



Elaborato n. 11

DOMANDA DI AVVIO DELLA PROCEDURA DI V.I.A. AI SENSI DELL'ART. 12
DELLA L.R. 40/98 E DOMANDA DI CONCESSIONE DI DERIVAZIONE
D'ACQUA AI SENSI DEL R.R. 10/R/2003 E S.M.I.

FIUME DORA BALTEA

TRAVERSA DERIVAZIONE CANALE FARINI

IMPIANTO IDROELETTRICO "FARINI"

IN COMUNE DI SALUGGIA (VC)

REV	DATA	DESCRIZIONE	PROGETTO N. UI32
00	Maggio 2015	PROGETTO DEFINITIVO	

RELAZIONE GEOTECNICA

REV	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	NOTE
00	Giugno 2015	M.Rosso	S. Colombo	AIES/AIOS	

PROGETTAZIONE:

OVADAPROGETTI s.a.s.

Ing. SERGIO COLOMBO

VIA VITTORIO VENETO 11 - 15076 OVADA (ALESSANDRIA)

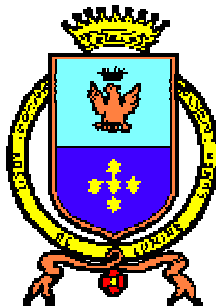
tel/fax +39-0143-81293 - email sergio.colombo@ovadaprogetti.it



REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI VERCELLI

COMUNE DI SALUGGIA



Committente:

TERAS Energia S.r.l.

Via Asti-Nizza, 64 - 14055 Costigliole d'Asti (AT)

Progetto definitivo:

IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "FARINI"

SUL F. DORA BALTEA

RELAZIONE GEOTECNICA

Maglione, 11 giugno 2015

dott. geol. Mirco Rosso

V. Cossano, 14, 10030 - Maglione (TO)

Tel. 0161/400193 - cell. 3482600265

e-mail: mircorosso@alice.it



INDICE

1. PREMESSA	1
2. GEOLOGIA	3
3. GEOMORFOLOGIA	4
4. GEOTECNICA.....	11
6. AZIONE SISMICA	16

1. PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto di realizzazione di un nuovo impianto idroelettrico denominato "Farini", sul Fiume Dora Baltea nel territorio comunale di Saluggia (Fig. 1).

Si tratta di un progetto che prevede lo sfruttamento del salto idraulico, pari a circa 4,5 m, in corrispondenza della traversa esistente sul F. Dora Baltea a servizio del Canale Farini, in sponda sinistra. La soluzione adottata farà sì quindi di non sottendere sostanzialmente alcun tratto del corso d'acqua, sviluppandosi in coincidenza della traversa.

Di seguito saranno illustrate le caratteristiche geotecniche e sismiche dell'area interessata dagli interventi.

La cartografia ufficiale di riferimento e i dati relativi alla zona in esame, sono stati tratti da:

- ARPA Piemonte: Banca dati geotecnica



Fig. 1 - Ubicazione dell'area oggetto di indagine

2. GEOLOGIA

L'area dal punto di vista geologico è compresa nel Foglio 57 Vercelli della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 ed è caratterizzata dalla presenza dei sedimenti di origine fluviale, da recenti a medio recenti (Fig. 2). Si tratta di materiale ghiaioso e ghiaioso-sabbioso, con presenza di lenti argillose nel caso dei depositi medio recenti.

