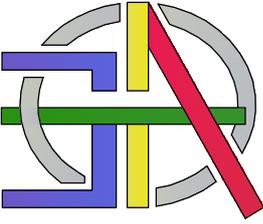


OGGETTO  
RIQUALIFICAZIONE AREA "LA KEYA"  
Riordino accessi e spazi di sosta

Progetto: ESECUTIVO  
"stralcio funzionale"



studio alliod  
57 rue du Martorey  
11029 VERRES (AO)  
tel. +039 01 25 344290  
fax. +039 0165 1820170  
cel. +039 347 2519163  
email. studio.alliod@gmail.com  
c.f. LLD ZEI 61A24 A326M  
p.iva 00553780073

ezio alliod

daniele daguin

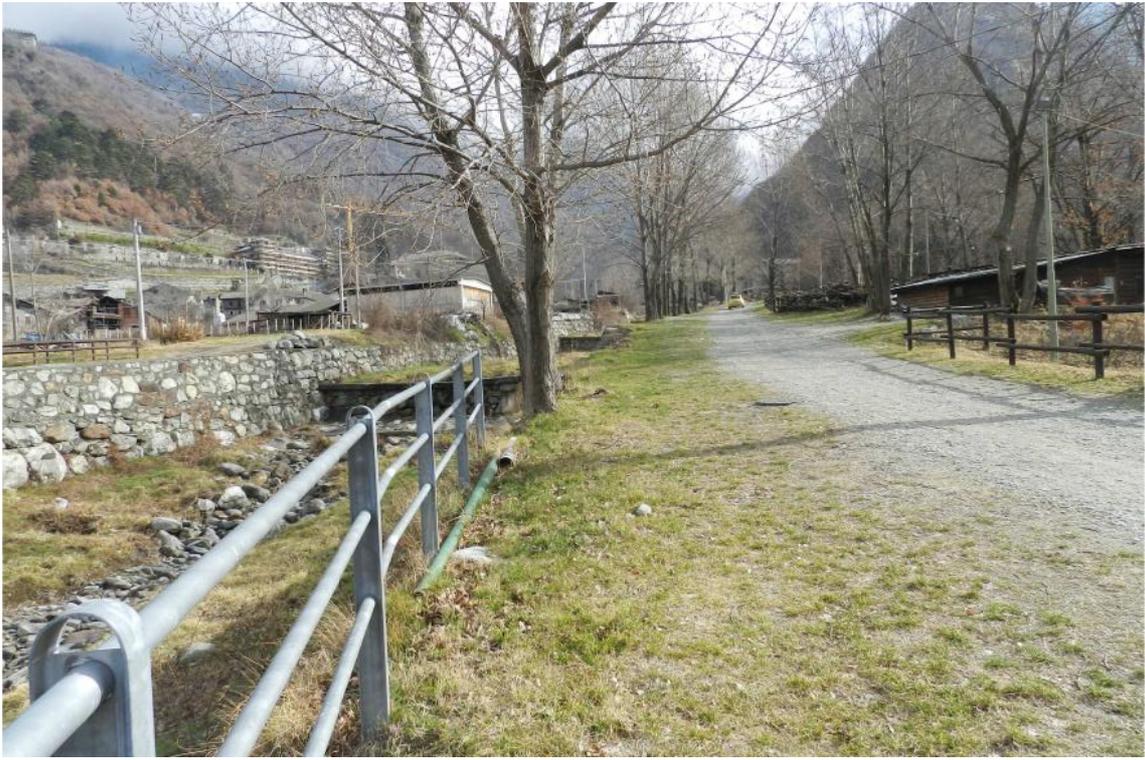
TAV. N° 1.1

OGGETTO  
Relazione generale

DATA  
Marzo 2016

AGGIORNAMENTO









**REGION AUTONOME DE LA VALLEE D'AOSTE  
REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA**

**COMMUNE DE ARNAD**

**COMUNE DI ARNAD**

*" Riqualificazione area La Keya "*  
**riordino accessi e spazi di sosta**

**RELAZIONE GENERALE**  
*PROGETTO ESECUTIVO*  
**STRALCIO FUNZIONALE**

**MARZO 2016**

## SOMMARIO

### In virtù delle disposizioni della L.R. 20 giugno 1996 e s.m.i. in materia di lavori pubblici

	<b>Premessa</b>	<b>Pag. 3</b>
1.1	<b>Esposizione del quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni richieste</b>	<b>Pag. 3</b>
1.2	<b>Verifica dell'elenco delle autorizzazioni necessarie ed acquisite ai fini dell'immediata eseguibilità dell'opera</b>	<b>Pag. 4</b>
1.3	<b>Verifica in ordine alla coerenza del progetto alle previsioni e prescrizioni degli strumenti urbanistico edilizi comunali vigenti o applicabili in regime di salvaguardia</b>	<b>Pag. 6</b>
1.4	<b>Verifica in ordine alla conformità del progetto alle normative tecniche applicabili e loro elencazione</b>	<b>Pag. 6</b>
1.5	<b>Descrizione delle scelte progettuali con particolare riferimento a:</b>	<b>Pag. 7</b>
1.5.1.	<b>Eventuali innovazioni progettuali, dirette al rispetto delle prescrizioni e delle autorizzazioni ai sensi di legge e descrizione motivata delle altre eventuali parziali variazioni rispetto al progetto preliminare</b>	<b>Pag. 7</b>
1.5.2.	<b>Eseguibilità dei lavori relativamente alle tecniche costruttive e in particolare alle misure necessarie per la tutela della sicurezza fisica e della salute dei lavoratori in cantiere</b>	<b>Pag. 7</b>
1.5.3.	<b>Modalità e tecnologie previste per l'esecuzione dei lavori in relazione ai vincoli eventualmente gravanti sull'area</b>	<b>Pag. 8</b>
1.5.4.	<b>per opere puntuali: alle caratteristiche strutturali architettoniche ed impiantistiche dell'opera</b>	<b>Pag. 8</b>
1.6	<b>Descrizione dell'inserimento dei lavori nel territorio con particolare riferimento per le soluzioni adottate relativamente:</b>	<b>Pag. 9</b>
1.6.1	<b>Alle problematiche geologiche e idrogeologiche</b>	<b>Pag. 9</b>
1.6.2	<b>Alle modalità e alle opere per l'accesso alle aree di intervento e di conferimento in cantiere dei materiali di costruzione</b>	<b>Pag. 9</b>
1.6.3	<b>Alla localizzazione e organizzazione del cantiere e dei cantieri</b>	<b>Pag. 9</b>
1.6.4	<b>Alle discariche in cui conferire i materiali di risulta</b>	<b>Pag. 9</b>
1.6.5	<b>Agli impianti e alle opere di proprietà di enti pubblici o privati (quali Ferrovie, Deval, Telecom, Rai, Anas ecc.) o in connessione agli stessi ...</b>	<b>Pag. 11</b>
1.7	<b>Quadro economico iniziale dell'intervento</b>	<b>Pag. 12</b>
1.7.1	<b>Quadro economico globale dei lavori</b>	<b>Pag. 12</b>
1.7.2	<b>Quadro economico opere eseguite con risorse Com.li</b>	<b>Pag. 13</b>
2	<b>Documentazione fotografica a colori delle aree interessate (in calce)</b>	<b>Pag. 14</b>
3	<b>Elenco delle tavole del progetto esecutivo</b>	<b>Pag. 15</b>

## **P R E M E S S A**

La presente progettazione come da incarico di cui alla determinazione del Resp. dell'ufficio tecnico N. 13 del 18/03/2016, riguarda lo stralcio funzionale per la realizzazione di opere di sistemazione per la creazione di parcheggi di sosta per autoveicoli lungo la sponda del torrente Va, in riferimento ai nuovi obiettivi in merito alla *riqualificazione "dell'area de LA KEYA"* visto la realizzazione di buona parte delle opere di cui al progetto definitivo/esecutivo approvato con la delibera della G.C. n. 77 del 11.10.2012, effettuati i rilievi e gli opportuni sopralluoghi si espone quanto segue:

### **1.1 Esposizione del quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni richieste**

La progettazione in oggetto riguarda il completamento delle opere già eseguite relative alla riqualificazione dell'area denominata La Keya sita in comune di Arnad, posta nelle vicinanze del campo sportivo comunale e della Coop. Agr. La Kiuva. Confina con il torrente Va ed è inserita nella zona Fb2 del PRGC *sottozone destinate ai servizi di rilevanza comunale* insiste su particelle catastali dei fogli 30 e 43

I lavori prevedono:

- *Opere di sistemazione e pavimentazione parcheggi lungo la sponda del torrente Va (sin. orografica);*

L'obiettivo dell'Amministrazione Comunale è finalizzato a completare la riqualificazione dell'intero comparto.

In considerazione all'estensione dell'intera area e alla sua morfologia, non vi è disponibilità di zone da destinare a parcheggio autoveicoli in alternativa a quella identificata in progetto che si sviluppa lungo l'argine sinistro del torrente denominato Va.

Si specifica che tali zone di sosta verrebbe utilizzata essenzialmente in occasioni degli eventi periodici che vengono svolti nell'area La Keya Tali interventi in prossimità dell'argine del torrente Va saranno realizzati secondo le disposizioni di cui alla lettera (rif. Prot. n. 3057/DDS del 16/02/2016) dell'Ass. Reg.le OO.PP. Dip. Programmazione difesa del suolo e risorse idriche che richiama quella precedente (rif. Prot. N. 8948/DDS del 20/09/2012. **Il piano viabile del parcheggio previsto in progetto non sarà bituminato.**

Con la nota citata gli Uff. competenti di cui sopra rilasciano inoltre l'autorizzazione ai sensi del R.D. n. 523/1904 per la realizzazione delle suddette opere interferenti con le superfici appartenenti al demanio idrico (ex alveo del Rio Va').

### **1.2 Verifica dell'elenco delle autorizzazioni necessarie ed acquisite ai fini dell'immediata eseguibilità dell'opera**

La realizzazione del presente progetto, in considerazione dell'entità dei lavori, si articola in due livelli, preliminare e definitivo/esecutivo. Nella fase della progettazione preliminare sono stati ottenuti i seguenti pareri e/o autorizzazioni. Di seguito si evidenziano con crocetta, i pareri

e le autorizzazioni necessari (N), richiesti (R), e ottenuti (O) ai fini dell'attuazione del presente progetto.

N	R	O	<b>PARERI E/O AUTORIZZAZIONI</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Concessione o sub concessione di derivazione di acqua pubblica, ai sensi del R.D. 1775/1933 ovvero riconoscimento di derivazione di acqua pubblica ai sensi della legge 5/01/1994, n. 36
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione ai sensi degli artt. 2 e 10 del D.lgs 22 gennaio 2004, n° 42
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione ai sensi dell'art. 146 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione ai sensi del R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267 (Vincolo idrogeologico)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Giudizio di compatibilità ambientale (L.R.. 18 giugno 1999, n° 14)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione o concessione per le interferenze con le strade regionali di competenza dell'Assessorato territorio, ambiente e opere pubbliche ai sensi del regolamento regionale 28 maggio 1981, n. 1 e/o del D. L.vo 30 aprile 1992, n 285 (Nuovo codice della strada) e relativo regolamento
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Autorizzazione a fini idraulici ai sensi R.D. del 25 luglio 1904, n. 523 (Polizia delle acque pubbliche)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione dell'Autorità idraulica ai sensi dell'art. 35 delle Norme di attuazione del PTP (L.R. 10 aprile 1998, n. 13)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nulla osta in deroga e/o parere vincolante ai sensi della L.R. 6 aprile 1998, n. 11 (Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta), art. 33,c.8 (aree boscate)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parere vincolante della Giunta regionale ai sensi della L.R. 6 aprile 1998, n. 11 (Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta), art. 34, c. 4 (zone umide e laghi)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nulla osta in deroga ai sensi della L.R. 6 aprile 1998, n. 11 (Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta), art. 35,c.2 (terreni sedi di frane)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Parere vincolante della struttura reg.le competente in materia di difesa del suolo ai sensi della L.R. 6 aprile 1998, n. 11 (Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta), art. 35 (esondazioni)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parere Sovrintendente agli studi
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parere della Commissione di vigilanza sui pubblici spettacoli ai sensi della circolare 15 febbraio 1951, n. 16, del Ministero dell'Interno e del decreto 19 agosto 1996 del Ministero dell'Interno
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parere Commissione tecnica per cimiteri (Deliberazione Giunta reg.le n.7273 del 8 settembre 1995), in applicazione del Regolamento di Polizia mortuaria, approvato con DPR 10 settembre 1990, n. 285
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parere Dipartimento Territorio, ambiente e risorse idriche dell'Assessorato regionale Territorio, ambiente e opere pubbliche per la delimitazione delle aree di salvaguardia delle sorgenti e dei pozzi ai sensi del D.Lgs. n. 152 dell'11 maggio 1999
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione Azienda A.U.S.L.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	I.S.P.E.S.L. - Denuncia di terra (a lavori ultimati da parte del datore di lavoro)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	I.S.P.E.S.L. - Denuncia impianto di riscaldamento (a lavori ultimati)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione Ente nazionale per le strade (ex ANAS).
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione Autostrade Valdostane SPA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione SNAM (per metanodotti)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione PRAOIL SPA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione DEVAL SPA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione Telecom Italia SPA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione Vigili del Fuoco
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione Ferrovie dello Stato
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autorizzazione Ente Parco, ai sensi L.R. 30/07/91, n. 30 (per zone parco)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parere Servizio tutela dell'Ambiente dell'Assessorato Ambiente, ai sensi L.R. 30/07/91, n. 30 (per riserve naturali)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nulla osta Circolo costruzioni T.T. dell'Amministrazione Poste e telecomunicazioni, ai sensi dell'art. 241, D.P.R. 29/03/1973, n° 156 (impianti di illuminazione)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parere dell'Assessorato Sanità Salute e Politiche Sociali Direz. Risorse Ufficio risorse strutturali e tecnologiche
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Provvedimento autorizzativi "autorizzazione sindacale" ai sensi della legge regionale n. 18 del 27 maggio 1994 previo parere del membro esperto in materia di tutela del paesaggio.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parere dell'Ass. Sanità Salute e Politiche Sociali Direz. Risorse Off. risorse strutt. e tecnologiche

### **1.3 Verifica in ordine alla coerenza del progetto alle previsioni e prescrizioni degli strumenti urbanistico edilizi comunali vigenti o applicabili in regime di salvaguardia**

Le opere in progetto sono coerenti con gli strumenti urbanistici vigenti.

**Si specifica che la zona oggetto dell'intervento non è inserita negli Habitat da tutelare, secondo la direttiva europea CEE 9243, recepita con la deliberazione della G.R. n. 2204/2004.**

### **1.4 Verifica in ordine alla conformità del progetto alle normative tecniche applicabili e la loro elencazione**

Il presente progetto esecutivo è stato elaborato in conformità della normative in vigore si rimanda il dettaglio nelle specifiche tecniche, nelle relazioni e nei singoli capitolati allegati. Per quanto riguarda l'esecuzione delle opere, esse dovranno essere realizzate secondo la buona regola d'arte tenendo conto di tutte le normative specifiche in vigore anche se non espressamente riportate in progetto.

La normativa urbanistica e quella specifica considerata per la realizzazione della proposta di progetto è la seguente:

- P.R.G.C., Norme Tecniche di Attuazione e Regolamento edilizio;
- Legge Regione Autonoma Valle d'Aosta 6 aprile 1998 n. 11 - Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta. modificata ed integrata ai sensi della legge regione Valle d'Aosta 12 giugno 2012 n. 17;
- Legge Regione Autonoma Valle d'Aosta 10 aprile 1998, n. 13 - Piano Territoriale Paesistico;
- Legge Regione Autonoma Valle d'Aosta 1° agosto 2012 n. 27 - Modificazioni alla legge regionale 27 maggio n. 18 (Deleghe ai Comuni della Valle d'Aosta di funzioni amministrative in materia di tutela del paesaggio), e 1994, ad altre disposizioni in materia di tutela del paesaggio;
- Legge Regione Autonoma Valle d'Aosta 3 dicembre 2007 n. 31 nuove disposizioni in materia di gestione dei rifiuti;
- Decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Decreto ministeriale 14.01.2008 Norme tecniche per le costruzioni;
- Legge Regionale 20 giugno 1996, n. 12 in materia di LLPP e s.m.i.;
- Decreto legislativo 12 aprile 2006 n. 163 Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi o forniture in attuazione alle direttive 2004/17/CE - 2004/18/CE;
- Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010 n. 207 regolamento di esecuzione ed attuazione della Legge quadro in materia di LLPP Decreto legislativo 12 aprile 2006, n.

163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE - 2004/18/CE.»;

Per quanto riguarda l'esecuzione delle opere, esse dovranno essere realizzate secondo la buona regola d'arte tenendo conto di tutte le normative specifiche in vigore anche se non espressamente riportate in progetto.

## **1.5 Descrizione delle scelte progettuali con particolare riferimento a:**

### **1.5.1 Eventuali innovazioni progettuali, dirette al rispetto delle prescrizioni e delle autorizzazioni ai sensi di legge e descrizione motivata delle altre eventuali parziali variazioni rispetto al progetto preliminare**

- Non vi sono variazioni sostanziali rispetto alla progettazione definitiva/esecutiva approvata pertanto le lievi modificazioni sono le seguenti:

*aspetto tecnico:*

- cordoli delimitanti la pavimentazione stradale della zona di sosta lungo l'argine del torrente Va saranno costituiti in manufatti prefabbricati in cls anziché in pietra;
- non saranno eseguite opere di sistemazione della strada podereale;
- non saranno fornite e posate staccionate e/o balaustre in materiale ligneo;
- non sono compresi nell'appalto né taglio di alberature né nuove piantumazioni.

### **1.5.2 Eseguibilità dei lavori relativamente alle tecniche costruttive ed in particolare alle misure necessarie per la tutela della sicurezza fisica e della salute dei lavoratori in cantiere**

La cronologia delle attività edilizie seguirà una logistica operativa, come illustrato nel p.s.c. allegato secondo il diagramma elaborato con metodo *Gantt*, queste verranno scadenziare in riferimento agli eventi con particolare cura a quanto precedentemente realizzato con l'espletamento dei lotti. Sarà compito dell'impresa appaltatrice e delle eventuali imprese subappaltatrici, sottoporre al coordinatore e al dl eventuali soluzioni propositive. Il cantiere è localizzato all'interno di una zona delimitata sarà opportuno organizzare i lavori in maniera tale da non avere interferenze con l'ambiente esterno. Per quanto riguarda le prescrizioni di sicurezza e salute da attuare nei cantieri mobili e temporanei ai sensi del D.lgs 81/08, si fa riferimento al Piano di sicurezza e coordinamento allegato alla presente progettazione. Gli spazi destinati allo stoccaggio temporaneo dei materiali in generale, sono insufficienti, di conseguenza sarà onere dell'impresa appaltatrice articolare il cantiere in modo tale da risolvere le eventuali necessità.

Per quanto riguarda i DPI utilizzati per la specifica attività di cantiere si fa riferimento alla tavola specifica

### **1.5.3 Modalità e tecnologie previste per l'esecuzione dei lavori in relazione ai vincoli eventualmente gravanti sull'area**

Come esplicitato al punto precedente, le attività edilizie sono organizzate secondo una logistica operativa che deve considerare gli approntamenti necessari da effettuare relativamente agli eventuali vincoli gravanti sull'area, opere queste tali da garantire l'incolumità fisica dei lavoratori in cantiere. Non risultano pertanto evidenti particolari vincoli gravanti sull'area in questione.

### **1.5.4 Per opere puntuali alle caratteristiche architettoniche strutturali ed impiantistiche dell'opera**

*Descrizione dei lavori da realizzare:*

Gli interventi sono i seguenti:

- *Rettifica arginatura pavimentazione zona di sosta;*

L'argine in sponda sin. orografica del torrente *Va* sarà rettificata secondo il profilo del terreno elevando l'attuale muratura in pietrame e malta. La zona lungo il torrente *Va* sarà pavimentata con l'impiego di autobloccanti in cls cavi predisposti per la semina del verde e delimitati da bordure rette e curvilinee del medesimo materiale, in ottemperanza alle disposizioni di cui alla lettera prot. 8948/DAS in data 20.09.2012 del Dip. Difesa del Suolo e Risorse Idriche della Regione Autonoma Valle d'Aosta. La sistemazione del tratto di strada podereale non è interessato dai presenti lavori.

