



## STAZIONE APPALTANTE



**COSMO S.p.A.**

Via Achille Grandi, 45/c - 15033 - Casale Monferrato (AL)

pec: info@cosmocasale.it

## IMPRESA



**ETICA S.p.A.**

Via Antiniaia, 115 - 80078 - Pozzuoli (NA)

mail: info@eticaspa.it

## PROGETTAZIONE



**C.G.A. S.R.L. - Prof. Ing. G. M. Baruchello**

Via A. Tigri, 11 - 00197 - Roma (RM)

mail: cga@cgaonline.it

## ELABORATO

### RELAZIONI

#### Variante 4/AMB - Relazione ed indagini geomorfologiche

#### CODIFICA

prog.	tipo elab.	argomento	progress.	revisione	data	scala	plot
FTE	REL	DOC	017	B	12/25	1: -	A4
rev	data	descrizione				redatto	approvato
a	11/25	Emissione				SF	CGA
b	11/25	Revisione				SF	CGA
c	.	.	.	.	.	.	.
d	.	.	.	.	.	.	.
e	.	.	.	.	.	.	.

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4 CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE DEL SITO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. PIANO STRALCIO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) DELLA REGIONE PIEMONTE .....</b>	<b>7</b>
<b>4. CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA .....</b>	<b>10</b>
<b>5. RISCHIO SISMICO DI CASALE MONFERRATO .....</b>	<b>12</b>

## 1. PREMESSA

Per approfondire gli aspetti di carattere geologico del sito oggetto di intervento si è fatto riferimento a documentazioni cartografiche, ai dati reperibili in letteratura tecnica e soprattutto a quelli ottenuti dalle indagini geognostiche effettuate in aree limitrofe al sito in esame negli anni passati, localizzate all’interno della stessa formazione geologica.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

### 2.1 Inquadramento Geologico

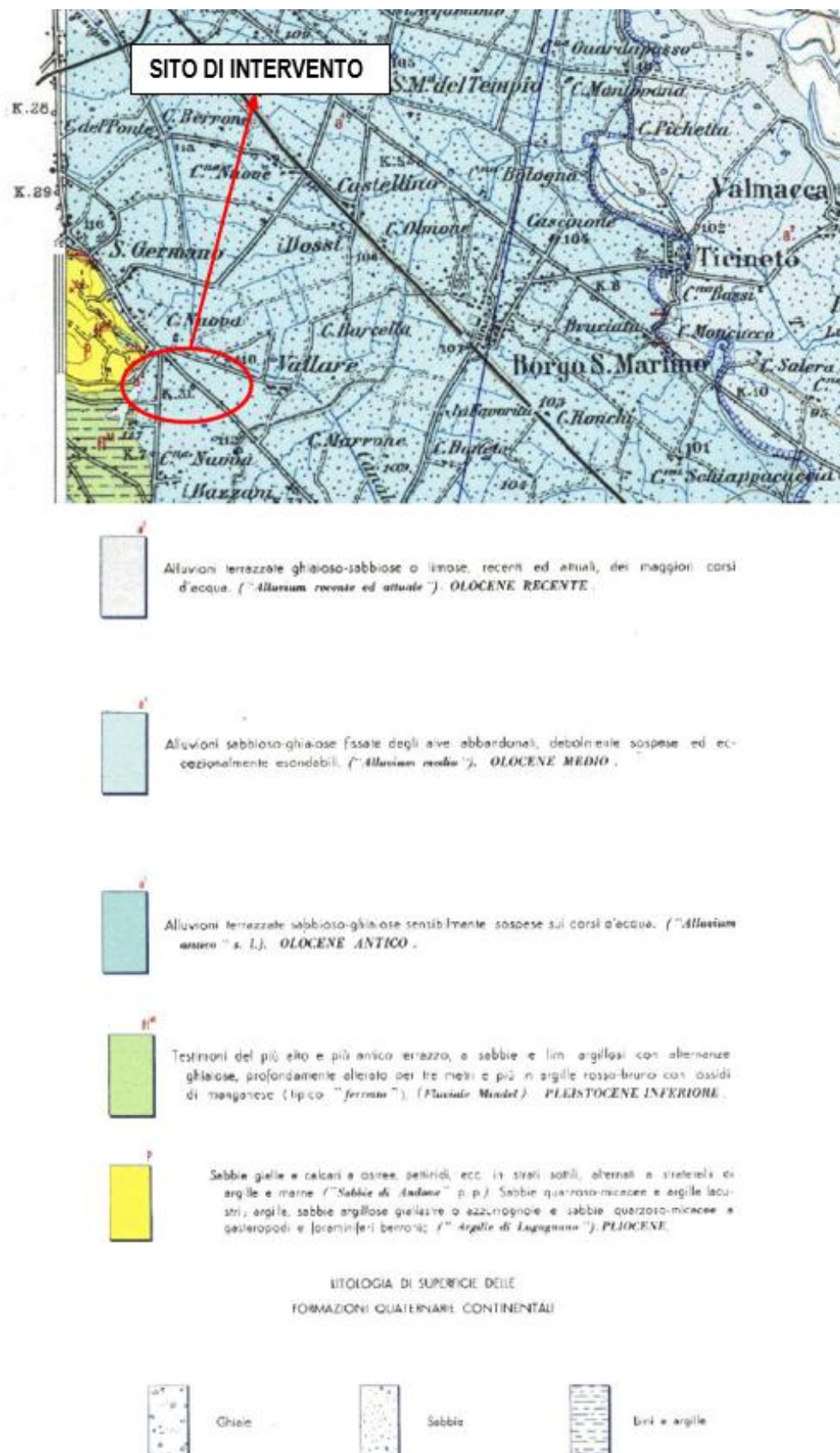
Il territorio comunale di Casale Monferrato ricade in corrispondenza dei terreni alluvionali che costituiscono la principale superficie pianeggiante compresa tra i territori comunali di Casale Monferrato, Frassineto Po, Giarole ed Occimiano.

