

REGIONE PIEMONTE  
PROVINCIA DI ASTI  
**COMUNE DI SAN DAMIANO D'ASTI**

*G & G COSTRUZIONI S.r.l.*

**PROGETTO PER L'ATTIVAZIONE DI UN IMPIANTO DI RECUPERO  
RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI INERTI IN VIA INDUSTRIA N°7**

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA**

D.M. 17/01/2018 – NTC18 - N.T.A. di P.R.G.C.

Data:  
Aprile 2025

**IL TECNICO**



**STUDIO DI GEOINGEGNERIA**

## **PREMESSA**

Il presente studio geologico-tecnico ha lo scopo di corredare il progetto per l'attivazione di un impianto di recupero rifiuti speciali non pericolosi inerti in Comune di **SAN DAMIANO D'ASTI (AT)**, Via Industria n°7, su istanza della **Soc. G & G COSTRUZIONI S.r.l.**, in ottemperanza:

*-a quanto previsto dal D.M. 17/01/18 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”;*

*-a quanto previsto dalle N.T.A. del vigente P.R.G.C.,*

*-a quanto previsto dall'art. 19 del D.Lgs. n°152/2006 e s.m.i..*

La relazione è strutturata nei seguenti capitoli

- 1. Inquadramento geografico e normativo*
- 2. Inquadramento geologico e geomorfologico*
- 3. Inquadramento idrogeologico*
- 4. Indagini geognostiche*
- 5. Caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dai lavori in progetto*
- 6. Azioni sismiche*
- 7. Considerazioni geotecniche sulle opere in progetto*
- 8. Regimazione delle acque*
- 9. Conclusioni*

## **1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E NORMATIVO**

L'area interessata dall'intervento in progetto è localizzata, come detto, nel Comune di **SAN DAMIANO D'ASTI (AT)**, presso un appezzamento sito in Via Industria n°7.

Si riporta una foto aerea dell'area in oggetto:



*Ortofoto da google maps*

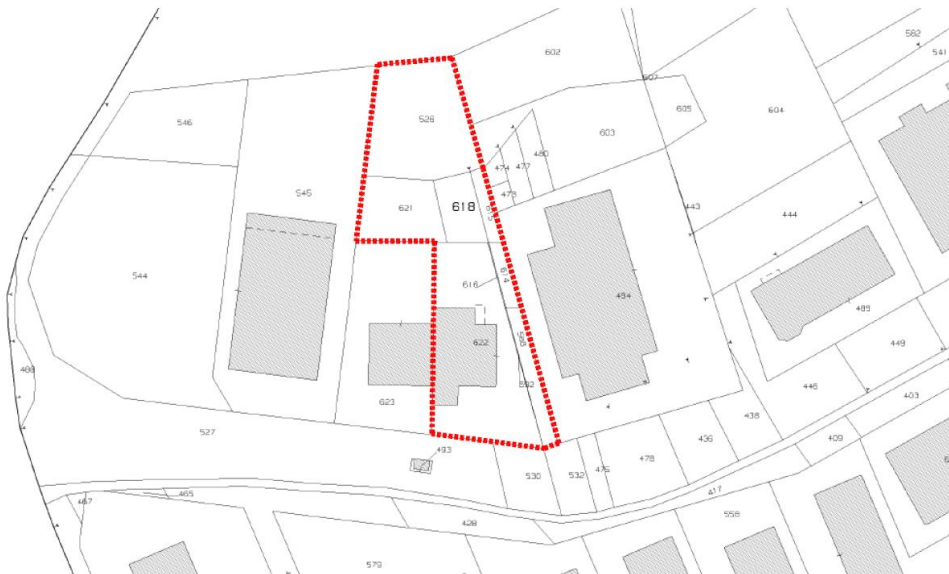
I terreni in cui saranno realizzati gli interventi in progetto sono censiti al N.C.T. del comune al **F. 53 mappali nn°526-588-592-614-615-616-618-621-622.**

Nella mappa che segue si inquadra geograficamente l'area in esame:



*Estratto del foglio 175130 della C.T.R.*

Si riporta inoltre un estratto della mappa catastale, con in evidenza l'area oggetto di intervento:



*Estratto della mappa catastale*

Tali terreni non sono sottoposti al vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 30 dicembre 1923 n°3267.

Da quanto emerge dall'estratto di P.R.G.C. qui di seguito allegato, l'area in esame risulta ricadere in **Classe II** di pericolosità geomorfologica ai sensi della C.P.G.R. n°7/LAP:



*Estratto Carta di Sintesi*

La Classe II comprende porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 11/03/88 (ora D.M. 17/01/2018) e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante.

Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione all'edificabilità.

Il progetto prevede, come detto, la realizzazione di un nuovo impianto di recupero rifiuti speciali non pericolosi; esso risulta pertanto in linea con le N.T.A. del vigente P.R.G.C. e con quanto indicato nella C.P.G.R. n°7/LAP.

Lo studio è redatto ai sensi del D.M. 17/01/2018 "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*".

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area considerata risulta ubicata, dal punto di vista geologico-strutturale, nel settore occidentale del Bacino terziario, unità paleogeografica limitata a sud dalle colline delle Langhe ed a nord dal sistema collinare del Monferrato (Collina di Torino).

La serie sedimentaria pliocenica che caratterizza il bacino, in questo settore, è composta, dal basso verso l'alto, dalle seguenti formazioni (Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 Foglio n°69 "ASTI"):

**-Formazione delle "Argille di Lugagnano":** argille marnose marnoso-sabbiose grigio-azzurre localmente fossilifere, con intercalazioni verso l'alto di sabbie gialle (Pliocene in fase piacentiana);

**-Formazione delle "Sabbie di Asti":** sabbie gialle più o meno stratificate, incoerenti o debolmente cementate, caratterizzate da vari strati fossiliferi e da locali livelli arenitici (Pliocene in fase astiana);

**-Complesso Villafranchiano:** alternanze sabbioso-limose ed argilloso-sabbiose e localmente argilloso-ghiaiose.

L'assetto strutturale di queste formazioni individua una successione normale, a prevalente giacitura sub-orizzontale, nella quale gli strati più bassi sono ovviamente quelli più antichi.

In particolare, nell'area interessata affiorano i **depositi fluviali pleistocenici del T. Borbore** costituiti da alluvioni prevalentemente argilloso-limose che poggiano direttamente sui sottostanti terreni della **Formazione delle Argille di Lugagnano** (posti nell'area oltre i 5 m circa dal p.c.).

