteri per la costruzione degli interrati.

Quindi si riprendono le NORME TECNICHE – RUE n.127 del 18/07/2012 – UNIONE BASSA ROMAGNA

Art.2.8 Mappa di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni – Corsi d’acqua naturali – VS07 – Reticolo secondario di pianura – VS 08

1. Nella Tavola dei Vincoli è riportata la scomposizione del territorio in aree, distinte sulla base delle specifiche della cartografia della mappatura della pericolosità del Piano di gestione del Rischio Alluvioni della Regione Emilia-Romagna indicanti i diversi livelli di rischio allagamento del reticolo secondario e primario. Le macro-zone P1 (alluvioni rare) P2 (alluvioni poco frequenti) e P3 (alluvioni frequenti) sono desunte dall’analisi specialistica del piano di rischio regionale e dalla cartografia del recepimento dello stesso dalle Autorità di Bacino. Con la presente norma di RUE assicura la congruenza dei propri strumenti urbanistici con il quadro della pericolosità di inondazione,

2. Per le aree soggette a PUA o permesso di costruire convenzionato in zone P2 e P3 dovrà essere valutata la sostenibilità del progetto prevedendo uno studio idraulico adeguato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate. Sono comunque definite prescrizioni minime per gli interventi in zone P1, P2 e P3 necessari per la riduzione del rischio dell'allagamento:
 - se non diversamente indicato dal risultato di una specifica ricerca idraulica l'impostazione del piano di calpestio del piano terreno degli immobili al di sopra della quota di campagna di almeno 50 cm
 - i piani interrati o parzialmente interrati possono essere realizzati, unicamente per usi accessori comuni alla funzione principale, alle seguenti condizioni:
 - a) le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d'acqua;
 - b) vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allegabile e gli altri piani;
 - c) gli impianti elettrici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell'impianto anche in caso di allagamento;
 - d) le rampe di accesso agli interrati/seminterrati siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc..) e siano eventualmente previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.
 - divieto di installazione di centrali termiche, quadri elettrici, contatori a quota inferiore a quella del tirante idrico.

Infine si propone la carta delle esondazioni storiche "Tavola 20 (SNA2) - Alluvioni storiche" del QC del PSC dell'Unione dei Comuni della Bassa Romagna, che evidenzia l'estraneità dell'area a esondazioni precedenti al 2009.

CARTA DELLE ESONDAZIONI STORICHE

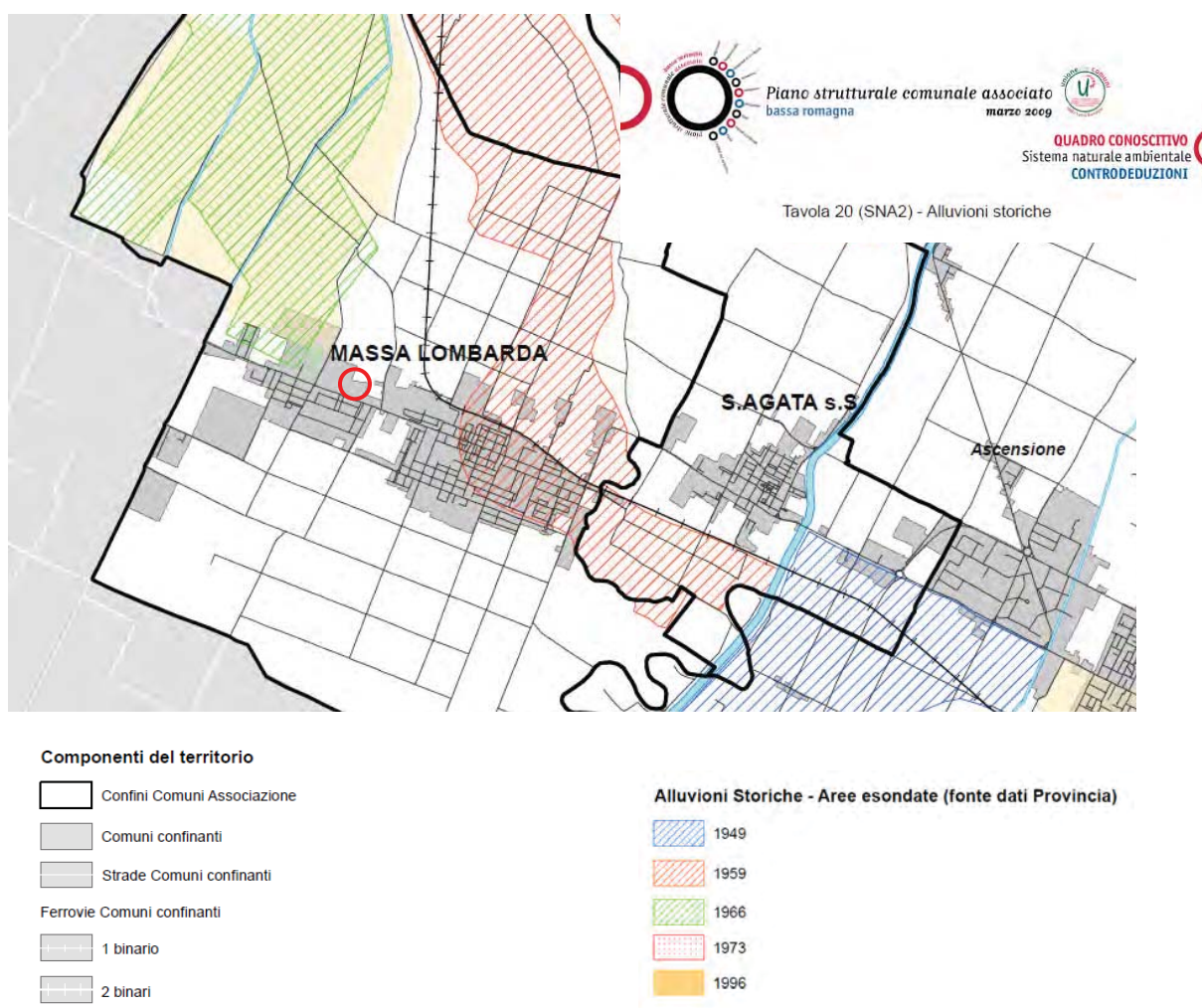


Figura 10 – Stralcio della Tavola 20 (SNA2) - Alluvioni storiche

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche

182, via C. Costa 41100 Modena - Tel. 059/3967169 - Fax 059/5960176 – E-mail: info@geogroupmodena.it

4. VALUTAZIONE DELLE MISURE DI RIDUZIONE DELLA VULNERABILITA'

L'area in oggetto rientra nelle pertinenze del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale. L'ambito di pianura coincide con la vasta area in cui il sistema di scolo delle acque meteoriche è costituito esclusivamente da opere artificiali di bonifica in gestione al Consorzio, data la condizione di pensilità, rispetto al piano campagna, dei corsi d'acqua naturali che l'attraversano. Esso coincide anche con il bacino idrografico del collettore generale della rete scolante, denominato Canale di bonifica in destra Reno. L'ambito di pianura si estende per 76.260 ha dalla via Emilia al Reno, tra il Sillaro ed il Lamone. È articolato in quattro comparti idraulici: Zaniolo-Buonacquisto, Canal Vela, Fosso Vecchio, Savena-Sant'Alberto-Madriole.



Figura 11 - Carta dei canali di scolo vicini all'area di interesse

4.1. Caratteristiche idrografiche del Reticolo Secondario di Pianura "RSP"

Per quanto concerne lo studio idraulico a supporto della realizzazione del progetto, ci si è concentrati sullo **Canale Treppiedi** che corre a ovest del lotto in questione.

Il bacino imbrifero del Canale Treppiedi, in corrispondenza della sezione di chiusura considerata, presenta una superficie complessiva pari a **S = 7'090'521 mq**. Nella seguente tabella vengono espresse le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione corrispondente al lotto in oggetto:

- Superficie: **7'090'521 mq** = 7.09 kmq
- Lunghezza asta principale fino alla sezione di chiusura: 4.6 km
- Quota massima del bacino: 8.3 m s.l.m.
- Quota alla sezione di chiusura considerata: 14.8 m s.l.m.