Nello specifico, l’area su cui ricade il sito di intervento, ubicata in sponda destra del fiume Po, è compresa nel Foglio n. 58 “Mortara” della Carta Geologica d’Italia (edita in scala 1:100.000), di cui si allega un estratto nel seguito.

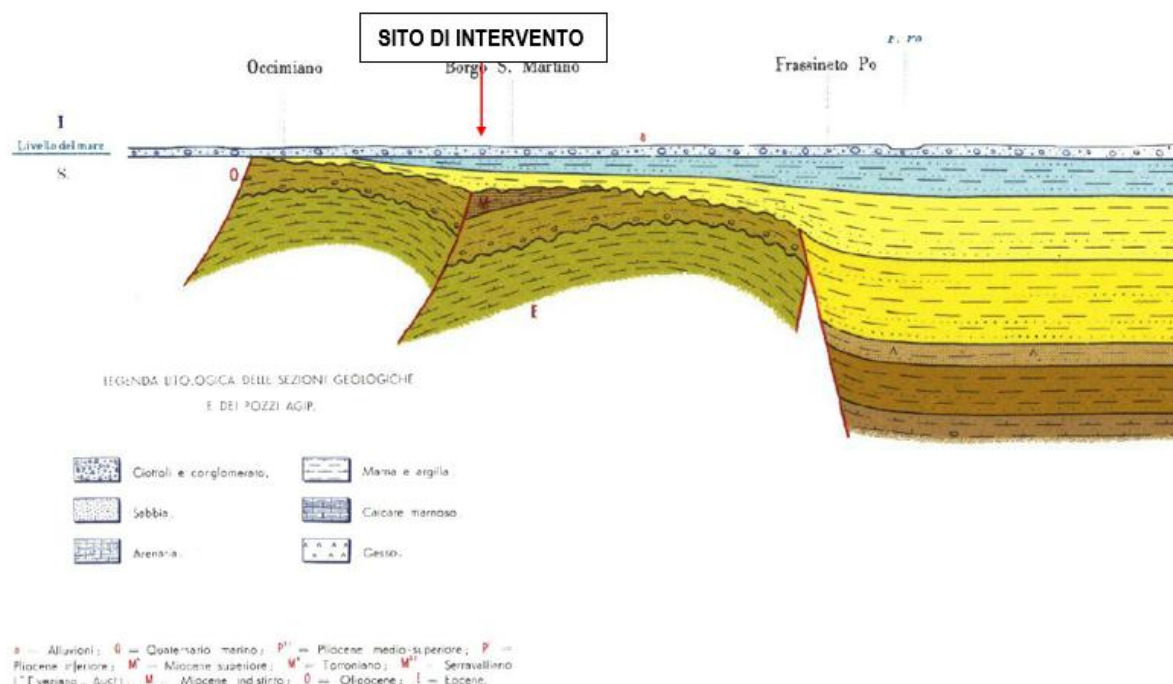
L’immagine mostra come il sito di intervento sia ubicato sulla superficie terrazzata dei depositi alluvionali postglaciali olocenici (Olocene Antico), indicati in cartografia con la sigla a<sup>1</sup> e geneticamente ricollegabili alle esondazioni dei principali corsi d’acqua della zona: si tratta di depositi sabbioso-ghiaiosi, delimitati dagli adiacenti depositi alluvionali recenti tramite un terrazzo, caratterizzati in superficie da litologie argilloso-limose prevalenti, di potenza variabile tra 2 e 3 m; lo spessore di tali sedimenti decresce dal piede dei rilievi collinari procedendo verso il fiume Po. La potenza della formazione delle “Alluvioni Antiche”, appoggiate in discordanza stratigrafica sui terreni terziari affioranti ad Ovest del sito di intervento in corrispondenza dei rilievi collinari, raggiunge un valore di circa 30 m, che tende ad aumentare sensibilmente spostandosi verso ESE.