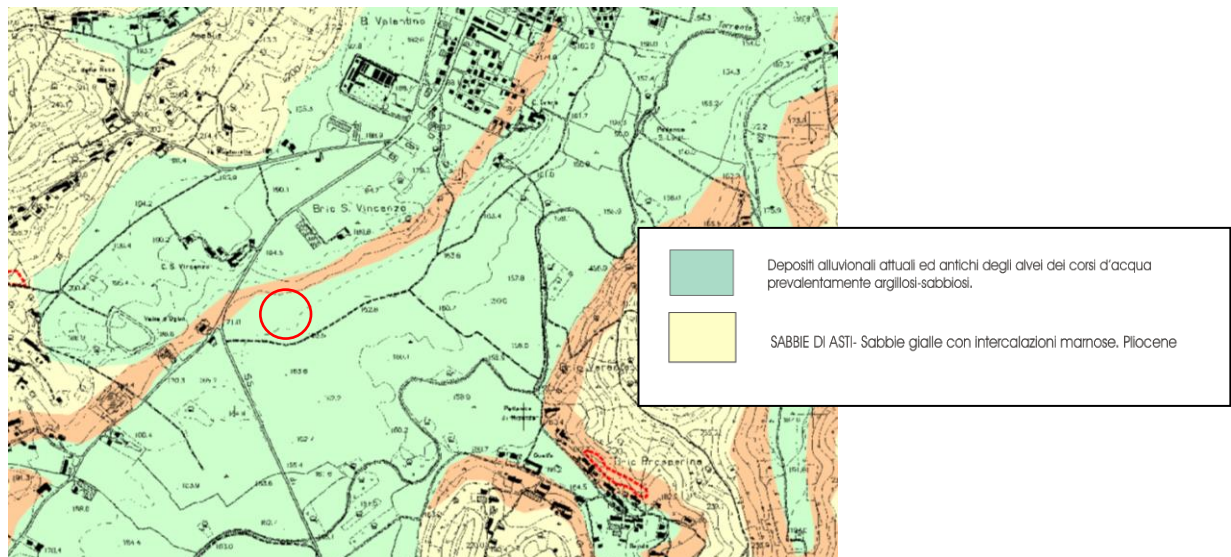
Qui di seguito si allega l'estratto della Carta Geologica d'Italia:





*Estratto C.G.I.*

Si riporta un estratto inoltre della Carta litologica allegata al vigente P.R.G.C.:



*Estratto Carta litologica di P.R.G.C. e legenda*

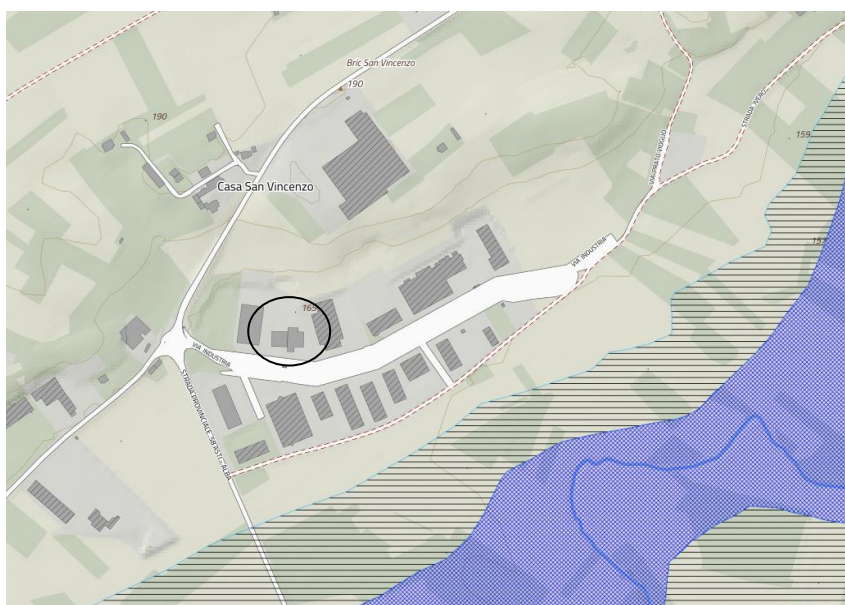
Le caratteristiche geomorfologiche dell'area in questione sono quelle comuni a quelle ricorrenti nel settore dell'astigiano: sono infatti strettamente collegate alla natura dei litotipi affioranti e cioè: fondovali stretti, versanti simmetrici ad acclività pronunciata e sommità dei crinali piatti o debolmente ondulati.

In particolare, il settore è situato dal punto di vista morfologico in sx orografica dell'incisione valliva del T. Borbore.

La pendenza generale è verso SE con una rottura di pendio corrispondente alla variazione della litologia del versante.




Analizzando:

- la Cartografia allegata al vigente P.R.G.C. (Carta dei dissesti di P.R.G.C.);
- la Banca Dati dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (Estratto GeoPortale);
- le caratteristiche geologiche locali,







*Estratto GeoPortale Piemonte*

## PAI - Esondazioni areali

-  Ee - Aree di esondazione a pericolosità molto elevata
-  Eb - Aree di esondazione a pericolosità elevata
-  Em - Aree di esondazione a pericolosità media o moderata

## PAI - Frane areali

-  Fa - Frana attiva
-  Fq - Frana quiescente
-  Fs - Frana stabilizzata
-  F - Frana con grado di attività non definito

*Legenda*

si rileva come l'area in cui si prevede la realizzazione dell'intervento in progetto non è compresa nelle fasce di esondabilità del T. Borbore.

### 3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le alluvioni del T. Borbore e dei suoi affluenti sono permeabili e pertanto sono sede di discrete falde idriche.

L'andamento e le caratteristiche di tali falde freatiche sono strettamente connesse con la dinamica del corso d'acqua.

Si può osservare che la presenza di falde a debole profondità lungo la fascia prossima all'alveo è evidenziata oltre che dai tronchi di meandro abbandonati.

Tali falde posseggono trasmissività molto variabile, indicativamente da  $10^{-2}$  a  $10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s e diffusività limitata.

Queste falde di subalveo, mancando totalmente di una copertura di depositi impermeabili, non sono protette da infiltrazioni superficiali; sono quindi facilmente vulnerabili e sussistono forti possibilità di inquinamento sia chimico-fisico che batteriologico.

Dall'analisi dei pozzi presenti in zona (Valle Borbore) si ricava che la falda freatica superficiale si attesta all'incirca sui **-3.00÷4.00 m** dal p.c..

Dai dati in mio possesso si certifica che gli interventi in progetto non saranno in grado di alterare l'equilibrio idrogeologico dell'area, non essendo prevista la realizzazione di particolari scavi/riporti, ma solo la posa di materiale aggregato riciclato per la creazione del piazzale su cui andranno ad insistere i cumuli di rifiuti speciali non pericolosi inerti.

### 4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

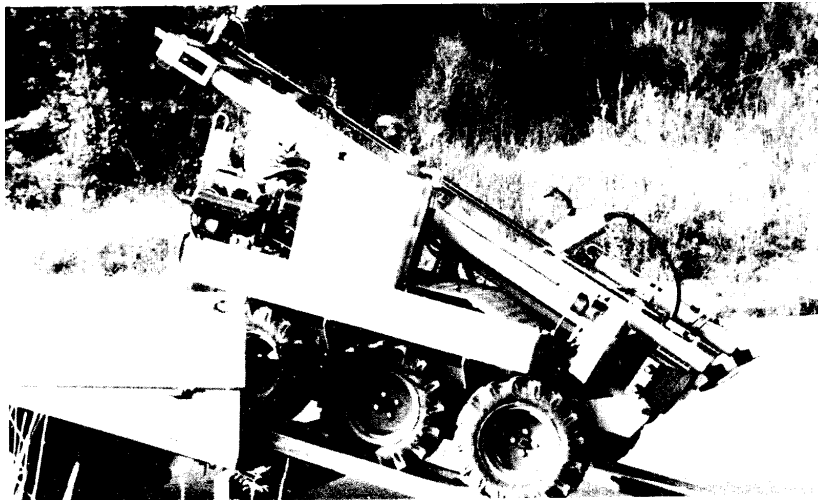
Per potere disporre di informazioni quantitative sulle caratteristiche stratigrafiche di dettaglio e sui requisiti geotecnici dei terreni che saranno interessati dalle opere in progetto, si possono utilizzare i dati provenienti da una specifica indagine geognostica realizzata in passato in un'area limitrofa.