È riportato di seguito il bacino imbrifero considerato, sotteso alla sezione di chiusura.

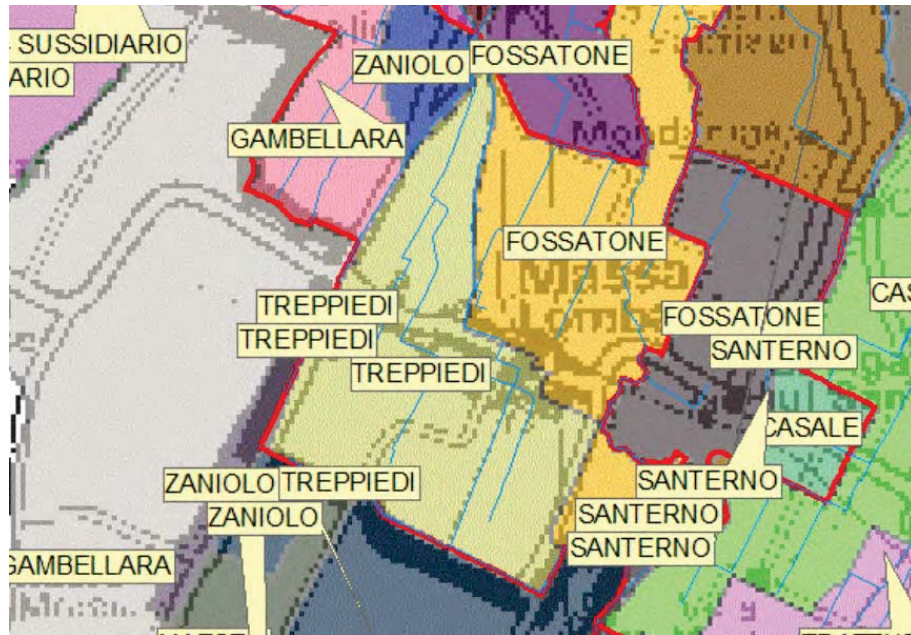


Figura 12 – Carta qualitativa dei bacini imbriferi dei canali di scolo

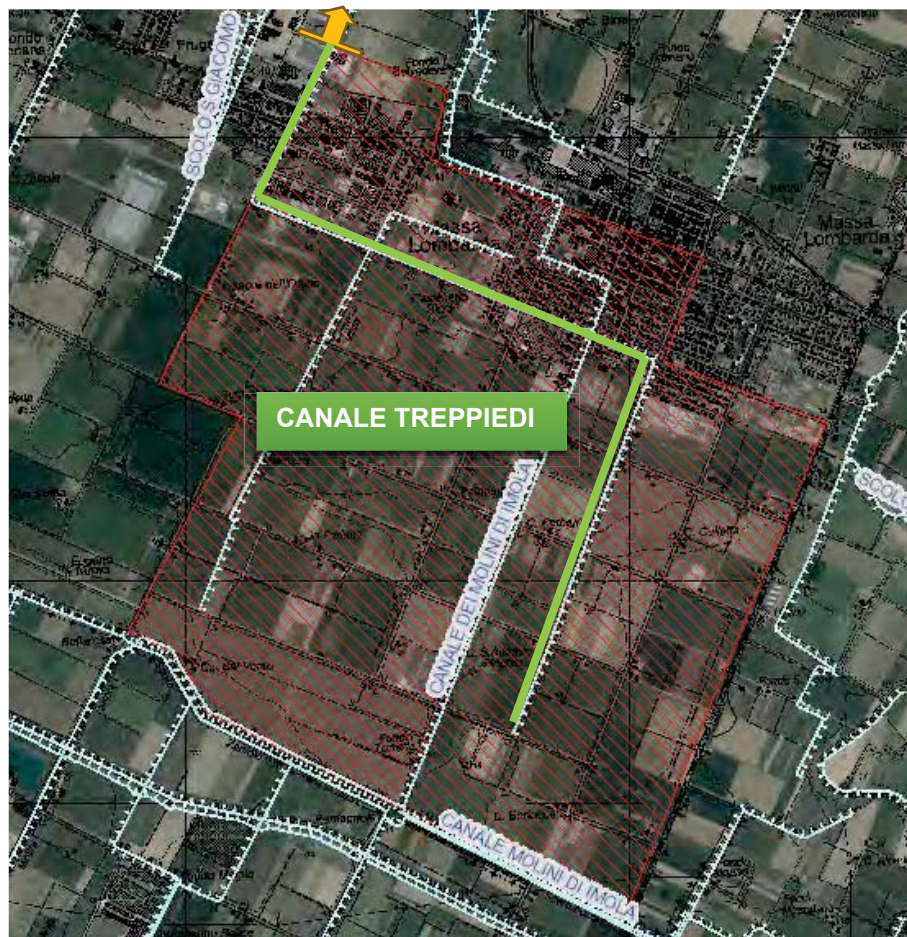


Figura 13 – Carta del bacino considerato (in rosso) sotteso dalla sezione di chiusura considerata (in giallo) per il Canale Treppiedi

5. CALCOLO DEL VOLUME DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE (V)

Nella zona in esame, il clima è caratterizzato da precipitazioni prevalenti nei mesi primaverili e in quelli autunnali, e da un periodo siccitoso estivo. La temperatura è rigida nei mesi invernali mentre nei mesi estivi è elevata ed è spesso associata ad un'alta umidità dell'aria.

Tale andamento di precipitazioni e di temperatura ricorda sia i climi continentali dell'Europa centrale, caratterizzati da forti escursioni termiche, che quelli delle regioni mediterranee.

Dalla consultazione degli Annali Idrologici, a cura dell'**Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente (ARPA - Regione Emilia Romagna)** - Servizio Idrometeorologico, il valore della precipitazione media annua può essere assunto pari a $P = 687$ mm/anno.

Il volume V delle precipitazioni sul bacino considerato (di superficie $S = 7.09$ kmq), risulta dunque:

$$V = 4'871'188 \quad \text{mc/anno}$$

6. PORTATA MEDIA ANNUA NATURALE

Per calcolare la portata media annuale naturale Q_m è necessario definire il coefficiente di deflusso cd del corso d'acqua relativo al bacino sotteso.

Per quanto riguarda il bacino considerato, l'area è caratterizzata dai seguenti coefficienti di deflusso:

Tipologia superficie	φ
Verde su suolo profondo, prati, orti, superfici agricole	0,10-0,15
Terreno incolto, sterrato non compattato	0,20-0,30
Superfici in ghiaia sciolta – parcheggi drenanti	0,30-0,50
Pavimentazioni in macadam	0,35-0,50
Superfici sterrate compatte	0,50-0,60
Coperture tetti	0,85-1,00
Pavimentazioni in asfalto o cls	0,85-1,00

Figura 14 - Coefficienti di deflusso in funzione della tipologia di superficie

		<i>Tipo di suolo</i>		
		<i>Terreno leggero</i>	<i>Terreno di medio impasto</i>	<i>Terreno compatto</i>
<i>Vegetazione e pendenza</i>				
Boschi	< 10 %	0,13	0,18	0,25
	> 10 %	0,16	0,21	0,36
Pascoli	< 10 %	0,16	0,16	0,22
	> 10 %	0,22	0,42	0,62
Colture agrarie	< 10 %	0,40	0,60	0,70
	> 10 %	0,52	0,72	0,82

Figura 15 - Coefficienti di deflusso in funzione della tipologia di suolo

In linea generale per bacini di piccola e media estensione, come in questo caso, è opportuno fare riferimento all'uso del suolo e alla litologia, assegnando ad ogni tipologia/combinazione di tali parametri il valore più appropriato del coefficiente di deflusso valutando attraverso la media ponderata sull'area il coefficiente di deflusso globale.

Nel caso in esame, trattandosi di un bacino poco edificato e con buona copertura vegetale, è stato ottenuto il seguente valore di coefficiente di deflusso medio ponderato:

$$c_d = 0.30$$

Risulta di conseguenza che la portata media annuale Q_m nel punto di chiusura del bacino (ovvero nel punto più a valle) vale:

$$Q_m = c_d \cdot V/T = 0.30 \cdot 4'871'188 / 31'536'000 = 0.0463 \text{ mc/s} = 46.34 \text{ l/s}$$

essendo $T = 31'536'000$ s il tempo annuale.