## **1.6 Descrizione dell'inserimento dei lavori nel territorio con particolare riferimento alle soluzioni adottate relativamente:**

### **1.6.1 alle problematiche geologiche ed idrogeologiche**

Relativamente alle problematiche geologiche ed idrogeologiche si rimanda la relazione e successiva integrazione sulla compatibilità dell'intervento in questione con lo stato di dissesto esistente, a cura del Dott. Geologo Alberto Bonino. Relativamente alle opere da eseguirsi in prossimità del torrente *Va*, si è tenuto conto delle citate prescrizioni di cui alla lettera prot. 8948/DAS in data 20.09.2012 del Dip. Difesa del Suolo e Risorse Idriche della Regione Autonoma Valle d'Aosta.

### **1.6.2 alle modalità e alle opere per l'accesso alle aree di intervento e di conferimento in cantiere dei materiali di costruzione**

La cronologia delle attività edilizie seguirà una logistica operativa. Nel p.s.c. , allegato nella fase esecutiva sono stati scadenziati gli eventi. Sarà compito dell'impresa appaltatrice e delle eventuali imprese subappaltatrici, sottoporre al dl e al coordinatore eventuali soluzioni propositive ed alternative. Il cantiere è localizzato in una zona appartata dal nucleo antropizzato e facilmente delimitabile, sarà opportuno organizzare i lavori in maniera tale da non avere interferenze con l'ambiente esterno. Per quanto riguarda le prescrizioni di sicurezza e salute da attuare nei cantieri mobili e temporanei ai sensi del D.lgs 81/08 e s.i.m., si fa riferimento alle linee generali trattate nella progettazione preliminare e al Piano di sicurezza e coordinamento parte integrante alla presente progettazione. L'appaltatore ai fini dell'organizzazione logistica del cantiere dovrà tener conto dei limitati spazi destinati allo stoccaggio temporaneo dei materiali.

### **1.6.3 alla localizzazione e organizzazione del cantiere o dei cantieri**

Come sopra specificato, il cantiere è localizzato in una zona limitrofa al nucleo urbanizzato ed antropizzato. E tuttavia necessaria una buona organizzazione delle fasi operative curando in modo particolare le eventuali interferenze fra le attività lavorative che certamente verranno a crearsi.

### **1.6.4 alle discariche in cui conferire i materiali di risulta**

Si specifica che in riferimento alle nuove disposizioni in materia di gestione dei rifiuti, emanate dalla L.R. 3 dicembre 2007 n. 31, al CAPO II si prevede che i materiali inerti provenienti da scavo e demolizioni (se conformi ai commi 1 e 2 dell'art. 14) non costituiscono rifiuti e pertanto gli stessi devono essere avviati ad attività di riutilizzo. **In riferimento a quanto sopra esposto si specifica che i materiali provenienti da scavo e gli sfridi di lavorazione saranno riutilizzati nel processo delle attività edilizie oggetto dei lavori.**

Nel caso in cui nel corso dei lavori emergesse la necessità di conferire eventuali eccedenze della quale non è stato possibile prevedere nella fase di progettazione le tali potranno essere conferite presso:

il centro di recupero e valorizzazione inerti gestito dalla NEVE Srl a Carema (TO) secondo i materiali appartenenti alle seguenti tipologie:

Codici CER

- *Tipologia 2.1 Imballaggi* , vetro di scarto ed altri rifiuti e frammenti di vetro , rottami di vetro:  
**-170202 vetro**
- *Tipologia 7.1 Rifiuti* costituiti da laterizi , intonaci e conglomerati di cemento armato e non comprese le traverse ed i traversoni ferroviari e i pali in cls armato provenienti da linee ferroviarie, telematiche ed elettriche e frammenti di rivestimenti stradali purchè privi di amianto:  
**-170101 cemento**

- 170102 mattoni
- 170103 mattonelle in ceramica
- 170107 miscugli e scorie di cemento, mattoni e mattonelle in ceramica non contenenti sostanze pericolose

- *Tipologia 7.2 Rifiuti di rocce da cave autorizzate:*
  - 010408 scarti di ghiaia e pietrisco
  - 010413 rifiuti prodotti dalla lavorazione della pietra
- *Tipologia 9.1 Scarti di legno e sughero, imballaggi in legno:*
  - 030101 scarti di corteccia e sughero
  - 030199 rifiuti non specificati altrimenti
  - 170201 legno

il centro di recupero e valorizzazione inerti di Canton Meina Ivrea (TO) secondo i materiali appartenenti alle seguenti tipologie:

Codici CER

- *Tipologia 3.1 Rifiuti di ferro, acciaio e ghisa:*
  - 120101 limatura e trucioli di materiale ferroso
  - 120102 polveri e articolato di materiali ferrosi
  - 150104 imballaggi metallici
  - 160117 material ferrosi
  - 170405 ferro e acciaio
  - 190102 materiali ferrosi estratti da ceneri pesanti
  - 190118 rifiuti della pirolisi non contenenti sostanze pericolose
  - 200140 metallo
- *Tipologia 7.6 Conglomerato bitumoso:*
  - 170302 miscele bituminose non contenenti catrame di carbone diverse da cod. 170301
- *Tipologia 9.1 Rifiuti di ferro, acciaio e ghisa:*
  - 030105 segatura trucioli residui di taglio legno pannelli di trucciolare e piallicci
  - 150103 imballaggi in legno
  - 150104 imballaggi metallici
  - 191207 material ferrosi
  - 200138 ferro e acciaio
  - 200301 materiali ferrosi estratti da ceneri pesanti

**1.6.5 agli impianti e alle opere di proprietà di enti pubblici o privati (quali Ferrovie, Deval, Telecom, Rai, Anas ecc.) o in connessione agli stessi eventualmente interferenti con il progetto con rinvio agli allegati specifici ed inoltre .**

Non vi sono sul sito in oggetto attraversamenti o interferenze aeree o sotterranee con impianti quali: SNAM –PRAOIL – DEVAL – Telecom Italia – ITALGAS;  
Non vi sono sul sito in oggetto interferenze particolari che possano compromettere la fattibilità dell'intervento con strade pubbliche o private; autostrade e ferrovie.



## **2 Documentazione fotografica a colori delle aree interessate**

(vedi in calce alla tavola 1.1 relazione generale)

### **3 Disegni generali descrittivi di rilievo e di progetto**

#### **ELABORATI GENERALI DESCRITTIVI DI RILIEVO E DI PROGETTO**

##### **1) RELAZIONI**

- TAV. 1.1) Relazione generale
- TAV. 1.2) Relazione geologica
- TAV. 1.3) Relazione geotecnica
- TAV. 1.4) Relazione di calcolo muratura in pietrame e malta

##### **2) CARTOGRAFIE**

- TAV. 2.1) Estratto catastale- P.R.G.C.
- TAV. 2.2) Inserimento progetto in mappa catastale

##### **3) ELABORATI DI RILIEVO**

- TAV. 3.1) Rilievo topografico

##### **4) ELABORATI DI PROGETTO**

- TAV. 4.1) Riordino accessi e spazi di sosta
- TAV. 4.2) Schema tipo murature in pietrame e malta

##### **5) STIMA DEI COSTI**

- TAV. 5.1) Analisi prezzi – Computo metrico – Analisi voci a corpo – Computo metrico estimativo -Elenco prezzi

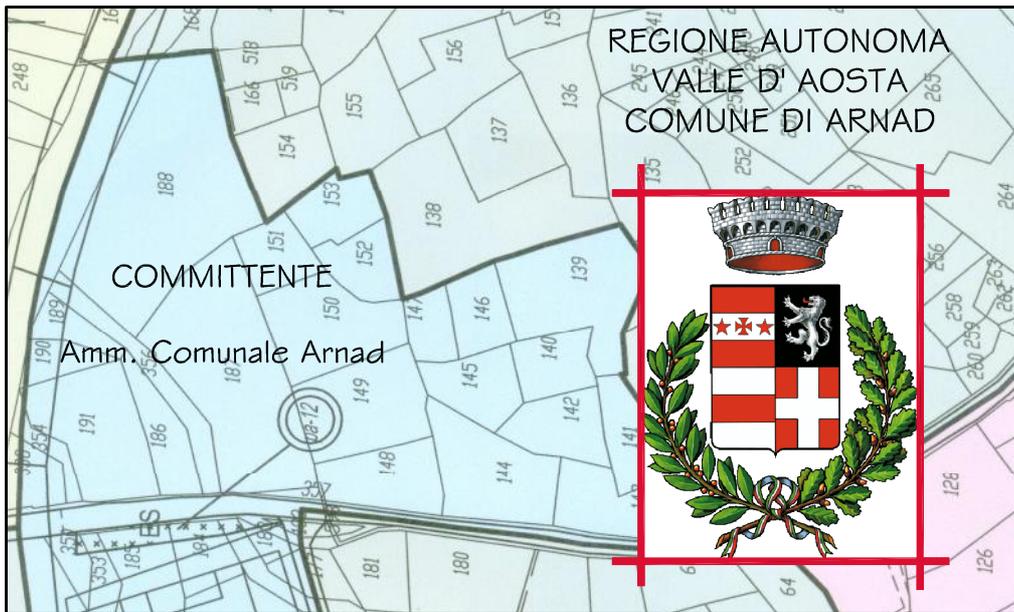
##### **6) CAPOTOLATI**

- TAV. 6.1) Capitolato speciale d'appalto parte tecnica
- TAV. 6.2) Capitolato speciale d'appalto parte amministrativa

##### **7) SICUREZZA E MANUTENZIONE**

- TAV. 7.1) Piano di sicurezza e coordinamento
- TAV. 7.2) Planimetria e dotazioni di cantiere
- TAV. 7.3) Fascicolo dell'opera e piano di manutenzione

Arnad, marzo 2016



OGGETTO  
RIQUALIFICAZIONE AREA "LA KEYA"  
Riordino accessi e spazi di sosta

Progetto: ESECUTIVO  
"stralcio funzionale"

dott. geologo Alberto Bonino

Via Artanavaz n. 37  
Aosta

c.f. BNN LRT 73D05 L219T  
p.iva 01024730077

TAV. N° 1.2

OGGETTO  
Relazione geologica

DATA  
Marzo 2016

AGGIORNAMENTO



*Dottor Alberto Bonino  
Geologo  
Via Artanavaz n°37  
Aosta  
Tel. 0165/552834  
328/1250367  
geobonni2@gmail.com*

---

## **REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA**

### **COMUNE DI ARNAD**

#### ***RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA RICREATIVA "LA KEYA"***

**Committente:** Amministrazione Comunale di Arnad

**Progettista:** Arch. Ezio Alliod

*C.F. BNNLRT73D05L219T  
P.IVA 01024730077*

**Relazione sulla compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente** (ai sensi della L.R. 11/98, deliberazione G.R. n°2939/2008) **e sulla sua fattibilità geologica e geotecnica** (ai sensi del D.M. 14.01.2008 e del D.M. 11.03.88)

---

**Allegato 1**

**Estratti cartografici**

## **Premessa**

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Arnad, in ottemperanza a quanto disposto dal D.M. 11.03.88 e dal D.M. 14.01.2008, è stata esaminata la fattibilità, sotto il profilo geologico e geotecnico, di un progetto di riqualificazione dell'area ricreativa in località "La Keya", redatto dall'Arch. Ezio Alliod. Il sito, relativamente alla cartografia comunale degli ambiti inedificabili di cui alla l.r. 11/98, è gravato su tutta la sua estensione da vincoli di rischio medio ed elevato per frana (art. 35) ed inondazione (art. 36), per cui l'intervento sarà altresì valutato, in seno alla presente relazione, anche sotto il profilo della compatibilità con lo stato di dissesto attestato da tali classificazioni, secondo quanto disposto dalla Deliberazione della G.R. n°2939 del 10.10.2008.

### **1. Descrizione dei luoghi e dell'intervento in progetto**

Adagiato sulla fascia pedemontana sinistra del solco vallivo della Dora Baltea, a cavallo del tratto centrale della vasta piana alluvionale compresa tra le chiuse di Montjovet e Hône, il capoluogo di Arnad si compone di una zona industriale e commerciale di più recente sviluppo, allungata a nord e ad ovest lungo il tracciato della S.S. n°26, e da un centro abitato, costituito da numerosi nuclei frazionali, interamente distribuito sulla superficie del conoide originato dai solchi torrentizi tributari Prouvy e Vâ. Questi due corsi d'acqua incidono il versante sovrastante a brevissima distanza l'uno dall'altro, e confluiscono tra loro ormai in prossimità della piana fluviale di fondovalle, poco prima di andare ad alimentare le acque della Dora; nel tratto precedente, invece, in prossimità dell'apice del conoide, il Prouvy attraversa l'agglomerato storico principale del Comune, separando il villaggio omonimo dalla frazione Ville, mentre il torrente Vâ si snoda poco più a sud, ormai al di fuori della frangia più densamente antropizzata, a ridosso di una zona a vocazione principalmente agricola, ora parzialmente destinata anche alle attività ricreative. La sua sponda sinistra, in particolare, già degradante verso i vigneti alle pendici della Corma di Machaby, ospita sia il campo sortivo comunale, ricavato su un'ampia superficie

artificialmente terrazzata, sia, nella fascia di terreni immediatamente sovrastante, l'area attrezzata di località "La Keya", un vasto spazio verde, mantenuto pressoché allo stato naturale, dedicato alle manifestazioni ed agli eventi promossi in ambito comunale. Il sito è situato a cavallo dei fogli XXX e XLIII della locale planimetria catastale, ad una quota di circa 400 m s.l.m., e si estende su una zona di bosco rado e radure prative rimodellata unicamente da qualche muretto a secco, su cui sorgono alcune modeste strutture e qualche attrezzatura essenziale, utilizzate nel corso delle varie attività ricreative: una zona bar, un padiglione fisso di ristoro, dei campi di palet, ed una serie di piccoli *chalets*, distribuiti all'interno della fascia boscata, con funzione di spazi espositivi in occasione di fiere e mercatini. Una pista a fondo naturale costeggia la sponda del torrente, ma l'area è più comodamente accessibile dalla strada comunale che la costeggia sul lato ovest, separandola dal campo sportivo.

Il progetto in questione prevede la riqualificazione del sito attraverso una serie di piccoli interventi volti a migliorarne l'accessibilità e la fruizione da parte dei visitatori, il decoro interno e soprattutto la rete di servizi essenziali in dotazione alle strutture esistenti, che sono in sintesi di seguito riportati:

- sistemazione della pista poderale lungo la sponda del torrente mediante pavimentazione con manto asfaltato e realizzazione, in fregio all'arginatura, di una zona parcheggio a pettine da 35 posti auto, inframmezzati dalla piantumazione di alcune nuove alberature a titolo di ombreggiatura ed abbellimento;
- ripristino dei muretti a secco esistenti mantenendone le caratteristiche costruttive tipo "meurdzie", consolidandone eventualmente la struttura in pietra con inserti di malta cementizia;
- riqualificazione delle zone a verde interne all'area ricreativa mediante sfoltimento dei settori più densamente vegetati, risanamento delle alberature esistenti e posa di alcune ringhiere in legno in prossimità delle strutture e di alcuni settori artificialmente terrazzati;

- realizzazione di una rete interrata di condotte di adduzione, tubazioni di scarico e cavidotti interna all'area, costituita da una dorsale principale e dalle varie diramazioni secondarie, in modo da consentire l'allacciamento delle strutture esistenti (Chalets, zone bar) ai servizi comunali di acquedotto e fognatura ed alla rete elettrica.

In virtù di queste componenti, l'intervento di riqualificazione può essere inquadrato, sotto il profilo delle definizioni generali e di quelle riportate nella disciplina d'uso dei vari vincoli contemplati dalla Deliberazione n° 2939 del 10.10.2008, nell'ambito del rimodellamento di terreni, comprensivo di ogni intervento infrastrutturale necessario, dell'adeguamento funzionale di infrastrutture viarie, per quanto concerne la sistemazione e la pavimentazione della pista poderale, ed inoltre della nuova costruzione di infrastrutture a rete, relativamente alla realizzazione delle tubazioni e dei cavidotti interrati.

Tutte le opere menzionate interagiranno in maniera poco significativa con il sottosuolo locale, facendo prevedere una semplice scarifica dei terreni di superficie per quanto riguarda la sistemazione a parcheggio della pista poderale, un modesto rimodellamento di coltri già rimaneggiate nel ripristino delle murature di contenimento esistenti, e scavi di profondità limitata, non oltre 1,0 m dal p.c., nel corso della realizzazione dei servizi a rete, ancorché sviluppati su tratti di lunghezza abbastanza rilevante, nell'ordine dei 200 m lineari; la rilevanza geotecnica del progetto è quindi di poco conto e le misure necessarie ad una proficua esecuzione dei lavori non eccederanno in sostanza i consueti accorgimenti da adottare in corso d'opera. Per contro, l'area ricreativa, nel suo complesso, si colloca in un contesto territoriale ad elevata sensibilità geomorfologia in virtù della sua ubicazione sul conoide del torrente Và, in prossimità del collettore terminale, per cui ne andrà valutata l'esposizione e la compatibilità con la magnitudo dei fenomeni alluvionali e di colata detritica potenzialmente derivanti da questo corso d'acqua.

## **2. Coerenza delle opere in progetto con la cartografia degli ambiti inedificabili**

La cartografia degli ambiti inedificabili del comune di Arnad di cui alla l.r. 11/98 e s.m.i. (approvata dalla Giunta Regionale con deliberazione n°303 del 07/02/2005), prevede sull'intera area di "La Keya" le medesime perimetrazioni sia per quanto riguarda i terreni sedi di frana (Art. 35, v. tav. 1 in allegato 1), sia per quanto concerne il rischio d'inondazione (Art. 36, v. tav. 2 in allegato 1), riportando sostanzialmente un vincolo di elevata pericolosità (**F1 e Fascia A**) sul settore della zona ricreativa più prossimo alla fascia spondale del torrente, per una profondità di circa 40 m dall'arginatura, ed un grado medio (**F2 e Fascia B**) sulla restante parte. Entrambe queste classificazioni, nelle rispettive discipline d'uso sia del rischio per frana che di quello d'inondazione, definite dalla Deliberazione della G.R. n°2939 del 10/10/2008, ammettono la tipologia degli interventi previsti dal progetto, a patto che se ne verifichi la compatibilità, per mezzo di uno specifico studio, con "*..lo stato di dissesto esistente..*", considerando altresì l'"*...adeguatezza delle condizioni di sicurezza in atto e di quelle conseguibili con le opere di mitigazione del rischio necessarie*". La normativa subordina quindi la fattibilità dell'intervento alla valutazione di tali aspetti, concernenti in particolare gli effetti sul sito delle dinamiche torrentizie del Và, che verranno esaminati nel seguito della presente relazione

## **3. Inquadramento geomorfologico dell'area d'intervento e valutazione delle condizioni di pericolosità geologica ed idrogeologica**

Il torrente Và è il principale affluente di sinistra della Dora Baltea tra le due maggiori incisioni vallive dell'Evançon e del Lys, e si distingue nel contesto territoriale locale per alcuni singolari aspetti morfologici: condivide infatti la genesi dell'area di conoide, su cui si estende gran parte della frangia antropizzata del Comune di Arnad, con il vicino e minore torrente Prouvy, con cui confluisce poco prima di raggiungere l'alveo della Dora, e presenta altresì un'area di bacino discretamente estesa, ma dalla inconsueta pianta asimmetrica, con il fianco destro decisamente più

sviluppato ed articolato rispetto a quello sinistro. Questa particolare geometria non può essere imputata a fattori geologico-strutturali, visto che il bacino è uniformemente impostato negli gneiss minuti della Zona Sesia-Lanzo, formazione di rocciosa di buona tenacia e competenza, cui si deve l'elevata percentuale di affioramento osservabile nell'ambito della sua intera superficie. Il substrato mostra maggiore compattezza sul versante sinistro, dove dà origine alla lunga ed omogenea dorsale che dal Monte Croix Courma si abbassa fino alle soglie di Arnad formando la sommità della Corma di Machaby, caratteristico dosso roccioso rivolto verso il solco della Dora con un'ampia parete a placche modellata dall'esarazione glaciale. Il versante settentrionale, affacciato sul vallone del torrente Và, è invece ricoperto da fitte formazioni boschive, e degrada verso l'incisione di fondovalle con un profilo estremamente uniforme, privo di spunti morfologici che attestino la presenza di particolari situazioni di dissesto.