Al di sotto di questi depositi alluvionali sono presenti depositi più antichi, di tipo continentale, legati all’attività dei corsi d’acqua superficiali presenti durante il Pleistocene e costituiti da successioni di ghiaie e sabbie addensate a granulometria da grossolana a medio-fine; tali depositi, in profondità, sono caratterizzati da intercalazioni lentiformi di limi ed argille sabbiose legate ad ambienti di transizione e marini, meno permeabili, che sovrastano il substrato argilloso e marnoso pliocenico costituente la formazione delle “Argille di Lugagnano” (indicate in cartografia con la sigla P), che rappresenta il basamento profondo impermeabile di questa parte della pianura posta a Sud del concentrico di Casale Monferrato, e che sono costituite da argille e siltiti caratterizzate da intercalazioni sabbiose. Le stesse argille plioceniche affiorano sui primi contrafforti collinari che si incontrano poche centinaia di metri ad ovest della discarica.





**Figura 1:** Estratto fuori scala del Foglio n.58 "Mortara" della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000.



**Figura 2: Estratto della Sezione Geologica I fuori scala del Foglio n.58 “Mortara” della Carta Geologica d’Italia scala 1:100.000.**

## 2.2 Inquadramento Geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico il sito di intervento è legato geneticamente alle esondazioni dei principali corsi d’acqua che caratterizzano la zona, ed in particolare, vista la vicinanza, al corso del fiume Po. Infatti, l’influenza predominante si è avuta con la storia evolutiva di questo corso d’acqua, che ha generato le attuali forme superficiali in tempi geologicamente recenti.

Nello specifico, il sito di intervento è caratterizzato da una morfologia regolare, pianeggiante, con una pendenza variabile in direzione NE (2-5%).

Il settore occidentale del sito di intervento è invece caratterizzato dalla presenza di morfologie collinari, costituite da terreni di età pliocenica riconducibili alle “Argille di Lugagnano” precedentemente descritte.

Tale disposizione strutturale è stata generata dai disturbi tettonici responsabili del sollevamento appenninico, e quindi del Monferrato, causando una forte inclinazione degli strati del substrato (35°-45° con immersione verso Nord), nonché la maggior potenza dei sedimenti alluvionali più recenti (superiore a 100 m) in corrispondenza della sponda sinistra del fiume Po, anche a causa di un’importante sistema di faglie ben visibili nel Foglio “Mortara” sopra citato, passanti per Frassineto, Breme e a Nord di Casale M.to.

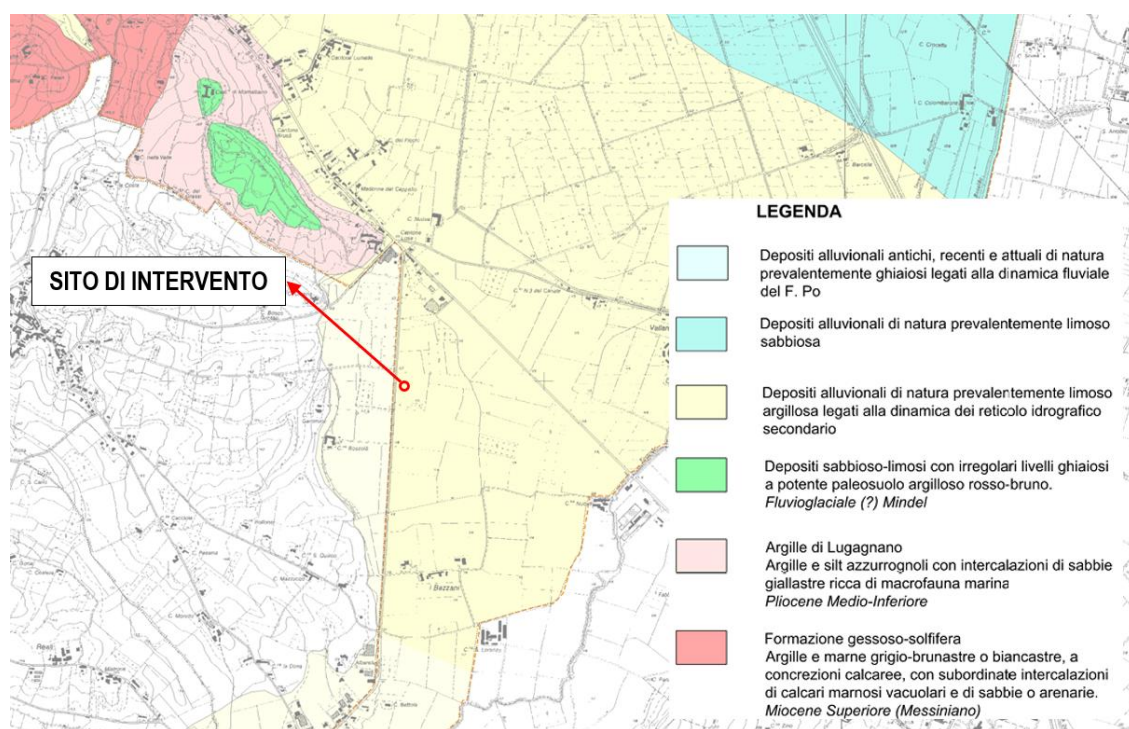
Dal punto di vista topografico la quota media assoluta del p.c. risulta essere 113 m s.l.m.