La portata annuale media naturale $Q_m = 46.34$ l/s è quella presente nel bacino considerato, alla sezione di chiusura considerata.

La portata specifica media annua q_{medA} per kmq vale:

$$q_{medA} = Q_m/S = (46.34 \text{ l/s}) / (7.09 \text{ kmq}) = 6.54 \text{ l/s} \cdot \text{kmq}$$

7. CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

La verifica idraulica è stata svolta seguendo la letteratura tecnica di Settore e le indicazioni dell'autorità di bacino del Fiume Po contenute nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del fiume Po (Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6ter).

La portata di piena Q_c di progetto è stata desunta dalle "Indicazioni per il calcolo delle portate di piena sui bacini idrografici di piccole dimensioni" riportate nelle norme di attuazione.

Secondo il metodo razionale della corrivazione citato dalla normativa, la portata può essere calcolata come:

$$Q_c = 0.278 c i A$$

Dove:

Q_c = portata al colmo in mc/s;

c = coefficiente di deflusso adimensionale;

i = intensità di pioggia in mm/h;

A = superficie del bacino in kmq

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- a) la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino,
- b) la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia,
- c) il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- d) l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione t_c .

Il tempo di corrivazione è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale; una definizione forse migliore è che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

Tempo di corrivazione t_c

Il tempo di corrivazione del bacino è normalmente calcolato con formule empiriche; tra esse molto usata è quella di Giandotti (1934, 1937):

$$t_c = (4 (A)^{0,5} + 1,5 L) / (0,8 (H_m - H_0)^{0,5}) \quad (\text{ore})$$

dove:

L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino (km) = 4.6 km

H_m = altitudine media del bacino (m s.l.m.) = 11.55 m s.l.m

H_0 = altitudine della sezione di chiusura (m s.l.m.) = 8.3 m s.l.m

$H_m - H_0 = 3.25$ m

A = superficie del bacino in kmq = 7.09 kmq

Da cui:

$$t_c = 43'810 \text{ sec} = 12.17 \text{ h}$$

A tale tempo di corrivazione corrisponde una velocità media di deflusso sul bacino a monte del lotto d'interesse:

$$V_m = L/T_c = 4'6 \text{ m} / 43'810 \text{ sec} = 0.0086 \text{ m/s}$$

Curva di probabilità pluviometrica

La curva di probabilità pluviometrica ad assegnato tempo di ritorno, nella sua forma generale è la seguente:

$$h = a t^n$$

con

h= altezza della pioggia in millimetri;

t = durata di pioggia in ore;

a (mm/h) n (adimensionale);

Per il seguente caso di studio si è fatto riferimento alle curve di probabilità pluviometrica indicate nella **“Relazione di Piano Classifica del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale”** in particolare, per un tempo di ritorno $T_r = 100$ anni la curva segnalatrice di possibilità climatica è data dalla seguente relazione:

$$h = 63 t^{0.227}$$

Si può così calcolare l'altezza critica di pioggia per un tempo di ritorno di 100 anni:

Tempo di ritorno	Altezza di pioggia $h(t_c)$ (mm)
$T_r=100$ anni	$h_{c(100)} = 63 * 12.17^{0.227} = 111 \text{ mm}$

Adottando il coefficiente di deflusso medio ponderato calcolato $C=0.30$ si può determinare la portata al colmo Q_c relativa ai tempi di ritorno considerati, arrotondando per eccesso a favore di sicurezza:

$$Q_c(100) = 0.278 * C * A * i = 0.278 * C * A * h(t_c)/t_c = 5.4 \text{ mc/s}$$

7.1. Stima del livello di piena in corrispondenza dell'area d'interesse

Si è provveduto nel seguito a verificare che la sezione dello Scolo Bonaghino presso la sezione di chiusura considerata sia in grado di far defluire l'intera portata di piena. stimata pari a:

$$Q_c(100) = 5.4 \text{ mc/sec}$$

La portata transitante in una sezione si calcola con la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_{STR} \cdot R^{2/3} \cdot \omega \cdot i^{1/2}$$

dove:

R = raggio idraulico

i = pendenza del canale;

Kstr = coefficiente di scabrezza

Dimensionamento dei collettori

Coefficienti di scabrezza

Natura della superficie	Scabrezza assoluta ϵ_s (10^{-4} m)	Coefficiente K_s ($m^{1/3}/s$)	Indice di Bazin γ_B	Indice di Kutter m_K
fibrocemento	3-30	95-70	0.11-0.25	0.17-0.36
mattoni	15-60	77-62	0.21-0.34	0.29-0.45
calcestruzzo: prefabbricato	3-30	95-70	0.11-0.25	0.17-0.36
gettato con superficie rifinita	3-15	95-77	0.21-0.34	0.29-0.456
gettato con superficie ruvida	15-60	77-62	0.21-0.34	0.29-0.45
gres:				
monolitico (tubi)	3-30	95-70	0.11-0.25	0.17-0.36
in elementi da rivestimento	15-30	77-70	0.21-0.27	0.29-0.36
materiali plastici	3-30	95-70	0.11-0.25	0.17-0.36
acciaio rivestito	3-30	95-70	0.11-0.25	0.17-0.36
acciaio zincato corrugato D (mm) passo x altezza				
corrugazioni anulari tutti i D 67.7x12.7	200-300	49-45	0.53-0.62	0.66-0.76
corrugazioni anulari tutti i D 76.2x25.4	300-450	45-40	0.62-0.72	0.76-0.88
corrugazioni elicoidali D 203-254 38.1x6.35	40-100	67-57	0.30-0.41	0.40-0.53
corrugazioni elicoidali D 457-610 67.7x12.7	70-200	61-49	0.36-0.53	0.47-0.66
ghisa:				
non rivestita nuova	3-30	95-70	0.11-0.25	0.17-0.36
ricoperta con malta di cemento o bituminata	3-30	95-70	0.11-0.25	0.17-0.36

Valori dell'indice di scabrezza di Gauckler-Strickler

Natura delle pareti	k_s ($m^{1/3}/s$)
Corsi d'acqua naturali	
piccoli corsi d'acqua di pianura, puliti, diritti e senza ristagni d'acqua	30-40
piccoli corsi d'acqua di pianura, puliti, sinuosi e senza ristagni d'acqua	22-30
tratti lenti con erbacce e stagni profondi	13-20
tratti molto erbosi con stagni profondi, ostacolati da alberi e macchie	7-13
fiumi di montagna, con fondo in ghiaia, ciottoli e pochi massi e lati ripidi	20-33
fiumi di montagna, con fondo in ciottoli e grossi massi, lati ripidi	14-25
Golene	
con erba	20-40
con aree coltivate	20-50
con sottobosco	14-29
con molti alberi	8-13
Grandi fiumi (larghezza in superficie maggiore di 30 m)	
sezione regolare, senza massi o vegetazione	17-40
sezione irregolare	10-29

Figura 16 - Valori degli indici di Scabrezza secondo Gauckler - Strickler

In corrispondenza della sezione di chiusura il Canale Treppiede risulta essere tombato con sezione rettangolare 2.5 x 2 m, per poi tornare a cielo aperto con sezione trapezoidale.

Si verificano quindi entrambe le sezioni rispetto alla precipitazione con tirante di 111 mm calcolata precedentemente con $T_r = 100$ anni.

SEZIONE RETTANGOLARE 2.5 x 2.0 m

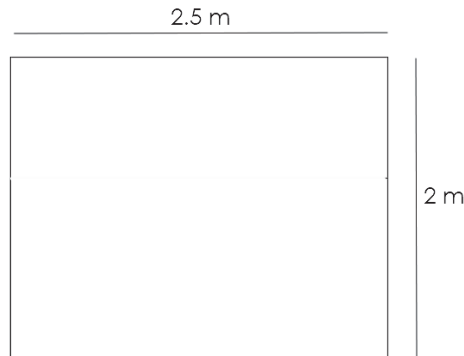


Figura 17: Sezione rettangolare del Canale Treppiede in corrispondenza della chiusura del bacino considerato

In corrispondenza di tale sezione Z si ha:

ω = area della sezione (S) approssimata per difetto a favore di sicurezza. risulta $\omega = 5.0 \text{ mq}$

C = contorno bagnato. considerando la sezione completamente bagnata si ha $C = 6.5 \text{ m}$

R = raggio idraulico. considerando la sezione completamente bagnata. risulta $R = 0.77 \text{ m}$.

i = pendenza del canale che in moto permanente coincide con la cadente piezometrica: $i = 0.0014$.