La sponda opposta del bacino occupa invece una frangia territoriale decisamente più estesa, sviluppandosi su un dislivello complessivo di quasi 2000 m, che le conferisce una considerevole energia di rilievo ed una propensione decisamente più marcata nei confronti dell'azione della dinamica gravitativa. Vi si distinguono due principali sottobacini: quello del torrente Và propriamente detto, che si attesta tra la Cime de Pierre Blanche ed il Col Fenêtre, e quello del suo affluente di maggior sviluppo, il rio Possine, che risale fino all'alto vallone compreso tra le sommità del Monte Crabun (2710 m s.l.m.) e del Corno del Lago (2748 m s.l.m.). Quest'ultimo corso d'acqua, profondamente inciso in roccia per gran parte del suo sviluppo, è senza dubbio l'elemento che più influenza le dinamiche alluvionali del torrente Và sulla propria area di conoide. Il Possine drena infatti un'area coinvolta da numerosi fenomeni di instabilità, causati da svariate tipologie di dissesti gravitativi: dal vasto settore in D.G.P.V. nella fascia di versante a valle di Echallogne, alle frane di scivolamento corticale nei pressi di Barmes e Bonavessy, fino ai crolli diffusi dell'alto vallone di Bianzetta. L'elevata acclività del territorio e la diffusa presenza di depositi di copertura di origine glaciale e gravitativa sono certamente fattori che alimentano la marcata propensione al dissesto di questo vasto settore, con la formazione di potenti coltri detritiche instabili e di abbondante materiale lapideo rimobilizzabile in alveo.

Durante gli eventi idrogeologici di maggiore intensità, questa ingente massa può venire massicciamente erosa e presa in carico dal corso d'acqua, grazie all'elevata energia conferitagli dalla forte pendenza, e riversarsi verso l'ampio fondovalle del bacino, alimentando il solco principale del torrente Và ed arrivando, attraverso questo, direttamente in conoide.

Numerose sono le testimonianze storiche di eventi alluvionali provocati da questo corso d'acqua sulla fascia pedemontana, ben documentate nello studio di bacino che lo riguarda direttamente, insieme al vicino Prouvy, recentemente condotto da un gruppo di professionisti multidisciplinare, su commissione dall'Amministrazione Regionale (deliberazione della G.R. n°2585 del 12/08/2005). Trascurando gli eventi più antichi (1620, 1910) perché poveri di particolari, vi sono comunque almeno tre episodi relativamente recenti, relativi al 1936, al 1948 ed al 1978, in cui il torrente esondò copiosamente sia sulla fascia di fondovalle all'interno del vallone, sia sulla superficie del conoide, dando origine anche ad una marcata migrazione del proprio alveo nel corso dell'inondazione del 1936. L'episodio meglio registrato è tuttavia quello del 1978, in cui le numerose foto a corredo mostrano con evidenza il perimetro delle aree alluvionate sulla superficie del conoide, tra cui è facile identificare anche parte dell'area di "La Keya" (v. foto 1). A seguito di questi maggiori fenomeni alluvionali, fu realizzata una serie di successive opere di regimazione idraulica lungo il corso d'acqua, di cui attualmente si osservano principalmente quelle del 1980-1981, costituite da un collettore ad arginatura continua con fondo sistemato a briglie, poi integrato nel 1999 dalla costruzione dei bacini di laminazione con vasche di accumulo.

L'intervento, tuttora in buono stato di conservazione grazie ai periodici lavori di manutenzione e disalveo effettuati negli anni successivi, ha senza dubbio sortito buon esito, visto che dagli anni '80, pur in presenza di numerosi dissesti segnalati nell'area di bacino, non si sono più verificate ulteriori inondazioni del torrente, neppure nel corso della rovinosa alluvione dell'ottobre 2000. Tuttavia, le perimetrazioni riportate nella cartografia comunale degli ambiti inedificabili non ritengono queste opere ancora sufficienti a garantire la sicurezza dei limitrofi terreni della conoide, visto che individuano su entrambe le fasce spondali, ma con maggiore ampiezza su quella

sinistra, vincoli di elevata e media pericolosità sia per frana (Art. 35 l.r. 11/98; F1 ed F2, v. tav. 1 in allegato 1) che per inondazione (Art. 36 l.r. 11/98; Fascia A e B, v. tav. 2 in allegato 1), rifacendosi in sostanza alla dinamica dell'evento alluvionale del 1978. In questa occasione, infatti, il torrente diede origine ad una vera e propria colata detritica, che riversò ingenti volumi di materiale lapideo sulle sponde, invadendo con massi e detriti anche parte della località La Keya (v. foto 1); da ciò la classificazione con gradi F1 ed F2, assimilando a tutti gli effetti le potenzialità distruttive di un debris flow a quelle di una frana.

Le perimetrazioni del rischio indicate nelle cartografie prescrittive dello studio di bacino in precedenza citato (v. tavv. 3 e 4 in allegato 1) confermano sostanzialmente questa tendenza del corso d'acqua, anche se derivano da studi più approfonditi delle sue dinamiche, anche a carattere quantitativo. Le verifiche idrauliche effettuate nel corso del lavoro su svariate sezioni del collettore in conoide evidenziano infatti un corretto dimensionamento delle arginature attuali nei confronti delle portate di piena con trasporto solido ordinario (evidenziato dall'estensione della fascia C sull'intera superficie del conoide, v. tav. 4 in allegato 1), ma una decisa insufficienza delle stesse nel caso di profilasse un fenomeno di colata detritica di elevata magnitudo; in tale eventualità, l'esondazione sarebbe conclamata su entrambe le sponde, e l'area di "La Keya" potrebbe venire potenzialmente invasa da correnti ad elevata energia, proprie della componente a più alta concentrazione in solido della colata, e quindi più pericolosa (grado **DF1**, v. tav.3 in allegato 1).

Tuttavia, nonostante sia gli ambiti inedificabili, sia lo studio di bacino giungano a tali conclusioni, e quindi giudichino la zona ricreativa in esame coinvolta da un grado di rischio idrogeologico da medio ad elevato, si ritiene che la destinazione d'uso dell'area, proprio perché prevede una frequentazione molto discontinua della stessa e solo in occasioni particolari, con una presenza assolutamente non stanziale di persone al suo interno, sia del tutto compatibile lo stato di dissesto attestato da tali classificazioni. In effetti, gli eventi idrogeologici, cui sono indissolubilmente legati i fenomeni alluvionali del torrente Và, sono oggi prevedibili con buon margine di accuratezza con almeno 24-36 h di anticipo, e comunicati preventivamente dal Centro Funzionale Regionale alle autorità comunali a mezzo di avvisi di criticità, in

presenza dei quali, a seconda dei fenomeni previsti, il Sindaco è tenuto ad annullare tutte le manifestazioni a carattere pubblico, come peraltro previsto in ogni Piano di Protezione Civile Comunale. Pertanto, è assolutamente da escludere che lo svolgimento di un qualsiasi evento nell'area in esame possa avvenire in concomitanza di condizioni meteorologiche ed idrogeologiche particolarmente avverse, tali da innescare gli scenari di dissesto cui fa riferimento lo studio di bacino, in grado cioè di mettere in crisi la cospicua capacità di conduzione del collettore terminale del torrente. Sotto questo profilo, gli interventi previsti dal progetto non andranno in alcun modo ad incrementare la vulnerabilità attuale del sito, e saranno altresì costituiti da opere (tubazioni e cavidotti interrati, zone parcheggio, staccionate) di trascurabile interferenza con le eventuali dinamiche di inondazione del corso d'acqua.

Per tali motivi, in funzione dell'analisi condotta, si ritiene che, nel complesso, gli interventi in progetto **siano compatibili con le condizioni di pericolosità indicate dalla cartografia degli ambiti inedificabili ai sensi della l.r. n. 11/1998, e risultino quindi ammissibili secondo le disposizioni della stessa normativa. Nulla osta, quindi sotto il profilo geologico ed idrogeologico, alla loro realizzazione, previo il recepimento delle indicazioni specificate nel seguito della presente relazione.**



**Foto 1: un'immagine della zona di conoide coinvolta dall'esondazione del torrente Và nel corso dell'evento del 1978 (Archivio R.A.V.A.); evidenziato in rosso è il settore corrispondente all'area di "La Keya".**



**Foto 2: una ripresa aerea recente del conoide originato dai torrenti Và e Prouvy, con evidenziato in blu il perimetro approssimativo dell'area di "La Keya".**

#### 4. Aspetti geotecnici

Gli interventi in progetto pongono sostanzialmente poche problematiche dal punto di vista geotecnico, in quanto comprendono come azione più rilevante, sotto il profilo dell'interazione con il sottosuolo locale, l'esecuzione degli scavi in trincea per l'interramento dei servizi a rete (condotte, cavidotti), che verranno prevedibilmente approfonditi a non più di 1,0 m dal p.c., ancorché su uno sviluppo lineare piuttosto ingente, nell'ordine dei 200 m. Per il resto, la nuova pavimentazione della pista poderale comporterà la scarifica della coltre più superficiale di terreno per non più di 35 – 40 cm, necessaria alla posa degli strati di consolidamento del sottofondo, granulare stabilizzato e binder, e del manto asfaltato finale. Il ripristino dei muri di contenimento a secco andrà invece ad interagire unicamente con spessori di terreno già in precedenza coinvolti da opere di rimodellamento della medesima natura, e quindi da

considerare ben stabilizzati ed in equilibrio con la variazione di sollecitazioni indotte da questi semplici sistemi geotecnici.

In funzione di tali interventi, l'incisione del sottosuolo riguarderà unicamente la coltre più superficiale dei depositi alluvionali del conoide, ma si svilupperà prevedibilmente, specie per quanto riguarda gli scavi in trincea, anche su tratti interamente impostati su riporti artificiali, in concomitanza dei settori rimodellati da terrazzamenti dell'area ricreativa. In sintesi, è prevedibile per i terreni naturali del sito un assortimento a granulometria grossolana, tipico della facies torrentizia, derivante da una dinamica di sedimentazione decisamente più turbolenta rispetto a quella fluviale, con una tessitura a supporto di clasti composta da prevalenti ciottoli e blocchi fino al m<sup>3</sup> di volume, localmente rinvenibili con più probabilità ad oltre 1,0 m di profondità dal p.c., immersi in una matrice ghiaio-sabbiosa a debole percentuale di limo. I riporti artificiali saranno invece facilmente riconoscibili dall'assortimento a granulometria più fine, poco addensato, con una scheletro di ghiaia e ciottoli immerso in una matrice sabbiosa a forte tenore di limo.

Sulla scorta del grado di addensamento riscontrato in depositi della medesima natura morfogenetica e compositiva, si possono attribuire a questi due assortimenti i seguenti parametri geomeccanici:

- **Terreno di riporto**

Peso di volume :	1,8 T/m <sup>3</sup>
Coesione:	nulla
Angolo di attrito interno:	26°
Carico ammissibile	1,2 Kg/cm <sup>2</sup>

- **Depositi alluvionali torrentizi**

Peso di volume :	2,0 T/m <sup>3</sup>
Coesione:	nulla
Angolo di attrito interno:	34°
Carico ammissibile	2,0 Kg/cm <sup>2</sup>

L'esecuzione delle operazioni di scarifica dovrebbe interagire con i soli terreni naturali del sito, ben addensati ed in grado di sopportare agevolmente, pur se sollecitati esclusivamente a livello superficiale, i modesti sovraccarichi indotti dal previsto traffico stradale leggero. Le altre opere, invece, tra cui gli scavi in trincea e le nuove staccionate, incontreranno nel corso del loro sviluppo anche alcuni spessori di riporto artificiale, che tuttavia, vista l'assenza di forti sollecitazioni di carico, non indurranno alcuna problematica particolare al corretto svolgimento dei lavori, previo il recepimento delle indicazioni di seguito specificate.

## **5. Considerazioni conclusive ed indicazioni d'intervento**

Dai rilievi e dalle analisi effettuate si evince che nulla osta, dal punto di vista geologico ed idrogeologico, alla realizzazione di quanto previsto dal progetto; sotto il profilo geotecnico, invece, pur se gli interventi comporteranno modeste interazioni con i terreni di copertura, è bene che si operi adottando alcune cautele, riferite ai settori seguenti:

### **Scavi**

- Le trincee di scavo per l'inserimento delle condotte di adduzione, delle tubazioni di scarico e dei cavidotti potranno venire modellate con sponde subverticali, effettuandone il successivo riempimento con terre poco gelive a prevalente componente ghiaio-sabbiosa, escludendo quindi il più possibile la frazione fine del locale materiale di risulta;
- al fondo delle trincee, prevedere la posa di un sottofondo di materiale drenante, composto da un letto di sabbia media e fine di almeno 20 cm di spessore.

### **Opere fondali**

- Il progetto non prevede strutture fondali sollecitate da condizioni di carico che possano indurre situazioni di instabilità o di degrado; si richiede esclusivamente di ancorare saldamente alla testa del muro d'argine il cordolo

di fondazione dei pali della staccionata dell'area parcheggio, secondo le modalità previste dal progetto.

### **Ripristino muri di contenimento**

- Se il ripristino delle *meurdzie* prevede l'utilizzo di malta cementizia in alternativa all'attuale tipologia a secco, si consiglia di prevedere l'inserimento di barbacani nel paramento della muratura, con interasse di circa 2,0 m.

### **Movimenti terra**

- Le eventuali, modeste operazioni di livellamento della morfologia del sito che integreranno la prevista riqualificazione delle zone a verde, dovranno essere condotte evitando la formazione di depressioni, dannose per il protrarsi dei ristagni, e di flussi concentrati lungo i settori in pendenza, garantendo un proficuo drenaggio delle acque superficiali.

### **Opere stradali**

- Il sottofondo dei tratti stradali dovrà essere adeguatamente consolidato come da progetto, con un cassonetto di granulare stabilizzato di 20 cm di spessore, un binder di 10 cm di conglomerato bituminoso, chiudendo infine il piano strada con il tappetone di manto asfaltato;
- prevedere una pendenza trasversale minima della sede stradale verso sud, in modo da consentire un proficuo drenaggio delle acque ruscellanti verso il bordo della carreggiata, ed il loro smaltimento, attraverso l'eventuale posa di una cunetta, nel primo pozzetto disponibile della rete delle acque bianche.

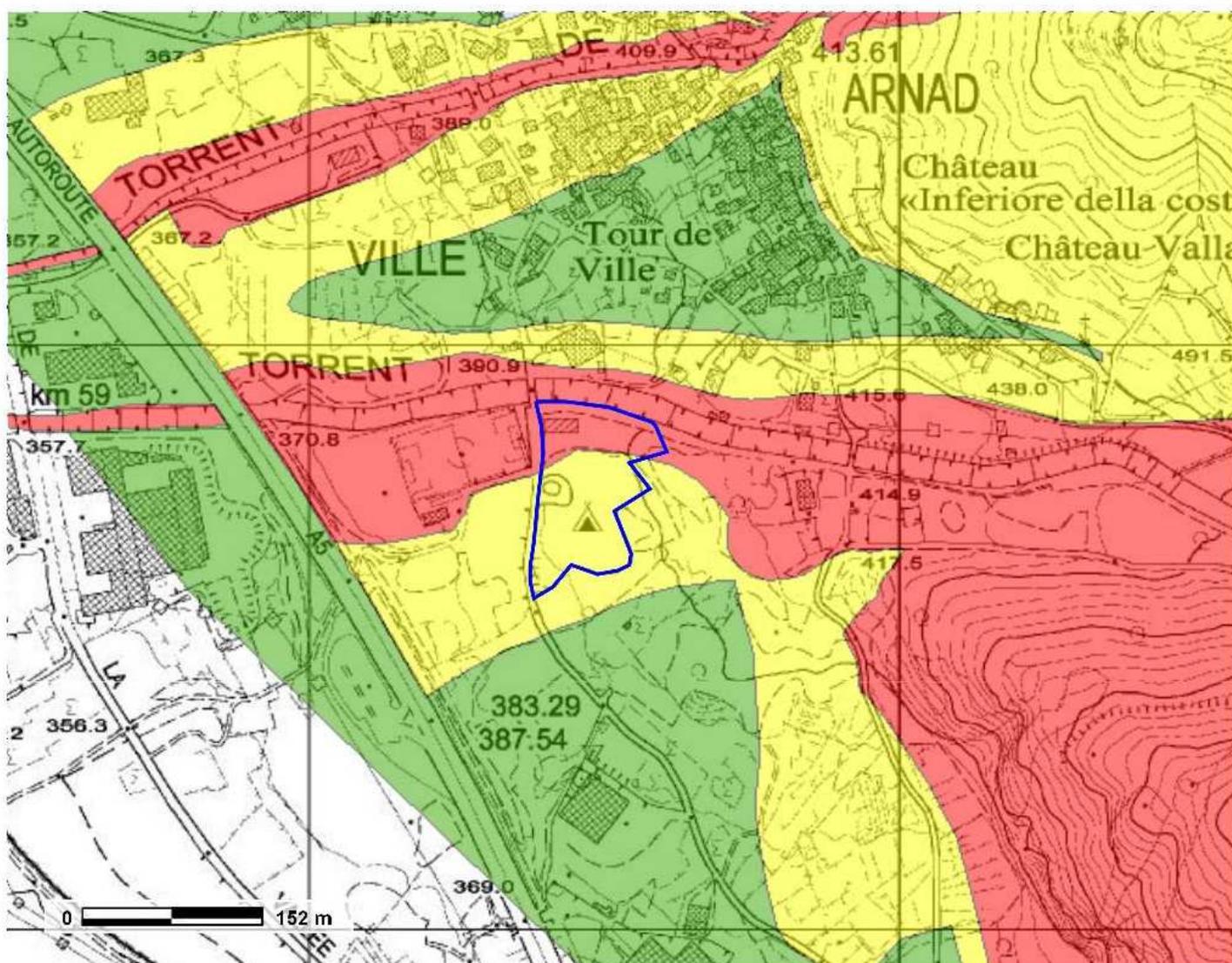
Ferma restando l'opportunità di effettuare ulteriori sopralluoghi in corso d'opera per validare quanto previsto in questa sede, **si può comunque affermare che gli interventi previsti dal progetto sono compatibili con le condizioni di pericolosità idrogeologica ed idraulica indicate dalla cartografia comunale degli ambiti inedificabili ai sensi della l.r. 11/98, così come non presentano fattori di impedimento di natura geotecnica; nulla osta, pertanto, alla loro realizzazione.**

Aosta, luglio 2012

## INDICE

<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>1. DESCRIZIONE DEI LUOGHI E DELL'INTERVENTO IN PROGETTO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. COERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON LA CARTOGRAFIA DEGLI AMBITI INEDIFICABILI .....</b>	<b>4</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA D'INTERVENTO E VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA.....</b>	<b>4</b>
<b>4. ASPETTI GEOTECNICI.....</b>	<b>9</b>
<b>5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE ED INDICAZIONI D'INTERVENTO.....</b>	<b>11</b>

**Allegato 1 - Estratti cartografici**



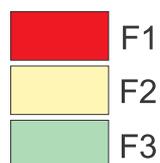
## Comune di Arnad

### Riqualificazione dell'area "La Keya"

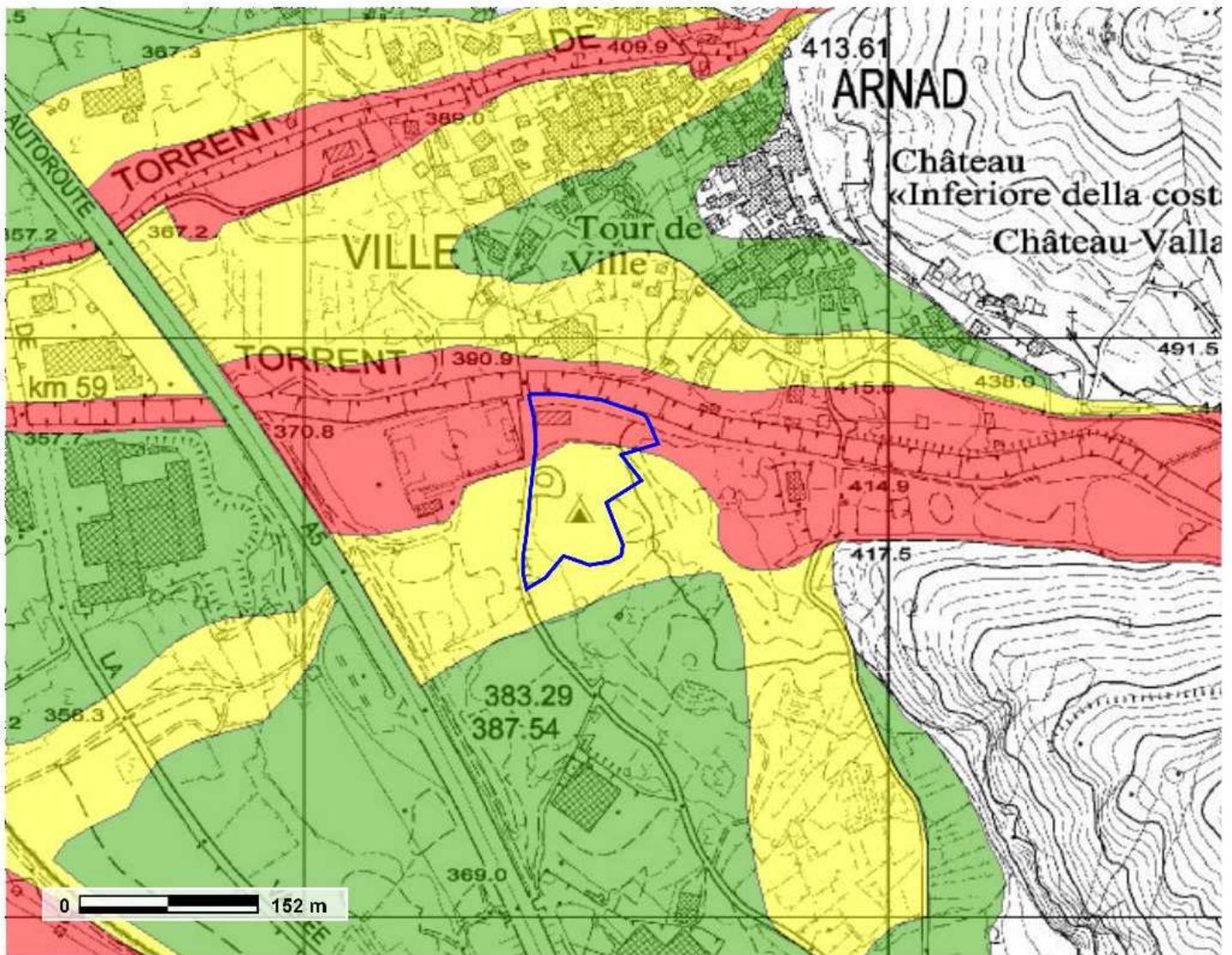
Corografia dell'area d'intervento su cartografia comunale degli ambiti inedificabili