## 2.3 Inquadramento Geologico Locale

Per un Inquadramento Geologico Locale del sito di intervento si può fare riferimento alla “Carta Geologica” allegata al “Piano Regolatore Generale Comunale (P.R.G.C.) di Casale Monferrato”, di cui si allega un estratto nel seguito, che mostra come il sito di intervento ricade all’interno di **“Depositi alluvionali di natura**

**prevalentemente limoso argillosa legati alla dinamica dei reticolo idrografico secondario”**. Infatti, a Sud del fiume Po, ed in particolare in corrispondenza degli sbocchi delle valli del Rio Gattola e del Rio Rotaldo, sono presenti due ampi conoidi costituiti da materiale argilloso-limoso proveniente dalla dilavazione dei versanti collinari limitrofi.

Tali depositi, morfologicamente appena accennati, sfumano litologicamente nelle alluvioni ghiaioso-sabbiose legate alla dinamica deposizionale del fiume Po.



**Figura 3: P.R.G. Tavola 1/B “Carta Geologica”.**

## 2.4 Caratteristiche Stratigrafiche del Sito

Al fine di procedere alla definizione del modello geologico del sottosuolo, in corrispondenza del sito di intervento, si può fare riferimento ai dati litostratigrafici relativi a campagne geognostiche realizzate negli anni trascorsi in aree limitrofe al sito di intervento.

Per quanto riguarda i dati emersi dalle indagini geognostiche effettuate in campagne propedeutiche alla realizzazione della discarica (che si trova accanto al sito di intervento oggetto della presente Relazione), come indicato nella “Relazione Geotecnica” redatta a firma dell’Ing. Mario Vaccarone nell’aprile del 2016, è emerso che sino alla profondità di 13-13,5 m dal p.c. sono presenti terreni di natura limoso-argillosa, caratterizzati da alternanze di livelli argilloso-limosi, limi, limi sabbiosi e sabbie fini.

In particolare, la stratigrafia del sondaggio S1 mostra un’alternanza dei terreni sopra descritti, mentre le stratigrafie dei sondaggi S2 ed S3 sono caratterizzate da minime variazioni granulometriche; inoltre, nel sondaggio S3 è presente, tra 2,5 e 3,5 m, un livello di materiale sabbioso-limoso. Per delimitare tale strato sono stati realizzati i sondaggi S4 ed S5; nel primo si è rinvenuto un livello di sabbia argillosa (tra 2,4 e 4 m) caratterizzato a tetto e a letto da materiale argilloso-limoso, mentre nel secondo sono stati ritrovati



esclusivamente materiali argilloso-limosi per tutta la profondità del sondaggio. Ciò dimostra che il livello sabbioso-limoso rinvenuto in corrispondenza del sondaggio S3 risulta essere una semplice lente, senza continuità laterale. Inoltre, sempre in corrispondenza del sondaggio S3, a partire da una profondità di 17,5 m sino a fondo foro, è presente un orizzonte di sabbie debolmente limose con rari ciottoli.

Nel complesso, le stratigrafie reperite ed esaminate hanno consentito di sintetizzare la seguente struttura:

0,00 – 1,00/1,30 m	terreno vegetale costituito da materiale sabbioso-limoso, debolmente argilloso, di colore nocciola e compatto;
1,00/1,30 – 3,00 m	argilla limosa compatta, con presenza di livelli sabbiosi poco potenti, di color grigio-nocciola;
3,00 – 3,70 m	sabbia fine limosa, compatta, in matrice argillosa, di color nocciola;
3,70 – 4,50 m	argilla limosa compatta, di color grigio scuro;
4,50 – 7,20 m	limo argilloso, compatto, intercalato a sottili strati sabbiosi, di colore nocciola chiaro;
7,20 – 8,50 m	argilla debolmente limosa, di color grigio scuro;
8,50 – 9,20 m	sabbia limosa, debolmente argillosa, di color nocciola;
9,20 – 9,60 m	argilla limoso-sabbiosa di color nocciola;
9,60 – 11,40 m	limo sabbioso, debolmente argilloso, di color nocciola;
11,40 – 12,40 m	argilla limosa di color nocciola;
12,40 – 13,20 m	limo sabbioso, di color grigio-nocciola;
13,20 – 20,00 m	sabbia fine di color bruno-nocciola.

### **3. PIANO STRALCIO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) DELLA REGIONE PIEMONTE**

Il Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento giuridico per la difesa idrogeologica del territorio da frane e alluvioni.

Il P.A.I. è redatto, adottato e approvato ai sensi della L. 18 maggio 1989, n.183; quale Piano Stralcio del Piano Generale del Bacino del Po ai sensi dell’Art.17, comma 6 ter della legge ora richiamata.