Kstr = coefficiente di scabrezza. compreso tra 95 e 7 (si veda tabella relativa). Nel nostro caso è stato utilizzato il valore cautelativo per collettori prefabbricati usurati di $Kstr = 70$.

Facendo gli opportuni calcoli ne deriva che la sezione utile considerata è in grado di far defluire una portata:

$Q_{\text{sez},r} = 11 \text{ mc/sec}$ (Portata transitabile nella sezione rettangolare)

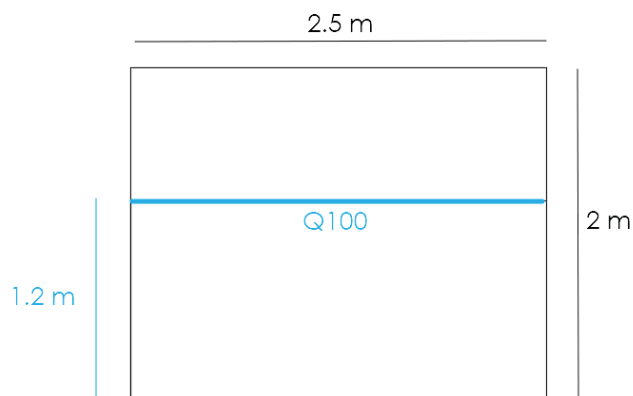


Figura 18: Sezione rettangolare del Canale Treppiede in corrispondenza della chiusura del bacino considerato con portata Q100 transitante nella sezione.

$Q_{\text{sez},r} = 11 \text{ mc/sec} > Q_c(100) = 5.4 \text{ mc/sec}$

VERIFICATA

SEZIONE TRAPEZOIDALE APPROFONDIRITA

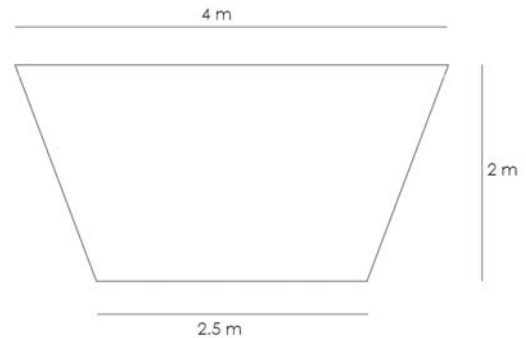


Figura 19 – Sezione trapezoidale del Canale Treppiede in corrispondenza della chiusura del bacino considerato

In corrispondenza di tale sezione Z si ha:

ω = area della sezione (S) approssimata per difetto a favore di sicurezza. risulta $\omega = 6.5 \text{ mq}$

C = contorno bagnato. considerando la sezione completamente bagnata si ha $C = 6.77 \text{ m}$

R = raggio idraulico. considerando la sezione completamente bagnata. risulta $R = 0.96 \text{ m}$.

i = pendenza del canale che in moto permanente coincide con la cadente piezometrica: $i = 0.0014$.

Kstr = coefficiente di scabrezza. compreso tra 25 (si veda tabella relativa).

Facendo gli opportuni calcoli ne deriva che la sezione utile considerata è in grado di far defluire una portata:

$$Q_{\text{Sez,t}} = 5.9 \text{ mc/sec (Portata transitabile nella sezione trapezoidale)}$$

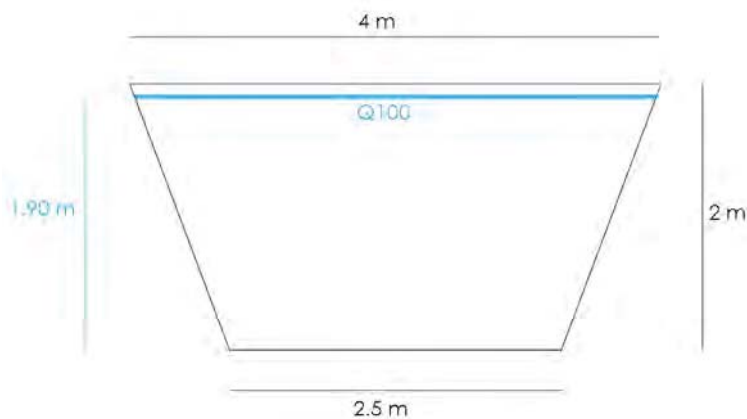


Figura 20: Sezione trapezoidale del Canale Treppiede in corrispondenza della chiusura del bacino considerato con portata Q100 transitante nella sezione.

$$Q_{\text{Sez,t}} = 5.9 \text{ mc/sec} > Q_c(100) = 5.4 \text{ mc/sec}$$

VERIFICATA

Per entrambe le sezioni, la portata centennale, ovvero con $T_r = 100$ anni è verificata.

In particolare il collettore in cemento di tombatura del canale Treppiedi riesce a far defluire tale portata senza criticità particolari, avendo una portata massima transitabile praticamente doppia a quella centennale.

Tuttavia il canale Treppiede, una volta finito il tratto tombato, presenta una capacità di deflusso definita da una sezione leggermente maggiore di quella tombata, ma da caratteristiche di capacità di deflusso decisamente influenzate dalla scabrezza del canale stesso.

In sintesi, nonostante il canale sia dritto, può presentare una vegetazione tale da non consentire un corretto deflusso, caratterizzandosi di valori di scabrezza K_{str} inferiori a $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ riducendo la portata massima transitabile al di sotto di quella centennale. Si sottolinea quindi che la capacità di deflusso del canale Treppiede può essere dipendente dal suo grado di manutenzione.

Alla luce di quanto esposto, il piano di calpestio del piano terra dovrà essere impostato ad una quota minima di 150 mm dalla quota media del piano campagna circostante, che risulta essere di circa 9 m s.l.m.

8. VALUTAZIONE DELLE MISURE VOLTE AL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Nel presente capitolo si intende verificare il rispetto del principio di invarianza idraulica per l'intervento in progetto considerando nel calcolo dell'invarianza idraulica tutta la proprietà che si estende su una superficie di 18'905 mq di terreno occupato attualmente dall'edificio, il piazzale e parti verdi.

Come precedentemente accennato, l'intervento prevede una ristrutturazione senza cambiamenti rilevanti in termini di impermeabilizzazione. Comunque, nel presente paragrafo, viene calcolato il volume per la verifica del principio di Invarianza Idraulica volto anche ad un miglioramento della situazione attuale dello scolo delle acque meteoriche.

Nelle sottostanti Figure 21 e 22 sono riportati rispettivamente lo stato di fatto e di progetto del sito in esame.