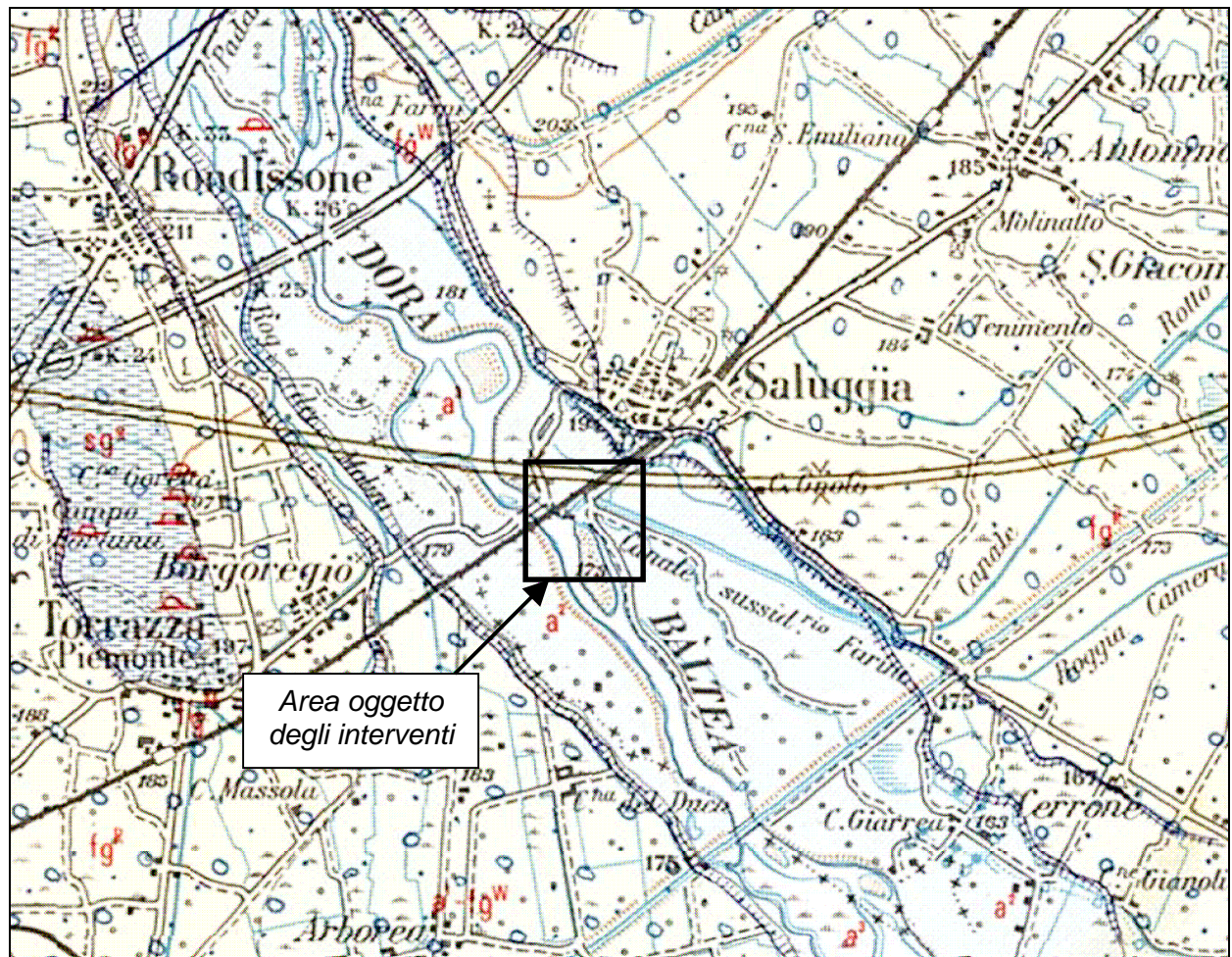


Fig. 2 – Estratto da: Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000
Foglio 57 Vercelli

Dall'esame degli allegati geologici del PRGC di Saluggia, ancora nella fase preliminare, viene proposta una caratterizzazione litologica del tutto analoga a quella della citata cartografia in scala 1:100.000. Vengono infatti distinti:

- I depositi alluvionali (Depositi Attuali) che costituiscono l'alveo principale della Dora Baltea dando origine a barre longitudinali disposte lateralmente e

centralmente rispetto al corso d'acqua. Un esempio in questo senso è proprio la barra che si sviluppa a partire dalla traversa del Canale Farini. Dal punto di vista litologico si tratta di elementi morfologici gradati essendo generalmente costituiti da materiale a pezzatura maggiore (ciottoli e blocchi) nel settore di monte passando poi a termini ghiaioso-sabbiosi verso il settore di valle.

- le alluvioni Medio – Recenti sono depositi molto simili ai precedenti dal punto di vista granulometrico e costituiscono la piana alluvionale, sospesa direttamente sul corso del F. Dora Baltea. Talora presentano limitate intercalazioni costituite da materiale più fine, limoso-sabbioso, legate a fenomeni deposizionali in corrispondenza di alvei abbandonati
- i depositi rissiani costituiscono la superficie del terrazzo sul quale sorgono i centri abitati di Saluggia e S. Antonino a cui seguono verso il basso i depositi fluvioglaciali mindelliani, potenti mediamente 7 m, ed i depositi dell'interglaciale Mindel-Gunz potenti circa 50 m.
- depositi pre-wurmiani sono caratterizzati da una composizione prevalentemente ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa con ciottoli e blocchi di dimensioni anche superiori ai 60 cm e lenti sabbioso-argillose. Localmente le sabbie formano livelli discontinui potenti pochi cm che sembrano concentrarsi intorno ai 4-5 m di profondità.

3. GEOMORFOLOGIA

Da un punto di vista geomorfologico l'analisi del territorio comunale di Saluggia conduce alla seguente distinzione:

- Terrazzo Rissiano
- Scarpate dei terrazzi fluviali antichi
- Piana alluvionale

Il terrazzo rissiano occupa tutto il settore nord-orientale del Comune di Saluggia. Da un punto di vista geomorfologico quest'area si presenta sub-pianeggiante con debole pendenza verso SE (gradiente medio di inclinazione di circa il 5‰) ed è compresa fra le quote 209 e 177 m s.l.m..

Sono da segnalare anche numerosi elementi geomorfologici legati all'attività antropica; in particolare sono presenti sia strutture lineari (canali irrigui, trincee e rilevati stradali e ferroviari) che elementi areali (rimodellamenti conseguenti ad attività estrattive).

Per quanto riguarda i terrazzi fluviali si può evidenziare la presenza di tre ordini di terrazzi:

Il terrazzo di I ordine, più antico, è limitato al margine Nord – occidentale del territorio comunale dove origina una scarpata che degrada progressivamente verso SE fino a perdersi in corrispondenza dell'abitato di Saluggia. Tale terrazzo è impostato all'interno dei depositi pre – Würmiani e presenta un'altezza massima di circa 2 m.

Il terrazzo di II ordine è sicuramente il più continuo in tutto il territorio comunale dove presenta un andamento circa NO – SE. La relativa scarpata è caratterizzata da una pendenza media anche superiore a 50 gradi ed altezze massime di 15 m, individuabili in corrispondenza dell'abitato di Saluggia e progressivamente decrescenti verso SE fino a 4 - 5 m in corrispondenza del Comune di Crescentino.

Il terrazzo di III ordine, più recente, è quello che si raccorda con l'alveo attuale del F. Dora Baltea (Fig. 3)

Per questi elementi geomorfologici citati non sussistono condizioni di dissesto; le acque di ruscellamento risultano concentrate lungo linee di impluvio preferenziali senza comunque creare situazioni di criticità.