Nel corso di tale campagna si è eseguito sui terreni in oggetto (12/05/2006):

*-n°2 prove C.P.T. (prove penetrometriche statiche) per verificare le proprietà geomeccaniche del terreno (identificate con CPT1 e CPT2 e di cui si allegano i*



*risultati) spinte fino alla profondità massima di 9.80 m circa dal p.c. eseguite a mezzo di penetrometro semovente auto-ancorante TG 63/100 PAGANI (vedi foto allegata).*



I risultati relativi a ciascuna verticale indagata vengono presentati in un diagramma con i valori di  $q_c$  (resistenza alla punta),  $f_s$  (resistenza per attrito laterale) sull'asse delle ascisse e la profondità in ordinata.

Per la descrizione del metodo esecutivo (Raccomandazioni A.G.I. del 1977) delle suddette prove occorre fare riferimento alla bibliografia.

La distinzione stratigrafica precedentemente descritta è confermata dall'esame dei diagrammi penetrometrici ovvero sulla base del rapporto  $q_c$  (resistenza alla punta)/ $f_s$  (resistenza per attrito laterale) e di altre tabelle (in allegato) si possono operare le scelte litologiche.

Si allegano i risultati delle prove penetrometriche ed i relativi diagrammi.

La falda, inserendo un apposito freatimetro all'interno del foro delle prove, è stata rilevata alle seguenti profondità:

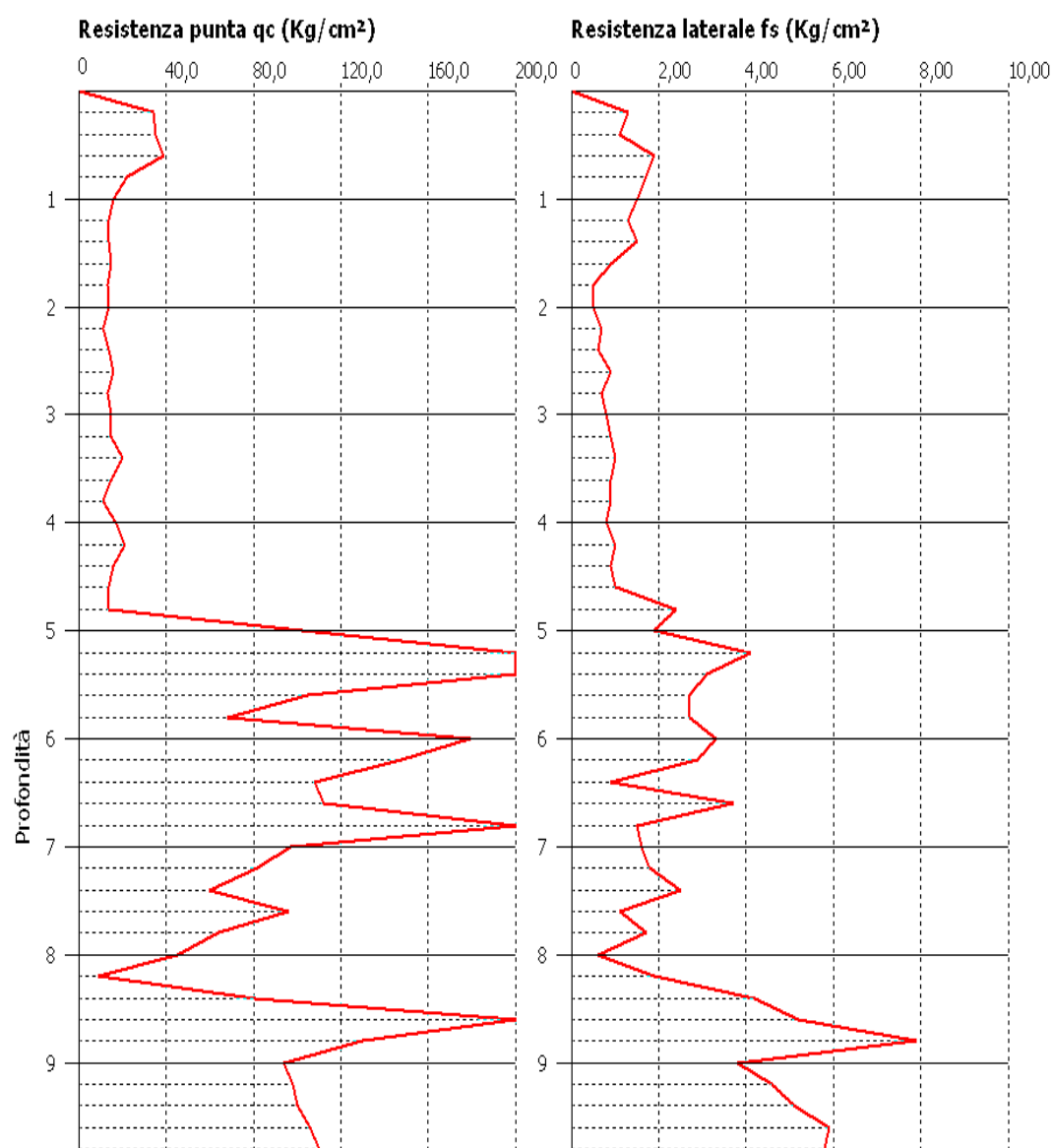
- **CPT1: -2.10** m dal p.c.;
- **CPT2: -2.10** m dal p.c..

dott. geol. Mario Tagliabue  
14030 Refrancore (At)  
0141 670016

**Probe CPT - Cone Penetration Nr.1**  
**Strumento utilizzato... PAGANI 100 kN**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : Global Cibo  
Cantiere : PIP lotto17  
Località : S. Damiano d' Asti

