

COMUNE DI ZOGNO

PROVINCIA DI BERGAMO



STABILIMENTO DI RUSPINO  
NUOVA AREA DI DEPOSITO IN LOCALITA' AL DERO'  
PROVVEDIMENTO AUTORIZZATIVO DELLO  
SPORTELLO UNICO PER LE ATTIVITA'  
PRODUTTIVE (S.U.A.P.)  
ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. 07/09/2010 n.160

Allegato

RELAZIONE  
IDROGEOLOGICA

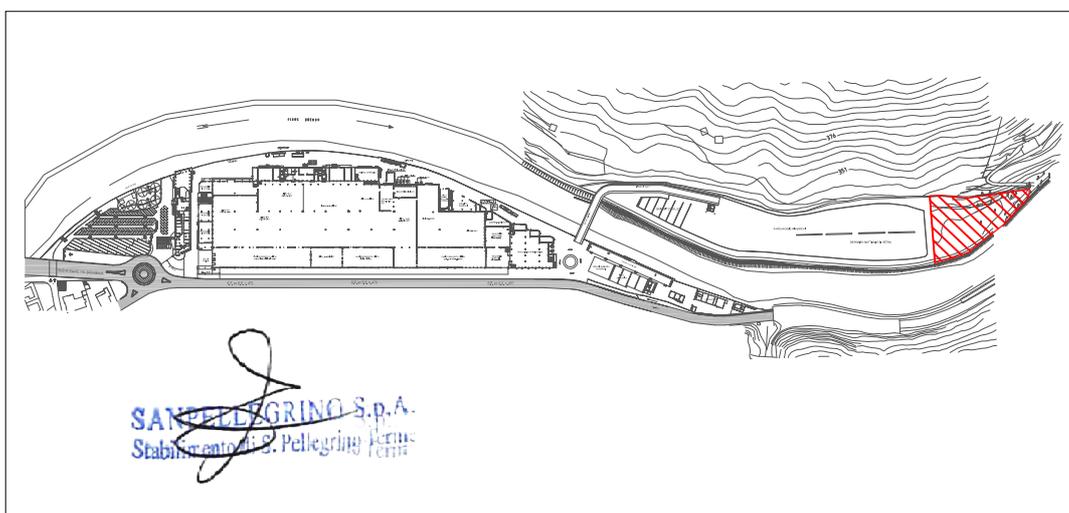
N°

B

u:\archivio\_globale\archivio\ing\_comerio\559\_sanpellegrino\_aldero'\_fase\_iii\559\_progetto\2015\_03\_31\_suap\ 00\_ tavole  
progetto\2015-suap-mascherine.dwg

data

31/03/2015



COMMITTENTE

**SANPELLEGRINO S.p.A.**

S.P. ex S.S. 470 - località Ruspino  
24016 SAN PELLEGRINO TERME (BG)

PROGETTISTA



Albo Ingegneri della Provincia di Bergamo - n. 1731



**TECNICO PROJECT srl**

Viale Kennedy, 21 - 24066 PEDRENGO (BG) - tel. 035/662067 - fax. 035/655316  
direzione@tecnico-project.com

Collaboratori:

dott. arch. LUCIA ZANETTI

Albo Architetti Pianificatori Paesaggisti e Conservatori della provincia di Bergamo - n. 1258

QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO E DATO IN CONSEGNA A TERZI SENZA ESPRESSA AUTORIZZAZIONE

Committente: **Sanpellegrino SpA**

**Stabilimento di Ruspino  
San Pellegrino Terme (BG)**

**PROVINCIA DI BERGAMO  
COMUNE DI ZOGNO**

**PROGETTO DI AMPLIAMENTO  
DI AREA DI DEPOSITO E PARCHEGGIO  
IN LOCALITA' ALDERO' - STABILIMENTO DI RUSPINO**

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA  
(DM 14.01.08)**

Relazione n.:	2931/15
Redatto da:	Dott. Geol. Mario Naldi (ordine Geologi del Piemonte N° 198)
Data:	Febbraio 2015
Revisione:	2



*Mario Naldi*

## SOMMARIO

1. INTRODUZIONE .....	1
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	1
3. LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO .....	2
4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	2
5. GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA .....	4
5.1. Assetto geologico .....	4
5.2. Assetto idrogeologico .....	5
5.3. Pericolosità geomorfologica e rischio idraulico .....	5
5.4. Indagini geognostiche .....	6
5.5. Modello stratigrafico locale .....	7
6. CLASSIFICAZIONE SISMICA .....	7
6.1. Zona sismica .....	7
6.2. Categoria del sottosuolo (amplificazione stratigrafica) .....	7
6.3. Parametri dell'azione sismica .....	10
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	11
7.1. Angolo di resistenza al taglio .....	11
7.2. Coesione .....	12
7.3. Portata laterale dei micropali .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
7.4. Modello geotecnico .....	12
8. CONCLUSIONI .....	13

## FIGURE

- Figura 1 Veduta da foto aerea del sito in esame
- Figura 2 Ubicazione dell'area di indagine su CTR
- Figura 3 Schema di intervento
- Figura 4 Estratto da Carta di Fattibilità PGT
- Figura 5 Assetto geomorfologico e idraulico (estratto del PAI)
- Figura 6 Sezioni di verifica idraulica
- Figura 7 Carta geologica
- Figura 8 Stratigrafia sondaggio S2

## 1. INTRODUZIONE

Su incarico di Sanpellegrino Spa è stato eseguito il presente studio geologico-tecnico finalizzato alla caratterizzazione geologica, idrogeologica e geotecnica dell'area di ampliamento di un parcheggio e deposito posto sulla sponda destra del Fiume Brembo, in territorio comunale di Zogno .

Lo studio geologico e geotecnico, svolto in conformità con le disposizioni del D.M. 14 gennaio 2008 ("Norme tecniche per le costruzioni" ) e sulla base delle Norme Tecniche del PGT di Zogno, ha previsto:

- La caratterizzazione geologica e idrogeologica del sito basata su analisi di dati bibliografici e cartografici esistenti;
- La caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione per il dimensionamento e la verifica delle opere strutturali previste (pavimentazione, argine, muro di sostegno di monte);
- La verifica di compatibilità tra l'intervento ed il livello di rischio esistente dal punto di vista idrogeomorfologico e idraulico.

I risultati dello studio sono di seguito riportati e commentati.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il riferimento normativo del presente studio è dato da:

- **DM 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"**
- EUROCODICE 7 – "Progettazione geotecnica"
- EUROCODICE 8 – "Progettazione antisismica"

Si è inoltre fatto riferimento alle indicazioni e prescrizioni delle Norme Tecniche del PGT del Comune di Zogno.

### **3. LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO**

L'area oggetto d'intervento si colloca sulla sponda destra del Fiume Brembo, su un'area pianeggiante (terrazzo morfologico) già occupata in gran parte da un piazzale adibito a parcheggio e deposito e di cui il progetto di ampliamento in esame rappresenta la prosecuzione verso Sud (si veda la foto aerea di Figura 1 e la corografia di Figura 2).

### **4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

Il progetto in esame (realizzato da Tecneco Project Srl) prevede l'ampliamento del piazzale adibito a deposito, realizzato a sud dell'attuale area di parcheggio-deposito.

L'intervento prevede la realizzazione di un piazzale asfaltato, in continuità con l'esistente (Figura 3), delimitato a Ovest da un vallo arginale di protezione da esondazioni del F. Brembo, e a Est da un muro di sostegno per la risagomatura del piede di versante (si veda Figura 3). Tali interventi perimetrali costituiscono il prolungamento di medesimi interventi realizzati in passato per l'attuale parcheggio.

### **5. VERIFICA FATTIBILITA' DA NORME TECNICHE PGT E PAI**

#### **5.1. VERIFICA FATTIBILITA' DA PGT**

Secondo quanto riportato nella Tavola 114° della Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del Comune di Zogno (di cui uno stralcio è riportato in Figura 4), l'area in esame ricade in un'area a modesto rischio idraulico (classe 2 I, Fattibilità con modeste limitazioni).