La situazione idraulica dello STATO DI FATTO è la seguente:

STATO DI FATTO	Area verde	3139,60 m ²
	Totale area permeabile	3139,60 m²
	Fabbricato	10318,85 m ²
	Piazzale e altro	5446,80 m ²
	Totale pavimentazione impermeabile	15765,65 m²
	<u>SUPERFICIE TOTALE DEL LOTTO</u>	<u>18905,25 m²</u>

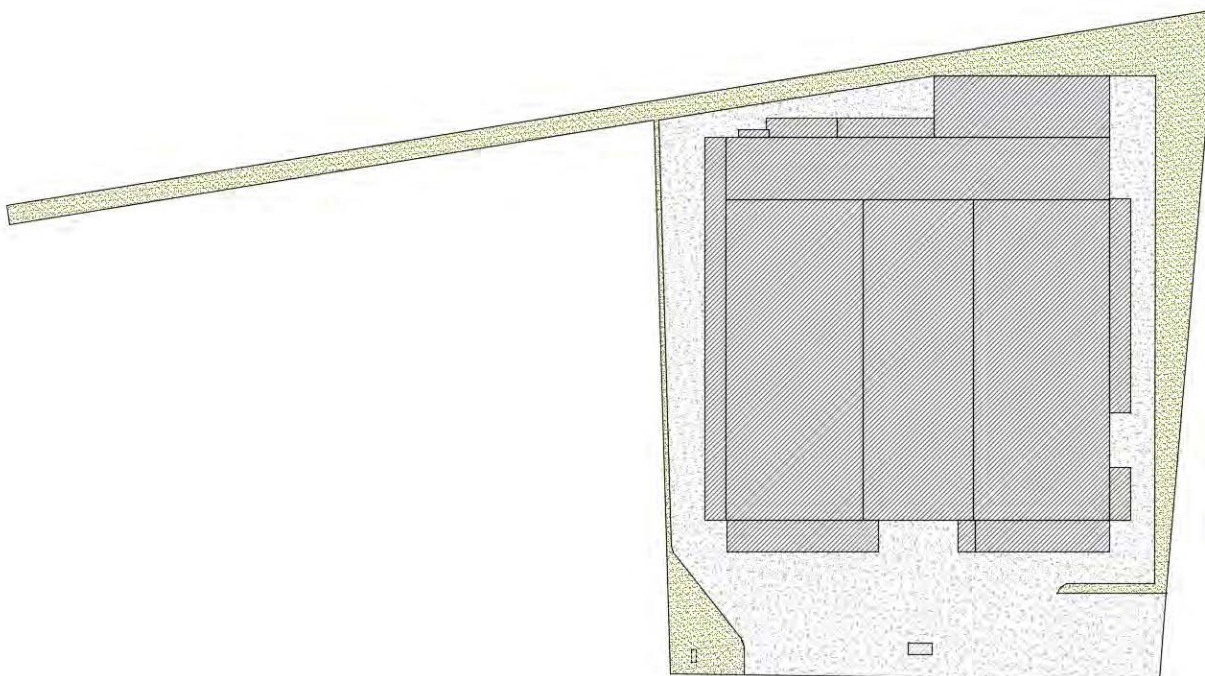


Figura 21 - Stato di fatto

La situazione idraulica dello STATO DI PROGETTO è la seguente:

STATO DI PROGETTO	Area verde	2419,15 m ²
	Totale area permeabile	2419,15 m ²
	Fabbricato	9962,40 m ²
	Piazzale	6523,70 m ²
	Totale pavimentazione impermeabile	16486,15 m ²
	<u>SUPERFICIE TOTALE DEL LOTTO</u>	<u>18905,25 m²</u>

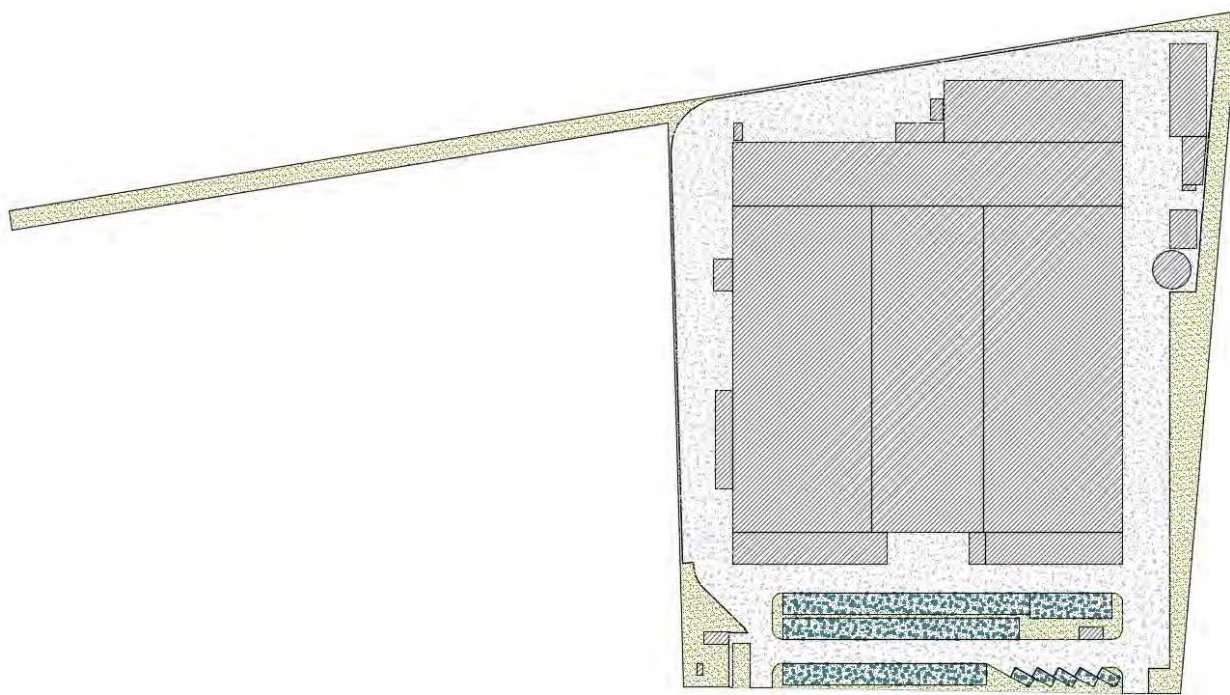


Figura 22 - Stato di progetto

Si riportano di seguito le scelte metodologiche e progettuali adottate per il rispetto del “principio di invarianza idraulica”: in particolare verrà verificato che le trasformazioni previste presso l’area in oggetto non provochino un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall’area stessa.

Nelle trasformazioni urbanistiche che comportano parziali impermeabilizzazioni del territorio sarà necessario predisporre dei volumi di invaso di compensazione. Tali volumi andranno riempiti prima che si verifichi il deflusso delle aree stesse, garantendo l’effettiva invarianza del picco di piena. Gli invasi andranno poi svuotati entro le 24 ore successive all’evento.

La portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di quell’area rimarrà così costante prima e dopo la trasformazione dell’uso del suolo garantendo il principio di invarianza idraulica.

8.1. Computo dei volumi di compensazione per l'invarianza idraulica

Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

Di fatto, l'unico modo per garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni è quello di prevedere volumi per lo stoccaggio temporaneo dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione del suolo da non-urbano ad urbano.

Il volume minimo da invasare W dovuto ad un'urbanizzazione totale di un ettaro di territorio agricolo si ricava applicando la formula dei **"Bacini Romagnoli"**:

$$w = w^{\circ} (\Phi / \Phi^{\circ})^{1/(1-n)} - 15 \cdot I - w^{\circ} \cdot P^{*}$$

essendo $w^{\circ} = 50$ mc/ha.

Φ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione.

Φ° = coefficiente di deflusso prima della trasformazione.

$n = 0.48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta plausibile da numerosi studi sperimentali citati in letteratura – si veda ad es. Paoletti, 1996).

I = percentuale di terreno impermeabile dopo la trasformazione o percentuale di area che viene trasformata.

P = percentuale di terreno permeabile dopo la trasformazione o percentuale di area che rimane invariata.

($I + P = 100\%$)

Il volume così ricavato w è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso Φ e Φ° si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\Phi^{\circ} = 0.9 \text{ Imp}^{\circ} + 0.2 \text{ Per}^{\circ}$$

$$\Phi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

dove: Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati con l'apice $^{\circ}$) o dopo (se non c'è l'apice $^{\circ}$).

In linea generale si dovrà ritenere permeabile ogni superficie non rivestita con pavimentazioni di alcun genere, mentre per pavimentazioni dal carattere semipermeabile si dovrà valutare caso per caso in sede di concessione edilizia anche sulla base delle specifiche tecnologiche dei prodotti impiegati.

È da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota " I ". La quota P dell'area in trasformazione è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti, dalla trasformazione.

Verranno di seguito analizzate le condizioni dell'area prima dell'intervento e dopo la trasformazione, quindi analizzati i parametri necessari alla procedura di calcolo dei volumi di invarianza idraulica.