Data :12/05/2006



dott. geol. Mario Tagliabue  
14030 Refrancore (At)  
0141 670016

---

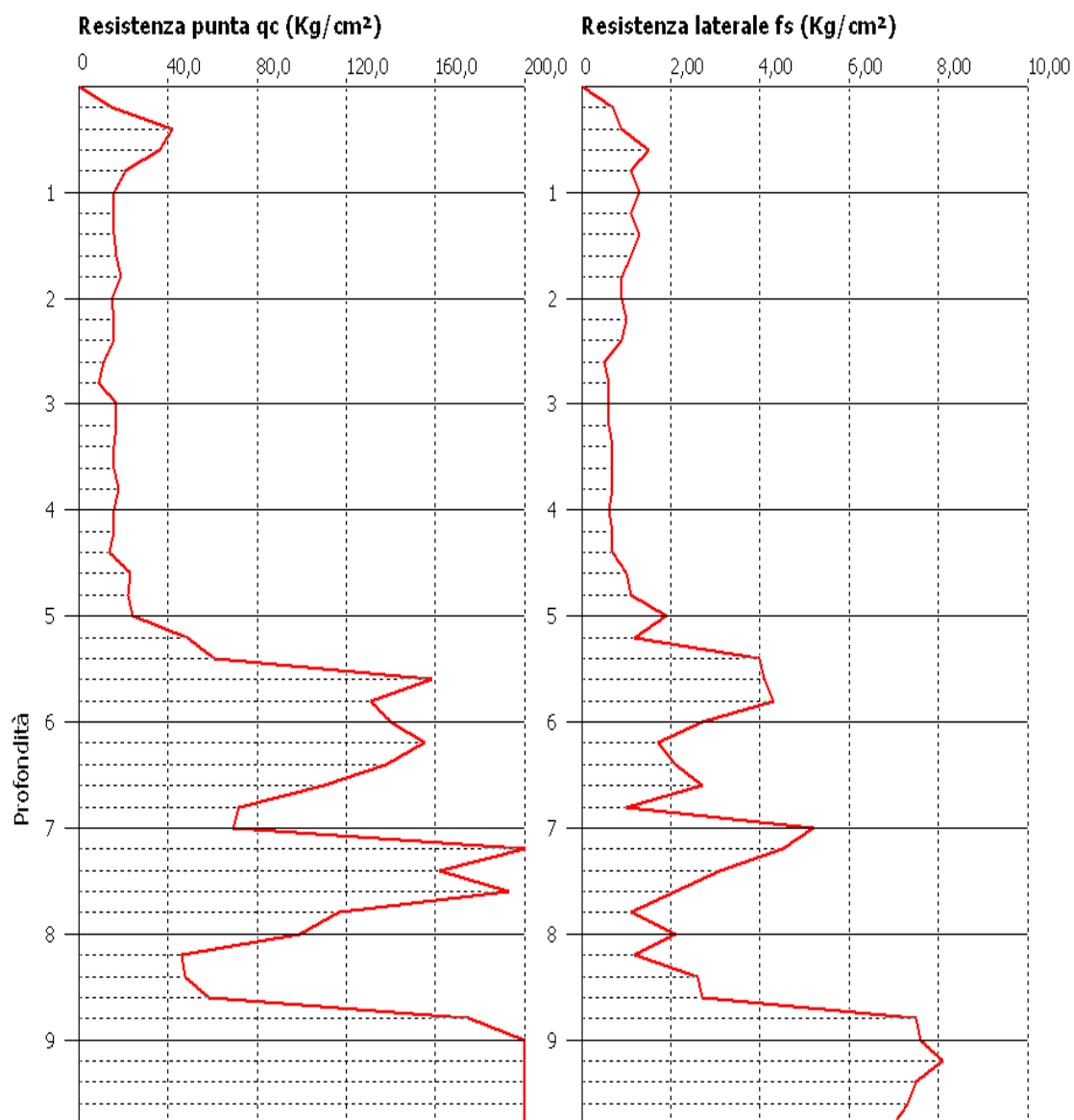
**Probe CPT - Cone Penetration Nr.2**  
**Strumento utilizzato... PAGANI 100 kN**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

---

Committente : Global Cibo  
Cantiere : PIP lotto 17  
Località : S. Damiano d' Asti

Data :12/05/2006

---



**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Committente: Global Cibo S.r.l.  
Località: S. Damiano d'Asti

**CPT1**

Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda

12/05/06  
9.80m  
2.10m

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	34,0	0,0	34,0	1,3	26,15	3,82
0,40	35,0	55,0	35,0	1,1	31,82	3,14
0,60	39,0	56,0	39,0	1,9	20,53	4,87
0,80	22,0	51,0	22,0	1,7	12,94	7,73
1,00	16,0	42,0	16,0	1,5	10,67	9,38
1,20	14,0	36,0	14,0	1,3	10,77	9,29
1,40	14,0	34,0	14,0	1,5	9,33	10,71
1,60	15,0	38,0	15,0	0,9	16,67	6,0
1,80	13,0	27,0	13,0	0,5	26,0	3,85
2,00	14,0	22,0	14,0	0,5	28,0	3,57
2,20	11,0	19,0	11,0	0,7	15,71	6,36
2,40	14,0	24,0	14,0	0,6	23,33	4,29
2,60	16,0	25,0	16,0	0,9	17,78	5,63
2,80	13,0	26,0	13,0	0,7	18,57	5,38
3,00	15,0	26,0	15,0	0,8	18,75	5,33
3,20	15,0	27,0	15,0	0,9	16,67	6,0
3,40	20,0	33,0	20,0	1,0	20,0	5,0
3,60	15,0	30,0	15,0	0,9	16,67	6,0
3,80	11,0	24,0	11,0	0,9	12,22	8,18
4,00	17,0	30,0	17,0	0,8	21,25	4,71
4,20	21,0	33,0	21,0	1,0	21,0	4,76
4,40	16,0	31,0	16,0	0,9	17,78	5,63
4,60	14,0	28,0	14,0	1,0	14,0	7,14
4,80	14,0	29,0	14,0	2,4	5,83	17,14
5,00	102,0	138,0	102,0	1,9	53,68	1,86
5,20	217,0	245,0	217,0	4,1	52,93	1,89
5,40	248,0	309,0	248,0	3,1	80,0	1,25
5,60	105,0	151,0	105,0	2,7	38,89	2,57
5,80	68,0	109,0	68,0	2,7	25,19	3,97
6,00	179,0	220,0	179,0	3,3	54,24	1,84
6,20	148,0	198,0	148,0	2,9	51,03	1,96
6,40	108,0	151,0	108,0	0,9	120,0	0,83
6,60	112,0	126,0	112,0	3,7	30,27	3,3
6,80	235,0	290,0	235,0	1,5	156,67	0,64
7,00	97,0	119,0	97,0	1,6	60,63	1,65
7,20	82,0	106,0	82,0	1,8	45,56	2,2
7,40	60,0	87,0	60,0	2,5	24,0	4,17
7,60	96,0	134,0	96,0	1,1	87,27	1,15
7,80	64,0	80,0	64,0	1,7	37,65	2,66
8,00	45,0	70,0	45,0	0,6	75,0	1,33
8,20	9,0	18,0	9,0	1,9	4,74	21,11
8,40	81,0	110,0	81,0	4,2	19,29	5,19
8,60	252,0	315,0	252,0	5,2	48,46	2,06
8,80	130,0	208,0	130,0	7,9	16,46	6,08
9,00	94,0	212,0	94,0	3,8	24,74	4,04
9,20	98,0	155,0	98,0	4,6	21,3	4,69
9,40	100,0	169,0	100,0	5,1	19,61	5,1
9,60	106,0	182,0	106,0	5,9	17,97	5,57
9,80	110,0	198,0	110,0	5,8	18,97	5,27