Come meglio descritto nelle Norme Tecniche allegate al PGT, le prescrizioni sono di seguito riportate:

#### ***Classe 2 I - Fattibilità con modeste limitazioni***

Sono consentiti solo interventi edificatori con un basso indice di utilizzazione del suolo.

Non possono essere autorizzati interventi che prevedano la costruzione di edifici destinati a contenere al loro interno elevate concentrazioni di persone (scuole, alberghi, ristoranti, grandi immobili residenziali, centri commerciali, etc), fino a quando il Comune al fine di integrare il livello di sicurezza alla popolazione, non si sia dotato di un Piano di emergenza che comprenda anche tale area, ai sensi della Legge 24 febbraio 1992, n. 225 (art. 31 delle NTA del PAI).

Tale riduzione del rischio rispetto alla valutazione del PAI (che colloca il sito in area C, come descritto nel paragrafo successivo) deriva dagli interventi di regimazione e protezione arginale del Fiume Brembo

## **5.2. VERIFICA VINCOLI PAI**

Il P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico), come indicato nello stralcio di Figura 5, colloca l'area in esame in fascia fluviale "C" (aree esondabili per piene catastrofiche con tempi di ritorno maggiori di 200 anni), per i quali valgono le seguenti limitazioni d'uso e prescrizioni (tratto da: "Autorità di bacino del Fiume Po - Relazione generale del secondo Piano stralcio delle fasce fluviali"):

**In considerazione dello stato di rischio idraulico presente e delle finalità del Piano per ognuna delle fasce delimitate, la inibizione delle attività edilizie è graduata in modo decrescente dalla Fascia A alla C con i seguenti contenuti:**

- 1. nella fascia di deflusso della piena (Fascia A), in quanto porzione di alveo atta ad assicurare il deflusso della piena, assecondare la naturale tendenza evolutiva del corso d'acqua e il recupero delle componenti naturali dell'alveo stesso, sono esclusivamente consentiti interventi di manutenzione degli edifici esistenti;**
- 2. nella fascia di esondazione (Fascia B), in quanto porzione di alveo atta a laminare la piena di riferimento e in coerenza con la minore severità delle condizioni piena che si manifestano, sono consentiti interventi di ristrutturazione e ampliamento delle attività produttive agricole;**
- 3. nell'area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), in quanto territorio interessato da eventi di portata eccezionale, con ricorrenza statistica meno elevata, compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti. E' inoltre previsto, per i territori in Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" nelle tavole grafiche, cioè territori interessati da nuove opere di difesa, che il Comune competente, nelle more della realizzazione delle opere stesse, applichi le restrizioni alla edificazione previste per la Fascia B.**

Per quanto attiene al rischio esondazione si è provveduto a verificare il tirante idraulico in corrispondenza dell'area in esame a seguito di piene catastrofiche con  $Tr > 200$  anni. Tale dato deriva da uno studio realizzato dall'AdBPo, il quale ha sottoposto a verifica alcune sezioni del Brembo, come indicato in Figura 5.

Per il caso in esame la sezione più significativa è la N° 76\_01 (Figura 6).

Si osserva come la quota massima per piena catastrofica ( $Tr = 500$  anni, non prevista dal PAI) corrisponde ad una portata di circa 1500 mc/s e può raggiungere un tirante idraulico di 332.42 m.

Per escludere i rischi di allagamento del piazzale il progetto di ampliamento in esame prevede, in continuità con l'esistente, un'opera di difesa arginale di altezza pari a circa 3 m rispetto a quota piazzale 331.3 m (si veda la sezione di Figura 3), con un'altezza di colmo arginale pari a circa 334.3 m. Tale quota è sufficiente a contenere il massimo livello di piena catastrofica relativo ( $Tr = 500$  anni, 332.42 m).

Sulla base di quanto espresso nel precedente paragrafo, il PGT del Comune di Zogno ha declassato l'area in esame da 3ldr (classe di fattibilità del precedente PRGC) a classe 2 I.

## 6. GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA

### 6.1. Assetto geologico

L'assetto geologico dell'area in esame è illustrato nello schema planimetrico geologico di Figura 7 (da rilevamento geologico a scala 1:10000).

In sintesi, da quanto riportato in Figura 7 ed in accordo alla sezione geologica E-W trasversale all'asse vallivo e illustrata in Figura 8, si evince quanto segue:

- i versanti vallivi sono costituiti, nella parte medio-alta, da affioramenti dolomitici (Dolomia Principale, Norico), con bancate metriche di dolomia massiva. Tali rilievi sono caratterizzati da pareti strapiombanti, con drenaggio superficiale scarso e concentrato in valli fortemente incise a prevalente drenaggio sotterraneo (infiltrazione rapida e canalizzata). Il basamento dolomitico è posto in contatto tettonico con la Formazione delle Argilliti di Riva di Solto (Retico) per mezzo due lineamenti tettonici principali: uno orientato circa nord-sud (linea trascorrente distensiva) ed il secondo circa orientato est-ovest (sovrascorrimento). Quest'ultima linea coincide con il lato sud dello stabilimento di Ruspino e determina, per intersezione con la faglia precedente, un cuneo tettonico di argilliti posto all'interno della formazione dolomitica. Le argilliti sono in gran parte mascherate da depositi di copertura (a seguito della loro elevata alterabilità e erodibilità).
- la parte inferiore dei versanti è caratterizzata da: a) terreni di origine glaciale e/o fluvioglaciale, costituiti da depositi morenici eterogenei (generalmente ghiaie e sabbie in matrice limosa) completamente rielaborati da fenomeni eluvio-colluviali recenti; b) depositi antichi di

paleofrana (ormai stabilizzati). Il versante sinistro (ove affiorano le argilliti di Riva di Solto) è stato interessato in passato da fenomeni franosi che hanno rimobilizzato gli originari depositi fluvio-glaciali e glaciali; c) depositi alluvionali antichi terrazzati.

- la parte di fondovalle è costituita dai depositi alluvionali recenti del F. Brembo. Tali depositi (ghiaie e sabbie con trovanti anche metrici di prevalente dolomia) mascherano la presenza di un cospicuo orizzonte di argille e limi con clasti e ciottoli di origine lacustre (non affiorante e rinvenuto grazie ai sondaggi e pozzi perforati nella zona, come più avanti descritto). Tali depositi sono collegati ad un fenomeno di sbarramento del Fiume Brembo ad opera di antichi movimenti franosi (di cui i depositi di paleo frana costituiscono un relitto rimodellato dall'attività del Brembo), che hanno determinato la formazione di un bacino lacustre.

### **6.2. Assetto idrogeologico**

Per l'opera in progetto assume rilevanza solo l'acquifero superficiale di tipo poroso, costituito dai depositi alluvionali recenti del F. Brembo. Le caratteristiche principali sono di seguito descritte:

- acquifero si subalveo del F. Brembo, confinato lateralmente dai versanti in roccia e alla base da depositi fluvio-lacustri limoso-argillosi (Ruspino) o dallo stesso basamento lapideo;
- larghezza compresa tra 300 e 400 m;
- potenza dell'acquifero compreso tra 10 e 25 m;
- ricarica principale ad opera del F. Brembo;
- ricarica parziale dalle incisioni vallive laterali e, in particolare, dall'accumulo di frana;
- flusso idraulico da Nord verso Sud.

Per ciò che concerne il gradiente idraulico, misure piezometriche in periodi differenti effettuate nei pozzi industriali di Ruspino hanno evidenziato un valore costante pari a 0.55%, confrontabile con la pendenza media del F. Brembo. Il flusso, come già detto, va da Nord a Sud.

L'escursione di falda è strettamente legata alle escursioni di livello del Brembo. In generale, nei pozzi dello stabilimento di Ruspino il livello freatico è compreso circa tra -4.5 e -5.5 m dal piano piazzale (334 m s.l.m.).