L'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli stabilisce soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

In base alla classe di appartenenza, l'A.d.B.R.R. suggerisce differenti criteri per il calcolo dei volumi di laminazione e per il dimensionamento delle luci di scarico dell'invaso.

Dal punto di vista idraulico, l'efficacia della laminazione operata attraverso dispositivi di invaso è condizionata da due parametri fondamentali:

- la dimensione delle luci di scarico dell'invaso (condotti o stramazzi)
- il tirante idrico massimo di cui si consente la formazione all'interno dell'invaso

I due aspetti sono fra loro collegati: se si realizza un invaso profondo con la formazione di un tirante idrico alto è necessario predisporre luci di piccole dimensioni per mantenere la portata in uscita a valori accettabili, a parità di portata in ingresso e di volume totale dell'invaso. È poi da considerare che, a parità di luce di efflusso e di tirante idrico massimo consentito, l'effetto di laminazione dipende significativamente dal volume e dalla durata totale della pioggia.

Fissare regole generali per i criteri di dimensionamento delle luci di scarico è difficile in quanto è necessario riferirsi a condizioni operative sempre connotate da un margine di convenzionalità. Del resto, nel caso di piccoli interventi, corrispondenti ai casi di trascurabile o modesta impermeabilizzazione potenziale (come in questo caso), gli oneri connessi allo sviluppo di dimensionamenti di dettaglio eccedono i benefici in termini di protezione idraulica del territorio che si possono effettivamente conseguire.

Viceversa, nei casi di significativa o marcata impermeabilizzazione potenziale è assai opportuno eseguire una verifica di maggior dettaglio dell'effettivo comportamento laminativo dei dispositivi di invaso previsti dai progetti. In tal modo, con accorgimenti relativamente semplici, è possibile mantenere sotto controllo l'efficacia della laminazione e perseguire una politica attiva di invarianza idraulica.

Il volume minimo di invaso W per il rispetto dell'invarianza idraulica è stato calcolato/verificato sulla base dei seguenti dati:

VOLUME DI INVARIANZA			
SUPERFICIE FONDIARIA LOTTO	18905,25	mq	
ANTE - OPERAM			
Superficie impermeabile esistente	15765,65	mq	
Imp°	0.83		
Superficie permeabile esistente	3139,6	mq	
Per°	0.17		
Imp°+Per°	1		
POST OPERAM			
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	16486,15	mq	
Imp	0.87		
Superficie Permeabile di Progetto	2419,15	mq	
Per	0.13		
Imp+Per	1		
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA			
Superficie Trasformata/Livellata	18905	mq	
I	1.00		
Superficie agricola inalterata	0	mq	
P	0.00		
I+P	1		

Calcolo del coefficiente di deflusso esistente:

$$\Phi^{\circ} = 0.9 \text{ Imp}^{\circ} + 0.2 \text{ Per}^{\circ} = 0.9 \cdot 0.83 + 0.2 \cdot 0.17 = 0.78$$

Calcolo del coefficiente di deflusso di progetto:

$$\Phi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per} = 0.9 \cdot 0.87 + 0.2 \cdot 0.13 = 0.81$$

Calcolo del volume minimo di invaso:

$$w = w^{\circ} (\Phi / \Phi^{\circ})^{1/(1-n)} - 15 I - w^{\circ} P$$

$$w = 50 \cdot 1.07 - 15 \cdot 1 - 50 \cdot 0 = 38.32 \text{ mc/ha}$$

w = 38.32 mc/ha (volume specifico per ettaro di superficie)

Il volume così ricavato w è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (in questo caso S = 18'905 mq = 1.8905 ha), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata, dunque:

$$W = w \cdot \text{Superficie fondiaria (ha)}$$

$$W = 38.32 \text{ mc mc/ha} \cdot 1.8905 \text{ ha}$$

$$W = 72.45 \text{ mc (volume per l'invarianza idraulica)}$$

È stato così ottenuto un volume minimo di invaso pari a 72.5 mc (arrotondando per eccesso a favore di sicurezza)

Tale volume calcolato, che garantisce il rispetto del principio di invarianza idraulica, sarà gestito (a cura dei progettisti) mediante la posa di tubazioni e pozzetti interrati sovradimensionati per lo scolo delle acque meteoriche e/o mediante la realizzazione di vasche di laminazione e/o mediante la realizzazione di depressioni in corrispondenza delle aree verdi del lotto.

9. SINTESI TECNICA

Su incarico della proprietà ed in accordo con il tecnico progettista, nel mese di Marzo 2020 è stato eseguito il presente studio di fattibilità idraulica, inerente la Studio di fattibilità idraulica inerente alla ristrutturazione di un capannone industriale sito in Via Martiri della Libertà nel Comune di Massa Lombarda (RA). La ristrutturazione è finalizzata alla conversione dell'attività passata, ora dismessa, in centro di recupero di materiali plastici. Scopo del lavoro è stato quello di verificare, da un punto di vista idraulico, la fattibilità dell'intervento in progetto.

Sono state consultate le **"Mappe della Pericolosità e del Rischio Alluvioni (Det. 3757/2011 e DGR 1244/2014)"** del **PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni)** dell'**Autorità di Bacino del Fiume Po (AdPo)**, con particolare riferimento sia al Reticolo Principale e Secondario montano (RP_RSCM) sia al Reticolo Secondario di pianura (RSP).

Per quanto concerne il Reticolo Principale e Secondario Montano si può osservare come il sito di interesse rientri in un'area bianca non classificata come anche in relazione al rischio, il sito ricade nello scenario di pericolosità **"P1 - L Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi"** e all'interno del rischio **"R2 - Rischio medio"**.

Relativamente al Reticolo secondario di pianura l'area studiata ricade nello scenario di pericolosità **"P2 - M Alluvioni poco frequenti - Media probabilità"** e all'interno del rischio **"R3 - Rischio elevato"**.

Dalla consultazione del **Quadro Conoscitivo – Assetto della Rete Idrografica, Rischio Idraulico e Idrogeologico** del **PTCP della Provincia di Ravenna** ed in particolare della **Tavola B.1.1.1 "Assetto e tutela della rete idrografica e rischio idraulico"** l'area, afferente al **Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Reno, Autorità di bacino del Reno (PSAI)**, ricade in area bianca, per quanto riguarda la pericolosità idraulica per il Reticolo Naturale Principale.

Il PTCP prevede all'art. 6.2 la pianificazione di settore in materia di gestione dei rifiuti, una carta che individua le zone non idonee alla localizzazione di impianti per la gestione dei rifiuti (Tavola 4 Del. C.P. n.10 del 27.02.2019), di cui si propone uno stralcio. **L'area di interesse non ricade nelle zone sottoposte a vincolo.**

Coerentemente con quanto illustrato nelle carte PGRA, l'area di interesse ricade in zona classificata P1 per la pericolosità relativa alle alluvioni del reticolo principale – naturale e in P2 per le alluvioni del reticolo secondario di pianura.

La pianificazione comunale sintetizza e recepisce nella **Scheda dei vincoli (CUT)** la stessa classificazione di pericolosità, in particolare nelle "Mappa di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni Corsi d'acqua naturali" e nella "Mappa di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni Reticolo secondario di pianura". Quindi nuovamente l'area di interesse ricade in zona classificata P1 per la pericolosità relativa alle alluvioni del reticolo principale – naturale e in P2 per le alluvioni del reticolo secondario di pianura.

Per quanto concerne lo studio idraulico a supporto della realizzazione del progetto, ci si è concentrati sul **Canale Treppiedi** che corre a ovest del lotto in questione.

$Q_c(100) = 5.4 \text{ mc/s} < Q_{sez,r} = 11 \text{ mc/s}$ Portata massima del collettore in cemento

$Q_c(100) = 5.4 \text{ mc/s} < Q_{sez,t} = 5.9 \text{ mc/s}$ Portata massima del canale treppiede a cielo aperto con sezione trapezoidale

È stata quindi verificata la portata centennale, ovvero con $T_r = 100$ anni sulla sezione di chiusura considerata.

In particolare il collettore in cemento di tombatura del canale Treppiedi riesce a far defluire tale portata senza criticità particolari, avendo una portata massima transitabile praticamente doppia a quella centennale.