*Terreni sedi di frana - Art. 35 l.r. 11/98*

## LEGENDA



Perimetro area "La Keya"



## Comune di Arnad

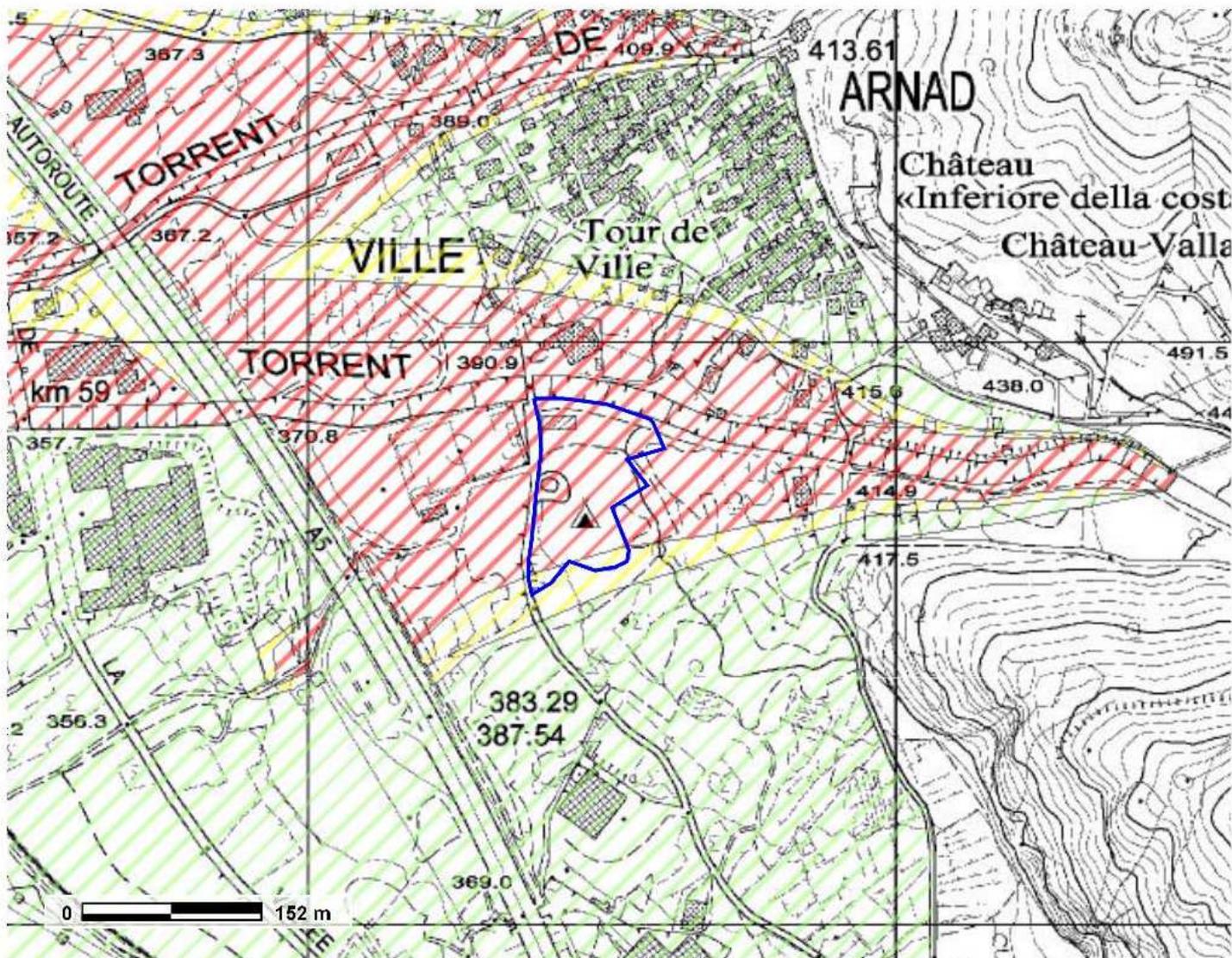
### Riqualificazione dell'area "La Keya"

Corografia dell'area d'intervento su cartografia comunale degli ambiti inedificabili

*Terreni a rischio di inondazione - Art. 36 l.r. 11/98*

## LEGENDA

- Fascia A
- Fascia B
- Fascia C
- Perimetro area "La Keya"



## Comune di Arnad

### Riqualificazione dell'area "La Keya"

Studio di bacino dei torrenti Va e Prouve

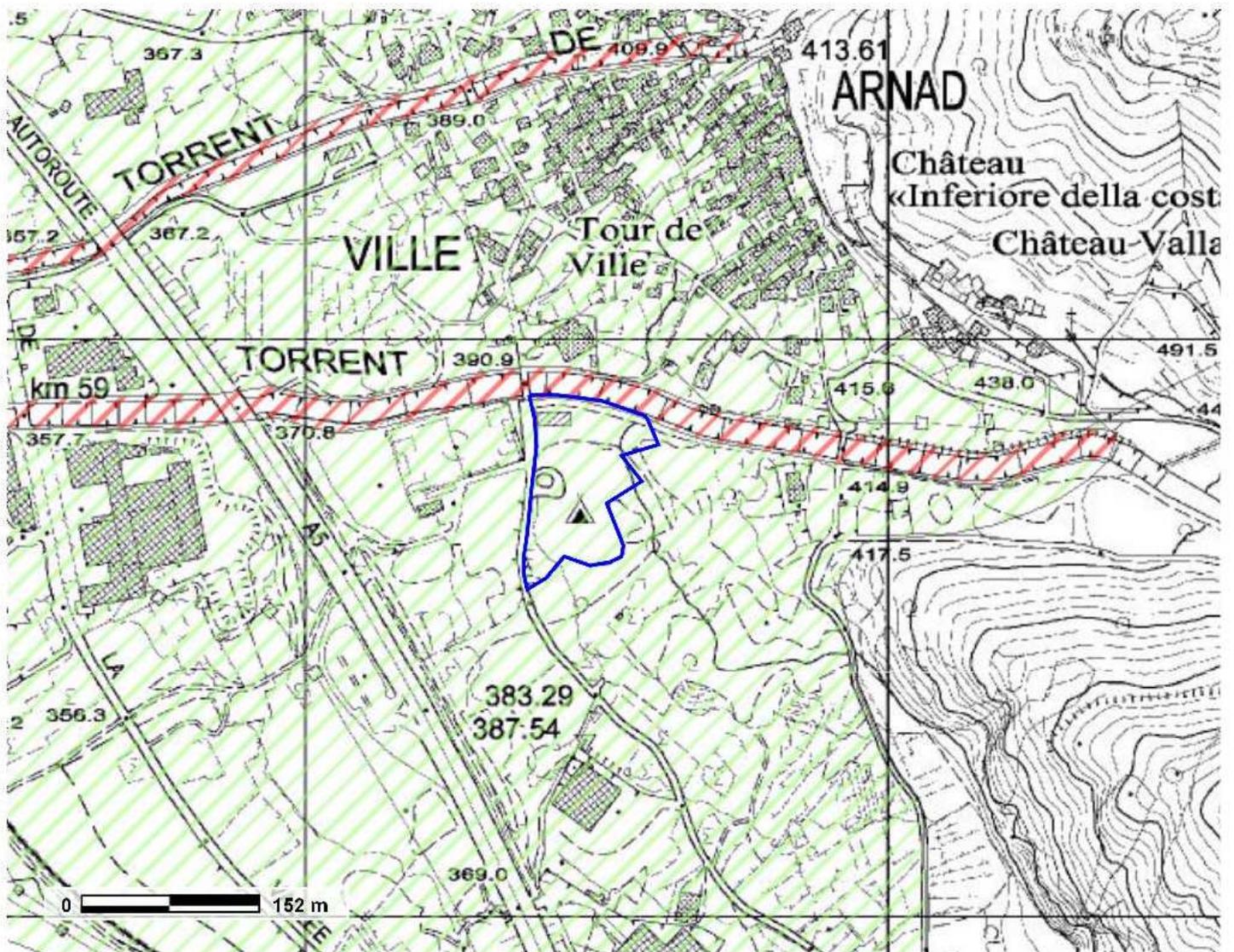
*Cartografia prescrittiva*

*Terreni sedi di fenomeni di trasporto di massa - Art. 35/2 l.r. 11/98*

## LEGENDA



— Perimetro area "La Keya"



## Comune di Arnad

### Riqualificazione dell'area "La Keya"

Studio di bacino dei torrenti Va e Prouve

*Cartografia prescrittiva*

*Terreni a rischio di inondazione - Art. 36 l.r. 11/98*

## LEGENDA

- |   |          |   |                          |
|---|----------|---|--------------------------|
|  | Fascia A |  | Perimetro area "La Keya" |
|  | Fascia B |   |                          |
|  | Fascia C |   |                          |

*Dottor Alberto Bonino  
Geologo  
Via Artanavaz n°37  
Aosta  
Tel. 0165/552834  
328/1250367  
geobonni2@gmail.com*

---

## **REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA**

### **COMUNE DI ARNAD**

#### ***RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA RICREATIVA "LA KEYA"***

**Committente:** Amministrazione Comunale di Arnad

**Progettista:** Arch. Ezio Alliod

*C.F. BNNLRT73D05L219T  
P.IVA 01024730077*

**Nota integrativa alla Relazione sulla  
compatibilità dell'intervento con lo stato di  
dissesto esistente** (ai sensi della L.R. 11/98,  
deliberazione G.R. n°2939/2008)

---

## **Allegati**

**Planimetria generale e profili delle sezioni n°6, 7 ed 8 lungo il collettore terminale del torrente V**

La presente nota è stata redatta ad integrazione di una prima perizia, prodotta dallo scrivente nel luglio 2012, su un intervento di riqualificazione dell'area ricreativa in località "La Keya", in Comune di Arnad, sulla scorta del progetto redatto dall'Arch. Ezio Alliod, di cui era stata valutata, con esito positivo, sia la fattibilità dal punto di vista geologico e geotecnico, in ottemperanza al D.M. 11.03.88 ed al recente D.M. 14/01/2008, sia la compatibilità con lo stato di dissesto del sito e quindi con i vincoli di tipo idrogeologico gravanti su questo, secondo quanto disposto dalla L.R. 11/98 ed in particolare dalle sue recenti disposizioni attuative, impartite dalla deliberazione della Giunta Regionale n. 2939 del 10 ottobre 2008.

In particolare, riguardo a quest'ultima valutazione, così come richiesto dal Servizio Affari Generali, Demanio e Risorse Idriche della R.A.V.A., responsabile dell'istruttoria prevista dalla suddetta deliberazione, è stato necessario approfondire in questa sede un aspetto non sufficientemente chiarito in relazione, inerente l'intervento, tra quelli previsti dal progetto, che può potenzialmente influenzare l'efficienza idraulica delle opere di regimazione del torrente Và, e determinare pertanto ricadute sulla vulnerabilità delle limitrofe fasce spondali, ovvero la sopraelevazione di un tratto dell'arginatura sinistra, al fine di realizzare un parcheggio da 35 posti auto a bordo alveo.

Come sostenuto nella perizia, la realizzazione di quest'opera, pur in presenza di una **fascia A** di elevata pericolosità su questo tratto spondale, è comunque da ritenere compatibile con tale vincolo, proprio in ragione della funzione cui sarebbe preposta, a servizio di un'area destinata a manifestazioni ed eventi ricreativi, quindi con una frequentazione assolutamente circoscritta nel corso dell'anno, che, tenuto conto degli strumenti previsionali attualmente disponibili e dei piani di allertamento ad essi riferiti, si esclude possa coincidere con situazioni meteorologiche ed idrogeologiche particolarmente avverse, tali da innescare fenomeni di inondazione lungo il torrente Và.

I nuovi posti auto verranno inseriti, con disposizione a pettine, in fregio all'alveo del corso d'acqua, e renderanno dunque necessaria, su un tratto complessivo di circa 120 m di lunghezza, una leggera sopraelevazione del muro d'argine, di un'altezza compresa tra qualche decina di cm ed un massimo di circa 1,0 m, per

portarlo a livello dei terreni della sponda (piano viabile della pista esistente), raccordandolo a questi con un moderato riporto a tergo. Per verificare l'incidenza di questo intervento in termini di efficienza idraulica del collettore, ci si è serviti dei dati derivanti dallo studio di bacino recentemente condotto sul torrente Và, oltre che sul limitrofo Prouvy, da un gruppo di professionisti multidisciplinare, su commissione dall'Amministrazione Regionale (deliberazione della G.R. n°2585 del 12/08/2005). Il lavoro, oltre ad un'approfondita indagine conoscitiva, si compone altresì di una parte quantitativa più specifica, nel corso della quale sono state effettuate numerose verifiche idrauliche lungo una serie di sezioni distribuite sull'intero sviluppo dell'asta del torrente, particolarmente ravvicinate nel tratto a cavallo del collettore terminale (v. Tav. A in allegato). I calcoli sono stati impostati in relazione ad entrambe le casistiche considerate nello studio, ovvero sia nei confronti di un fenomeno di esclusiva natura idraulica, sia in presenza di un episodio di colata detritica.

I risultati mostrano sostanzialmente come l'alveo del torrente sia ben dimensionato per garantire il deflusso della portata liquida con tempo di ritorno fino a 200 anni (66 mc/s), rispetto alla quale tutte le sezioni risultano verificate con ampio margine, come evidenzia la tabella di sintesi di seguito riportata:

<b>Sezione</b>	<b>Portata smaltibile [mc/s]</b>	<b>Portata 200 anni</b>
a0	360	66
A	448.5	66
Sez bacino basso (a')	612	66
B	563.52	66
C	457.68	66
1	392.4	66
2	502.8	66
3	544.2	66
4	340.2	66
5	234.9	66
6	388.14	66
7	235.8	66
8	475.2	66
9	241.8	66
10	225	66
11	295.2	66
12	198	66
13	240	66

Per contro, nei confronti dei fenomeni di trasporto di massa, il collettore terminale evidenzia numerosi tratti che entrerebbero in crisi al passaggio dell'onda di piena, per cui la portata complessiva della colata, calcolata in 132 mc/s, andrebbe progressivamente riducendosi dall'apice del conoide alla confluenza nella Dora, a causa delle ripetute esondazioni subite in corrispondenza delle sezioni sottodimensionate, secondo l'andamento evidenziato nella seguente tabella:

Sezione	Portata smaltibile [mc/s]	Portata colata detritica
A0	182.53	132
A	268.83	132
Sez bac basso (a')	65.28	132
B	306.81	132
C	167.82	132
1	99.48	99.48
2	197.02	99.48
3	241.97	99.48
4	81.65	81.65
5	27.19	27.19
6	91.61	27.19
7	25.15	25.15
8	178.20	25.15
9	29.12	25.15
10	23.01	23.01
11	42.86	23.01
12	19.40	19.4
13	34.84	19.4

Come mostra la planimetria in tav. A, la fascia spondale dell'area La Keya si colloca all'incirca tra le sezioni n°6, a monte, e n° 8, a valle, in corrispondenza del ponte del campo sportivo. Lo studio di bacino indica tuttavia come i fenomeni di inondazione dovrebbero profilarsi già nel tratto a monte, a cavallo delle sezioni 1, 4 e 5 (v. tabella precedente), propagandosi sui terreni sottostanti ed investendo perciò anche la stessa zona ricreativa, come d'altra parte evidenzia la dinamica dell'evento del 1978, in cui l'inondazione coinvolse in prima misura la parte apicale del conoide, per poi estendersi alla restante superficie (v. foto 1).



**Foto 1: un'immagine della zona di conoide coinvolta dall'esondazione del torrente Và nel corso dell'evento del 1978 (Archivio R.A.V.A.); evidenziato in rosso è il settore corrispondente all'area di "La Keya".**

Tra le sezioni sottodimensionate, se pur per una frazione minima della sua capacità di conduzione, rientra anche la n°7, situata a cavallo dell'area di La Keya. E' in questo settore, come mostra la planimetria di Tav.A in allegato, che il progetto prevede l'innalzamento del muro d'argine per consentire la realizzazione del parcheggio. Le conseguenze che questo intervento potrebbe indurre in termini di efficienza idraulica del collettore e di vulnerabilità, in caso di esondazione, delle fasce spondali limitrofe sono state esaminate prendendo in considerazione i profili delle tre sezioni che intercettano questo tratto, le n°6, 7 ed 8 (v. profili in allegato).

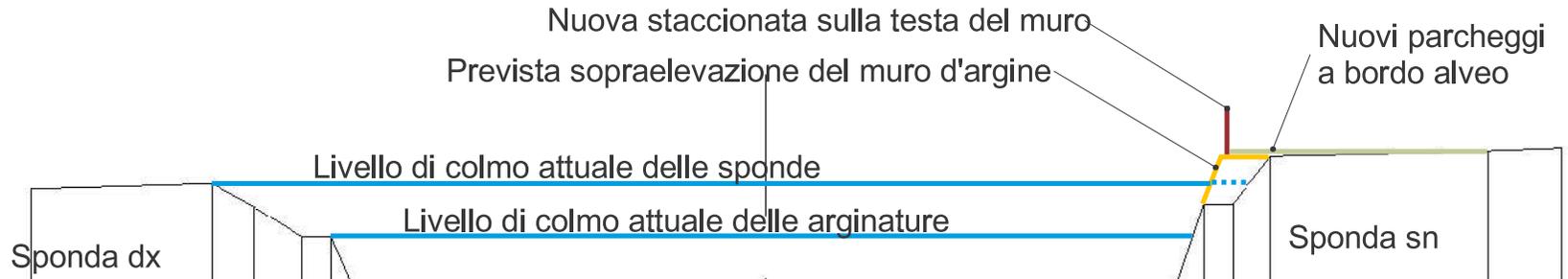
La prima (n°6) si colloca in realtà esternamente all'area del progetto, ma il suo profilo può essere comunque assimilato con buona approssimazione a quello presente nel segmento più a monte dell'area d'intervento, dove la sopraelevazione dell'argine risulterebbe maggiore, circa 1,0 m, visto il maggiore dislivello tra la testa del muro attuale ed i limitrofi terreni della sponda; il profilo in allegato mostra tuttavia come, a seguito della realizzazione del progetto, la nuova configurazione della sezione d'alveo non comporterebbe alcuna variazione né del livello di colmo della arginature, né di

quello delle fasce spondali (inteso come il livello oltre il quale la corrente esonda su una delle due sponde), dove già attualmente la destra idrografica, più bassa, è comunque soggetta ad essere inondata per prima. Lo stesso dicasi per la sottostante sezione 7, posta a cavallo del tratto centrale dell'intervento, dove l'innalzamento dell'argine previsto dal progetto risulterebbe minimo, di circa 30 cm: il livello di colmo attuale delle arginature andrebbe in questo caso a coincidere con quello delle sponde, mantenendo inalterata la situazione attuale in cui la sponda destra viene a trovarsi leggermente più depressa rispetto a quella sinistra, e quindi più vulnerabile nei confronti di un'eventuale esondazione della colata, come preventivato dallo studio di bacino. Infine, la sezione n°8, ricavata in corrispondenza del ponte sul torrente, evidenzia come in questo tratto il muro d'argine sia già a livello dei terreni della sponda, e non renda perciò necessaria una sua sopraelevazione; ne consegue che a cavallo di questo tratto terminale il progetto non modificherà la configurazione delle opere di regimazione e della sponda, mantenendo invariato il profilo dell'alveo.