Un altro elemento geomorfologico significativo è rappresentato dai paleoalvei di cui si hanno abbondanti e significative tracce in un intorno significativo sia a monte che a valle dell'area oggetto degli interventi, come evidenziato nello stralcio della "Carta della dinamica fluviale" allegata al PRGC (Fig. 4)

 <p style="text-align: center;">ARKISTUDIO SOCIETA' DI PROGETTAZIONE s.r.l.</p> <p>VERCELLI - V.le Garibaldi, 15 tel.: 0161259088 - fax.: 0161602132 e-mail: info@arkistudio.eu www.arkistudio.eu</p>  <p>AMMINISTRATORE E DIRETTORE TECNICO TULLIO TOSELLI ARCHITETTO N. 72 ORDINE ARCHITETTI DI VERCELLI</p> <p>Dott. Geol. Roberto G. LESCA via Aldo Moro, 22 13030 Caresanablot (VC) Tel. / Fax: 0161.23.52.38 robertogiusseppe.lesca@geologipiemonte.it</p> <p>Dott. Geol. Fabio LAMANNA via Di Vittorio, 18/A 10095 Grugliasco (TO) Tel./Fax 011.19715842 fabio.lamanna@geologipiemonte.it</p>	<p style="text-align: center;">REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI VERCELLI</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">COMUNE DI: SALUGGIA</p> <p style="text-align: center;">LEGGE REGIONALE n. 56/77 e s.m.i. VARIANTE ex art. 17 comma 4</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">VARIANTE GENERALE DEL P.R.G.C.</p> <p>NUMERO: 168</p> <p>COMMITTENTE: COMUNE DI SALUGGIA piazza Municipio n°15 - 13040 (Vercelli)</p>																																															
<p>FASE PROGETTUALE: PROGETTO PRELIMINARE</p> <p>TIPOLOGIA: STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE</p> <p>ELABORATO: CARTA GEOMORFOLOGICA E DELLA RETE IDROGRAFICA MINORE</p>	<p>TAVOLA: G1</p> <p>SCALA: 1:10.000 CTR</p> <p>AGG. CARTOGRAFICO: SETTEMBRE 2011</p>																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N° EDIZIONE</th> <th colspan="2">REDAZIONE</th> <th colspan="2">VERIFICA</th> <th colspan="2">VALIDAZIONE</th> <th>CONSEGNA</th> </tr> <tr> <th>DATA:</th> <th>NOME:</th> <th>DATA:</th> <th>NOME:</th> <th>DATA:</th> <th>NOME:</th> <th>DATA:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PRIMA EDIZIONE</td> <td>25/11/2013</td> <td>F.17</td> <td>06/12/2013</td> <td>F.17</td> <td>06/12/2013</td> <td>T.T.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SECONDA EDIZIONE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TERZA EDIZIONE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUARTA EDIZIONE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N° EDIZIONE	REDAZIONE		VERIFICA		VALIDAZIONE		CONSEGNA	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:	PRIMA EDIZIONE	25/11/2013	F.17	06/12/2013	F.17	06/12/2013	T.T.		SECONDA EDIZIONE								TERZA EDIZIONE								QUARTA EDIZIONE							
N° EDIZIONE	REDAZIONE		VERIFICA		VALIDAZIONE		CONSEGNA																																									
	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:																																									
PRIMA EDIZIONE	25/11/2013	F.17	06/12/2013	F.17	06/12/2013	T.T.																																										
SECONDA EDIZIONE																																																
TERZA EDIZIONE																																																
QUARTA EDIZIONE																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">PATH:</td> <td style="width: 25%;">FILE:</td> <td style="width: 25%;">LAYOUT:</td> </tr> <tr> <td>PATH:</td> <td>FILE:</td> <td></td> </tr> </table>		PATH:	FILE:	LAYOUT:	PATH:	FILE:																																										
PATH:	FILE:	LAYOUT:																																														
PATH:	FILE:																																															
<p>Approvato con delibera N° _____ in data _____</p> <p>Il Sindaco _____</p> <p>Il Segretario Comunale _____</p>																																																