Il P.A.I. è stato adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n.18 in data 26 aprile 2001 ed approvato con D.P.C.M. 24.05.2001.

L’obiettivo prioritario del P.A.I. è la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l’incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

Il P.A.I. consolida e unifica la pianificazione di bacino per l’assetto idrogeologico: esso coordina le determinazioni assunte con i precedenti stralci di piano e piani straordinari, apportando in taluni casi le precisazioni e gli adeguamenti necessari a garantire il carattere interrelato e integrato proprio del piano di bacino.

Rispetto ai piani precedentemente adottati, il P.A.I. contiene per l’intero bacino:

- *il completamento del quadro degli interventi strutturali a carattere intensivo sui versanti e sui corsi d’acqua, rispetto a quelli già individuati nelle precedenti pianificazioni;*
- *l’individuazione del quadro degli interventi strutturali a carattere estensivo;*
- *la definizione degli interventi a carattere non strutturale, costituiti dagli indirizzi e dalle limitazioni d’uso del suolo nelle aree a rischio idraulico e idrogeologico e quindi:*
- *il completamento, rispetto al precedente Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, della delimitazione delle fasce fluviali sui corsi d’acqua principali del bacino;*
- *l’individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, nella parte del territorio collinare e montano non considerata nel Piano Straordinario per le Aree a Rischio.*

L’ambito territoriale di riferimento del P.A.I. è costituito dall’intero Bacino Idrografico del Fiume Po, come da perimetrazione approvata con D.P.R. 1° giugno 1998 pubblicato sulla G.U. n.173 del 19/10/1998, chiuso all’incile del Po di Goro, ad esclusione del Delta, così come perimetrato nell’Elaborato 6 “Cartografia di Piano”, Tavola 1 “Ambito di Applicazione del Piano”, ivi comprendendo anche i Comuni di Alto, Caprauna, Garessio, Livigno, Piuro e Valdidentro, esterni parzialmente o totalmente al bacino.

A continuazione si analizzano le principali cartografie utili a delineare una prima fotografia del sito di intervento.



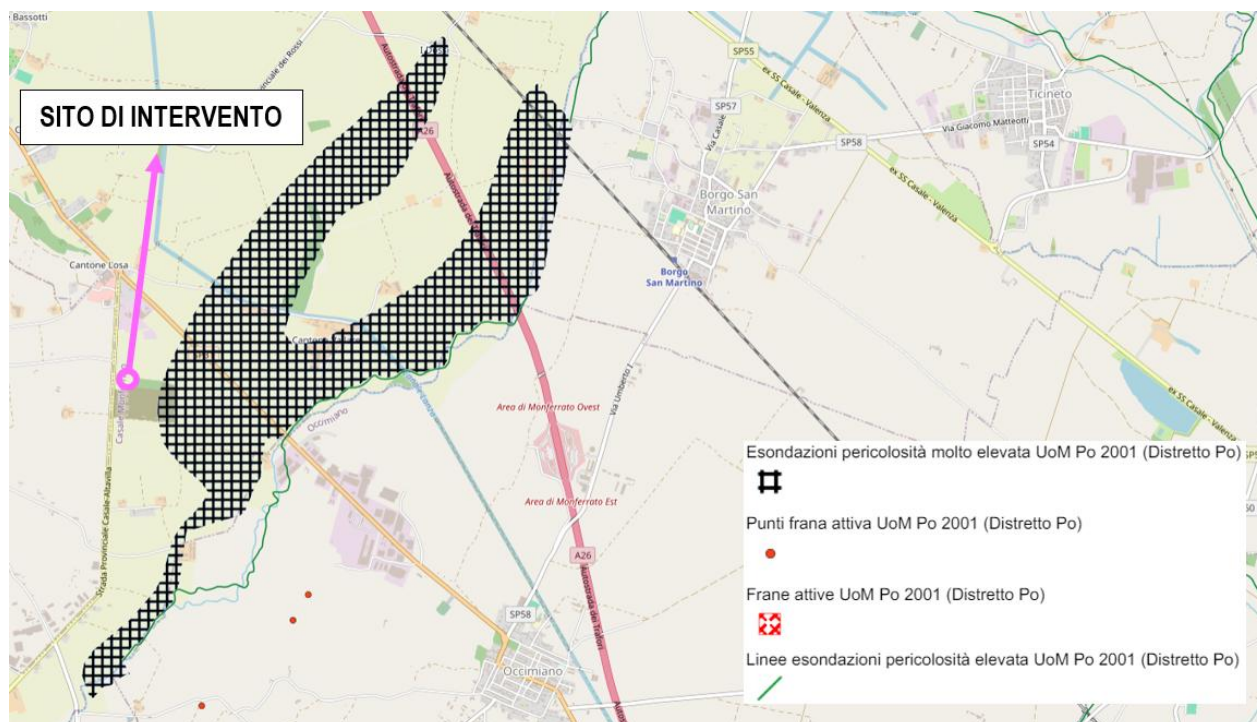


**Figura 4: Modifiche e Integrazione al Progetto P.A.I. Cartografia di Piano. Tav.6 - II “Rischio Idraulico e Idrogeologico - Aggiornamento.”.**