### **6.3. Pericolosità geomorfologica e rischio idraulico**

L'area in esame risulta pianeggiante e priva di morfostrutture tali da rendere possibili processi geodinamici e dissesti franosi.

I dissesti principali, in particolare per quanto riguarda il Fiume Brembo, per cui sono previste le fasce fluviali secondo le NTA del P.A.I.

L'area in esame ricade all'interno della fascia C del F. Brembo (si veda l'estratto del P.A.I. in Figura 5). La Fascia C è costituita dalla porzione di territorio esterna alla fascia B e può essere interessata da inondazioni al verificarsi di eventi di piena più gravosi ( $T_t = 500$  anni e/o massima piena storica); Il rischio è ridotto e mitigato dalla realizzazione di una protezione arginale..

Per quanto riguarda l'interferenza con il T. Sotto Ripa (Figura 2), si rileva quanto segue:

1. il T. Sotto Ripa è un corso d'acqua con portata limitata agli eventi meteorici (come da verifiche effettuate dallo scrivente in più occasioni in vari periodi stagionali). Si tratta, in realtà, di un rio a carattere stagionale privo di bacino di alimentazione
2. come indicato in Figura 6 (carta geologica dell'area in esame, descritta nel seguito), l'alveo del T. Sotto Ripa è inciso nel substrato lapideo (Argilliti di Riva di Solto, Norico sup. – Retico) e borda il corpo di paleofrana su cui poggia l'abitato di Sotto Ripa. In relazione a all'elevato gradiente idraulico legato alla pendenza del versante, tende a incidere l'alveo (posto a fianco del corpo di paleofrana) e a non divagare. Per la scarsa portata (funzione della mancanza di bacino di alimentazione) non determina formazione di deposito alluvionale (conoide) e sfocia direttamente nel Brembo
3. per quanto detto nel punto 2., l'eventuale disalveo del T. Sotto Ripa può avvenire solo nella parte basale, nell'area subpianeggiante di confluenza con il Brembo.

In relazione al progetto in esame, non si rilevano interferenze con il regime idraulico del T. Sotto Ripa, per i seguenti motivi:

1. l'area in progetto è posta più a Nord del T. Sottoripa
2. l'opera arginale in progetto borda solo l'area in esame e non interferisce con il T. Sottoripa

Per quanto sopra scritto, si ritiene che

1. l'opera in esame non interferisca con il regime idraulico del T. Sottoripa
2. non siano necessarie opere di regimazione idraulica del T. Sottoripa in relazione alla realizzazione del progetto in esame.

#### **6.4. Indagini geognostiche**

Ai fini della caratterizzazione geotecnica e litostratigrafica del terreno in oggetto, è possibile fare riferimento ai risultati di un sondaggio eseguito nell'area occupata dal piazzale esistente (di cui il progetto in esame ne rappresenta l'ampliamento).

In particolare, ci si riferisce al sondaggio geognostico S2 eseguito in corrispondenza delle spalla destra del ponte di attraversamento Brembo, con esecuzione in corso di avanzamento di prove penetrometriche SPT (Figura 8). Dal punto di vista stratigrafico si possono distinguere le seguenti unità litologiche:

- da 0 a 1.5 m, terreni di riporto/coltre detritica
- da 1.5 m a circa 11 m, ghiaie e sabbie con ciottoli e trovanti di dimensioni decimetriche. Si tratta di prevalenti depositi alluvionali ad elevata energia deposizionale (scheletro grossolano con scarsa matrice fine), tipico del regime pseudo-torrentizio del Brembo.
- da circa 11 m a circa 20 m m si è rilevata un'alternanza di argilla/limo con ciottoli di dolomia. Si tratta dei depositi fluvio-lacustri di sbarramento fluviale con alimentazione dal versante di ciottoli e trovanti. Nei livelli più francamente argilloso/limosi si rileva comunque la presenza di ciottoli e ghiaia, in quantità stimabile pari al 20-30%. I depositi argillosi sono molto compatti e addensati, come dimostrato dalle prove SPT.

#### **6.5. Modello stratigrafico locale**

I risultati delle indagini geognostiche sono stati utilizzati per definire il modello geologico di riferimento presso l'area di intervento.

Con riferimento al quadro geologico generale riportato in Paragrafo 6.1 ed alle evidenze riportate dalle indagini pregresse (§6.4), la ricostruzione dell'assetto geologico locale evidenzia una sequenza stratigrafica caratterizzata da:

- un orizzonte ghiaioso-sabbioso con ciottoli e trovanti, relativo ai depositi alluvionali recenti del Brembo, sovrastato da uno strato alterato e/o di riporto con potenza compresa tra 1 e 3 metri. Il livello di base dell'orizzonte alluvionali si colloca a circa 11 m di profondità dal piano su cui sorge lo stabilimento;
- un orizzonte a matrice da limoso-sabbiosa a argilloso-limosa con clasti e ciottoli lapidei (talora trovanti), correlabile a depositi fluvio-lacustri. Lo spessore è variabile, ma arriva (nella zona in esame) fino ad almeno 20 m di profondità dalla quota piazzale.

## **7. CLASSIFICAZIONE SISMICA**

### **7.1. Zona sismica**

Alla luce del DM 14/01/2008 e della nuova zonizzazione sismica della Regione Lombardia, il Comune di Zogno rientra in **Zona sismica n.4**.

### **7.2. Categoria del sottosuolo (amplificazione stratigrafica)**

Il DM 14-01-2008 individua come parametro di riferimento per la classificazione sismica dei suoli la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna ( $V_{s30}$ ) e viene calcolato con la seguente formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

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

Nella Tabella 1 si presenta la classificazione sismica in base al valore di  $V_{s,30}$  prevista dal suddetto Decreto Ministeriale.

Per il caso in esame, si dispone di prove sismiche tipo MASW eseguite per lo stabilimento di Ruspino nel 2008. La velocità media ricavata è pari a 540 m/s e ricade nell'intervallo tra 360 e 800 m/s. Pertanto il sottosuolo in esame può essere ascritto alla **CATEGORIA B**:

*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

Dal punto di vista dell'amplificazione stratigrafica, siccome la pendenza media locale dei versanti non supera i 15°, il sito in oggetto ricade in **CATEGORIA TOPOGRAFICA T1** (Tab. 3.2.IV DM 14.01.08).

**Tabella 1 - Classificazione sismica dei suoli (DM 14.01.08)**

<b>Suolo</b>	<b>Descrizione geotecnica</b>	<b>V<sub>s30</sub>(m/s)</b>
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V <sub>s30</sub> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	>800
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V <sub>s30</sub> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT <sub>30</sub> > 50 nei terreni a grana grossa e cu <sub>30</sub> > 250 kPa nei terreni a grana fina).	360÷800
<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V <sub>s30</sub> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT <sub>30</sub> < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu <sub>30</sub> < 250 kPa nei terreni a grana fina).	180÷360
<b>D</b>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V <sub>s30</sub> inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT <sub>30</sub> < 15 nei terreni a grana grossa e cu <sub>30</sub> < 70 kPa nei terreni a grana fina).	<180
<b>E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con V <sub>s</sub> > 800 m/s).	-
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V <sub>s30</sub> inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu <sub>30</sub> < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	<100
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	-

### 7.3. Parametri dell'azione sismica

Date le caratteristiche dell'opera (opera ordinaria, classe d'uso 2) e la sua posizione geografica, si possono fornire i seguenti parametri del moto sismico, ricavabili dall'Allegato B delle Norme Tecniche per le Costruzioni:

Progetto sito in località Zogno

Vita nominale dell'opera VN = 50 anni

Coefficiente d'uso CU = 1.0 (classe d'uso 2)

Periodo di riferimento VR = CU\*VN= 50.0 anni

Coeff. di smorzamento viscoso = 5.0

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (PR=10%): Tr=475 anni

ag 0.080 [g/10]

Fo 2.525

TC\* 0.280

STATO LIMITE DI DANNO (PR=63%): Tr= 50 anni

ag 0.033 [g/10]

Fo 2.526

TC\* 0.207

Date le caratteristiche del terreno di fondazione, si hanno i seguenti parametri di amplificazione sismica locale:

Categoria del suolo di fondazione = B

Coeff. di amplificazione stratigrafica Ss = 1.200

Coeff. di amplificazione topografica ST = 1.000

S = ST\*Ss = 1.200

## 8. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si fornisce, di seguito, una stima delle caratteristiche geotecniche del terreno interessato dagli interventi di sottofondazione previsti in progetto.