Tuttavia il canale Treppiede, una volta finito il tratto tombato, presenta una capacità di deflusso definita da una sezione leggermente maggiore di quella tombata, ma da caratteristiche di capacità di deflusso decisamente influenzati dalla scabrezza del canale stesso. Si sottolinea quindi che la capacità di deflusso del canale Treppiede può essere dipendente dal suo grado di manutenzione.

Alla luce di ciò, il piano di calpestio del piano terra dovrà essere impostato ad una quota minima di 150 mm dalla quota media del piano campagna circostante, che risulta essere di circa 9 m s.l.m.

Per quanto riguarda infine, le misure volte al rispetto del **principio di invarianza idraulica** finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio, l'intervento non prevede nuove aree significative di impermeabilizzazione, tuttavia è stato calcolato il volume di laminazione volto a migliorare lo scolo delle acque meteoriche dato che l'area è già quasi completamente impermeabilizzata.

Il volume computato totale per la verifica del principio di invarianza idraulica è di **72.5 mc.**

Tale volume calcolato, che garantisce il rispetto del principio di invarianza idraulica, sarà gestito (a cura dei progettisti) mediante la posa di tubazioni e pozzetti interrati sovradimensionati per lo scolo delle acque meteoriche e/o mediante la realizzazione di vasche di laminazione e/o mediante la realizzazione di depressioni in corrispondenza delle aree verdi del lotto.

10. ASSEVERAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Il sottoscritto Dott. Geol. Pier Luigi Dallari, nato a Modena il 06/11/1958, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna al n. 420, con studio professionale a Castelnuovo Rangone (MO) presso GEO GROUP S.R.L., in Per Modena n°12, in riferimento al progetto di ristrutturazione di un capannone industriale a servizio di un'attività di recupero di materiali plastici costituiti da polietilene a bassa densità (LDPE), a Massa Lombarda (RA), in via martiri della libertà n.62,

PREMESSO

- ☐ Che l'intervento in progetto non prevede nuove aree significative di impermeabilizzazione

CONSIDERATO

- ☐ Che in via cautelativa si prevede comunque di compensare un volume compensativo di **circa 72.5 mc** per la laminazione, da ottenersi mediante la posa di tubazioni e pozzetti interrati sovradimensionati per lo scolo delle acque meteoriche e/o mediante la realizzazione di vasche di laminazione e/o mediante la realizzazione di depressioni in corrispondenza delle aree verdi del lotto.
- ☐ Che il piano di calpestio del piano terra sarà impostato ad una quota minima di **+15 cm** dalla quota media del piano campagna attuale (+9 m s.l.m.), quota che permetterà la sicurezza nei confronti del reticolo principale RP e del reticolo secondario di pianura RSP, essendo il lotto già di per sé morfologicamente rialzato di 1 m rispetto alle campagne circostanti (8 m s.l.m.).

ASSEVERA

Che le trasformazioni in progetto, le misure cautelative previste per la laminazione delle acque meteoriche e la riduzione della vulnerabilità dell'area, garantiscono la sicurezza idraulica.

A disposizione per ulteriori chiarimenti, cogliamo l'occasione di porgere distinti saluti.

Modena, 16 Gennaio 2025

Dott. Geol. Pier Luigi Dallari



GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

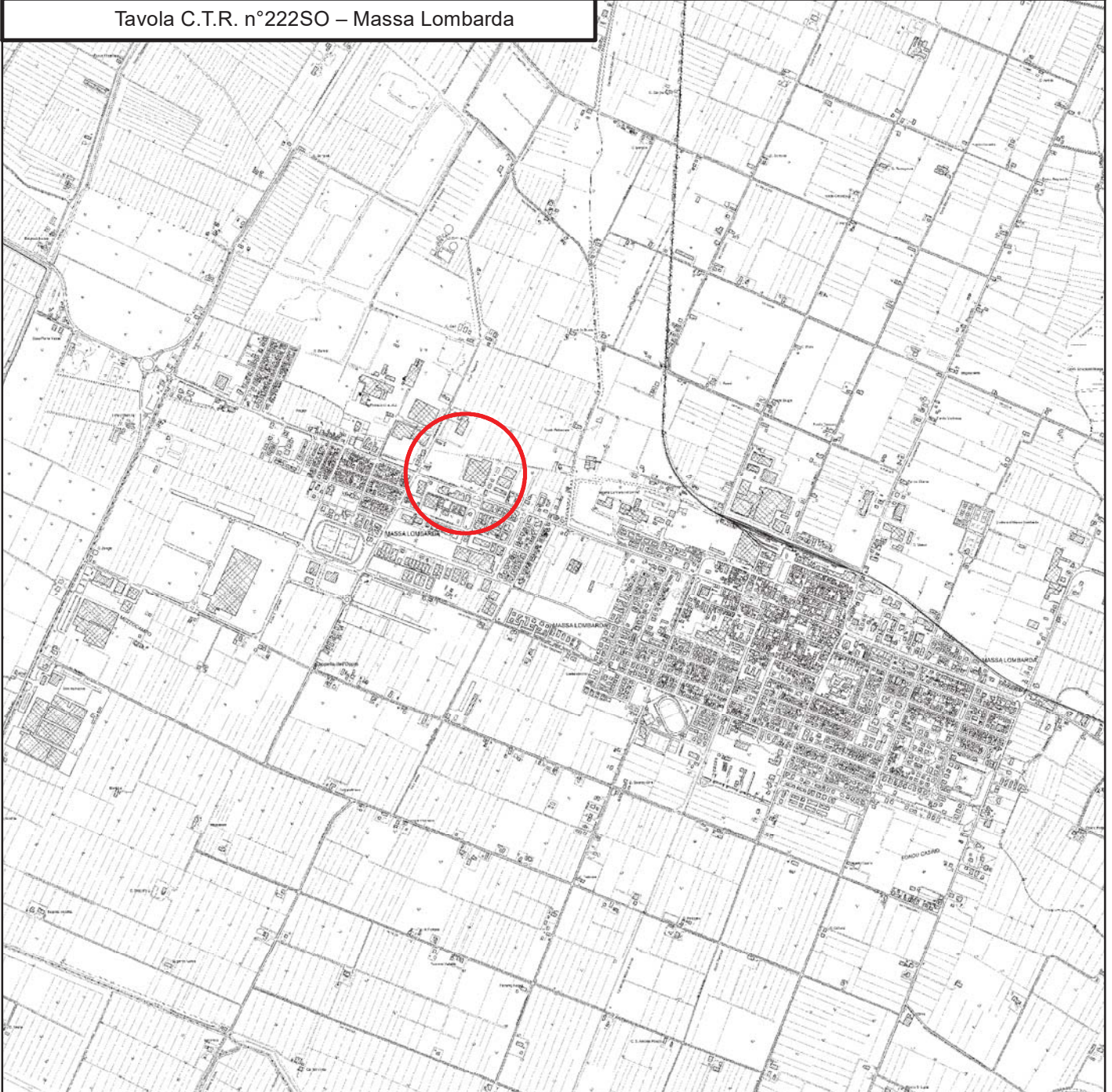
Tavole

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche

182, via C. Costa 41100 Modena - Tel. 059/3967169 - Fax. 059/5332019- E-mail: info@geogroupmodena.it

Tavola C.T.R. n°222SO – Massa Lombarda

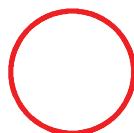


TAV. n.1 - "Carta Corografica"