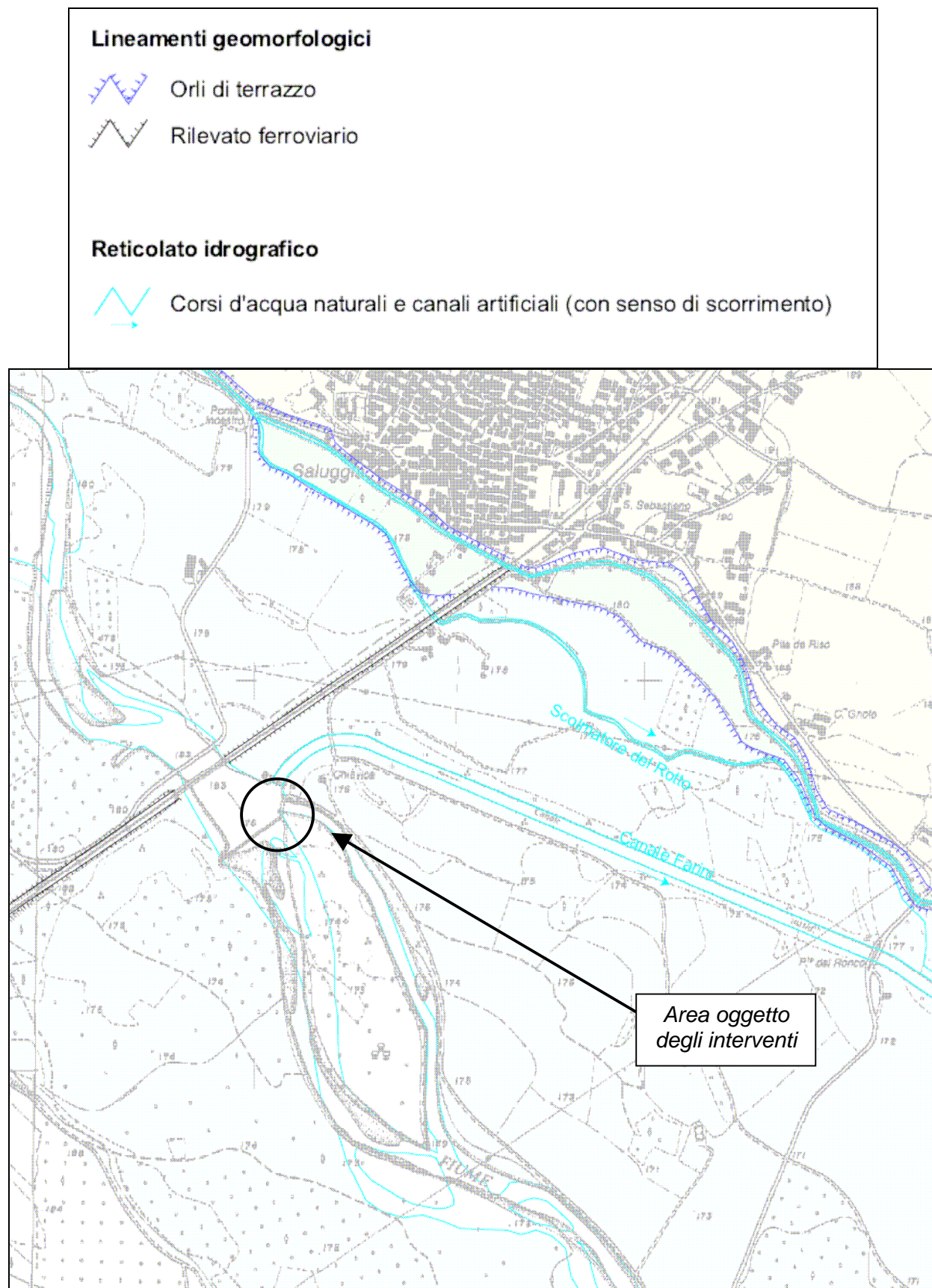
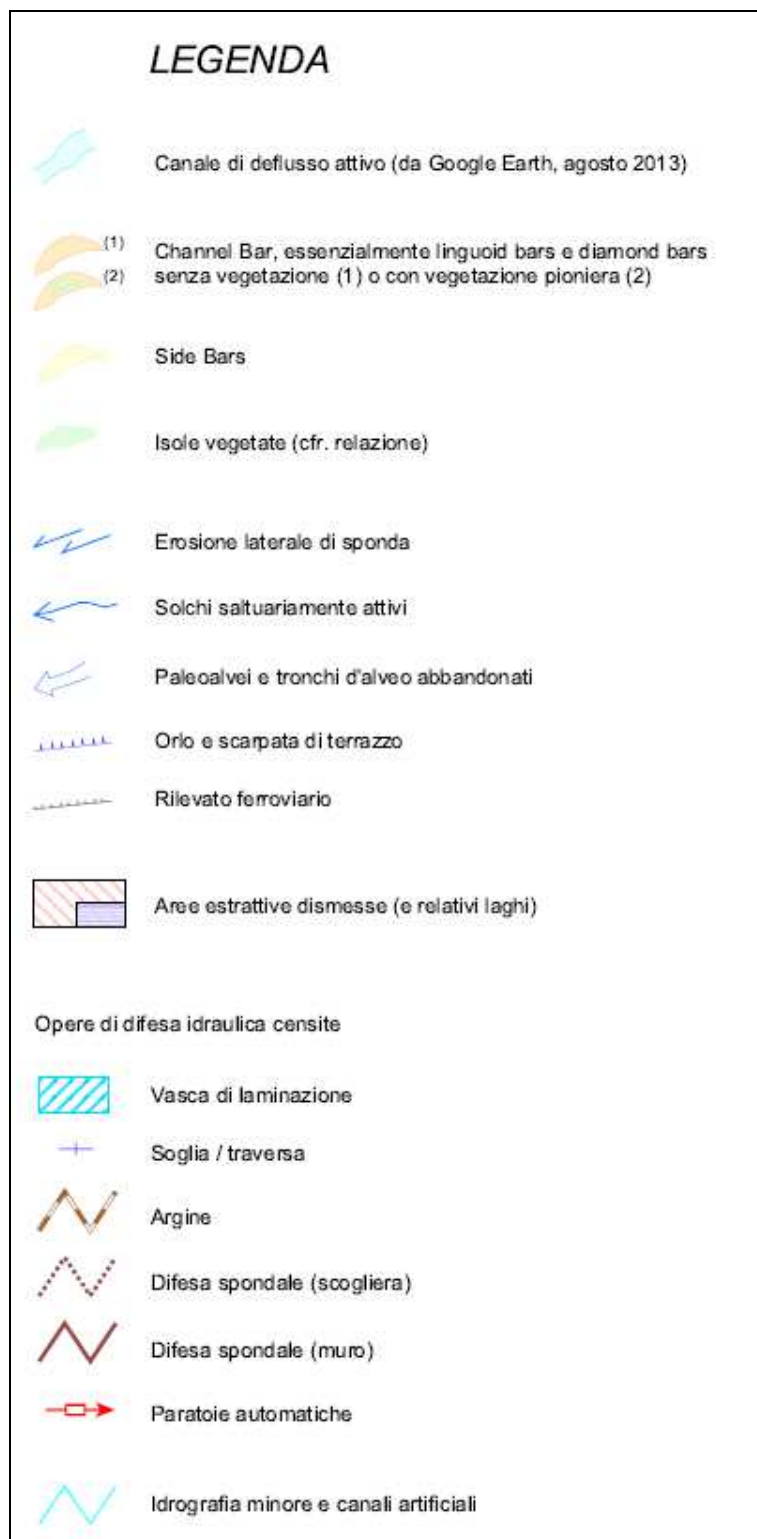