La stima dei parametri geotecnici è effettuata in accordo al DM 14-01-2008, pertanto per tali parametri sarà fornito il valore caratteristico, su cui andranno applicati i relativi coefficienti di sicurezza in fase progettuale, come previsto dai Cap 6 e 7.11 della stessa norma.

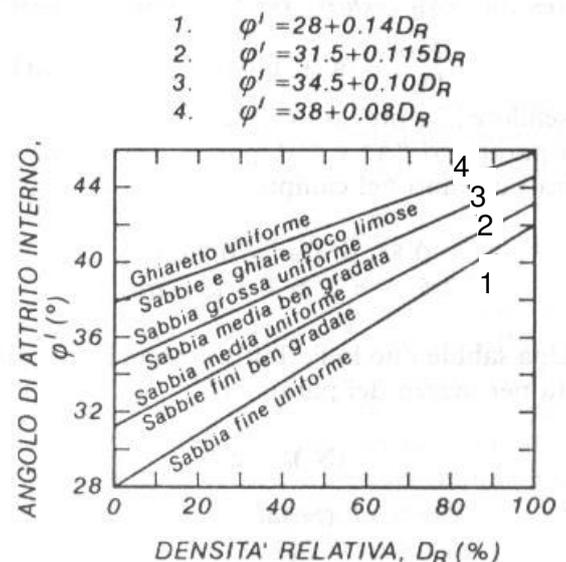
Trattandosi di terreni prevalentemente granulari (sabbie e ghiaie), si fornisce una stima del livello di addensamento, dei parametri di resistenza  $\varphi'_k$  e  $c'_k$ , in accordo al criterio di rottura di Mohr- Coulomb. Si fornisce inoltre una stima della portata laterale per i micropali, in accordo con il metodo di Bustamante-Doix.

Pur in assenza di prove geotecniche specifiche (dato che le prove SPT eseguite nei sondaggi nel primo strato di interesse hanno fornito perlopiù valori a rifiuto), la caratterizzazione geotecnica avviene per via di relazioni empiriche e tabellari.

### 8.1. Angolo di resistenza al taglio

Per l'angolo di resistenza al taglio si fa riferimento al diagramma di Schmertmann rappresentato a fianco. Per i depositi in oggetto si assumono i seguenti valori:

- o Terreno alterato e/o di riporto (da 0 a 1-3 metri di prof.): curva 1,  $N_{spt} \approx 8-13$ ,  $D_r > 30\%$   $\rightarrow \varphi'$  compreso tra  $28^\circ$  (stato critico) e  $32^\circ$  (valore di picco), per cui si può assumere un angolo di resistenza al taglio operativo di  $30^\circ$
- o Terreno alluvionale addensato con ciottoli e trovanti (da 1-3 a 11 metri di prof.): curva 4, ,  $N_{spt} \approx 24-80$ ,  $D_r > 65\%$   $\rightarrow \varphi' = 38^\circ$  (stato critico)- $43^\circ$  (picco), per cui si può assumere un angolo di resistenza al taglio operativo di  $40^\circ$
- o Terreno fluvioglaciale con ciottoli e trovanti in matrice sabbioso-limoso-argillosa (da 11 a ca 20 metri di prof.), di cui non si hanno a disposizione valori di SPT. E' comunque noto che si tratta di



Correlazione empirica fra angolo di attrito e densità relativa – Schmertmann, 1978.

depositi caratterizzati da un'elevata compattezza, data la presenza dello scheletro litico costituito da ciottoli e trovanti. Per tali depositi si può considerare un valore di resistenza al taglio operativo compreso tra 32° e 34° (valori cautelativi generalmente impiegati per terreni morenici)

### **8.2. Coesione**

I terreni alluvionali presentano una percentuale di matrice fine trascurabile. Per questo motivo si suggerisce di adottare un valore nullo di coesione.

Si ritiene sensato trascurare la coesione anche per gli strati limoso-sabbiosi sottostanti, caratterizzati dall'ingente presenza di trovanti e ciottoli, che ne limitano il comportamento coesivo.

### **8.3. Modello geotecnico**

Date le precedenti considerazioni, si può ipotizzare il seguente modello geotecnico:

- **da 0 a 1-3 metri di profondità**

**RIPORTO E TERRENO ALLUVIONALE POCO ADDENSATO**

livello di addensamento basso ( $D_r \geq 30\%$ )

$\gamma = 1.7$  t/mc;

$\phi'_{cv_k} = 28^\circ$  ("di stato critico" o "a volume costante");  $\phi'_{p_k} = 32^\circ$  ("di picco")

$c'_k = 0$  daN/cm<sup>2</sup>;

portata laterale micropali 50 kPa (IGU) – 130 kPa (IRS)

- **da 1/3 metri a 11 metri di profondità**

**DEPOSITI GHIAIOSI ADDENSATI CON CIOTTOLI E TROVANTI**

livello di addensamento medio-elevato ( $D_r \geq 65\%$ )

$\gamma = 1.8-1.9$  t/mc;

$\phi'_{cv_k} = 38^\circ$  ("di stato critico" o "a volume costante");  $\phi'_{p_k} = 43^\circ$  ("di picco")

$c'_k = 0$  daN/cm<sup>2</sup>;

portata laterale micropali 240 kPa (IGU) – 300 kPa (IRS)

- **da 11 metri a 20 metri circa di profondità**

**DEPOSITI GHIAIOSI ADDENSATI CON CIOTTOLI E TROVANTI**

livello di addensamento medio-elevato

$\gamma = 1.8-1.9$  t/mc;

$\phi'_{cv_k} = 32^\circ$  ("di stato critico" o "a volume costante");  $\phi'_{p_k} = 34^\circ$  ("di picco")

$c'_k = 0$  daN/cm<sup>2</sup>;

## 9. CONCLUSIONI

Su incarico di Sanpellegrino SpA è stato eseguito il presente studio geologico-tecnico finalizzato alla caratterizzazione geologica, idrogeologica e geotecnica del terreno di fondazione e alla valutazione della compatibilità geomorfologica e idraulica riguardante un progetto di ampliamento di un parcheggio industriale, presso il territorio comunale di Zogno (BG).

I risultati possono così riassumersi:

- i depositi nell'area in esame sono costituiti da depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi poggianti su limi fortemente addensati;
- l'analisi dei dati cartografici, dell'assetto topografico e sulla base delle prescrizioni riguardanti la fascia fluviale C, l'intervento risulta compatibile con l'assetto idraulico del Fiume Brembo;
- la soggiacenza della falda superficiale si prevede compresa tra -4.5 e -5.5 m dal piano del piazzale che ospita lo stabilimento;
- la stratigrafia e le proprietà geotecniche dei depositi interessati sono riportati al §7.4.

Per tali motivi, l'intervento si ritiene fattibile dal punto di vista geologico, geomorfologico e geotecnico, nel rispetto delle limitazioni e delle prescrizioni illustrate nella presente relazione.