In sostanza, si ritiene che la leggera sopraelevazione del muro d'argine prevista dal progetto in sinistra idrografica del torrente Và, in corrispondenza della fascia spondale dell'area ricreativa La Keya, non modifichi la soddisfacente capacità di conduzione del collettore terminale, dimostratasi insufficiente solo nei confronti di un evento idrogeologico estremo, né crei le condizioni per un incremento della vulnerabilità dei terreni della sponda opposta rispetto allo scenario prevedibile nella situazione attuale; per contro, l'intervento offre spunti di miglioramento, consolidando l'arginatura e conferendo maggiore efficacia alla regimazione di questo tratto del corso d'acqua. Si ribadisce pertanto **che il progetto, nel suo complesso, risulta compatibile con le condizioni di media ed elevata pericolosità per frana ed inondazione indicate dalla cartografia comunale degli ambiti inedificabili ai sensi della l.r. 11/1998, e che non vi sono fattori di impedimento alla sua realizzazione sotto il profilo geologico e geotecnico.**

Aosta, settembre 2012

# Sezione 6



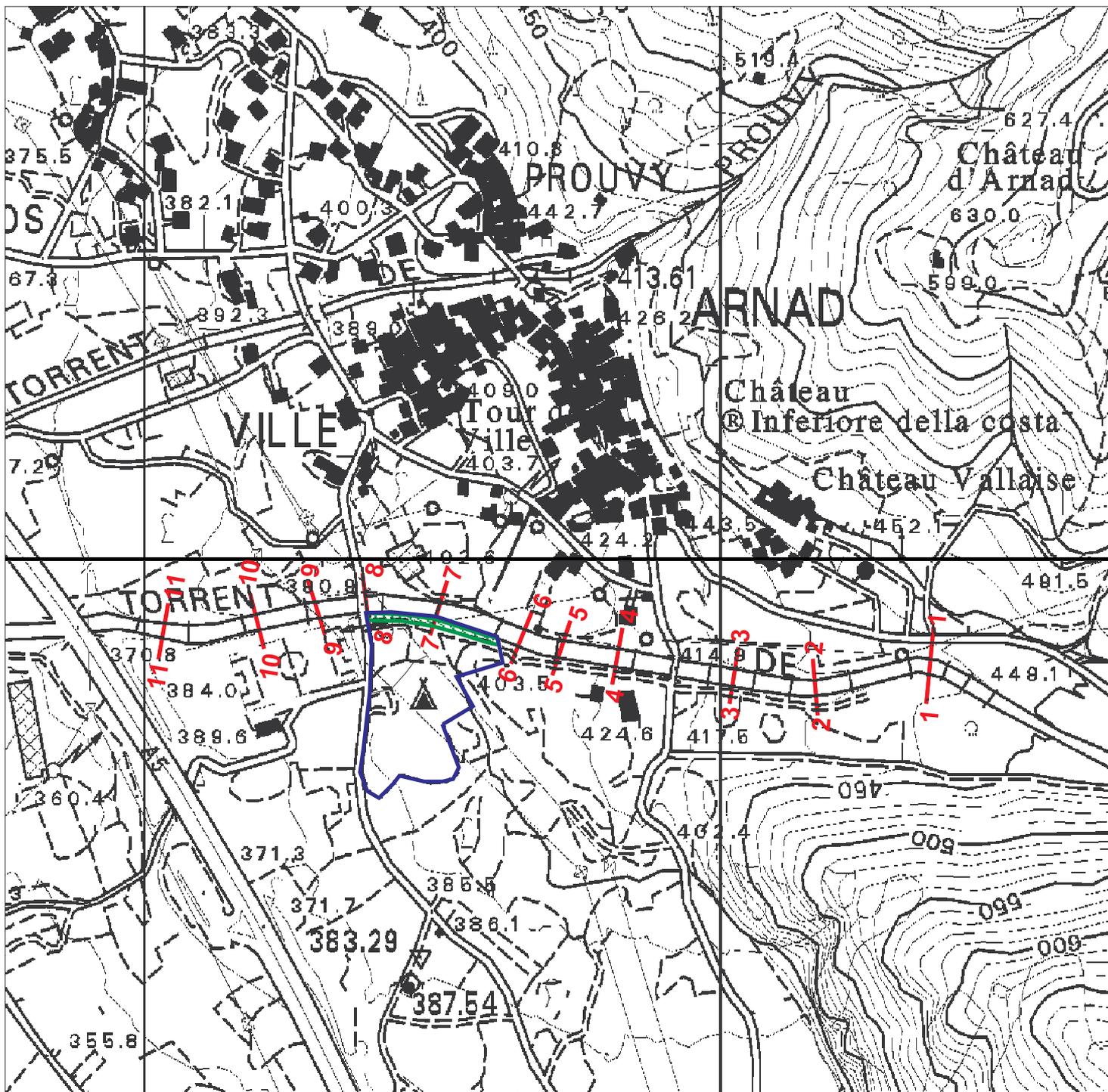
SCALA 1:200

QT.RIF. 300,000

QUOTE TERRENO	403,311	403,418	402,987	402,381	402,382	400,285	400,130	400,038	399,442	399,423	399,185	399,088	399,830	399,844	399,838	400,185	400,349	403,008	403,007	403,888	404,067	404,124
DIST.PARZIALI TERRENO	3,654	0,828	0,984	0,801	0,881	0,804	1,615	1,493	0,438	2,468	1,271	2,048	1,671	0,866	1,825	1,565	0,883	1,000	0,751	4,381	1,489	
QUOTE PROGETTO																						
DIST.PARZIALI PROGETTO																						





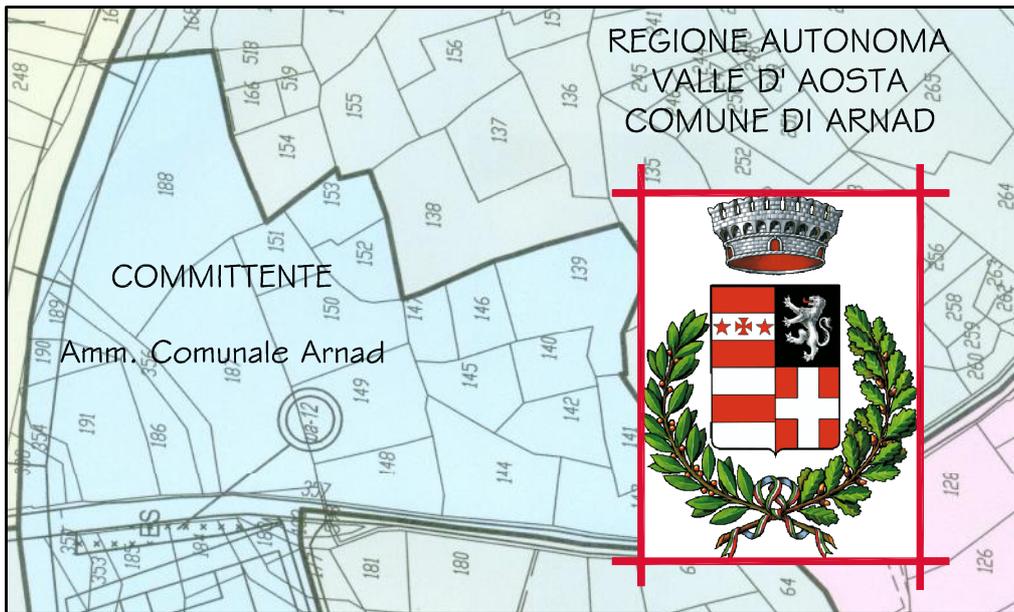


## Comune di Arnad

### Riqualificazione dell'area "La Keya"

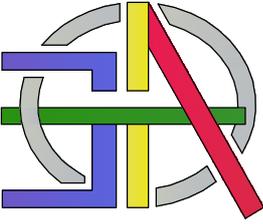
Planimetria delle sezioni d'alveo oggetto di verifica idraulica  
lungo il collettore terminale del torrente Và  
(Tratte dallo studio di bacino sui torrenti Và e Prouvy)

-  Perimetro area "La Keya"
-  Nuova zona parcheggio prevista dal progetto
-  Traccia di sezione d'alveo



OGGETTO  
RIQUALIFICAZIONE AREA "LA KEYA"  
Riordino accessi e spazi di sosta

Progetto: ESECUTIVO  
"stralcio funzionale"



studio alliod  
57 rue du Martorey  
11029 VERRES (AO)  
tel. +039 01 25 344290  
fax. +039 0165 1820170  
cel. +039 347 2519163  
email. studio.alliod@gmail.com  
c.f. LLD ZEI 61A24 A326M  
p.iva 00553780073

ezio alliod

daniele daguin

TAV. N° 1.3

OGGETTO  
Relazione geotecnica

DATA  
Marzo 2016

AGGIORNAMENTO



---

# Relazione geotecnica

## Relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno.

### Sommario

<b>1 Descrizione delle opere in sito</b> .....	1
<b>2 Problemi geotecnici e scelte tipologiche</b> .....	5
<b>Tipologia di fondazione</b> .....	6
<b>2.1 Elementi di fondazione</b> .....	7
<b>2.1.1 Fondazioni di travi</b> .....	7
<b>3 Programma delle indagini e delle prove geotecniche</b> .....	7
<b>3.1 Sondaggi del sito</b> .....	8
<b>4 Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito</b> .....	9
<b>4.1 Terreni</b> .....	9
<b>5 Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica</b> .....	9
<b>Modello di fondazione</b> .....	9
<b>6 Verifiche delle fondazioni</b> .....	12
<b>6.1 Verifiche travate C.A.</b> .....	12
<b>6.2 Pressioni terreno in SLU</b> .....	14
<b>6.3 Pressioni terreno in SLVf/SLUEcc</b> .....	16
<b>6.4 Pressioni terreno in SLE/SLD</b> .....	17
<b>6.5 Cedimenti fondazioni superficiali</b> .....	18

## 1 Descrizione delle opere in sito

*Descrizione delle opere in sito: contiene la descrizione delle opere esistenti in sito e da edificare, la tipologia strutturale presente, la tipologia di intervento previsto, la localizzazione geografica e la pericolosità sismica di base.*

La **struttura in oggetto** è stata analizzata secondo la norma D.M. 14-01-08 (N.T.C.), considerandola come tipo di costruzione 2. In particolare si è prevista, in accordo con il committente, una vita nominale dell'opera di  $V_n=50$  anni per una classe d'uso II, e quindi una vita di riferimento di 50 anni (§2.4.3).

L'opera è edificata in località Valle D'aosta/vallée D'aoste, Arnad; Latitudine ED50 45,6482° (45° 38' 54"); Longitudine ED50 7,7181° (7° 43' 5"); Altitudine s.l.m. 365,12 m. (coordinate esatte: 45,6482 7,7181), punto che risulta corrispondere come zonazione sismica ad una Zona 3.

La pericolosità sismica di base del sito di costruzione è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo in condizioni ideali su sito di riferimento rigido e superficie topografica orizzontale. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali, come previsto nell'allegato A della norma. I tre parametri fondamentali (accelerazione  $a_g$ , fattore di amplificazione  $F_0$  e periodo  $T^*C$ ) si ricavano per ciascun nodo del del reticolo di riferimento in funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  previsto, espresso in anni; quest'ultimo è noto una volta fissate la vita di riferimento  $V_r$  della costruzione e la probabilità di superamento attesa nell'arco della vita di riferimento. Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{Vr}$  cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportate nella tabella 3.2.1 del §3.2.1 della norma; i valori di  $P_{Vr}$  forniti in tabella possono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere (cfr. anche il §C3.2.1).

Nella presente progettazione si sono considerati i seguenti parametri sismici:

PVr SLD (%)	63
Tr SLD	50
Ag/g SLD	0.0282
Fo SLD	2.584
Tc* SLD	0.202
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	475
Ag/g SLV	0.0554
Fo SLV	2.744
Tc* SLV	0.29

## Risposta sismica locale

Le condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e le condizioni topografiche concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Gli effetti stratigrafici sono legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno. Gli effetti topografici sono invece legati alla configurazione topografica del piano campagna ed alla possibile focalizzazione delle onde sismiche in punti particolari (pendii, creste).

Nella presente progettazione l'effetto della risposta sismica locale è stato valutato individuando la categoria di sottosuolo di riferimento corrispondente alla situazione in sito e considerando le condizioni topografiche locali (§3.2.2). Per la valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica SS la caratterizzazione geotecnica condotta nel volume significativo consente di identificare il sottosuolo prevalente nella categoria E - strati superficiali alluvionali. Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma (Tab. 3.2.II e Tab. 3.2.III).

**Categoria E:** 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).

Per la valutazione del coefficiente di amplificazione topografica ST, viste le condizioni in sito e l'orografia della zona, si è attribuita la categoria topografica T1. Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma (Tab. 3.2.IV).

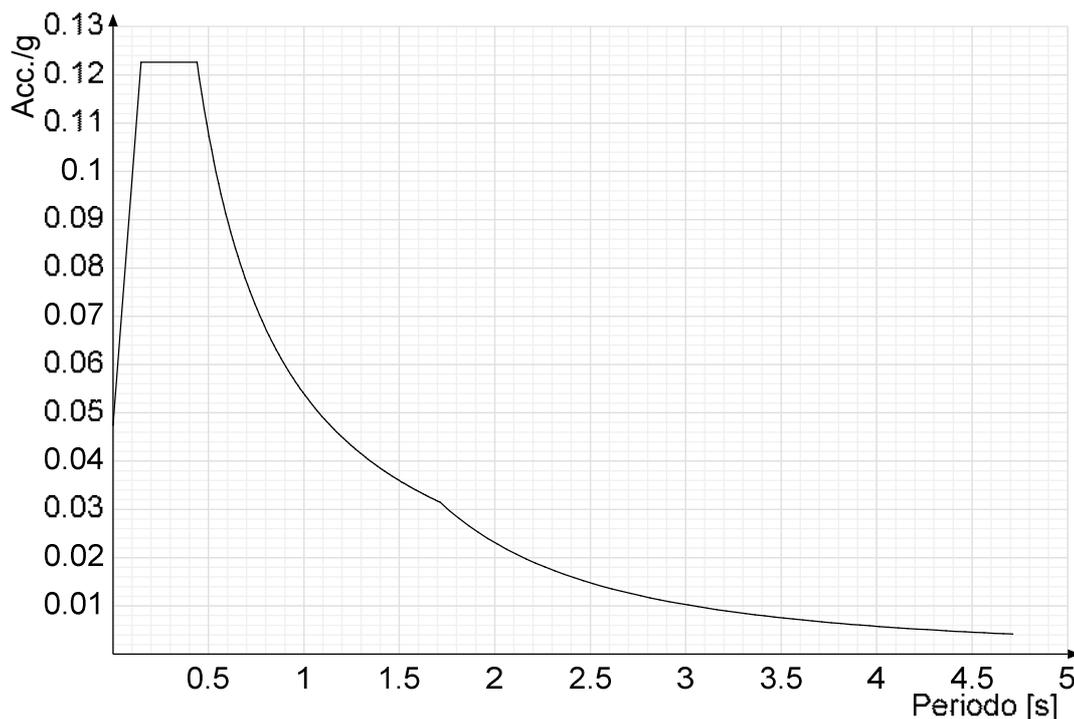
**Categoria T1:** Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

In base alle categorie scelte si sono infine adottati i seguenti coefficienti di amplificazione e spettrali:

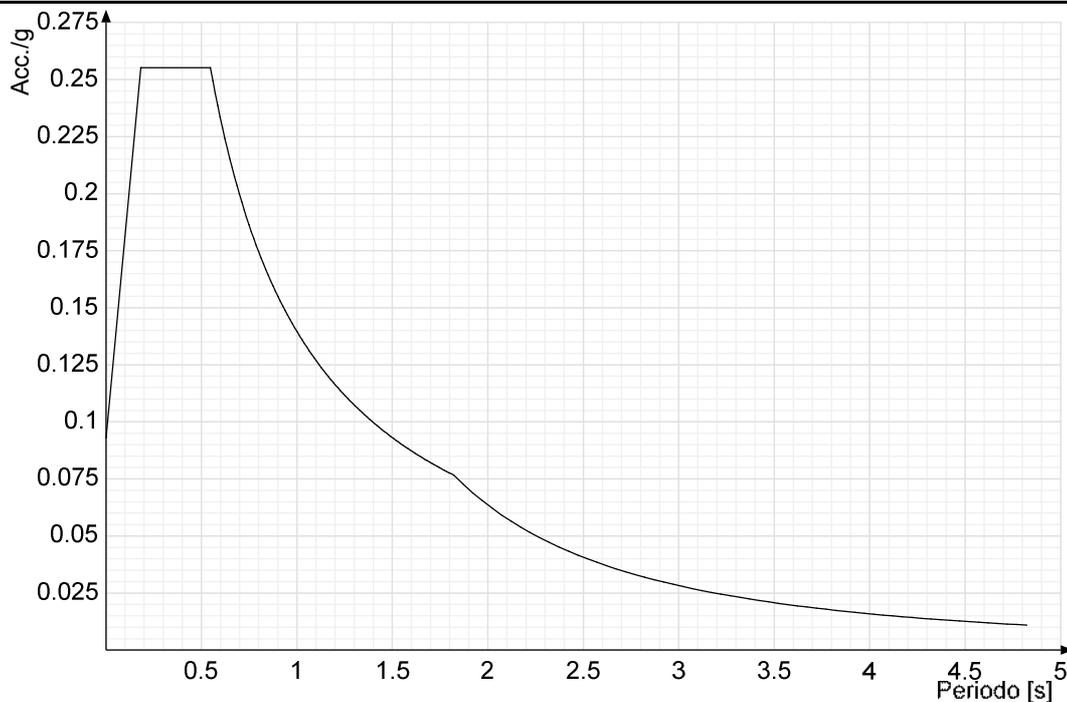
Ss orizzontale SLD	1.6	
Tb orizzontale SLD	0.147	[s]
Tc orizzontale SLD	0.44	[s]
Td orizzontale SLD	1.713	[s]
Ss orizzontale SLV	1.6	
Tb orizzontale SLV	0.182	[s]
Tc orizzontale SLV	0.547	[s]
Td orizzontale SLV	1.821	[s]

Si riportano infine gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati.

Viene mostrato lo spettro di risposta elastico "Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



Viene mostrato lo spettro di risposta elastico "Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



## Parametri di analisi

Si è condotta una analisi di tipo Lineare dinamica su una costruzione di muratura.

Le parti strutturali in muratura sono inquadrabili nella tipologia Costruzioni in muratura ordinaria, con rapporto  $\alpha U/\alpha 1$  corrispondente a Costruzioni in muratura ordinaria ad un piano  $\alpha U/\alpha 1=1.4$ .

Si è considerata una classe di duttilità CD"B", a cui corrispondono per la struttura in esame i seguenti fattori di struttura:

Fattore di struttura per sisma X	2.25
Fattore di struttura per sisma Y	2.25
Fattore di struttura per sisma Z	1.5

Altri parametri che influenzano l'azione sismica di progetto sono riassunti in questo prospetto:

Smorzamento viscoso (%)	5	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[cm]

Nell'analisi dinamica modale si sono analizzati 9 modi di vibrare valutati secondo il metodo di Ritz.