**CPT2**



Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda

12/05/06  
 9.80m  
 2.10m

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	15,0	0,0	15,0	0,7	21,43	4,67
0,40	42,0	53,0	42,0	0,9	46,67	2,14
0,60	36,0	49,0	36,0	1,5	24,0	4,17
0,80	21,0	44,0	21,0	1,1	19,09	5,24
1,00	16,0	33,0	16,0	1,3	12,31	8,13
1,20	16,0	36,0	16,0	1,1	14,55	6,88
1,40	16,0	33,0	16,0	1,3	12,31	8,13
1,60	17,0	36,0	17,0	1,1	15,45	6,47
1,80	19,0	35,0	19,0	0,9	21,11	4,74
2,00	15,0	29,0	15,0	0,9	16,67	6,0
2,20	16,0	30,0	16,0	1,0	16,0	6,25
2,40	16,0	31,0	16,0	0,9	17,78	5,63
2,60	11,0	25,0	11,0	0,5	22,0	4,55
2,80	9,0	17,0	9,0	0,6	15,0	6,67
3,00	17,0	26,0	17,0	0,6	28,33	3,53
3,20	17,0	26,0	17,0	0,6	28,33	3,53
3,40	16,0	25,0	16,0	0,7	22,86	4,38
3,60	16,0	26,0	16,0	0,7	22,86	4,38
3,80	18,0	28,0	18,0	0,7	25,71	3,89
4,00	16,0	27,0	16,0	0,6	26,67	3,75
4,20	16,0	25,0	16,0	0,7	22,86	4,38
4,40	14,0	25,0	14,0	0,7	20,0	5,0
4,60	23,0	34,0	23,0	1,0	23,0	4,35
4,80	22,0	37,0	22,0	1,1	20,0	5,0
5,00	24,0	41,0	24,0	1,9	12,63	7,92
5,20	49,0	78,0	49,0	1,2	40,83	2,45
5,40	61,0	79,0	61,0	4,0	15,25	6,56
5,60	158,0	218,0	158,0	4,1	38,54	2,59
5,80	131,0	193,0	131,0	4,3	30,47	3,28
6,00	140,0	205,0	140,0	2,7	51,85	1,93
6,20	155,0	196,0	155,0	1,7	91,18	1,1
6,40	138,0	163,0	138,0	2,1	65,71	1,52
6,60	110,0	142,0	110,0	2,7	40,74	2,45
6,80	72,0	112,0	72,0	1,0	72,0	1,39
7,00	69,0	84,0	69,0	5,2	13,27	7,54
7,20	217,0	295,0	217,0	4,5	48,22	2,07
7,40	162,0	230,0	162,0	3,1	52,26	1,91
7,60	193,0	240,0	193,0	2,1	91,9	1,09
7,80	117,0	149,0	117,0	1,1	106,36	0,94
8,00	99,0	115,0	99,0	2,1	47,14	2,12
8,20	46,0	78,0	46,0	1,2	38,33	2,61
8,40	48,0	66,0	48,0	2,6	18,46	5,42
8,60	58,0	97,0	58,0	2,7	21,48	4,66
8,80	175,0	215,0	175,0	7,5	23,33	4,29
9,00	268,0	380,0	268,0	7,6	35,26	2,84
9,20	256,0	370,0	256,0	8,1	31,6	3,16
9,40	268,0	390,0	268,0	7,5	35,73	2,8
9,60	285,0	398,0	285,0	7,3	39,04	2,56
9,80	315,0	425,0	315,0	7,0	45,0	2,22

#### Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica (mm)	35,7
Angolo di apertura punta (°)	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20

Costante di trasformazione Ct

10

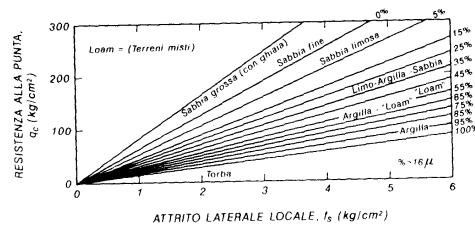


Figura 3.49 a)  
Guida indicativa (Begemann, 1965) per la classificazione dei terreni in base ai valori di  $q_c$  ed  $f_s$  ottenuti con punta meccanica. Le percentuali si riferiscono al passante al vaglio 200 ASTM.

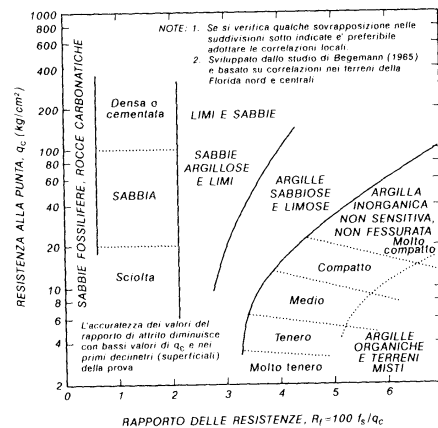


Figura 3.49 b)  
Guida per la stima del tipo di terreno da risultati di prove CPT con punta meccanica di Begemann.  
La classificazione è basata sui risultati di numerosi terreni della Florida (USA). (Schmertmann J.H., 1969)

Si distinguono sulla base dei valori di  $q_c$  e  $f_s$  2 sequenze omogenee:

-depositi prevalentemente limosi-argillosi con  $q_c$  medio  $< 20 \text{ kg/cm}^2$  (caratterizzati nelle tabelle sottostanti dai colori azzurro e verde);

-marne argillose compatte con  $q_c$  medio  $> 100 \text{ kg/cm}^2$  (valori crescenti) e  $f_s > 3.00 \text{ kg/cm}^2$  (caratterizzati nelle tabelle sottostanti dai colori giallo e rosso).

Si allegano le distinzioni litologiche, effettuate in base ai valori di  $q_c$  e  $f_s$  per ogni

#### PROVA 1

Profondità [m]	$q_{c\text{media}}$	$f_{s\text{media}}$	$q_c/f_s$	x	y
0.0-4.80	15.3	1.40	11	23	78
4.80-9.80	122.3	3.27	37	59	137