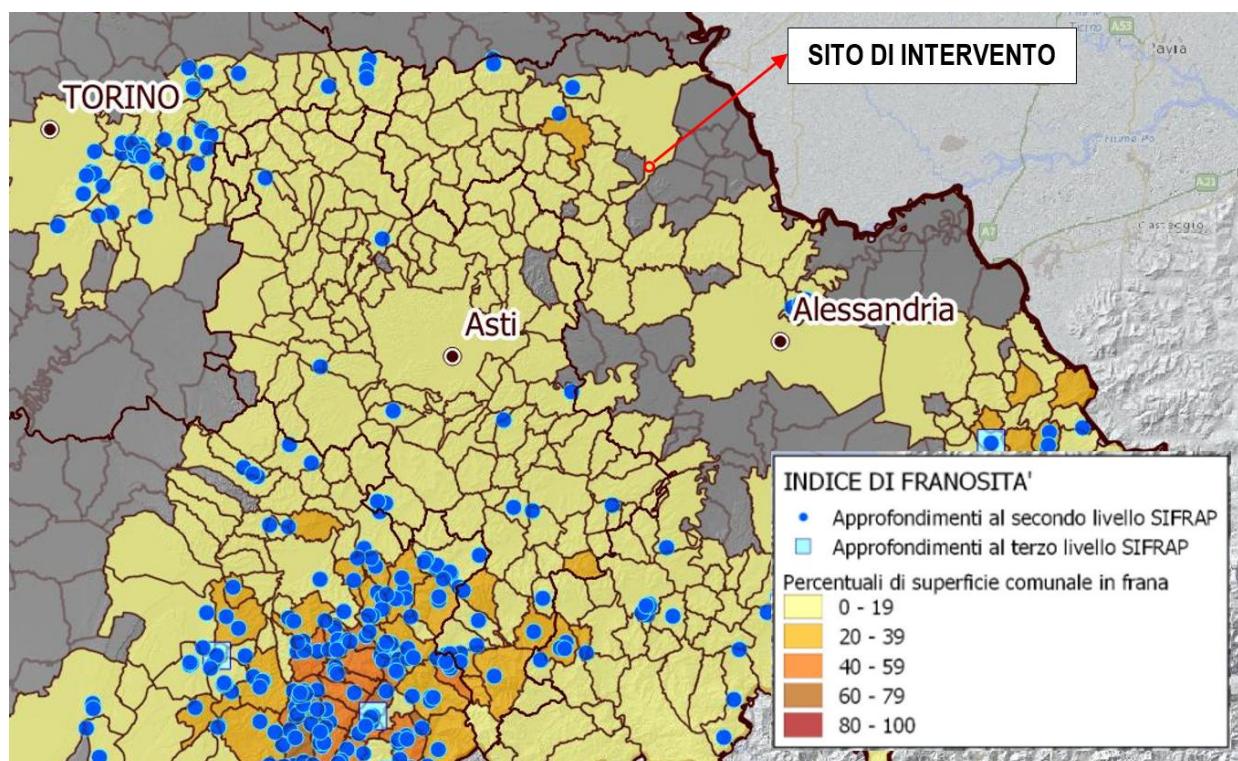
Dalla figura precedente si evince che il sito di intervento ricade sul Rischio Totale “R3 - Elevato”, ma non ricade né su “Dissesti in Area Montana” né su “Centri Abitati Instabili”, secondo la Tav.6 - II “Rischio Idraulico e Idrogeologico - Aggiornamento.” del P.A.I.

Il sito di intervento si trova vicino a una zona evidenziata come “Area di Esondazione”.

A continuazione si presenta un dettaglio della zona di intervento con indicazione della zona di “Esondazione Pericolosità Molto Elevata”.