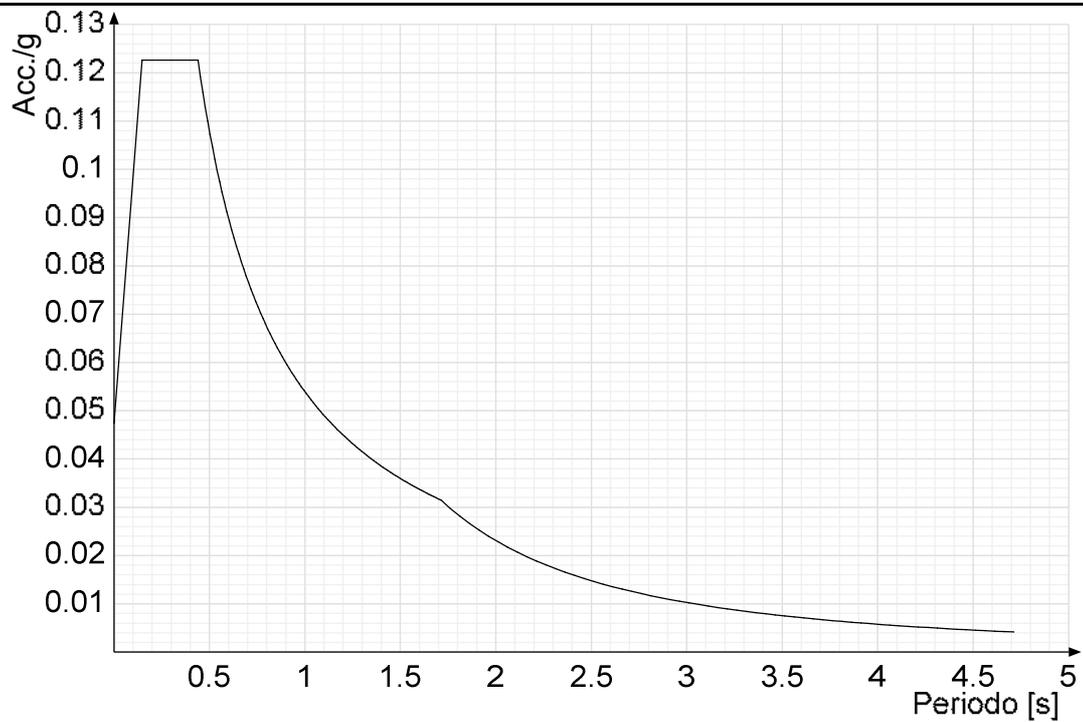
Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nell'localizzazione delle masse, la normativa richiede di attribuire al centro di massa una eccentricità accidentale (§7.2.6), in aggiunta alla eccentricità naturale della costruzione, mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo.

Nella struttura in oggetto si è applicata una eccentricità accidentale secondo il seguente prospetto:

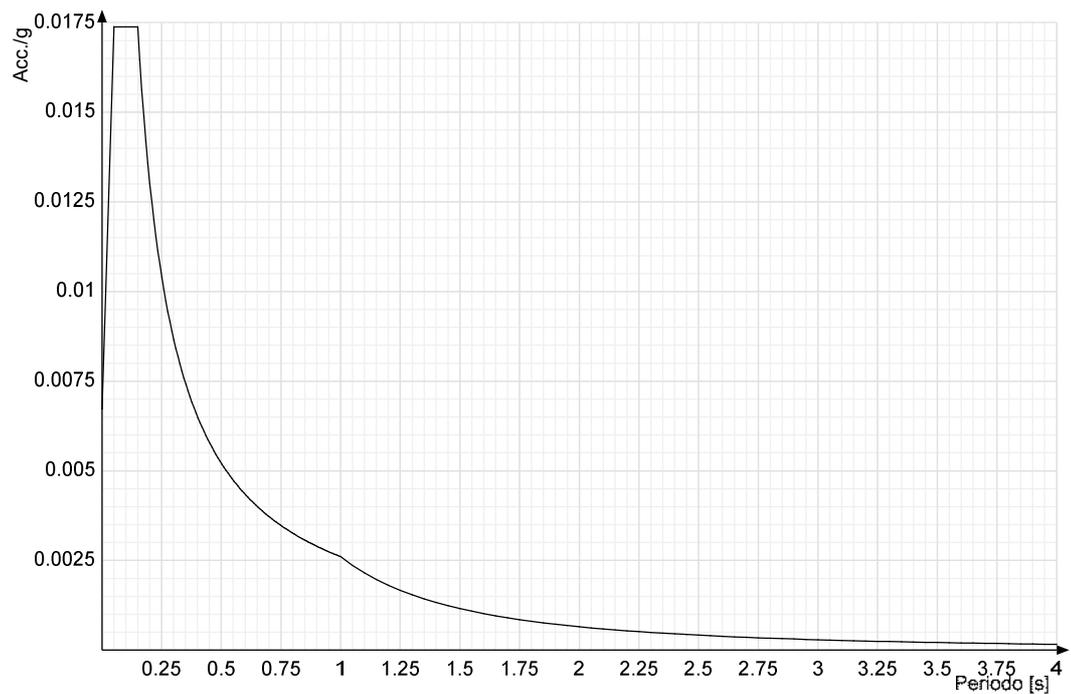
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Fondazione"	0	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Fondazione"	0	[cm]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "q.+130"	0	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "q.+130"	0	[cm]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "q.+300"	0	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "q.+300"	0	[cm]

Si riportano infine gli spettri di risposta di progetto delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati.

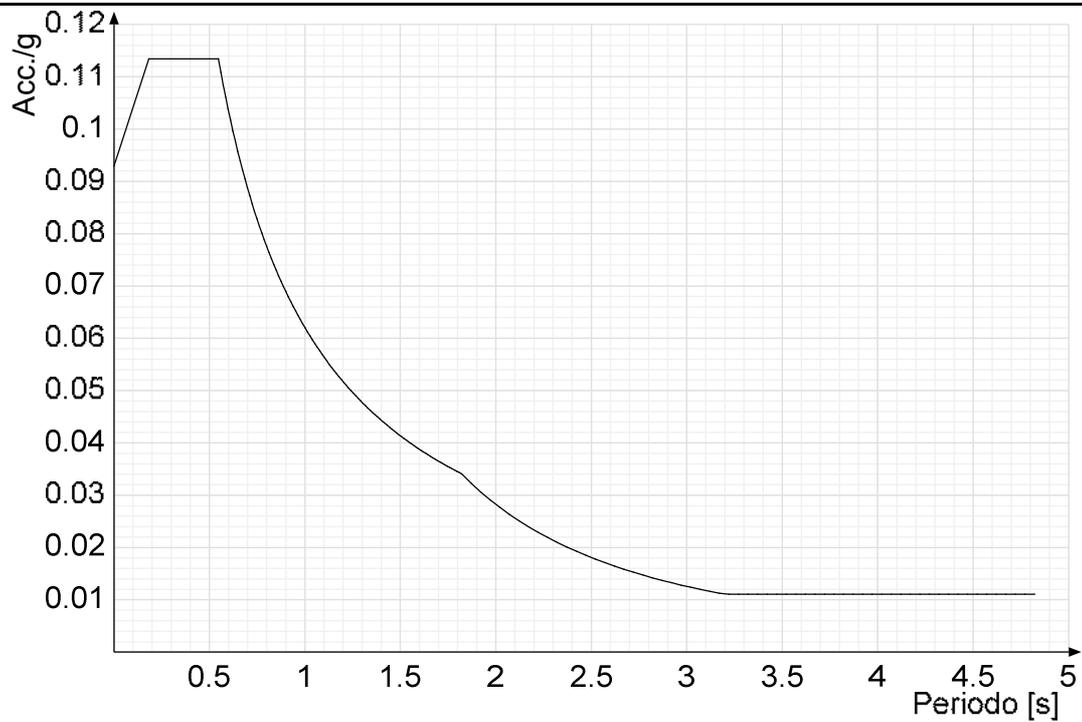
Viene mostrato lo spettro di progetto "Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.4".



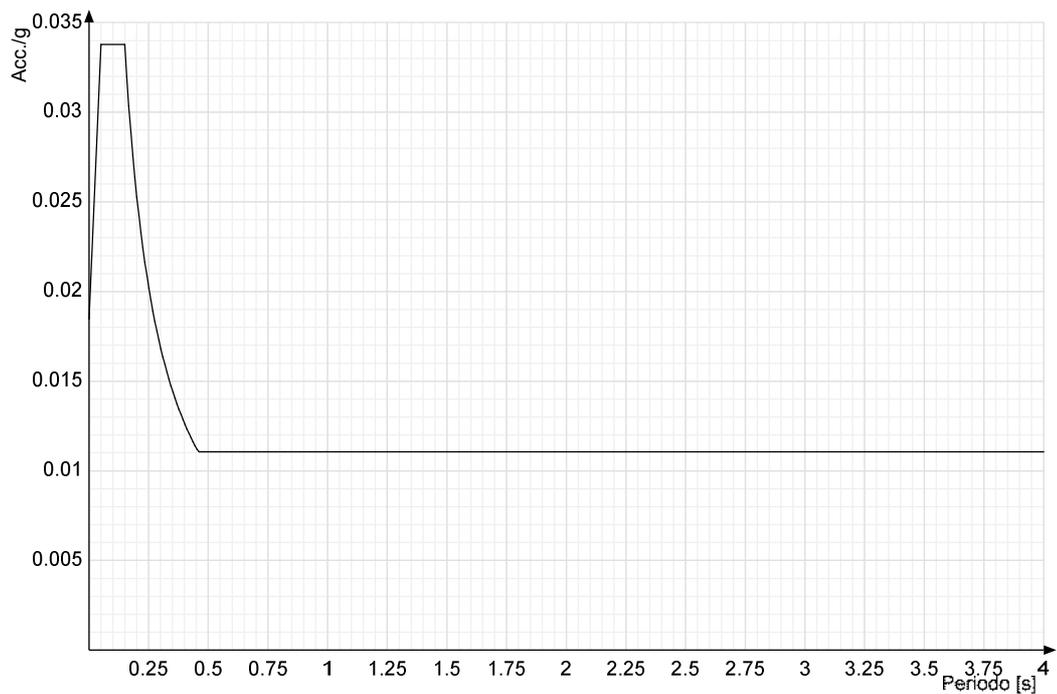
Viene mostrato lo spettro di progetto "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.4".



Viene mostrato lo spettro di progetto "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5".  
Questo spettro è valido anche per l'altra componente orizzontale, essendo coincidente.



Viene mostrato lo spettro di progetto "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.5".



<testo utente: si consiglia di riepilgare la pericolosità sismica di base del sito in esame (clic dx per modificare il paragrafo)>

## 2 Problemi geotecnici e scelte tipologiche

Problemi geotecnici e scelte tipologiche: contiene la valutazione eseguita dal progettista sulle problematiche geotecniche inerenti l'opera in oggetto, sulla base di quanto emerso dalle documentazioni esistenti, in particolare dalla relazione geologica del sito; a questo proposito è possibile richiamare i termini presenti nella carta geologica. Viene indicata la tipologia di fondazioni previste, le modalità costruttive, gli accertamenti preliminari necessari, gli eventuali interventi aggiuntivi richiesti (sbancamenti, consolidamenti, sistemi di drenaggio, abbassamento di falda, ecc.).

---

# Tipologia di fondazione

Nella modellazione si è considerata la presenza di fondazioni superficiali, schematizzando il suolo con un letto di molle elastiche di assegnata rigidezza. In direzione orizzontale si è considerata una rigidezza pari a 0.5 volte quella verticale.

I valori di default dei parametri di modellazione del suolo, cioè quelli adottati dove non diversamente specificato, sono i seguenti.:

Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	5	[ daN/cm <sup>3</sup> ]
K punta palo (default)	4	[ daN/cm <sup>3</sup> ]
Pressione limite punta palo (default)	10	[ daN/cm <sup>2</sup> ]

Per elementi nei quali si sono valutati i parametri geotecnici in funzione della stratigrafia sottostante si sono adottate le seguenti formulazioni di letteratura:

Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della capacità portante	Vesic
Metodo di calcolo della pressione limite punta palo	Vesic

La resistenza limite offerta dai pali in direzione orizzontale e verticale è funzione dell'attrito e della coesione che si può sviluppare all'interfaccia con il terreno. Oltre ai dati del suolo, descritti nelle seguenti stratigrafie, hanno influenza anche i seguenti parametri:

Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	2.3
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.3
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7



Rappresentazione in pianta di tutti gli elementi strutturali di fondazione.

## 2.1 Elementi di fondazione

### 2.1.1 Fondazioni di travi

**Descrizione breve:** descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli delle travi di fondazione.

**Stratigrafia:** stratigrafia del terreno nel punto medio in pianta dell'elemento.

**Sondaggio:** è possibile indicare esplicitamente un sondaggio definito nelle preferenze oppure richiedere di estrapolare il sondaggio dalla definizione del sito espressa nelle preferenze.

**Estradosso:** distanza dalla quota superiore del sondaggio misurata in verticale con verso positivo verso l'alto. [cm]

**Deformazione volumetrica:** valore della deformazione volumetrica impiegato nel calcolo della pressione limite a rottura con la formula di Vesic. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

**K verticale:** coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Limite compressione:** pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Limite trazione:** pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Magrone:** presenza e caratteristiche dell'eventuale magrone.

**Terreno riporto:** caratteristiche dell'eventuale terreno di riporto presente lateralmente all'elemento di fondazione. Esso costituisce un sovraccarico agente sul piano di posa.

Descrizione breve	Stratigrafia			K verticale	Limite compressione	Limite trazione	Magrone	Terreno riporto
	Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica					
FT1	Sondaggio_Arnad	0		Default (5)	Default (3)	Default (3)	No	Default (Terreno f30°_d20°_Introd); Default (80); 0

## 3 Programma delle indagini e delle prove geotecniche

• Sondaggio\_Arnad

Immagine: planimetria della zona con indicate le posizioni delle verticali di indagine

<testo utente: si consiglia l'inserimento del programma delle indagini e delle prove geotecniche, i tipi di indagine condotte e le caratteristiche delle

### 3.1 Sondaggi del sito

Vengono elencati in modo sintetico tutti i sondaggi risultanti dalle verticali di indagine condotte in sito, con l'indicazione dei terreni incontrati, degli spessori e dell'eventuale falda acquifera.

Nome attribuito al sondaggio: Sondaggio\_Arnad

Coordinate planimetriche del sondaggio nel sistema globale scelto: 0, 0

Quota della sommità del sondaggio (P.C.) nel sistema globale scelto: 0

I valori sono espressi in cm

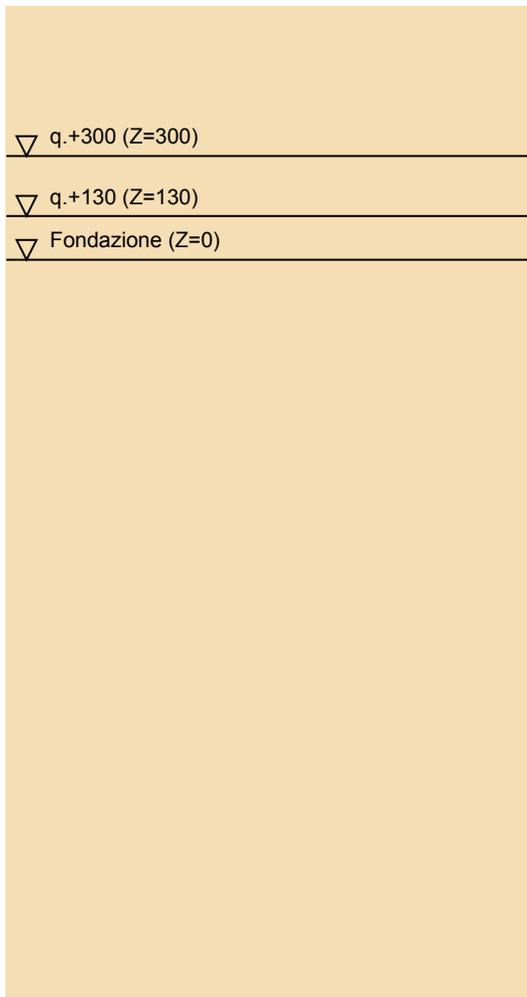
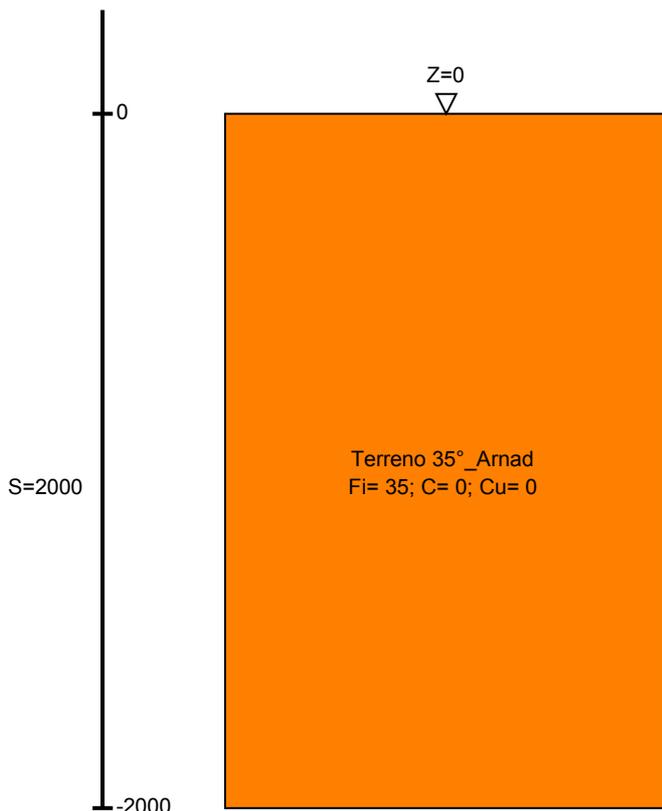


Immagine: Sondaggio\_Arnad

#### Stratigrafie

**Terreno:** terreno mediamente uniforme presente nello strato.

**Sp.:** spessore dello strato. [cm]

**Kor,i:** coefficiente K orizzontale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Kor,s:** coefficiente K orizzontale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Kve,i:** coefficiente K verticale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Kve,s:** coefficiente K verticale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Eel,s:** modulo elastico al livello superiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Eel,i:** modulo elastico al livello inferiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Eed,s:** modulo edometrico al livello superiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Eed,i:** modulo edometrico al livello inferiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/cm<sup>2</sup>]

**CC,s:** coefficiente di compressione vergine CC al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**CC,i:** coefficiente di compressione vergine CC al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**CR,s:** coefficiente di ricomprensione CR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**CR,i:** coefficiente di ricomprensione CR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**E0,s:** indice dei vuoti E0 al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.

**E0,i:** indice dei vuoti E0 al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.

**OCR,s:** indice di sovraconsolidazione OCR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.

**OCR,i:** indice di sovraconsolidazione OCR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.

Terreno	Sp.	Kor,i	Kor,s	Kve,i	Kve,s	Eel,s	Eel,i	Eed,s	Eed,i	CC,s	CC,i	CR,s	CR,i	E0,s	E0,i	OCR,s	OCR,i
Terreno 35°_Arnad	2000	1.5	1	1	1	500	500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

<il file immagine non è stato trovato>

<immagine utente: si consiglia l'inserimento di immagini relative ai profili stratigrafici, ottenuti dalle perforazioni di sondaggio e dagli scavi esplorativi, ovvero delle sezioni geologiche (clic dx per inserire un'immagine)>

## 4 Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito

### 4.1 Terreni

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Coesione:** coesione del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Coesione non drenata:** coesione non drenata (C<sub>u</sub>) del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Attrito interno:** angolo di attrito interno del terreno. [deg]

**δ:** angolo di attrito all'interfaccia terreno-cls. [deg]

**Adesione:** coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cls. Il valore è adimensionale.

**K0:** coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.

**γ naturale:** peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [daN/cm<sup>3</sup>]

**γ saturo:** peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/cm<sup>3</sup>]

**E:** modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

**Rqd:** rock quality degree. Per roccia assume valori nell'intervallo (0;1]. Il valore convenzionale 0 indica che si tratta di un terreno sciolto. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Coesione	Coesione non drenata	Attrito interno	δ	Adesione	K0	γ naturale	γ saturo	E	Poisson	Rqd
Terreno 35°_Arnad	0	0	35	23	1	0.5	0.0017	0.0019	500	0.3	0
Terreno f30°_d20°_Introd	0	0	30	20	1	0.5	0.0017	0.0019	500	0.3	0

## 5 Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica

### Modello di fondazione

Le travi di fondazione sono modellate tramite uno specifico elemento finito che gestisce il suolo elastico alla Winkler. Le fondazioni a plinto superficiale sono modellate con un numero elevato di molle verticali elastiche agenti su nodi collegati rigidamente al nodo centrale. Le fondazioni a platea sono modellate con l'inserimento di molle verticali elastiche agenti nei nodi delle mesh.

#### Verifica di scorrimento

La verifica di scorrimento della fondazione superficiale viene eseguita considerando le caratteristiche del terreno immediatamente sottostante al piano di posa della fondazione, ricavato in base alla stratigrafia associata all'elemento, e trascurando, a favore di sicurezza, l'eventuale spinta passiva laterale. Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

Lo scorrimento di una fondazione avviene nel momento in cui le componenti delle forze parallele al piano di contatto tra fondazione e terreno vincono l'attrito e la coesione terreno-fondazione e, qualora fosse presente, la spinta passiva laterale.