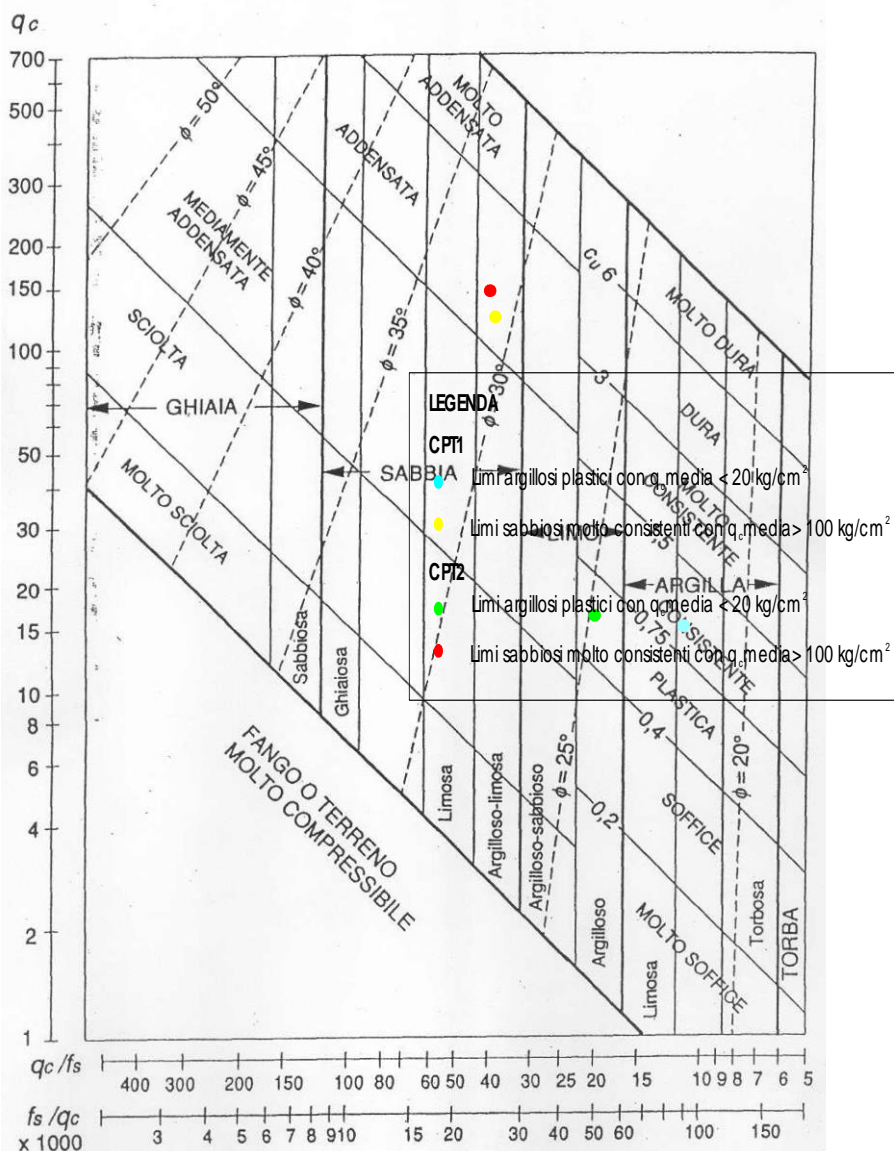
singola prova:

PROVA 2

Profondità [m]	$q_{c\text{media}}$	$f_{s\text{media}}$	$q_c/f_s$	x	y
0.0-5.00	16.8	0.85	20	40	80
5.00-9.80	149.6	3.89	38	60	142

I valori di  $q_c$  e del rapporto  $f_s/q_c$  possono essere inseriti in un apposito abaco che permette di caratterizzare dal punto di vista litologico gli spessori omogenei distinti per il valore di  $q_c$  (< di 20 kg/cm<sup>2</sup> o > di 100 kg/cm<sup>2</sup>).

I dati sono stati riportati sull'abaco utilizzando colori dipendenti dalle caratteristiche litologiche (in base al valore di  $q_{c\text{ medio}}$ ), come indicato nella legenda a seguito riportata:



Dall'analisi delle sequenze litostratigrafiche emerse dalle prove CPT si possono distinguere facilmente 2 formazioni omogenee, che noi indicheremo come unità geotecniche omogenee tralasciando i termini di copertura che non verranno considerati nella trattazione seguente, ovvero:

***1) termini di copertura;***

***UNITA' 1 - 2) limi e argille fino alla profondità di circa 5 m dal p.c. a caratteristiche geotecniche scadenti;***

***UNITA' 2 - 3) substrato piacentiano costituito da limo argilloso compatto di colore grigio-azzurro.***

All'interno dell'Unità 2 si sono riscontrati a varie profondità livelli decimetrici con valori di  $q_c$  decisamente inferiori alla media; ciò è collegato probabilmente alla diversa consistenza dei terreni o alla diversa litologia (livelli maggiormente sabbiosi).

## **5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI INTERESSATI DAI LAVORI IN PROGETTO**

**Non si ritiene di dover ricorrere a ulteriori prove geotecniche in situ in quanto l'area ricade in una zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico (dati provenienti dalle indagini svolte in passato nelle vicinanze, e riportate al capitolo precedente); il tutto ai sensi del punto 6.2.2 delle N.T.C.18.**

Nel seguente paragrafo, con riferimento al modello litostratigrafico descritto in precedenza, viene schematizzato il modello geotecnico da adottare e vengono attribuiti i parametri geotecnici caratteristici, utili alle successive verifiche e considerazioni.

Con riferimento alla normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni, D.M. 17/01/2018), per “*valore caratteristico*” deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

I valori caratteristici dei parametri geotecnici di interesse sono pertanto stati ricavati mediante elaborazione statistico-probabilistica delle misure ricavabili dalle prove penetrometriche e da dati bibliografici.

Pertanto, sulla base dei dati provenienti dalle indagini geognostiche realizzate in passato nelle vicinanze e riportate nel capitolo precedente, e integrando i dati di



letteratura, i terreni interessati dalle opere in progetto possono essere caratterizzati, dal punto di vista geotecnico, mediante le seguenti proprietà classificative fisico-meccaniche

**-Terreni di copertura superficiale e riporto (fino a circa -1.00 m dal p.c.):**

Dal punto di vista geotecnico si tratta di limi con argilla e sabbia abbastanza eterogenei, a scarsa consistenza e debolmente plastici, poco permeabili e con valori di IP variabili dal 7% al 12%, i valori di LL tra i 35% e 40% ci permettono di classificarli, secondo USCS come limi inorganici di media compressibilità (ML) a bassa permeabilità e debole resistenza al taglio in condizione di saturazione e compattazione.

Tali terreni possiedono le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

<i>-peso di volume naturale</i>	$\gamma_n = 18.5 \text{ kN/m}^3$
<i>-angolo d'attrito efficace</i>	$\phi' = 15^\circ - 20^\circ$
<i>-coesione efficace</i>	$c' = 2 - 5 \text{ kPa}$
<i>-coesione non drenata</i>	$c_u = 25 - 40 \text{ kPa}$

**-Alluvioni post-glaciali del T. Borbore (tra -1.00 m e -5.00 m da p.c.):**

Granulometricamente il materiale è costituito prevalentemente da sabbie e limi.

Da mediamente a fortemente addensato, il colore varia da grigio a marrone.

La formazione alluvionale è classificabile in generale come coerente e meccanicamente è identificabile attraverso la coesione non drenata deducibile dall'interpretazione delle prove penetrometriche effettuate su terreni analoghi.

Il complesso alluvionale post-glaciale e recente è compreso tra la parte superficiale (terreno agricolo) ed il substrato argilloso (termine superficiale delle Argille di Lugagnano).

Granulometricamente il materiale è costituito da termini argilloso-limosi.

Secondo la tabella di Wagner si ricava che tali terreni presentano: scarsa permeabilità, una discreta resistenza al taglio, compressibilità nulla.

Dal punto di vista geotecnico si tratta di limi con argilla e sabbia abbastanza eterogenei, a scarsa consistenza e debolmente plastici, poco permeabili e con valori di IP variabili dal 7% al 12%, i valori di LL tra i 35% e 40% ci permettono di classificarli, secondo USCS come limi inorganici di media compressibilità (ML) a bassa permeabilità e debole resistenza al taglio in condizione di saturazione e compattazione.