Fig. 3 – Estratto da P.R.G.C.: "Carta geomorfologica e della rete idrografica minore"

 <p style="text-align: center;">ARKISTUDIO SOCIETÀ DI PROGETTAZIONE s.r.l.</p> <p style="text-align: center;">VERCELLI - V.le Garibaldi, 15 tel.: 0161259088 - fax.: 0161602132 e-mail: info@arkistudio.eu www.arkistudio.eu</p>  <p style="text-align: center;">AMMINISTRATORE E DIRETTORE TECNICO TULLIO TOSELLI ARCHITETTO N. 72 ORDINE ARCHITETTI DI VERCELLI</p> <p>Dott. Geol. Roberto G. LESCA via Aldo Moro, 22 13030 Caresanablot (VC) Tel. / Fax: 0161.23.52.38 robertogiuseppe.lesca@geologiapiemonte.it</p> <p>Dott. Geol. Fabio LAMANNA via Di Vittorio, 18/A 10095 Grugliasco (TO) Tel./Fax 011.19715842 fabio.lamanna@geologiapiemonte.it</p>	<p style="text-align: center;">REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI VERCELLI</p> <p style="text-align: center;">COMUNE DI: SALUGGIA</p> <p style="text-align: center;">LEGGE REGIONALE n. 56/77 e s.m.i. VARIANTE ex art. 17 comma 4</p> <p style="text-align: center;">VARIANTE GENERALE DEL P.R.G.C.</p> <p>NUMERO: 168</p> <p>COMMITTENTE: COMUNE DI SALUGGIA piazza Municipio n°15 - 13040 (Vercelli)</p>																																															
FASE PROGETTUALE: PROGETTO PRELIMINARE	TAVOLA: G2																																															
TIPOLOGIA: STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE	SCALA: 1:10.000 CTR																																															
ELABORATO: CARTA DELLA DINAMICA FLUVIALE	AGG. CARTOGRAFICO: SETTEMBRE 2011																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N° EDIZIONE</th> <th colspan="2">REDAZIONE</th> <th colspan="2">VERIFICA</th> <th colspan="2">VALIDAZIONE</th> <th>CONSEGNA</th> </tr> <tr> <th>DATA:</th> <th>NOME:</th> <th>DATA:</th> <th>NOME:</th> <th>DATA:</th> <th>NOME:</th> <th>DATA:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PRIMA EDIZIONE</td> <td>25/11/2013</td> <td>F.17</td> <td>06/12/2013</td> <td>F.17</td> <td>06/12/2013</td> <td>T.T.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SECONDA EDIZIONE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TERZA EDIZIONE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUARTA EDIZIONE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N° EDIZIONE	REDAZIONE		VERIFICA		VALIDAZIONE		CONSEGNA	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:	PRIMA EDIZIONE	25/11/2013	F.17	06/12/2013	F.17	06/12/2013	T.T.		SECONDA EDIZIONE								TERZA EDIZIONE								QUARTA EDIZIONE							
N° EDIZIONE	REDAZIONE		VERIFICA		VALIDAZIONE		CONSEGNA																																									
	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:																																									
PRIMA EDIZIONE	25/11/2013	F.17	06/12/2013	F.17	06/12/2013	T.T.																																										
SECONDA EDIZIONE																																																
TERZA EDIZIONE																																																
QUARTA EDIZIONE																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">PATH:</td> <td style="width: 25%;">FILE:</td> <td style="width: 25%;">LAYOUT:</td> </tr> <tr> <td>PATH:</td> <td>FILE:</td> <td></td> </tr> </table>		PATH:	FILE:	LAYOUT:	PATH:	FILE:																																										
PATH:	FILE:	LAYOUT:																																														
PATH:	FILE:																																															
Approvato con delibera N° _____ in data _____ Il Sindaco _____ Il Segretario Comunale _____																																																