Relativamente all'interferenza con il regime idraulico del Fiume Brembo (adiacente il sito in esame e classificato nella fascia fluviale "C"), e con riferimento alle prescrizioni previste dalle Norme Tecniche PGT e della Carta per le Fattibilità del PGT si è evdienza che:

- il sito oggetto di intervento occupa una zona sub pianeggiante
- il progetto in esame riguarda l'ampliamento di un parcheggio e deposito temporaneo esistente e non prevede fabbricati, piani interrati o piani cantinati
- le strutture in progetto non costituiscono ostacolo al deflusso e non modificano il regime idraulico
- tutta l'area in progetto sarà delimitata da una struttura arginale in continuità con quella esistente avente il duplice scopo di mitigare l'impatto visivo e di costituire una barriera di difesa idraulica per fenomeni alluvionali di carattere eccezionale (ovvero con  $Tr > 200$  anni)

Dott. Geol. Mario Naldi

Ordine Regionale Geologi del Piemonte n. 198



*Mario Naldi*

## **FIGURE**

# SAN PELLEGRINO S.p.A. – Stabilimento di Ruspino

## Ampliamento parcheggio - Ubicazione su foto aerea



Veduta da  
foto aerea  
del sito in  
esame

(Non in scala)

Fonte: Google Earth

**Piazzale esistente**

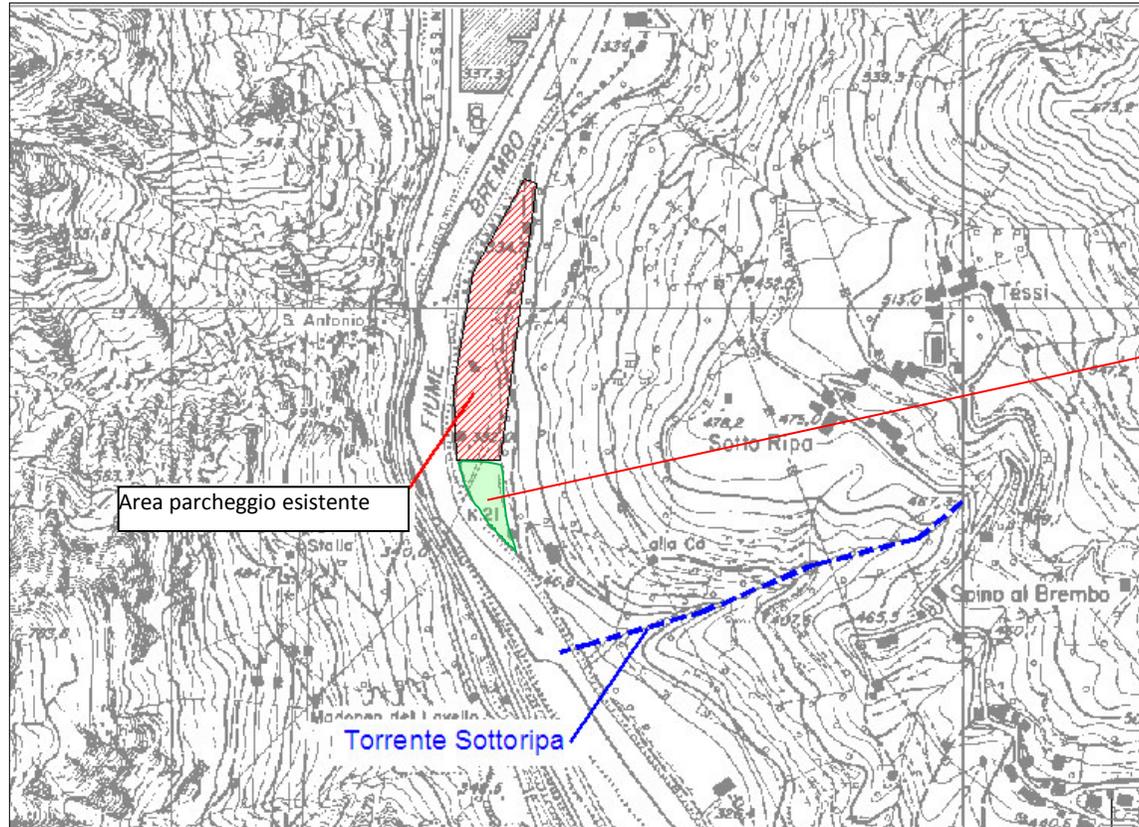
**Area in esame**

**STUDIO DI GEOLOGIA  
Dott. MARIO NALDI**

Committente:	SAN PELLEGRINO S.p.A.	
Progetto:	Relazione geologico-tecnica	
Sito:	Ampliamento piazzale	
Data:	2/2015	Figura:
Relazione:	2931/15	<b>1</b>

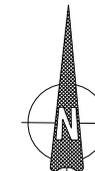
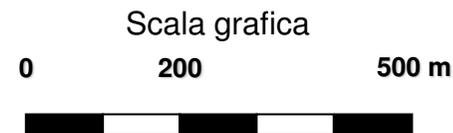
# SAN PELLEGRINO S.p.A. – Stabilimento di Ruspino

## Ampliamento parcheggio - Ubicazione su CTR



Area in esame

Stralcio della Carta Tecnica Regionale  
Fogli C4B4 e C4B5



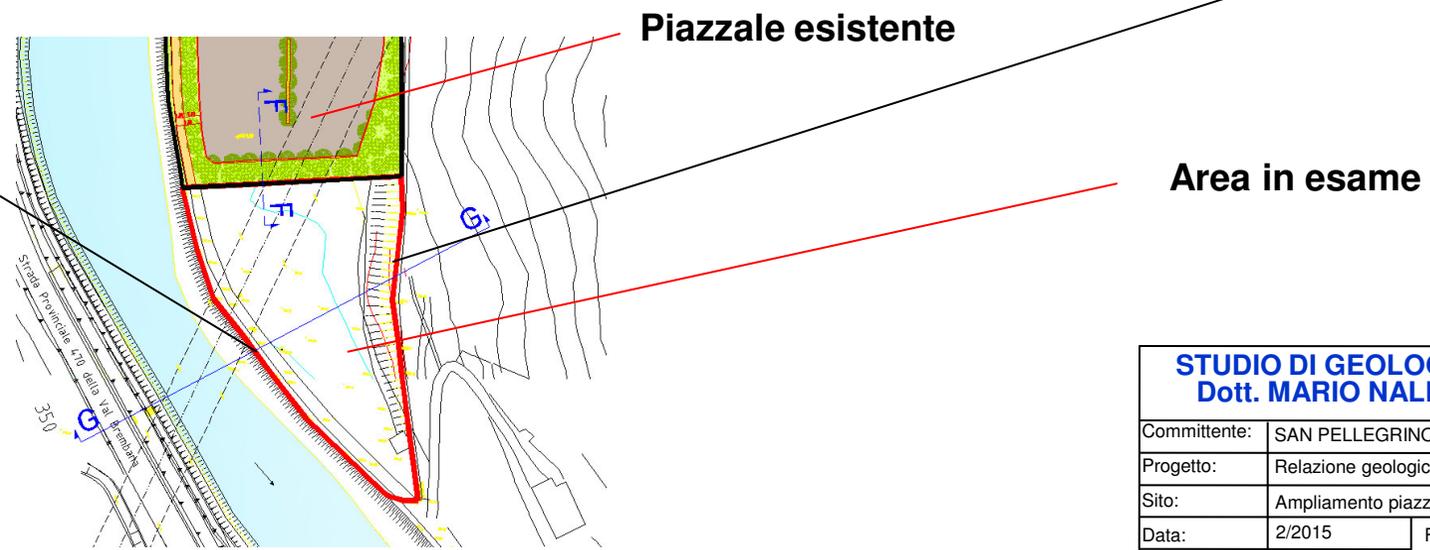
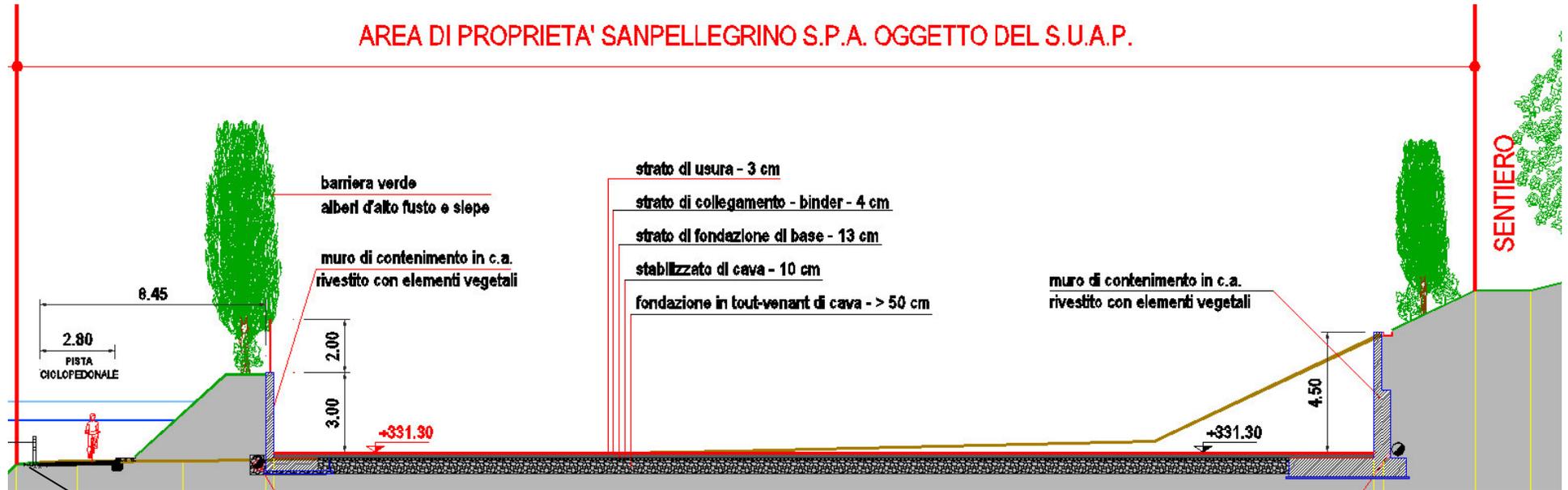
**STUDIO DI GEOLOGIA  
Dott. MARIO NALDI**