Tali terreni possiedono le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

<b>-peso di volume naturale</b>	<b><math>\gamma_n=19.5 \text{ kN/m}^3</math></b>
<b>-coesione</b>	<b><math>c'=10-20 \text{ kPa}</math></b>
<b>-coesione non drenata</b>	<b><math>c_u=80-90 \text{ kPa}</math></b>
<b>-angolo d'attrito di picco</b>	<b><math>\phi_n=27^\circ-30^\circ</math></b>
<b>-angolo d'attrito residuo</b>	<b><math>\phi_r=20^\circ-22^\circ</math></b>

**-Formazione delle Argille di Lugagnano (oltre -5.00 m da p.c.):**

Si tratta di argille limose a granulometria circa uniforme, con plasticità discreta, normalmente sovraconsolidate, pochissimo permeabili.

Il materiale componente tale unità è costituito da un'alternanza ritmica con colore caratteristico grigio, di livelli decimetrici di argilla, limi e sabbie con resti fossili e con netta prevalenza dei termini argilloso-marnosi.

Tali litotipi presentano valori di IP compresi tra 8%-20%, valori LP tra 22% e 30% e valori di LL pari a 30%-47% che ci permette di classificarle come argille inorganiche di media plasticità con sigla CL secondo USCS (a volte anche ML); secondo CNR-UNI 10006 tali litotipi rientrano nei gruppi A6 e A7-6.

I valori dell'indice di consistenza è mediamente pari a 1.5; tali valori sono caratteristici di materiali limoso-argillosi, poco plastici, molto sovraconsolidati, con consistenza da semi-solidi a solidi ( $I_C < 0.75$ ).

Secondo Wagner tali terreni presentano: permeabilità nulla, compressibilità media e caratteristiche meccaniche buone se utilizzati come terreni di fondazione essendo dotati di una discreta capacità portante.

Si ricavano i seguenti parametri fisico-meccanici:

<b>-peso di volume naturale</b>	<b><math>\gamma_n=19 \text{ kN/m}^3</math></b>
<b>-coesione di picco</b>	<b><math>c'=10-20 \text{ kPa}</math></b>
<b>-coesione non drenata</b>	<b><math>c_u=100-200 \text{ kPa}</math></b>
<b>-angolo d'attrito di picco</b>	<b><math>\phi_p=26^\circ-30^\circ</math></b>
<b>-angolo d'attrito residuo</b>	<b><math>\phi_r=18^\circ-22^\circ</math></b>
<b>-grado di sovraconsolidazione</b>	<b><math>OCR &gt; 5</math></b>
<b>-modulo di deformabilità</b>	<b><math>ED=40-50 \text{ Mpa}</math></b>

## 6. AZIONI SISMICHE

Il quadro sismo-tettonico locale e le analisi eseguite dall'INGV individuano per il territorio di San Damiano d'Asti (AT) un grado molto basso di rischio sismico, risentendo in modo più o meno intenso degli effetti di propagazione e attenuazione di sismi con epicentro nelle Alpi Occidentali e nell'Appennino Settentrionale.

Nella carta probabilistica di pericolosità sismica, redatta dal DISTAV – Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita dell'Università degli Studi di Genova (2019) adottata nella D.G.R. n°6-887 del 30/12/2019, nel territorio di San Damiano d'Asti (AT) sono attese accelerazioni al bedrock comprese fra **0.025 e 0.050 g**.

Tali accelerazioni sismiche sono calcolate con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (corrispondenti ad un tempo di ritorno di 475 anni), riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s, ovvero categoria A, punto 3.2.2. del D.M. 17/01/2018).

Nella nuova classificazione sismica del territorio regionale, introdotta dalla D.G.R. n°6-887 del 30/12/2019, il Comune di San Damiano d'Asti (AT) è inserito in **Zona 4**, alla quale è associata un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g/g$ ), pari a circa 0.05.

Per quanto riguarda la classificazione sismica locale dei terreni di fondazione bisogna definire le azioni sismiche di progetto a partire dalla pericolosità sismica di base precedentemente descritta.

Oltre a questa classificazione, l'effetto della risposta sismica locale può essere valutata mediante specifiche analisi e metodologie di indagine sperimentale ovvero, mediante una procedura semplificata, basata sull'attribuzione dei terreni di fondazione alle categorie di sottosuolo di riferimento, oltre che all'individuazione della Classe d'uso dell'opera e la categoria topografica.

Pertanto, nel nostro caso in esame si possono prendere in considerazione i seguenti parametri:

**Categoria di suolo (D.M. 17/01/18-Tab. 3.2.II):**

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

### Categoria topografica (D.M. 17/01/18-Tab. 3.2.III):

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

### Classe d'uso (D.M. 17/01/18 - Cap. 2.4.2)

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

**Classe 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.

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per quanto riguarda le forme spettrali riferite al sito in esame, ai fini della normativa vigente, sono definite a partire dai valori dei parametri riportati nella tabella sottostante:



I valori sono stati ricavati tramite l'utilizzo dell'apposito software "Geostru ps" ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni.

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.018	2.628	0.161
Danno (SLD)	50	0.023	2.612	0.188
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.044	2.719	0.288
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.052	2.800	0.304
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

con:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima;

$F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Mediante software si ottengono i seguenti valori di calcolo da inserire nel calcolo geotecnico di cui al D.M. 17/01/2018 (NTC):

Parametri sismici	San Damiano d'Asti	
Categoria sottosuolo:	C	
Categoria topografica:	T1	
Periodo di riferimento:	50anni	
Coefficiente $c_u$ :	1	
Operatività (SLO):		
Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
$a_g$ :	0,018	g
$F_o$ :	2,628	
$T_c^*$ :	0,161	[s]
Danno (SLD):		
Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
$a_g$ :	0,023	g
$F_o$ :	2,612	
$T_c^*$ :	0,188	[s]
Salvaguardia della vita (SLV):		
Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
$a_g$ :	0,044	g
$F_o$ :	2,719	
$T_c^*$ :	0,288	[s]
Prevenzione dal collasso (SLC):		
Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
$a_g$ :	0,052	g
$F_o$ :	2,801	
$T_c^*$ :	0,304	[s]
Coefficienti Sismici		

SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Ss: 1,500	Ss: 1,500	Ss: 1,500	Ss: 1,500
Cc: 1,920	Cc: 1,820	Cc: 1,580	Cc: 1,560
St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000
Kh: 0,005	Kh: 0,007	Kh: 0,013	Kh: 0,016
Kv: 0,003	Kv: 0,003	Kv: 0,007	Kv: 0,008
Amax: 0,269	Amax: 0,332	Amax: 0,647	Amax: 0,764
Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,200

## 7. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE SULLE OPERE IN PROGETTO

Come detto, il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto di recupero rifiuti speciali non pericolosi inerti.

Nello specifico, la Società richiedente mira ad avviare un impianto per il recupero di:

**-rifiuti inerti da costruzione e demolizione (C&D);**

**-rifiuti terra e rocce da scavo EER 170504;**

**-rifiuti inerti da scarifica / fresatura manti stradali EER 170302;**

il tutto finalizzato al confezionamento di prodotti da recupero/Eow, conformemente ai disposti di cui al DM 127/2024, destinati ad essere impiegati in edilizia/opere infrastrutturali.