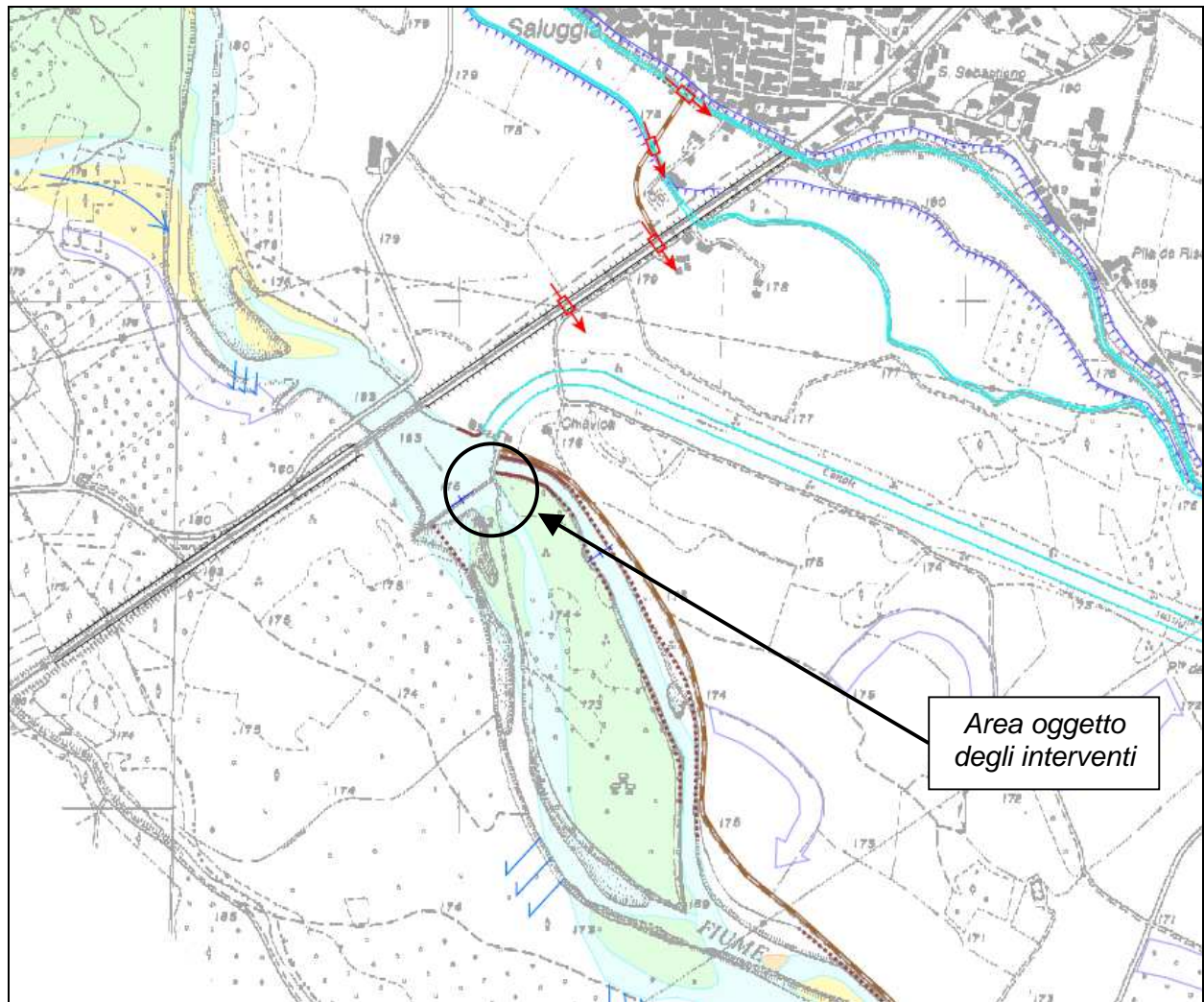


Fig. 4 – Estratto da P.R.G.C.: "Carta della dinamica fluviale"

4. GEOTECNICA

Le caratteristiche geotecniche del sito sono state valutate sulla base di n. 3 sondaggi e relative prove Nspt eseguite in foro, presso la vicina area EUREX di Saluggia, la cui ubicazione rispetto all'area oggetto della presente relazione è riportata in Fig. 5.

Questi dati sono stati ricavati dalla Banca Dati Geotecnica del Geoportale ARPA Piemonte, le stratigrafie e i risultati delle prove Nspt sono di seguito riportate (Figg. 6-8).

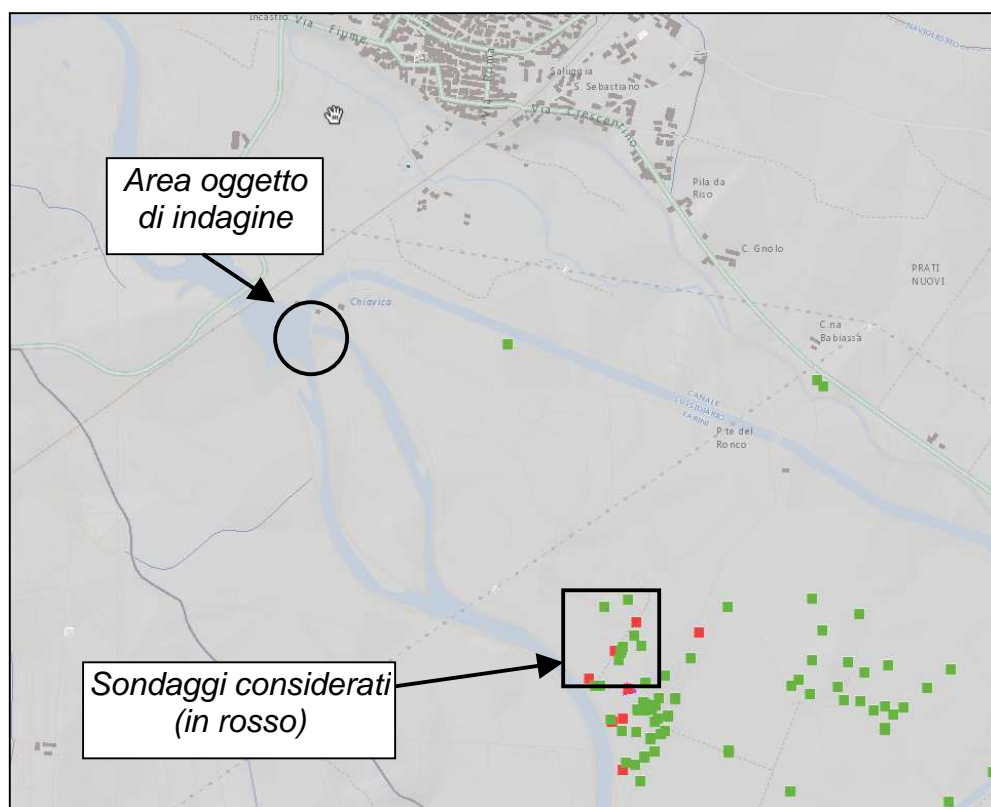


Fig. 5 - Ubicazione dei sondaggi presi in considerazione: da sud-ovest verso nord-est codici 108392, 108393 e 108394