Committente:	SAN PELLEGRINO S.p.A.	
Progetto:	Relazione geologico-tecnica	
Sito:	Ampliamento piazzale	
Data:	2/2015	Figura:
Relazione:	2931/15	<b>2</b>

# SAN PELLEGRINO S.p.A. – Stabilimento di Ruspino

## Ampliamento parcheggio – Planimetria opere in progetto

AREA DI PROPRIETA' SANPELLEGRINO S.P.A. OGGETTO DEL S.U.A.P.



<b>STUDIO DI GEOLOGIA Dott. MARIO NALDI</b>		
Committente:	SAN PELLEGRINO S.p.A.	
Progetto:	Relazione geologico-tecnica	
Sito:	Ampliamento piazzale	
Data:	2/2015	Figura:
Relazione:	2931/15	<b>3</b>

# SAN PELLEGRINO S.p.A. – Stabilimento di Ruspino

## Ampliamento parcheggio – Carta Fattibilità geologica PGT

 Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

### AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITA' DEL VERSANTE - "V"

-  Classe 4a V - Fattibilità con gravi limitazioni
-  Classe 4b V - Fattibilità con gravi limitazioni
-  Classe 4c V - Fattibilità con gravi limitazioni
-  Classe 3a V - Fattibilità con consistenti limitazioni
-  Classe 3b V - Fattibilità con consistenti limitazioni
-  Classe 3c V - Fattibilità con consistenti limitazioni
-  Classe 3d V - Fattibilità con consistenti limitazioni
-  Classe 3e V - Fattibilità con consistenti limitazioni
-  Classe 2 V - Fattibilità con modeste limitazioni

### AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO - "Idr"

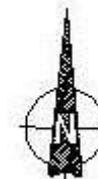
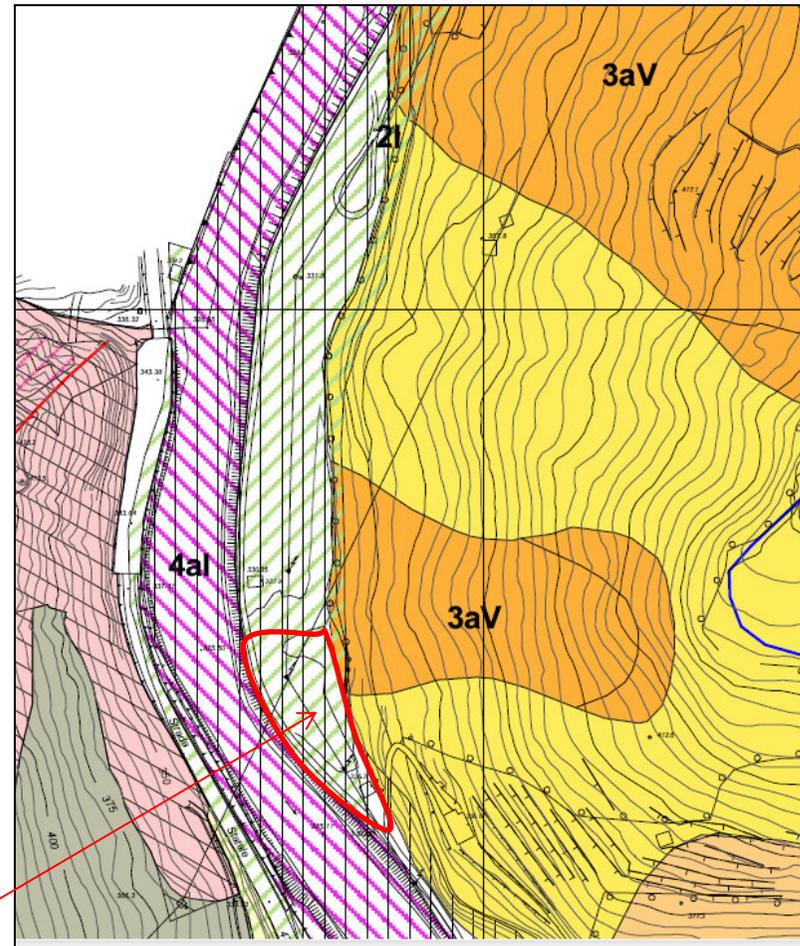
 Classe 2 Idr - Fattibilità con modeste limitazioni

### AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE - "G"

 Classe 3 G - Fattibilità con consistenti limitazioni

### AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO - "I"

-  Classe 4a I - Fattibilità con gravi limitazioni
-  Classe 4b I - Fattibilità con gravi limitazioni
-  Classe 3a I - Fattibilità con consistenti limitazioni
-  Classe 3b I - Fattibilità con consistenti limitazioni
-  Classe 2 I - Fattibilità con modeste limitazioni



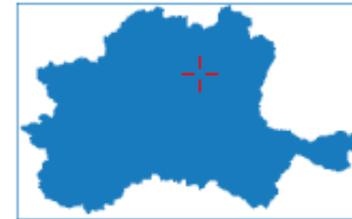
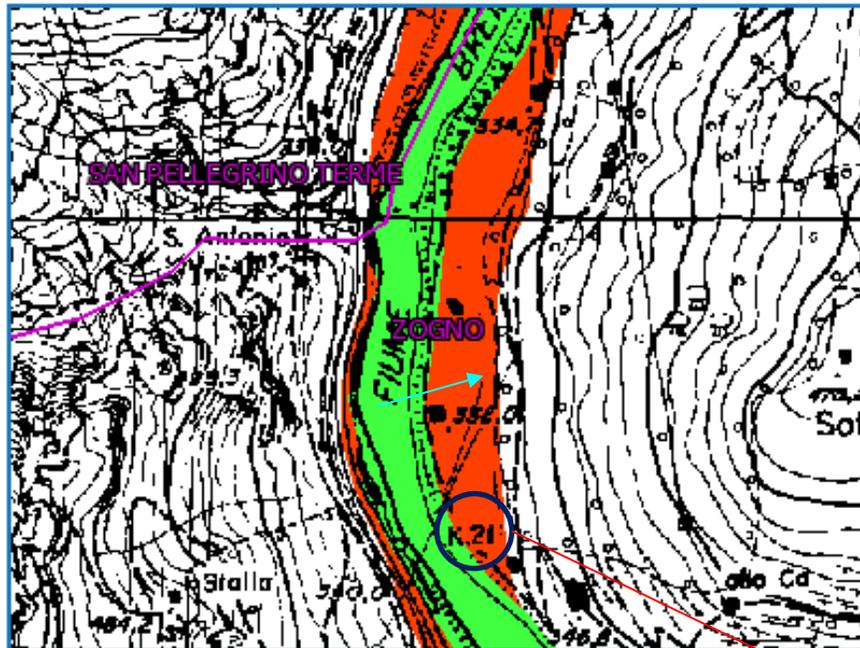
**STUDIO DI GEOLOGIA  
Dott. MARIO NALDI**