**Figura 5: P.A.I. Dissesti. Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po.**



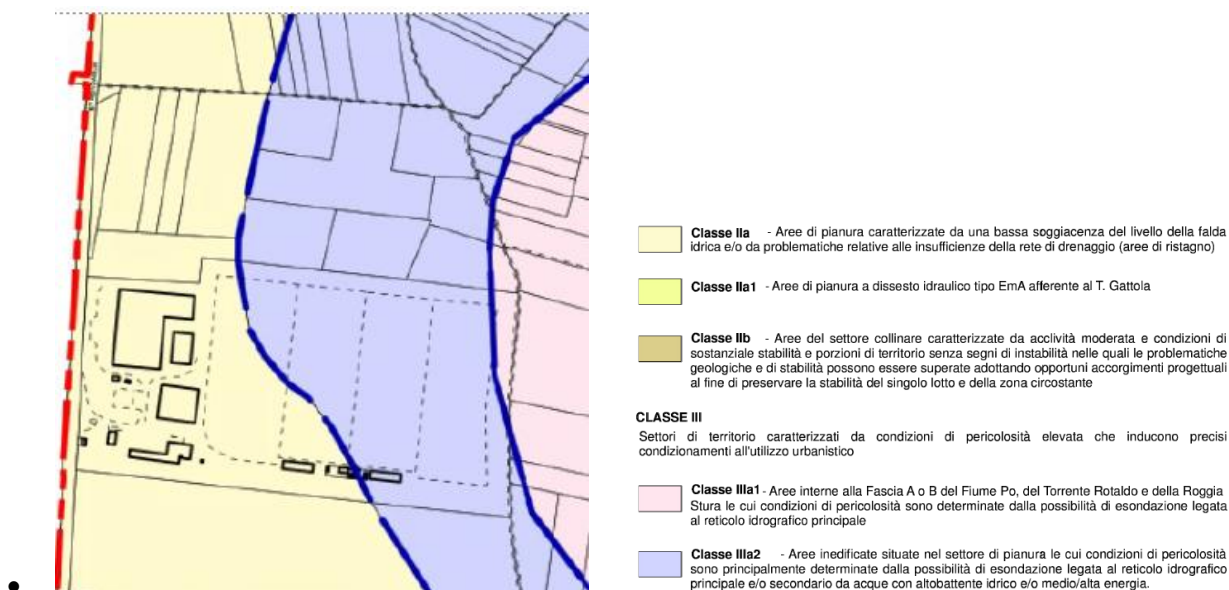
**Figura 6: Indice di Franosità. ARPA. Dipartimento Tematico Rischi Naturali ed Ambientali. Anno 2019.**

Dalla figura precedente si evince che il sito di intervento ricade sulla “Percentuali di Superficie Comunale in Frana 0-19”, secondo “l’Indice di Franosità. ARPA. Dipartimento Tematico Rischi Naturali ed Ambientali. Anno 2019.”.



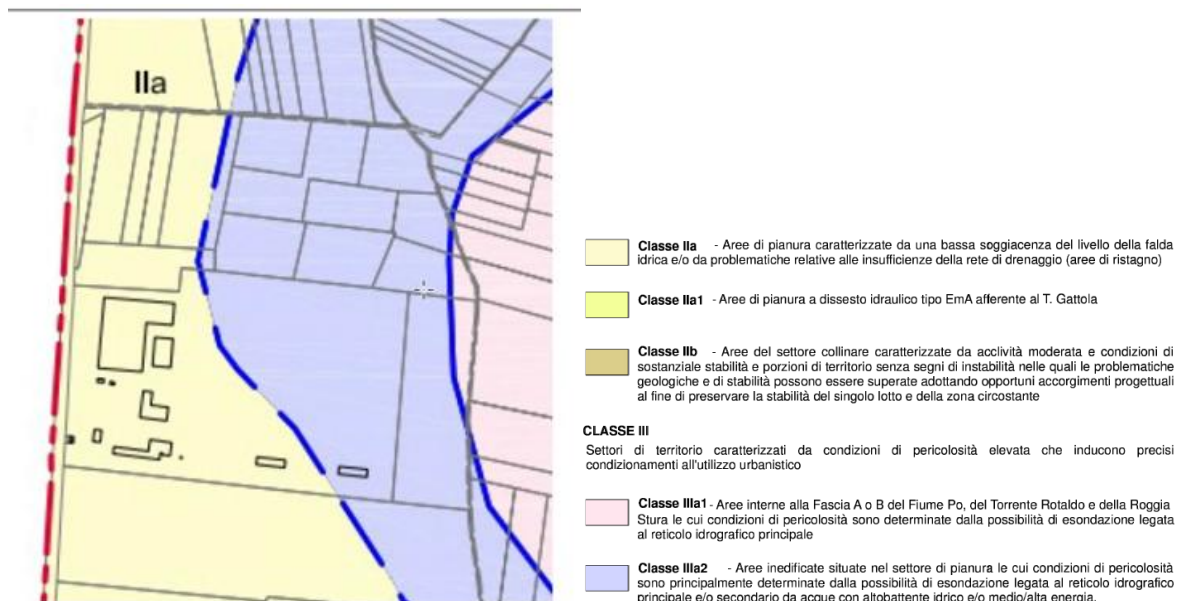
#### 4. CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

Il sito di intervento ricade nella **"Classe IIa: Aree di Pianura caratterizzate da una bassa soggiacenza del livello della falda idrica e/o da problematiche relative alle insufficienze della rete di drenaggio (aree di ristagno)"**, secondo la Tav.3h5 **"Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica"**, del P.R.G.C. Versione Variante n. 24 - Datata 04/06/2018



**Figura 7 P.R.G.C. Tav. 3h5 "Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica", del P.R.G.C. vigente ( Versione Variante parziale n. 24 - Datata 04/06/2018)**