Codice perforazione	Profondita` (m)	Descrizione
108392	0.50	terreno limoso sabbiosa
108392	1.60	sabbia medio fine limosa
108392	2.50	sabbia medio fine e ghiaia eterometrica addensata
108392	8.90	ghiaia eterometrica , ciottoli e sabbia media da localmente limosa a limosa addensata , presenza di intercalazioni limose
108392	14.00	ghiaia eterometrica e sabbia limosa molto addensata
108392	17.00	ghiaia eterometrica , ciottoli e sabbia limosa molto addensata
108392	17.50	limo sabbioso con ghiaia
108392	20.00	ghiaia eterometrica e limo sabbioso
108392	22.30	sabbia media grossolana e ghiaia eterometrica molto addensata , presenza di intercalazioni limose con ghiaia
108392	30.00	ghiaia eterometrica , ciottoli e sabbia limosa molto addensata passante a limo sabbioso

Codice Perforazione	Profondita` (m)	N1	N2	N3	NSPT
108392	3.00	36	46	-999	-999
108392	6.00	38	-999	0	-999
108392	9.00	33	-999	0	-999
108392	12.00	27	33	42	75
108392	15.00	23	36	46	82
108392	21.00	17	23	36	59
108392	27.00	24	31	47	78

Fig. 6 - Stratigrafia e risultati prove Nspt del sondaggio cod. 108392

Codice perforazione	Profondita` (m)	Descrizione
108393	0.30	copertura limosa
108393	2.20	sabbia medio fine limosa con ghiaia eterometrica e alcuni ciottoli
108393	6.70	ghiaia eterometrica , rari ciottoli , con sabbia limosa addensata
108393	8.80	ghiaia poligenica eterometrica , alcuni ciottoli e sabbia media debolmente limosa ; presenza di intercalazioni limose
108393	11.50	ghiaia poligenica eterometrica localmente alterata e/o sfatta e limo sabbioso molto addensata , presenza di intercalazioni limose con ghiaia
108393	12.20	sabbia media e fine limosa passante a limo sabbioso con ghiaia poligenica eterometrica
108393	19.50	ghiaia eterometrica poligenica localmente alterata e/o sfatta con limo sabbioso passante a sabbia limosa molto addensata , presenza di intercalazioni limose con ghiaia
108393	20.00	ghiaia poligenica eterometrica e limo sabbioso

Codice Perforazione	Profondita` (m)	N1	N2	N3	NSPT
108393	3.00	13	17	24	41
108393	6.00	9	21	31	52
108393	9.00	11	29	39	68
108393	12.00	22	29	43	72
108393	15.00	11	30	44	74

Fig. 7 - Stratigrafia e risultati prove Nspt del sondaggio cod. 108393

Codice perforazione	Profondita` (m)	Descrizione
108394	0.70	terreno limoso sabbiosa
108394	3.00	sabbia media e fine debolmente limosa con ghiaia poligenica eterometrica
108394	7.00	ghiaia poligenica eterometrica , rari ciottoli con sabbia limosa molto addensata
108394	7.50	ghiaia poligenica eterometrica e sabbia media debolmente limosa
108394	10.00	sabbia media limosa addensata e locali intercalazioni di limo sabbioso con rara ghiaia
108394	20.00	ghiaia poligenica eterometrica molto addensata localmente alterata sfatta con limo sabbioso passante a sabbia limosa ; presenza di intercalazioni limose e ghiaia

Codice Perforazione	Profondita` (m)	N1	N2	N3	NSPT
108394	3.00	34	-999	0	-999
108394	6.00	27	-999	0	-999
108394	9.00	10	18	27	45
108394	12.00	13	25	39	64
108394	15.00	30	-999	0	-999
108394	18.00	39	-999	0	-999

Fig. 8 - Stratigrafia e risultati prove Nspt del sondaggio cod. 108394

Correlando tra loro le tre stratigrafie si evince la presenza, al di sotto del terreno vegetale avente uno spessore compreso tra 30 e 70 cm, di un'alternanza di livelli ghiaiosi poligenici eterometrici e sabbia medio fine, talora limosa, da addensata a molto addensata. Considerato che la quota del p.c. della testa del sondaggio, per tutti i sondaggi considerati, è di 171 m s.l.m. si prendono quindi in considerazione i risultati Nspt delle prove eseguite rispettivamente a 3,00 e a 6,00 m di profondità, considerata

una profondità di scavo di circa 10 m dall'attuale p.c. la cui quota nell'area è mediamente 177 m s.l.m.

Il dato più cautelativo risulta quindi essere quello relativo al sondaggio 108393, poichè negli altri due sondaggi, a queste profondità è stato ottenuto un rifiuto. I valori considerati sono perciò:

- **prof. m 3,00 = N1/13 N2/17 N3/24 da cui Nspt 41**
- **prof. m 6,00 = N1/9 N2/21 N3/31 da cui Nspt 52**

Si tratta dei valori per altro più bassi fra tutti quelli ottenuti e quindi oggettivamente cautelativi; a questo proposito la seguente caratterizzazione geotecnica sarà svolta sulla base del dato **Nspt = 41**, in assoluto il valore più basso.