Committente:	SAN PELLEGRINO S.p.A.	
Progetto:	Relazione geologico-tecnica	
Sito:	Ampliamento piazzale	
Data:	2/2015	Figura:
Relazione:	2931/15	<b>4</b>



Autorità di bacino del fiume Po

Bacino di rilievo nazionale



- Limite del bacino del Po
- Comuni
- Fascia C
- Fascia A

## Estratto del PAI

(scala grafica)

Fonte: [www.adbpo.it](http://www.adbpo.it)



0 0.07 0.14 0.21 0.28 km

Area in esame

**STUDIO DI GEOLOGIA  
Dott. MARIO NALDI**

Committente:	SAN PELLEGRINO S.p.A.	
Progetto:	Relazione geologico-tecnica	
Sito:	Ampliamento piazzale	
Data:	2/2015	Figura:
Relazione:	2931/15	<b>5</b>

# SAN PELLEGRINO S.p.A. – Stabilimento di Ruspino

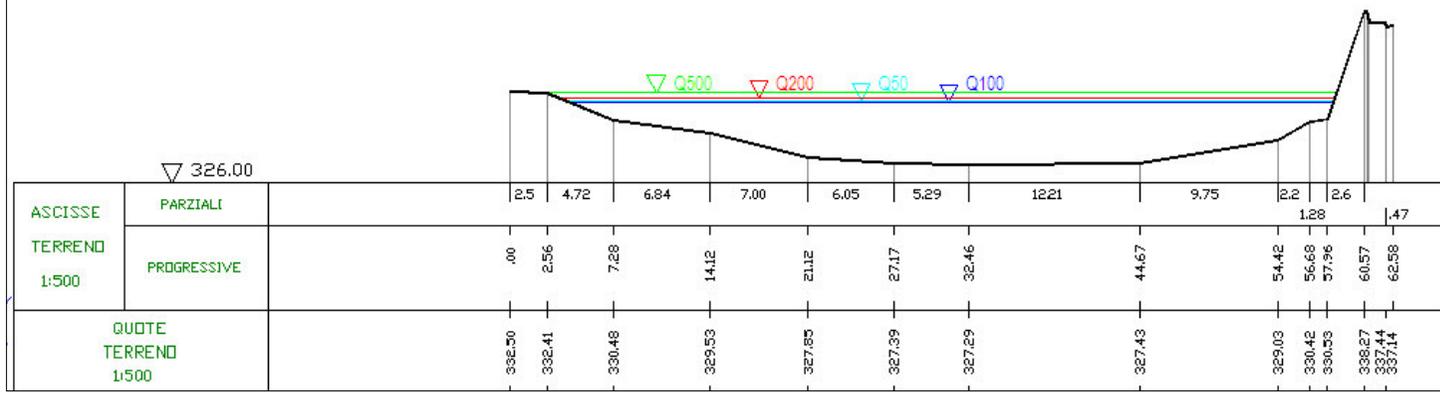
## Ampliamento parcheggio– Sezione di verifica idraulica



### SEZIONE 76\_1

QUOTE DEL PELO LIBERO STUDIO AdBPO :

- Q50 ( 960.10 mc/s) : 331.83 m
- Q100 (1118.00 mc/s) : 331.75 m
- Q200 (1286.19 mc/s) : 332.03 m
- Q500 (1543.55 mc/s) : 332.42 m



<b>STUDIO DI GEOLOGIA Dott. MARIO NALDI</b>		
Committente:	SAN PELLEGRINO S.p.A.	
Progetto:	Relazione geologico-tecnica	
Sito:	Ampliamento piazzale	
Data:	2/2015	Figura:
Relazione:	2931/15	<b>6</b>

# SAN PELLEGRINO S.p.A. – Stabilimento di Ruspino

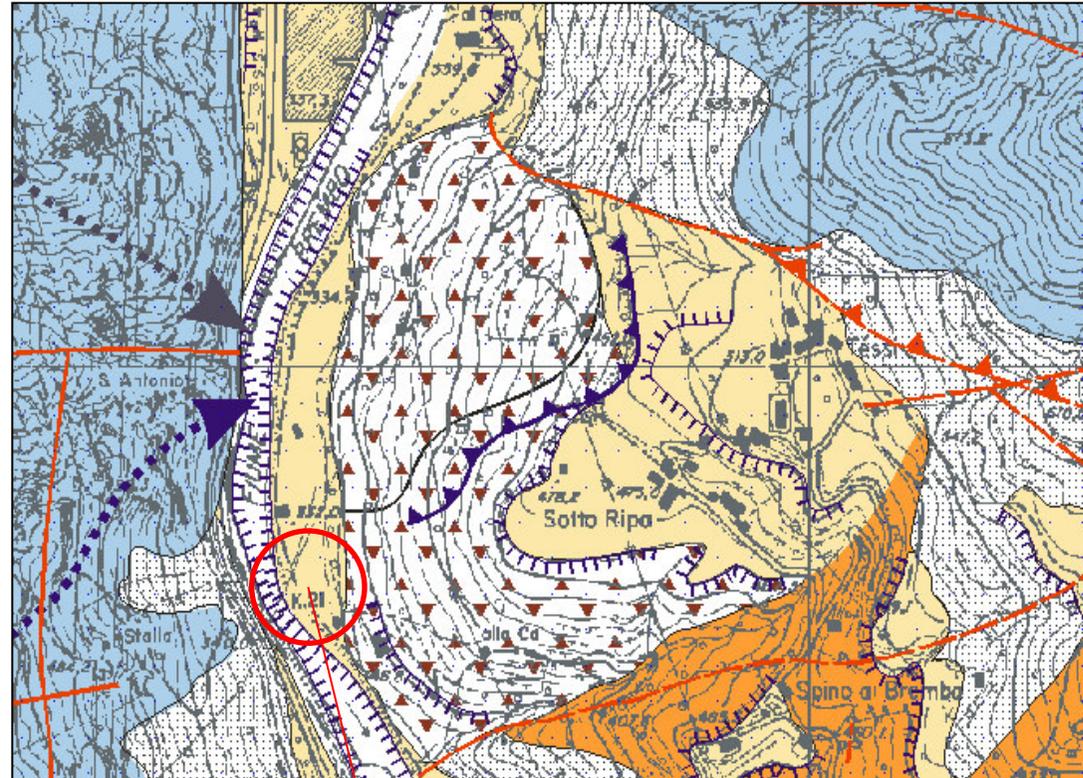
## Ampliamento parcheggio - Inquadramento geologico

### Litologia

QUATERNARIO		Depositi alluvionali recenti o attuali 1. Conoidi di deiezione
		Depositi alluvionali antichi terrazzati in vari ordini o indifferenziati (dal più antico al più recente $t_1 - t_5$ )
		Coltri eluvio-colluviali, detriti di falda e terreni di copertura indifferenziati
CRET. INF. GIU. SUP.		Rocce porfiriche filoniane, grigio verdi, affioranti in località Pracastello
CRET. RETICO GIU. SUP.		<b>Calcare di Zu</b> Calcare micritico stratificato
CRET. SUP.		<b>Formazione delle Argilliti di Riva di Solto</b> Calcare micritico e calcare marnoso stratificati (facies sup.). Argilliti e marne prevalenti alternate a calcare micritico (facies inf.)
CRET. SUP.		<b>Formazione del Calcare di Zorzino</b> Calcare micritico grigio-nerastro in strati regolari decimetrici
CRET. SUP.		<b>Formazione della Dolomia Principale</b> Breccie dolomitiche sommitali, dolomie massive, dolosiltiti e dolomie nere stratificate (membro inf.).