Il coefficiente di sicurezza a scorrimento si ottiene dal rapporto tra le forze stabilizzanti di progetto (Rd) e quelle instabilizzanti (Ed):

$$Rd = (N \cdot \tan(\varphi) + c_a \cdot B \cdot L + \alpha \cdot S_p) / \gamma_{Rs}$$

$$|Ed = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$$

dove:

- N = risultante delle forze normali al piano di scorrimento;
- T<sub>x</sub>, T<sub>y</sub> = componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;
- tan(phi) = coefficiente di attrito terreno-fondazione;
- c<sub>a</sub> = aderenza alla base, pari alla coesione del terreno di fondazione o ad una sua frazione;
- B, L = dimensioni della fondazione;
- alpha = fattore di riduzione della spinta passiva;
- S<sub>p</sub> = spinta passiva dell'eventuale terreno laterale;
- gamma rs = fattore di sicurezza parziale per lo scorrimento;

Le normative prevedono che il fattore di sicurezza a scorrimento FS=Rd/Ed sia non minore di un prefissato limite.

---

## Verifica di capacità portante

La verifica di capacità portante della fondazione superficiale viene eseguita mediante formulazioni di letteratura geotecnica considerando le caratteristiche dei terreni sottostanti al piano di posa della fondazione, ricavati in base alla stratigrafia associata all'elemento.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

La verifica viene fatta raffrontando la portanza di progetto (Rd) con la sollecitazione di progetto (Ed); la prima deriva dalla portanza calcolata con metodi della letteratura geotecnica, ridotta da opportuni fattori di sicurezza parziali; la seconda viene valutata ricavando la risultante della sollecitazione scaricata al suolo con una integrazione delle pressioni nel tratto di calcolo. Le normative prevedono che il fattore di sicurezza alla capacità portante, espresso come rapporto tra il carico ultimo di progetto della fondazione (Rd) ed il carico agente (Ed), sia non minore di un prefissato limite.

La portanza di una fondazione rappresenta il carico ultimo trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno. Le formule di calcolo presenti in letteratura sono nate per la fondazione nastriforme indefinita ma aggiungono una serie di termini correttivi per considerare le effettive condizioni al contorno della fondazione, esprimendo la capacità portante ultima in termini di pressione limite agente su di una fondazione equivalente soggetta a carico centrato.

La determinazione della capacità portante ai fini della verifica è stata condotta secondo il metodo di Vesic, che viene descritto nei paragrafi successivi.

### Metodo di Vesic

La capacità portante valutata attraverso la formula di Vesic risulta, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

Nel caso di terreno eminentemente coesivo ( $\phi = 0$ ) tale relazione diventa:

$$Q_{lim} = (2 + \pi) \cdot c_u \cdot (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

dove:

$\gamma'$	= peso di volume efficace dello strato di fondazione;
B	= larghezza efficace della fondazione ( $B = B_f - 2e$ );
L	= lunghezza efficace della fondazione ( $L = L_f - 2e$ );
c	= coesione dello strato di fondazione;
$c_u$	= coesione non drenata dello strato di fondazione;
q	= sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
$N_c, N_q, N_\gamma$	= fattori di capacità portante;
$s_c, s_q, s_\gamma$	= fattori di forma della fondazione;
$d_c, d_q, d_\gamma$	= fattori di profondità del piano di posa della fondazione;
$i_c, i_q, i_\gamma$	= fattori di inclinazione del carico;
$b_c, b_q, b_\gamma$	= fattori di inclinazione della base della fondazione;
$g_c, g_q, g_\gamma$	= fattori di inclinazione del piano campagna;

Nel caso di piano di campagna inclinato ( $\beta > 0$ ) e  $\phi = 0$ , Vesic propone l'aggiunta, nella formula sopra definita, del termine  $0.5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma$  con  $N_\gamma = -2 \cdot \tan \beta$

Per la teoria di Vesic i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg\phi; \quad N_q = tg^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{(\pi \cdot tg\phi)}; \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg\phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg\phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k; \quad d'_c = 0.4 \cdot k; \quad d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot tg\phi \cdot (1 - \sin\phi)^2; \quad d_\gamma = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_a \cdot N_c}; \quad i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot ctg\phi}\right)^m;$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot ctg\phi}\right)^{m+1}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^o}{147^o}; \quad g'_c = \frac{\beta^o}{147^o}; \quad g_q = (1 - tg\beta)^2; \quad g_\gamma = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^o}{147^o}; \quad b'_c = \frac{\eta^o}{147^o}; \quad b_q = (1 - \eta \cdot tg\phi)^2; \quad b_\gamma = b_q$$

$$k = \frac{D}{B_f} \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1); \quad k = \arctg\left(\frac{D}{B_f}\right) \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} > 1); \quad m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

phi = angolo di attrito dello strato di fondazione;

ca = aderenza alla base della fondazione;

nu = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale (nu = 0 se orizzontale);

beta = inclinazione del pendio;

H = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

V = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

D = profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;

### Influenza degli strati sulla capacità portante

Le formulazioni utilizzate per la portanza prevedono la presenza di uno stesso terreno nella zona interessata dalla potenziale rottura. In prima approssimazione lo spessore di tale zona è pari a:

$$H = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \tan(45^\circ + \phi/2)$$

In presenza di stratificazioni di terreni diversi all'interno di tale zona, il calcolo diventa più complesso; non esiste una metodologia univoca per questi casi, differenti autori hanno proposto soluzioni diverse a seconda dei casi che si possono presentare. In prima approssimazione, nel caso di stratificazioni, viene trovata una media delle caratteristiche dei terreni, pesata sullo spessore degli strati interessati. Nel caso in cui il primo strato incontrato sia coesivo viene anche verificato che la compressione media agente sulla fondazione non superi la tensione limite di espulsione, circostanza che provocherebbe il rifluimento del terreno da sotto la fondazione, rendendo impossibile la portanza.

La tensione limite di espulsione q<sub>ult</sub> per terreno coesivo viene calcolata come:

$$q_{ult} = 4c + q$$

dove c è la coesione e q è il sovraccarico agente sul piano di posa.

### Influenza del sisma sulla capacità portante

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica.

L'effetto inerziale prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze T parallele al piano di posa e carico normale N) e dell'eccentricità (rapporto tra momento M e carico normale N) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace.

L'effetto cinematico si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale kh, cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo. L'effetto è più marcato su terreni granulari, mentre nei suoli coesivi è poco rilevante.

Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle combinazioni sismiche anche i fattori correttivi e (earthquake), valutati secondo **Paolucci e Pecker**:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{\text{tg}\phi}\right)^{0.35}; \quad e_c = 1 - 0.32 \cdot k_h; \quad e_\gamma = e_q$$

## 6 Verifiche delle fondazioni

### 6.1 Verifiche travate C.A.

**N:** fattore di capacità portante, distinto nei 3 tipi (c, q, g)

**S:** fattore correttivo per la forma della fondazione, distinto nei 3 tipi (c, q, g)

**D:** fattore correttivo per la profondità del piano di posa, distinto nei 3 tipi (c, q, g)

**I:** fattore correttivo per l'inclinazione del carico, distinto nei 3 tipi (c, q, g)

**B:** fattore correttivo per l'inclinazione del piano di posa, distinto nei 3 tipi (c, q, g)

**G:** fattore correttivo per l'inclinazione del pendio, distinto nei 3 tipi (c, q, g)

**P:** fattore correttivo per punzonamento del suolo, distinto nei 3 tipi (c, q, g)

**E:** fattore correttivo per l'inerzia sismica del suolo, distinto nei 3 tipi (c, q, g)

**Tipo:** tipologia del fattore di portanza, per coesione (c), sovraccarico (q) o attrito (g)

**Tipo:** tipologia di cedimento considerato (elastico, edometrico o di consolidazione primaria)

**Sa adm:** cedimento assoluto ammissibile [cm]

**Sa:** cedimento assoluto massimo [cm]

**Nodo:** nodo dove avviene il cedimento assoluto massimo

**Comb.:** combinazione

**Sd adm:** cedimento differenziale ammissibile [cm]

**Sd:** cedimento differenziale massimo [cm]

**Nodo I:** nodo dove avviene il cedimento differenziale massimo

**Nodo j:** nodo dove avviene il cedimento differenziale massimo

**Sr adm:** cedimento relativo ammissibile [cm]

**Sr:** cedimento relativo massimo [cm]

**Nodo:** nodo dove avviene il cedimento relativo massimo

**RI adm:** rapporto di inflessione ammissibile

**RI:** rapporto di inflessione (cedimento relativo max su lunghezza complessiva tratta)

**Ver.:** stato di verifica

**RR adm:** rotazione rigida ammissibile [deg]

**RR:** rotazione rigida massima (tra primo ed ultimo punto) [deg]

**R Adm:** rotazione assoluta ammissibile [deg]

**R Max:** rotazione assoluta massima [deg]

**Nodo I:** dal nodo

**Nodo J:** al nodo

**D+ adm:** distorsione angolare ammissibile [deg]

**D+:** distorsione angolare massima positiva (concavità verso l'alto) [deg]

**Nodo:** nodo dove avviene la distorsione angolare massima positiva (concavità verso l'alto)

**D- adm:** distorsione angolare ammissibile [deg]

**D-:** distorsione angolare massima negativa (concavità verso il basso) [deg]

**Nodo:** nodo dove avviene la distorsione angolare massima negativa (concavità verso il basso)

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [cm, deg] ove non espressamente specificato.

### Trave di fondazione a "Fondazione" 1-2

#### Dati iniziali

Analisi di edificio esistente con fattore di struttura.

Verifiche effettuate secondo DM 14-01-08 Circ. 617 C8.7.2.4

Fattore di struttura per meccanismi duttili in direzione X = 2.25

Fattore di struttura per meccanismi duttili in direzione Y = 2.25

Fattore di struttura per meccanismi fragili = 1.5

#### Caratteristiche dei materiali

Acciaio: FeB 44 k aderenza migliorata LC1 fym= 4300 fattore di confidenza: 1.35

Calcestruzzo: C20/25 LC1 fcm,cub (cubica) = 250 fcm (cilindrica) = 207.5 fattore di confidenza: 1.35

Pressione ammissibile in fondazione = 2.61

#### Output campate

**Campata n. 1 tra i fili 1 e 2, asta n.**

**57,56,55,54,53,52,51,50,49,48,47,46,45,44,43,42,41,40,39,38,37,36,35,34,33,32,31,30,29,28,27,26,25,24,23,22,21,20,19,18,17,16,1**

**5,14,13,12,11,10,9,8,7,6,5,4,3,2,1**

Sezione rettangolare H tot. 80 B 180 Cs 5 Ci 5

Sovreresistenza 0%

Campata collegata a parete. La relazione di verifica non viene prodotta.

## Verifica di capacità portante sul piano di posa

### Combinazioni non sismiche

Lunghezza impronta (direzione x locale): 4541  
Larghezza impronta (direzione y locale): 180  
Combinazione con fattore di sicurezza minore: SLU 1  
Verifica condotta in condizioni drenate (a lungo termine)  
Azione di progetto (risultante del carico normale al piano di posa): -623704  
Resistenza di progetto: 734667  
Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 2.3  
Coefficiente di sicurezza normalizzato (Rd/Ed): 1,1

### Parametri utilizzati nel calcolo

Forza risultante agente in direzione x: -36925  
Forza risultante agente in direzione y: -342453  
Forza risultante agente in direzione z: -623704  
Momento risultante agente attorno x: -64545370  
Momento risultante agente attorno y: -1426137495  
Inclinazione del carico in direzione x: 0  
Inclinazione del carico in direzione y: -29  
Eccentricità del carico in direzione x: -2287  
Eccentricità del carico in direzione y: -103  
Larghezza efficace ( $B'=B-2*e$ ): -32  
Lunghezza efficace ( $L'=L-2*e$ ): -27  
Sovraccarico di progetto: 0.14  
Peso specifico di progetto del suolo: 0.0017  
Angolo di attrito di progetto: 35

### Fattori di capacità portante

N	S	D	I	B	G	P	E	Tipo
46.12	1.86	1.18	0.27	1	1	1	1	Coesione
33.3	1.83	1.11	0.29	1	1	1	1	Sovraccarico
48.03	0.52	1	0.13	1	1	1	1	Attrito

## Verifica di capacità portante sul piano di posa

### Combinazioni sismiche

Lunghezza impronta (direzione x locale): 4541  
Larghezza impronta (direzione y locale): 180  
Combinazione con fattore di sicurezza minore: SLV fondazioni 1  
Verifica condotta in condizioni drenate (a lungo termine)  
Azione di progetto (risultante del carico normale al piano di posa): -621413  
Resistenza di progetto: 734667  
Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 2.3  
Coefficiente di sicurezza normalizzato (Rd/Ed): 1,1

### Parametri utilizzati nel calcolo

Forza risultante agente in direzione x: -68841  
Forza risultante agente in direzione y: -628447  
Forza risultante agente in direzione z: -621413  
Momento risultante agente attorno x: 19772615  
Momento risultante agente attorno y: -1431805400  
Inclinazione del carico in direzione x: 0  
Inclinazione del carico in direzione y: -45  
Eccentricità del carico in direzione x: -2304  
Eccentricità del carico in direzione y: 32  
Larghezza efficace ( $B'=B-2*e$ ): -67  
Lunghezza efficace ( $L'=L-2*e$ ): 116  
Sovraccarico di progetto: 0.14  
Peso specifico di progetto del suolo: 0.0017  
Angolo di attrito di progetto: 35  
Accelerazione normalizzata massima al suolo: 0.03

### Fattori di capacità portante

N	S	D	I	B	G	P	E	Tipo
0	0	0	0	0	0	0	0	Coesione
0	0	0	0	0	0	0	0	Sovraccarico
0	0	0	0	0	0	0	0	Attrito

## Verifica dei cedimenti totali e differenziali lungo l'allineamento

### Tabella verifiche cedimenti assoluti e differenziali

Tipo	Sa adm	Sa	Nodo	Comb.	Sd adm	Sd	Nodo I	Nodo J	Comb.	Sr adm	Sr	Nodo	Comb.	RI adm	RI	Comb.	Ver.
Elastici	5	7	59	SLE rara 1	5	6.8	59	2	SLE rara 1	5	0	59	SLE rara 1	0.0033	0	SLE rara 1	No

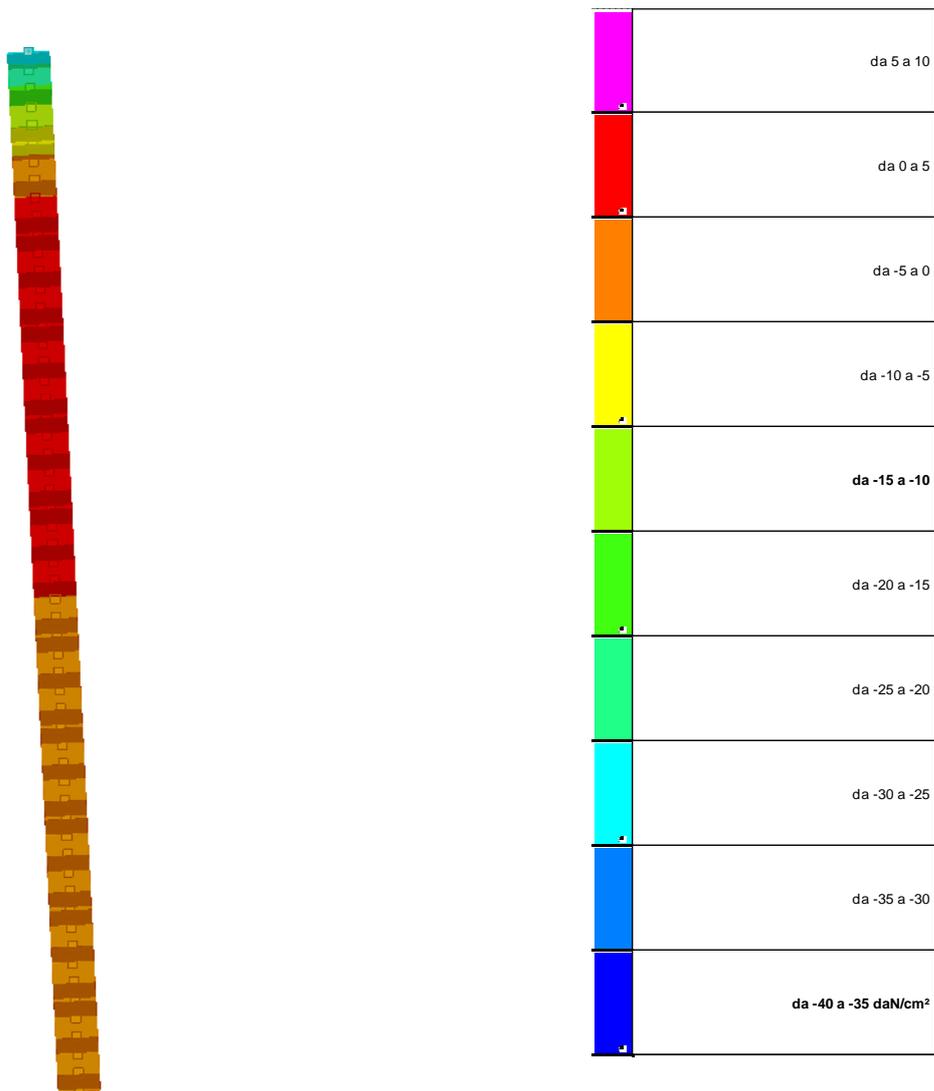
### Tabella verifiche rotazioni assolute e differenziali

Tipo	RR adm	RR	Comb.	R Adm	R Max	Nodo I	Nodo J	Comb.	D+ adm	D+	Nodo	Comb.	D- adm	D-	Nodo	Comb.	Ver.
Elastici	0.19	0.09	SLE rara 1	0.19	0.09	59	2	SLE rara 1	0.19	0	59	SLE rara 1	0.1	0	59	SLE rara 1	Si

### Coefficienti di sicurezza minimi

Resistenza a flessione: 999,00  
Resistenza a taglio: 999,00  
Tensioni in combinazione rara: 999,00  
Tensioni in combinazione quasi permanente: 999,00  
Fessurazione: 999,00

## 6.2 Pressioni terreno in SLU



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglia SLU.

**Nodo:** Nodo che interagisce col terreno.

**Ind.:** indice del nodo.

**Pressione minima:** situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

**uz:** spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Pressione massima:** situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

**uz:** spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm<sup>2</sup>]

Compressione estrema massima -28.00229 al nodo di indice 59, di coordinate x = 8282, y = 595, z = -40, nel contesto SLU 11.

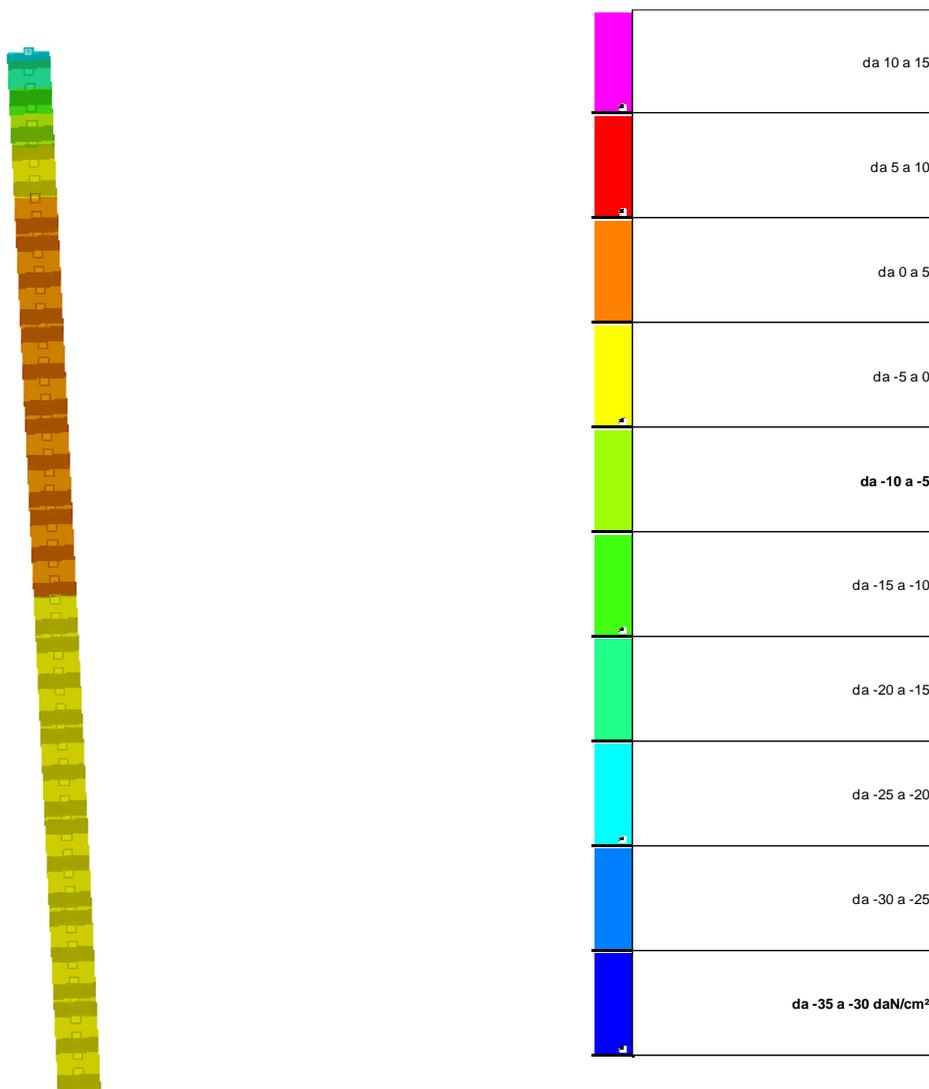
Spostamento estremo minimo -5.60046 al nodo di indice 59, di coordinate x = 8282, y = 595, z = -40, nel contesto SLU 11.