Si specifica tuttavia che con riferimento alla Variante al P.R.G.C. Versione Variante Strutturale n. 2 - Approvata con DCC n. 2 del 20/01/2014, agli atti della Regione nell'ambito della procedura di Variante Strutturale di adeguamento al PAI del PRGC vigente di Casale M.t, come riportato nello stralcio della Tav. 3h5 - Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica - Scala 1:5.000 qui allegata, **il sito di intervento ricade anche in parte in Classe IIIa2 – aree inedificate situate nel settore di pianura le cui condizioni di pericolosità sono principalmente determinate dalla possibilità di esondazione legata al reticolo idrografico principale e/o secondario da acque con altobattente idrico e/o medio/alta energia**



**Figura 8 P.R.G.C. Tav. 3h5 “Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell’Idoneità all’Utilizzazione Urbanistica”, del P.R.G.C. vigente ( Versione Variante strutturale n°2 del 2014)**



**Fig. 1 - Variante 2018**



**Fig. 2 - Variante 2014**

**Da quanto sopra si evince che nel passaggio dalla variante strutturale n°2 del 2014 alla variante parziale n°24 del 2018, c’è stata una leggera traslazione della fascia C verso est .**

Atteso che la modifica del quadro del dissesto, ivi comprese le perimetrazioni delle fasce fluviali, può avvenire a scala comunale esclusivamente a mezzo di una Variante Generale o Strutturale al PRGC vigente e che l'ultima variante di tale tipo approvata dall'Amministrazione Comunale è quella relativa alla Variante Strutturale n. 2 del 2014, **nel presente progetto sarà presa a riferimento la variante strutturale n° 2/2014 ( stralcio in fig. 13) , peraltro più cautelativa rispetto a quella del 2018 .**



**Si specifica ad ogni modo che la realizzazione dell’impianto PAP interesserà esclusivamente l’area ricadente in Classe IIa.**

Si riporta di seguito la norma relativa a detta area.

Secondo l’art.20 “Norme per la Tutela del Suolo”, comma 12, del P.R.G.C. vigente **per l’area omogenea “Classe IIa”** l’utilizzazione edilizia e urbanistica è subordinata al rispetto delle prescrizioni del D.M. 11.03.1988 e del D.M. 14.01.2008 e all’esecuzione di progetti che tengano conto dell’eventuale necessità di opere di sistemazione dei terreni atte a determinare requisiti di sicurezza proprie e nei riguardi del contesto limitrofo.

La progettazione e l’esecuzione delle opere dovranno essere condotte tenendo conto delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni, delle falde idriche, del profilo della superficie topografica, dei manufatti circostanti, dei drenaggi e dei dispositivi per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee. In particolare:

- interventi di restauro e risanamento conservativo e di ristrutturazione tipo a) e b) anche con aumenti di volume, dovranno prevedere la verifica strutturale attestante l’idoneità delle fondazioni. Non è ammessa la modificazione della destinazione d’uso dei locali interrati e seminterrati in funzioni abitative;
- interventi comportanti nuove costruzioni (compresi gli ampliamenti) dovranno essere corredati da apposita relazione geologica e geotecnica ai sensi del comma 13 del presente articolo, redatte nel rispetto delle indicazioni del D.M. 11.03.1988 e del D.M. 14.01.2008;
- non è ammessa la realizzazione di locali interrati nelle aree soggette a ristagno di acque superficiali;
- gli interventi edilizi dovranno prevedere l’adozione di opportuni sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche ricadenti all’interno del lotto nel rispetto del reticolo idrografico esistente;
- dovrà essere mantenuta la rete esistente dei fossi irrigui e di drenaggio. Eventuali interventi di modificazione sono ammessi esclusivamente ai fini di una migliore efficienza idraulica e idrogeologica;
- opere di movimentazione di terra per bonifiche agrarie sono ammesse esclusivamente se finalizzate al livellamento delle superfici coltivate e con modesti abbassamenti del piano di campagna, comunque non maggiori di 80 cm previa verifica, adeguatamente documentata, di assenza di interazioni negative con l’assetto delle opere idrauliche di difesa e dell’idrografia minore nonché con il regime delle falde freatiche presenti.

## **5. RISCHIO SISMICO DI CASALE MONFERRATO**

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la zona sismica per il territorio di Casale Monferrato, indicata nell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del

Piemonte n.4-3084 del 12.12.2011 ed in seguito modificate con la D.G.R. n.65-7656 del 21 maggio 2014 e con la D.G.R. n.6-887 del 30 dicembre 2019.

<b>Zona sismica</b> <b>4</b>	Zona con pericolosità sismica molto bassa. E' la zona meno pericolosa dove le possibilità di danni sismici sono basse.
---------------------------------	---

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n.3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

<i>Zona sismica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [<math>a_g</math>]</i>	<i>accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [<math>a_g</math>]</i>	<i>numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)</i>
<b>1</b>	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$0,25 < a_g \leq 0,35 \text{ g}$	0,35 g	739
<b>2</b>	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g	2.374
<b>3</b>	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g	3.003
<b>4</b>	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g	1.785

(\*): I territori di alcuni comuni ricadono in zone sismiche diverse (ad es. il comune di Pescorocchiano).