### Simboli

	Faglia certa o presunta
	Sovrascorrimento
	Giacitura della stratificazione (da fotointerpretazione)
	Orli di terrazzo, scarpata
	Orlo di frana
	Paleofrana (PF), frana in atto (F).
	Limite di bacino idrografico
	Limite di bacino idrografico endoreico
	Doline e inghiottitoi



Area in esame

Stralcio di carta geologica 1:10000  
(Non in scala)

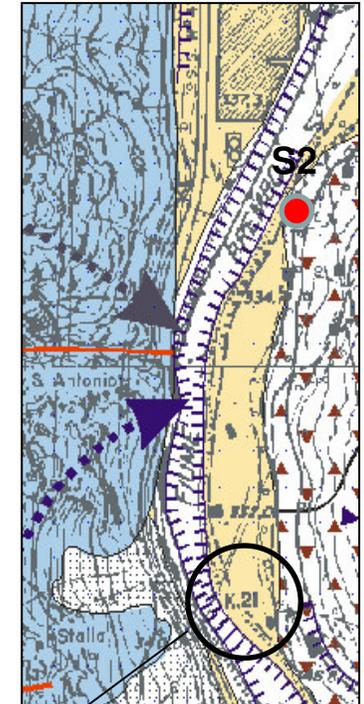
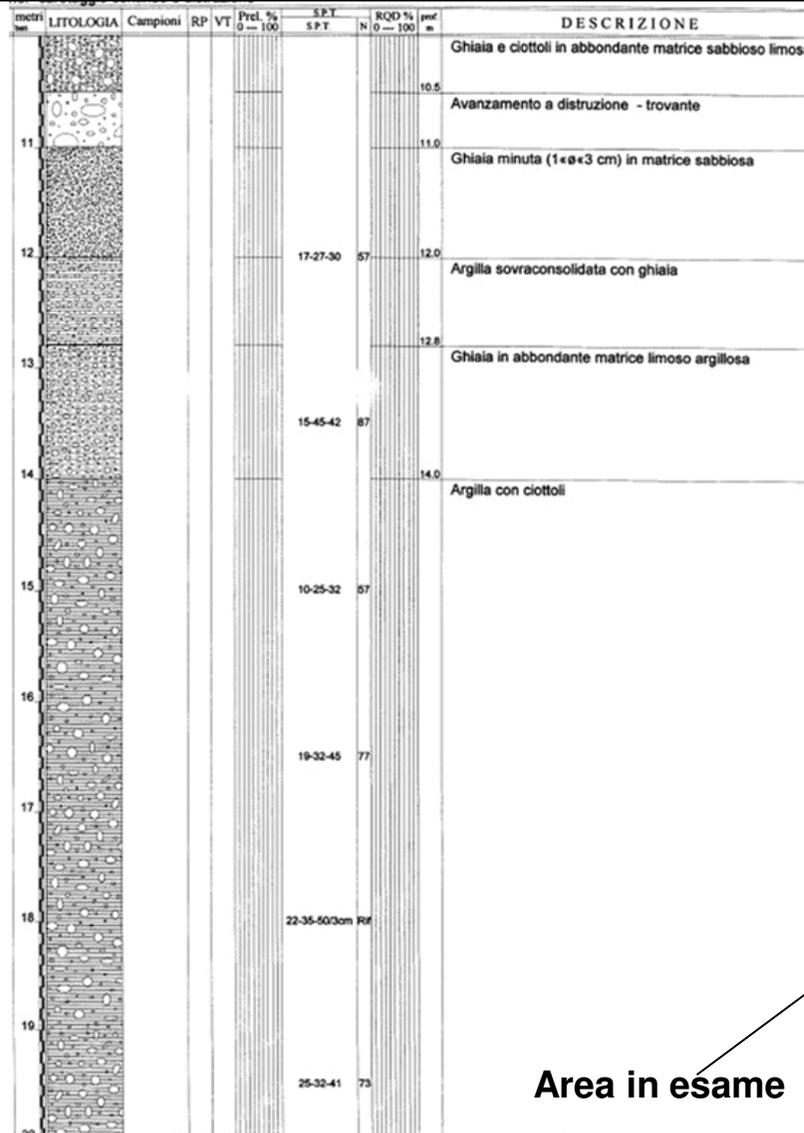
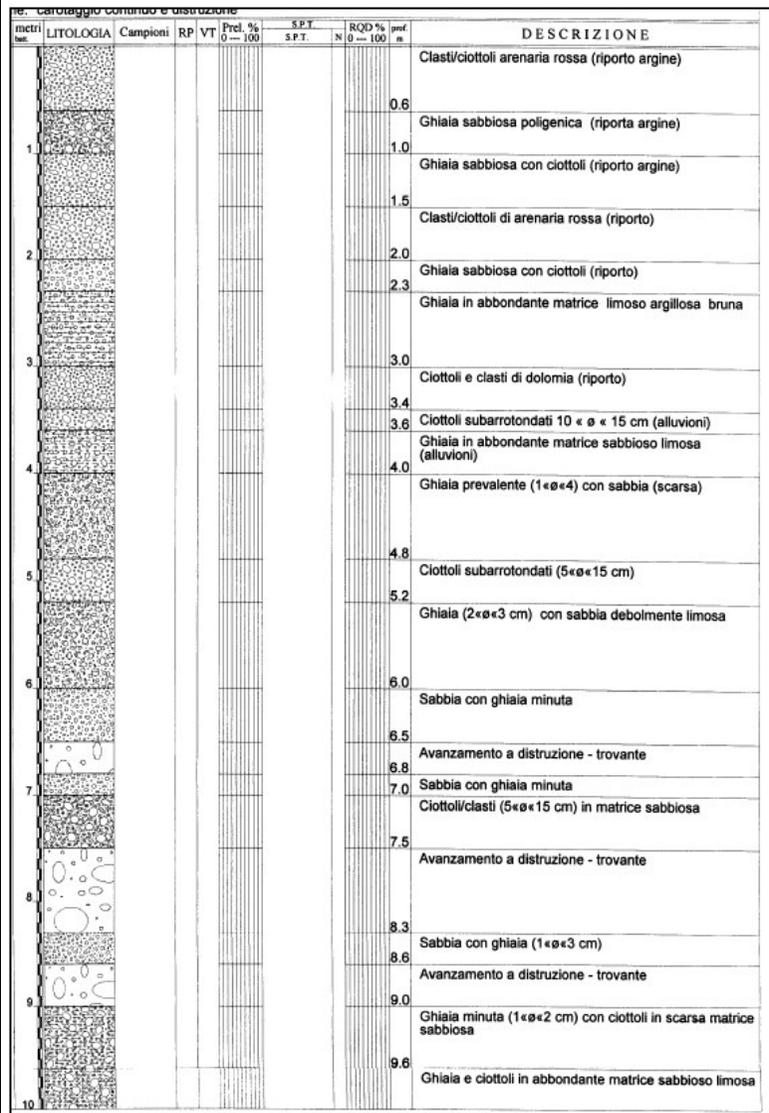


**STUDIO DI GEOLOGIA  
Dott. MARIO NALDI**

Committente:	SAN PELLEGRINO S.p.A.	
Progetto:	Relazione geologico-tecnica	
Sito:	Ampliamento piazzale	
Data:	2/2015	Figura:
Relazione:	2931/15	7

# SAN PELLEGRINO S.p.A. – Stabilimento di Ruspino

## Ampliamento parcheggio– Stratigrafia sondaggio S2



Area in esame

**STUDIO DI GEOLOGIA**  
**Dott. MARIO NALDI**

Committente:	SAN PELLEGRINO S.p.A.	
Progetto:	Relazione geologico-tecnica	
Sito:	Ampliamento piazzale	
Data:	2/2015	Figura:
Relazione:	2931/15	<b>8</b>