Scala 1:25000



Legenda



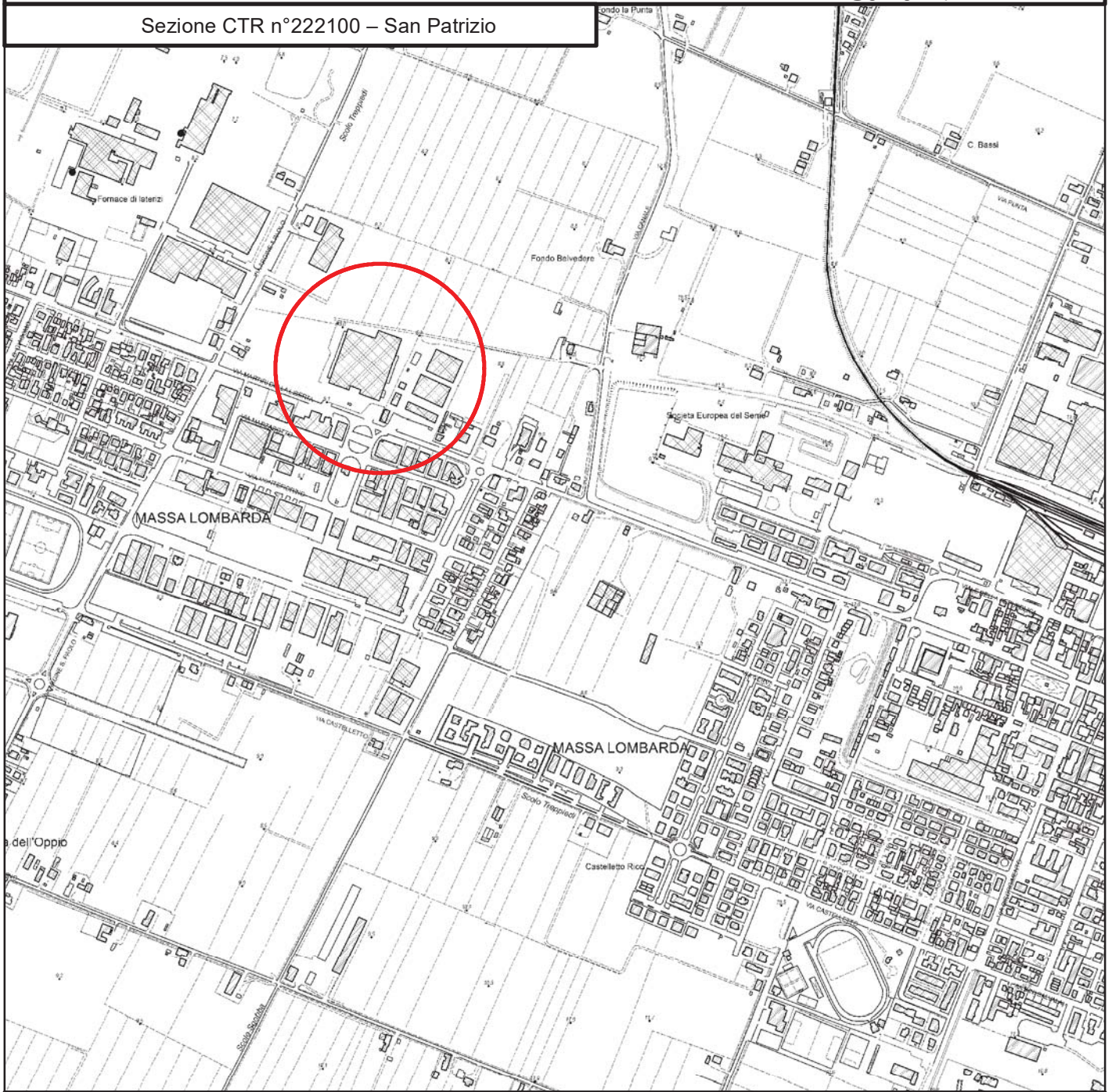
Aree di Interesse

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche

182, via C. Costa 41100 Modena - Tel. 059/3967169 - Fax. 059/5332019- E-mail: info@geogroupmodena.it

Sezione CTR n°222100 – San Patrizio

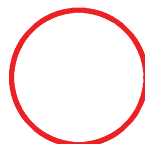


TAV. n.2 - "Carta Topografica"

Scala 1:10000



Legenda



Area di Interesse

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche

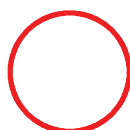
182, via C. Costa 41100 Modena - Tel. 059/3967169 - Fax. 059/5332019- E-mail: info@geogroupmodena.it



**TAV. n.3 - "Ripresa fotografica aerea
dell'area di interesse"**

Scala 1:2000

Legenda

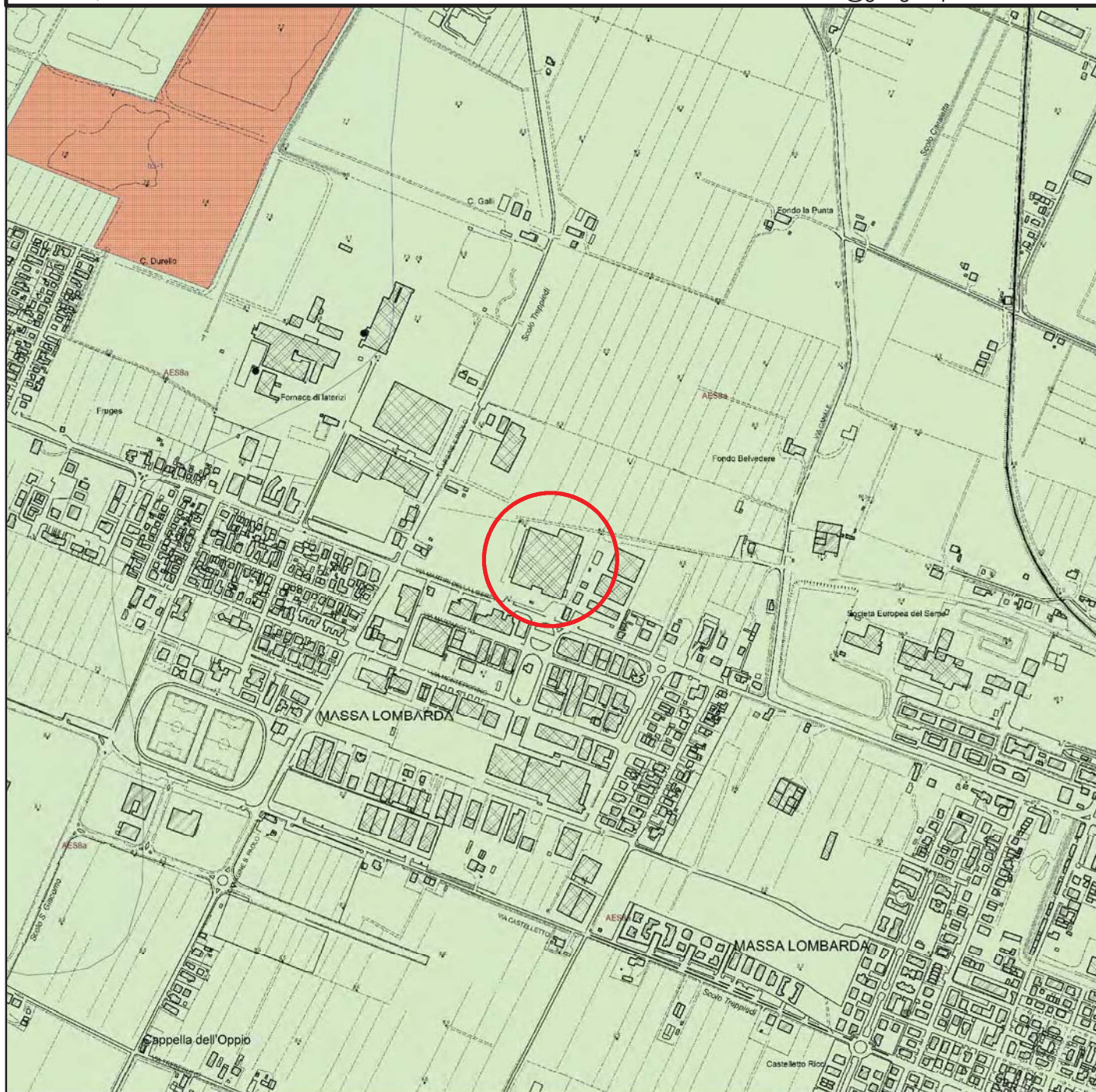


Aree di Interesse

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche

182, via C. Costa 41100 Modena - Tel. 059/3967169 - Fax. 059/5332019- E-mail: info@geogroupmodena.it



TAV. n.4 - "Carta della litologia di superficie"

Scala 1:10000



Legenda



**Aree
di Interesse**



AES8 - Subsintema di Ravenna



AES8a - Unità di Modena