Per quanto riguarda i parametri calcolati si fanno presenti le seguenti considerazioni.

- **Angolo di attrito interno ϕ (°):** si è proceduto alla determinazione del valore caratteristico attraverso elaborazioni statistiche con determinazione del 5° percentile della distribuzione (della media o del campione). Il valore del coefficiente di variazione (COV) varia entro un range compreso tra 15%-40% (manuali ASCE) e dipende dalla qualità dell'esecuzione della prova: buona, discreta e scadente. Considerando quindi il dato caratteristico, in questo caso legato al numero di Nspt, il parametro di progetto risulta infine particolarmente cautelativo.

NSPT corretto	41
COV %	30
14	SPT caratteristico
36	Φ caratteristico secondo Hatanaka e Uchida (1996)
33	5° percentile con errore secondo Hatanaka e Uchida (1996)
28	Φ di progetto

Tab. 1 – Foglio di calcolo valore caratteristico dati da SPT

- **Coesione non drenata C_u (KPa):** cautelativamente il valore della coesione è considerato nullo
- **Modulo elastico E (KPa):** in questo caso la formula utilizzata è quella di Burland e Burbidge (1985):

BURLAND & BURBIDGE (1985): questa correlazione è valida per tutti i tipi di suolo ed il modulo si ricava in funzione di N_{spt}

$$\text{Per } N_{spt} = 4 \Rightarrow E = (1,6 \div 2,4) \cdot N_{spt}$$

$$\text{Per } N_{spt} = 10 \Rightarrow E = (2,2 \div 3,4) \cdot N_{spt}$$

$$\text{Per } N_{spt} = 30 \Rightarrow E = (3,7 \div 5,6) \cdot N_{spt}$$

$$\text{Per } N_{spt} = 60 \Rightarrow E = (4,6 \div 7,0) \cdot N_{spt}$$

Per il modulo elastico il valore di N_{spt} considerato è il valore caratteristico.

Litologia	Peso specifico (t/mc)	Angolo di attrito interno (°) <u>caratteristico</u>	Angolo di attrito interno (°) <u>di progetto</u>	Coesione (Kpa)	Modulo elastico (Kpa)
Ghiaie e sabbie limose	1,9	36	28	0,0	60

Tab. 2 – Sintesi dei parametri geotecnici

5. AZIONE SISMICA

Sulla base dei risultati delle prove Nspt dei sondaggi considerati per la caratterizzazione geotecnica del sito, il terreno risulta appartenente alla categoria di suolo di fondazione tipo **B**, (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs compresi fra 360 e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).* (Tab. 3)

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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 fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tab. 3- Categorie di sottosuolo ai sensi del D.M. 14.01.2008

Analogamente al sottosuolo si definiscono le categorie topografiche, così come definito nella Tab. 3.2.IV – *Categorie topografiche*, del D.M. 14.01.2008:

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

- 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 $i > 30^\circ$

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo di fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Si fa quindi riferimento alla classe d'uso (Tab. 2): classe nella quale sono suddivise le opere, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso: l'opera in progetto appartiene alla Classe d'uso IV. Tale scelta è da ricondursi a quanto previsto dal decreto del Capo del Dipartimento di Protezione Civile n. 3685 del 21.10.2003 all'Allegato 1, Elenco A *"Categorie di edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza statale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile"*, punto 2.3 *"Strutture connesse con ...la produzione, il trasporto e la distribuzione di energia elettrica.."*

2.4.2 CLASSI D'USO

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.

Tab . 4 – Classi d'uso delle costruzioni ai sensi del D.M. 14.01.2008

Per il calcolo dei valori sopra citati sono stati considerati i seguenti parametri in base al tipo di opera in progetto: Vita nominale dell'opera V_N : intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Dopo aver definito la Vita Nominale e la Classe d'uso e possibile, quindi, calcolare il periodo di riferimento per l'azione sismica V_R come:

$$V_R = V_N * C_U = 100 * 2,0 = 200 \text{ anni}$$

2.4.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

2.4.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.4.1)$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Tab. 5 – Vita nominale e periodo di riferimento per le costruzioni
ai sensi del D.M. 14.01.2008

La definizione dei parametri sismici e dei coefficienti sismici di seguito riportata è stata eseguita mediante l'uso del software Geostru PS Parametri sismici v.1.4.

Parametri sismicideterminati con GeoStru PS <http://www.geostru.com/geoapp>

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 45,236341 [°]

longitudine: 8,011665 [°]

Classe d'uso: 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.

Vita nominale: 100 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	12909	45,257630	7,952899	5173,9
Sito 2	12910	45,260860	8,023673	2883,9
Sito 3	13132	45,210970	8,028272	3106,5
Sito 4	13131	45,207740	7,957489	5302,7

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 200 anni

Coefficiente cu: 2

	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	120	0,028	2,639	0,216
Danno (SLD)	63	201	0,032	2,642	0,237
Salvaguardi a della vita (SLV)	10	1898	0,054	2,706	0,291
Prevenzion e dal collasso (SLC)	5	2475	0,057	2,721	0,294

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,490	1,000	0,007	0,003	0,327	0,200
SLD	1,200	1,470	1,000	0,008	0,004	0,381	0,200
SLV	1,200	1,410	1,000	0,013	0,006	0,632	0,200
SLC	1,200	1,400	1,000	0,014	0,007	0,667	0,200