Inoltre, la società mira a poter ricevere - per sole operazioni di messa in riserva, rifiuti pertinenti alle attività condotte quali:

*-rifiuti ferrosi (EER 170405);*

*-legno (EER 170201);*

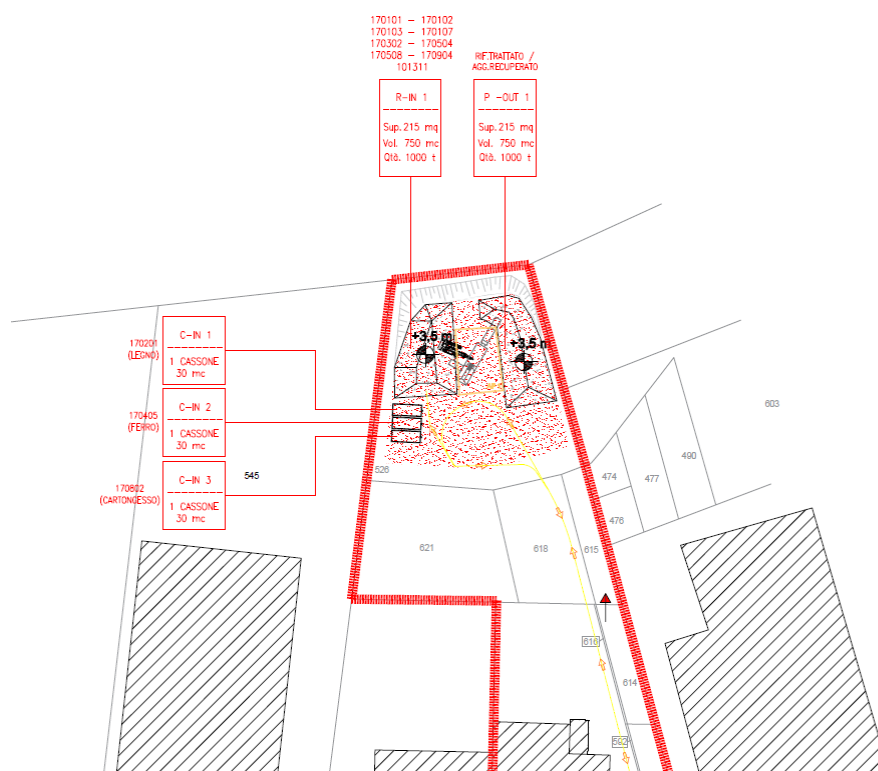
*-cartongesso (EER 170802).*

Per quel che riguarda la realizzazione del nuovo piazzale, sull'area di intervento, saranno posati sequenziali strati di materiali inerti idonei a realizzare un piazzale di manovra, permeabile, avente comunque una debole pendenza verso S – SE, al fine di facilitare il naturale deflusso delle acque meteoriche verso S.

I cumuli in progetto verranno realizzati con scarpate laterali a basso angolo d'inclinazione, al fine di garantire la stabilità delle stesse.

Non si riscontrano, pertanto, particolari problematiche di natura geologico-geotecnica nella realizzazione delle opere in progetto.

Si riportano la planimetria di progetto che mostra quanto detto:



*Planimetria di progetto e legenda*

	SCARPATA
	FABBRICATI
	AREA G&G COSTRUZIONI S.r.l.
	PAVIMENTAZIONE IN AGGREGATO RICICLATO
	CUMULI
	AREA DI FRANTUMAZIONE
	VIABILITA'
	ALTEZZA CUMULI

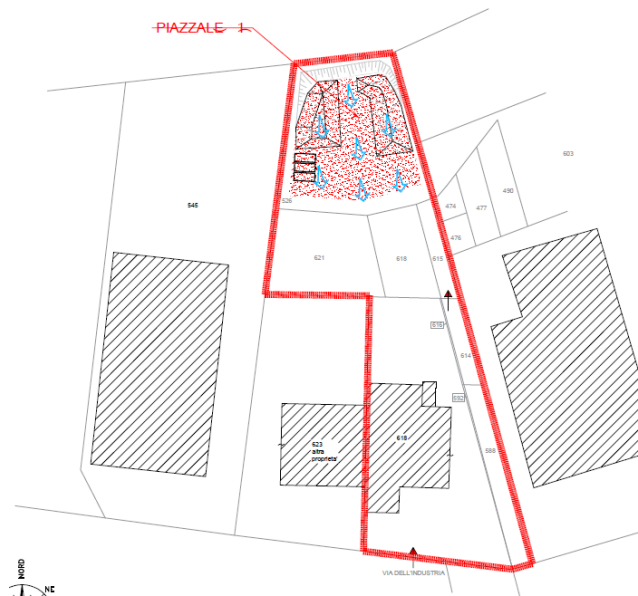
*Legenda*

## 8. REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Come detto in precedenza, il nuovo piazzale per lo stoccaggio dei rifiuti speciali non pericolosi verrà realizzato con una debole pendenza verso S; tale disposizione, come indicato nella Tav. 03 di progetto, andrà a facilitare il drenaggio delle acque meteoriche verso S.

Tali acque andranno a confluire presso la linea di fognatura comunale che corre parallelamente a Via Industria.

Si riporta una planimetria che mostra la direzione del deflusso delle acque meteoriche nel piazzale in progetto:



*Planimetria con regimazione delle acque*

## 9. CONCLUSIONI

Sulla base delle caratteristiche geologico-tecniche dei litotipi che verranno interessati dai lavori in progetto possiamo fare alcune considerazioni di carattere conclusivo:

*-analizzando gli elaborati cartografici allegati al P.R.G.C. vigente, si rileva che l'area interessata dalle opere in progetto risulta essere inserita all'interno della **Classe II** di pericolosità geomorfologica ai sensi della C.P.G.R. n°7/LAP;*

*-pertanto, il progetto riguardante la realizzazione di un impianto di recupero rifiuti speciali non pericolosi inerti, risulta essere in linea con i dettami del vigente P.R.G.C. e con quanto indicato nella C.P.G.R. n°7/LAP;*

*-alla luce del progetto in esame non si ritiene che le opere in progetto possano alterare l'equilibrio idrologico locale, non essendo prevista la realizzazione di strutture che possano interferire con la falda superficiale, collocata a circa -3.00 m dal p.c.;*

*-dovranno in ogni caso essere predisposte adeguate reti di canalizzazione e smaltimento delle acque meteoriche e vadosi verso le normali direttrici di scolo (fognatura comunale);*

*-per quel che riguarda la realizzazione del nuovo piazzale, sull'area di intervento, saranno posati sequenziali strati di materiali inerti idonei a realizzare un piazzale di manovra, permeabile, avente comunque una debole pendenza verso S – SE, al fine di facilitare il naturale deflusso delle acque meteoriche verso S;*

*-i cumuli in progetto verranno realizzati con scarpate laterali a basso angolo d'inclinazione, al fine di garantire la stabilità delle stesse;*

*-non si riscontrano, pertanto, particolari problematiche di natura geologico-geotecnica nella realizzazione delle opere in progetto;*

*-si richiamano integralmente l'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018) e le N.T.A. del vigente P.R.G.C..*

**In conclusione, si certifica la compatibilità geologico-geotecnica degli interventi in progetto, tenuto conto delle prescrizioni suggerite.**