Spostamento estremo massimo 0.84669 al nodo di indice 45, di coordinate x = 8336, y = -519, z = -40, nel contesto SLU 17.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima	
		uz	Valore	uz	Valore
2	SLU 11	-0.08966	-0.44828	-0.06847	-0.34233
3	SLU 11	-0.0924	-0.46198	-0.07066	-0.3533
4	SLU 11	-0.09516	-0.47578	-0.07287	-0.36433
5	SLU 11	-0.09792	-0.48962	-0.07507	-0.37536
6	SLU 11	-0.10071	-0.50354	-0.07728	-0.3864
7	SLU 11	-0.10353	-0.51767	-0.07952	-0.39758
8	SLU 11	-0.10643	-0.53214	-0.08179	-0.40897
9	SLU 11	-0.10941	-0.54704	-0.08413	-0.42066
10	SLU 17	-0.11249	-0.56245	-0.08652	-0.43261
11	SLU 17	-0.11567	-0.57837	-0.08894	-0.44472
12	SLU 17	-0.1189	-0.59449	-0.0914	-0.45701
13	SLU 17	-0.12211	-0.61055	-0.09386	-0.46928
14	SLU 17	-0.12523	-0.62613	-0.09624	-0.4812
15	SLU 17	-0.12814	-0.64068	-0.09847	-0.49236
16	SLU 17	-0.1307	-0.65348	-0.10044	-0.50221
17	SLU 17	-0.13272	-0.66361	-0.10201	-0.51004

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	uz	Valore	
18	SLU 17	-0.134	-0.67	SLU 1	-0.10301	-0.51505
19	SLU 17	-0.13427	-0.67136	SLU 1	-0.10325	-0.51625
20	SLU 11	-0.13326	-0.66628	SLU 7	-0.10249	-0.51247
21	SLU 11	-0.13067	-0.65337	SLU 7	-0.10043	-0.50215
22	SLU 11	-0.12612	-0.63059	SLU 7	-0.09682	-0.4841
23	SLU 11	-0.11919	-0.59594	SLU 7	-0.09136	-0.45679
24	SLU 11	-0.10946	-0.54731	SLU 7	-0.08371	-0.41856
25	SLU 11	-0.0965	-0.48248	SLU 7	-0.07354	-0.36771
26	SLU 11	-0.07984	-0.39922	SLU 7	-0.0605	-0.30248
27	SLU 11	-0.05906	-0.2953	SLU 7	-0.04423	-0.22115
28	SLU 11	-0.03372	-0.16859	SLU 7	-0.02442	-0.12208
29	SLU 11	-0.00344	-0.01718	SLU 7	-0.00076	-0.00379
30	SLU 1	0.0247	0.12349	SLU 17	0.0344	0.17199
31	SLU 1	0.05626	0.28132	SLU 17	0.07588	0.37941
32	SLU 1	0.09214	0.4607	SLU 17	0.12301	0.61503
33	SLU 1	0.1323	0.6615	SLU 17	0.17573	0.87867
34	SLU 1	0.17658	0.88292	SLU 17	0.23385	1.16923
35	SLU 1	0.22468	1.12339	SLU 17	0.29692	1.48462
36	SLU 1	0.27607	1.38035	SLU 17	0.36429	1.82145
37	SLU 1	0.32999	1.64996	SLU 17	0.43493	2.17463
38	SLU 1	0.38537	1.92684	SLU 17	0.50741	2.53704
39	SLU 1	0.44079	2.20394	SLU 17	0.57988	2.89942
40	SLU 1	0.4945	2.47252	SLU 17	0.65004	3.2502
41	SLU 1	0.54437	2.72186	SLU 17	0.71506	3.57528
42	SLU 1	0.58782	2.93912	SLU 17	0.77155	3.85774
43	SLU 1	0.62182	3.1091	SLU 17	0.81552	4.07761
44	SLU 1	0.64283	3.21417	SLU 17	0.84234	4.2117
45	SLU 1	0.64683	3.23413	SLU 17	0.84669	4.23343
46	SLU 1	0.62924	3.14618	SLU 17	0.82256	4.11282
47	SLU 1	0.58499	2.92494	SLU 17	0.76329	3.81646
48	SLU 1	0.50848	2.54241	SLU 17	0.66149	3.30744
49	SLU 7	0.39092	1.95461	SLU 11	0.51157	2.55786
50	SLU 7	0.22665	1.13327	SLU 11	0.30302	1.51512
51	SLU 7	0.00794	0.03972	SLU 11	0.02466	0.12332
52	SLU 17	-0.35257	-1.76284	SLU 1	-0.25894	-1.29472
53	SLU 17	-0.81724	-4.08622	SLU 1	-0.61311	-3.06556
54	SLU 17	-1.39651	-6.98256	SLU 1	-1.05735	-5.28676
55	SLU 17	-2.10374	-10.51871	SLU 1	-1.60323	-8.01616
56	SLU 17	-2.93613	-14.68066	SLU 1	-2.24893	-11.24464
57	SLU 17	-3.8685	-19.34248	SLU 1	-2.96948	-14.84741
58	SLU 11	-4.76991	-23.84957	SLU 7	-3.66665	-18.33325
59	SLU 11	-5.60046	-28.00229	SLU 7	-4.28293	-21.41463

## 6.3 Pressioni terreno in SLVf/SLUEcc



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLVf/SLUEcc.

**Nodo:** Nodo che interagisce col terreno.

**Ind.:** indice del nodo.

**Pressione minima:** situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

**uz:** spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Pressione massima:** situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

**uz:** spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm<sup>2</sup>]

Compressione estrema massima -21.67537 al nodo di indice 59, di coordinate x = 8282, y = 595, z = -40, nel contesto SLV fondazioni 11.

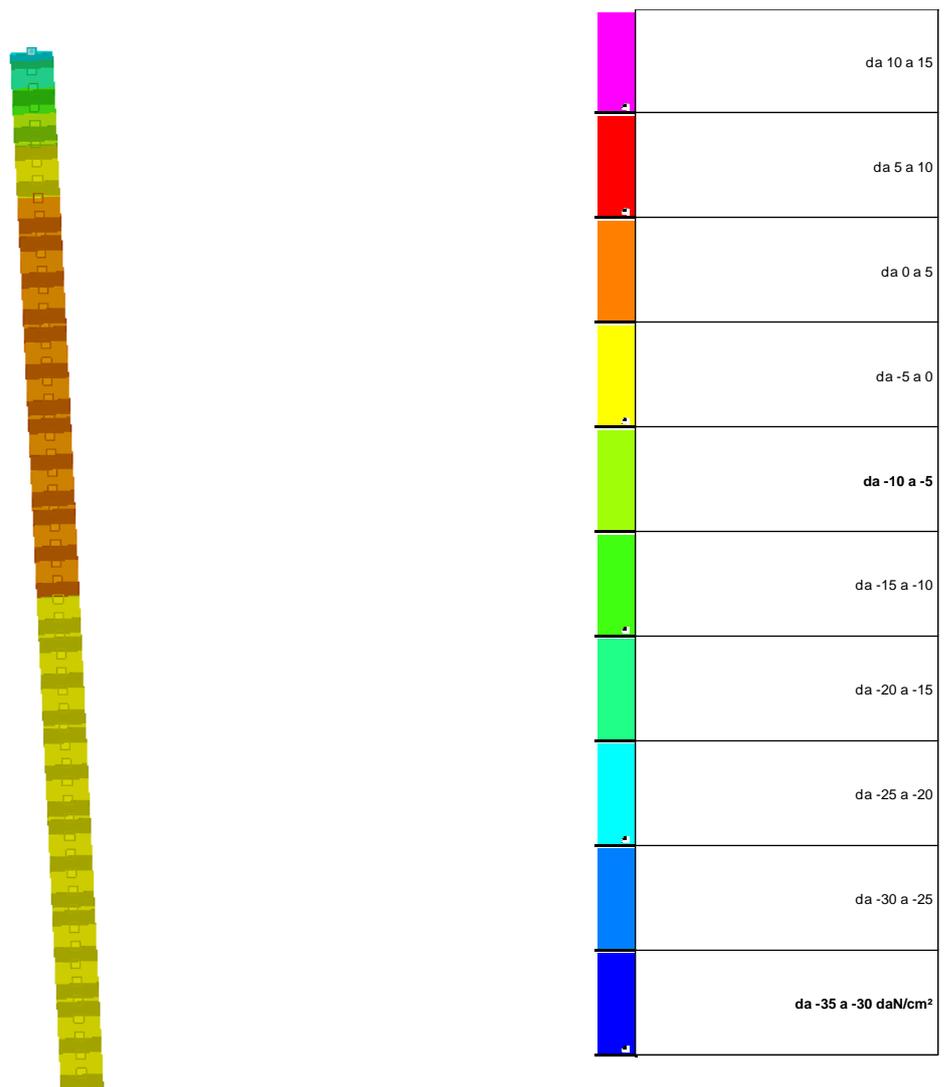
Spostamento estremo minimo -4.33507 al nodo di indice 59, di coordinate x = 8282, y = 595, z = -40, nel contesto SLV fondazioni 11.

Spostamento estremo massimo 0.65938 al nodo di indice 45, di coordinate x = 8336, y = -519, z = -40, nel contesto SLV fondazioni 7.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLV FO 9	-0.07142	-0.35711	SLV FO 7	-0.0659	-0.32948
3	SLV FO 9	-0.07314	-0.36571	SLV FO 7	-0.0685	-0.34249
4	SLV FO 9	-0.0749	-0.37451	SLV FO 7	-0.07109	-0.35544
5	SLV FO 9	-0.0767	-0.38351	SLV FO 7	-0.07364	-0.36818
6	SLV FO 9	-0.07856	-0.39281	SLV FO 7	-0.07614	-0.38072
7	SLV FO 9	-0.0805	-0.40249	SLV FO 7	-0.07863	-0.39315
8	SLV FO 9	-0.08253	-0.41263	SLV FO 7	-0.08112	-0.40559
9	SLV FO 9	-0.08466	-0.4233	SLV FO 7	-0.08363	-0.41813
10	SLV FO 5	-0.0869	-0.4345	SLV FO 11	-0.08616	-0.43079
11	SLV FO 5	-0.08923	-0.44617	SLV FO 11	-0.08871	-0.44355
12	SLV FO 5	-0.09163	-0.45813	SLV FO 11	-0.09127	-0.45636
13	SLV FO 1	-0.09403	-0.47017	SLV FO 15	-0.0938	-0.46898
14	SLV FO 1	-0.09641	-0.48205	SLV FO 15	-0.09621	-0.48105
15	SLV FO 3	-0.09864	-0.4932	SLV FO 13	-0.09845	-0.49227
16	SLV FO 3	-0.1006	-0.50301	SLV FO 13	-0.10043	-0.50215
17	SLV FO 3	-0.10216	-0.51079	SLV FO 13	-0.102	-0.50998
18	SLV FO 3	-0.10311	-0.51554	SLV FO 13	-0.10302	-0.51509
19	SLV FO 3	-0.1033	-0.51648	SLV FO 13	-0.10326	-0.51631
20	SLV FO 11	-0.10253	-0.51265	SLV FO 5	-0.10247	-0.51233
21	SLV FO 13	-0.10056	-0.50282	SLV FO 3	-0.10036	-0.50182
22	SLV FO 13	-0.09709	-0.48545	SLV FO 3	-0.0967	-0.4835

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	uz	Valore	
23	SLV FO 13	-0.0918	-0.459	SLV FO 3	-0.09117	-0.45583
24	SLV FO 13	-0.08437	-0.42186	SLV FO 3	-0.08343	-0.41715
25	SLV FO 13	-0.07447	-0.37233	SLV FO 3	-0.07315	-0.36574
26	SLV FO 13	-0.06174	-0.3087	SLV FO 3	-0.05997	-0.29983
27	SLV FO 13	-0.04585	-0.22925	SLV FO 3	-0.04354	-0.21769
28	SLV FO 13	-0.02647	-0.13237	SLV FO 3	-0.02353	-0.11767
29	SLV FO 13	-0.00332	-0.01659	SLV FO 3	0.00034	0.00172
30	SLV FO 13	0.02386	0.11932	SLV FO 3	0.02834	0.14171
31	SLV FO 13	0.05525	0.27624	SLV FO 3	0.06064	0.3032
32	SLV FO 13	0.09092	0.4546	SLV FO 3	0.09732	0.48658
33	SLV FO 13	0.13085	0.65427	SLV FO 3	0.13834	0.6917
34	SLV FO 13	0.17489	0.87445	SLV FO 3	0.18354	0.91768
35	SLV FO 13	0.22272	1.11358	SLV FO 3	0.23258	1.1629
36	SLV FO 13	0.27382	1.36912	SLV FO 3	0.28494	1.4247
37	SLV FO 13	0.32745	1.63724	SLV FO 3	0.33982	1.69909
38	SLV FO 13	0.38252	1.91259	SLV FO 3	0.3961	1.98052
39	SLV FO 13	0.43764	2.18819	SLV FO 3	0.45235	2.26176
40	SLV FO 13	0.49106	2.45531	SLV FO 3	0.50676	2.5338
41	SLV FO 9	0.54052	2.7026	SLV FO 7	0.55727	2.78634
42	SLV FO 9	0.58355	2.91775	SLV FO 7	0.60115	3.00573
43	SLV FO 9	0.61713	3.08567	SLV FO 7	0.63529	3.17643
44	SLV FO 9	0.63776	3.18879	SLV FO 7	0.65607	3.28037
45	SLV FO 9	0.6414	3.20699	SLV FO 7	0.65938	3.29691
46	SLV FO 9	0.6249	3.12448	SLV FO 7	0.63917	3.19583
47	SLV FO 5	0.57991	2.89957	SLV FO 11	0.59351	2.96753
48	SLV FO 5	0.50244	2.51219	SLV FO 11	0.51509	2.57546
49	SLV FO 5	0.38636	1.9318	SLV FO 11	0.39749	1.98745
50	SLV FO 1	0.22299	1.11495	SLV FO 15	0.2353	1.17649
51	SLV FO 1	0.00455	0.02273	SLV FO 15	0.01987	0.09935
52	SLV FO 3	-0.27952	-1.39761	SLV FO 13	-0.25792	-1.28959
53	SLV FO 3	-0.64068	-3.2034	SLV FO 13	-0.61032	-3.05161
54	SLV FO 3	-1.08927	-5.44636	SLV FO 13	-1.05236	-5.26181
55	SLV FO 3	-1.63477	-8.17383	SLV FO 13	-1.59567	-7.97834
56	SLV FO 7	-2.27839	-11.39197	SLV FO 9	-2.23483	-11.17413
57	SLV FO 11	-2.99915	-14.99573	SLV FO 5	-2.94984	-14.74919
58	SLV FO 11	-3.70049	-18.50247	SLV FO 5	-3.63475	-18.17375
59	SLV FO 11	-4.33507	-21.67537	SLV FO 5	-4.2502	-21.25102

## 6.4 Pressioni terreno in SLE/SLD



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLE/SLD.

**Nodo:** Nodo che interagisce col terreno.

**Ind.:** indice del nodo.

**Pressione minima:** situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

**uz:** spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Pressione massima:** situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

**uz:** spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm<sup>2</sup>]

Compressione estrema massima -21.62682 al nodo di indice 59, di coordinate x = 8282, y = 595, z = -40, nel contesto SLD 11.

Spostamento estremo minimo -4.32536 al nodo di indice 59, di coordinate x = 8282, y = 595, z = -40, nel contesto SLD 11.

Spostamento estremo massimo 0.65705 al nodo di indice 45, di coordinate x = 8336, y = -519, z = -40, nel contesto SLD 7.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLD 9	-0.07081	-0.35403	SLD 7	-0.06651	-0.33256
3	SLD 9	-0.07263	-0.36313	SLD 7	-0.06901	-0.34507
4	SLD 9	-0.07448	-0.37239	SLD 7	-0.07151	-0.35756
5	SLD 9	-0.07636	-0.38182	SLD 7	-0.07398	-0.36988
6	SLD 9	-0.0783	-0.39148	SLD 7	-0.07641	-0.38205
7	SLD 9	-0.08029	-0.40147	SLD 7	-0.07883	-0.39417
8	SLD 9	-0.08237	-0.41187	SLD 7	-0.08127	-0.40635
9	SLD 9	-0.08455	-0.42275	SLD 7	-0.08374	-0.41868
10	SLD 5	-0.08682	-0.43411	SLD 11	-0.08624	-0.43118
11	SLD 5	-0.08918	-0.44589	SLD 11	-0.08877	-0.44383
12	SLD 5	-0.09159	-0.45793	SLD 11	-0.09131	-0.45655
13	SLD 5	-0.094	-0.47001	SLD 11	-0.09383	-0.46915
14	SLD 1	-0.09637	-0.48184	SLD 15	-0.09625	-0.48126
15	SLD 3	-0.0986	-0.49298	SLD 13	-0.0985	-0.49249
16	SLD 3	-0.10056	-0.5028	SLD 13	-0.10047	-0.50236
17	SLD 3	-0.10212	-0.5106	SLD 13	-0.10203	-0.51017
18	SLD 3	-0.10308	-0.5154	SLD 13	-0.10305	-0.51523
19	SLD 7	-0.10329	-0.51643	SLD 9	-0.10327	-0.51636
20	SLD 11	-0.10252	-0.51261	SLD 5	-0.10247	-0.51237
21	SLD 9	-0.10053	-0.50264	SLD 7	-0.1004	-0.502
22	SLD 9	-0.09701	-0.48507	SLD 7	-0.09678	-0.48388
23	SLD 9	-0.09167	-0.45837	SLD 7	-0.09129	-0.45647
24	SLD 9	-0.08418	-0.42091	SLD 7	-0.08362	-0.4181
25	SLD 9	-0.0742	-0.37101	SLD 7	-0.07341	-0.36706
26	SLD 9	-0.06139	-0.30694	SLD 7	-0.06032	-0.30159
27	SLD 9	-0.0454	-0.22698	SLD 7	-0.04399	-0.21996
28	SLD 9	-0.0259	-0.12952	SLD 7	-0.0241	-0.12052
29	SLD 9	-0.00262	-0.01309	SLD 7	-0.00036	-0.00178
30	SLD 9	0.02471	0.12353	SLD 7	0.0275	0.1375
31	SLD 9	0.05624	0.28122	SLD 7	0.05964	0.29821
32	SLD 9	0.09208	0.4604	SLD 7	0.09616	0.48078
33	SLD 9	0.13219	0.66093	SLD 7	0.13701	0.68504
34	SLD 9	0.17639	0.88197	SLD 7	0.18203	0.91016
35	SLD 9	0.22439	1.12196	SLD 7	0.2309	1.15452
36	SLD 9	0.27566	1.37832	SLD 7	0.2831	1.4155
37	SLD 9	0.32943	1.64717	SLD 7	0.33783	1.68915
38	SLD 9	0.38463	1.92314	SLD 7	0.394	1.96998
39	SLD 9	0.43983	2.19916	SLD 7	0.45016	2.25078
40	SLD 9	0.49329	2.46647	SLD 7	0.50453	2.52263
41	SLD 9	0.54287	2.71435	SLD 7	0.55492	2.77459
42	SLD 9	0.58598	2.92992	SLD 7	0.59871	2.99356
43	SLD 9	0.6196	3.09802	SLD 7	0.63281	3.16407
44	SLD 9	0.6402	3.201	SLD 7	0.65363	3.26816
45	SLD 9	0.64373	3.21865	SLD 7	0.65705	3.28525
46	SLD 5	0.62633	3.13167	SLD 11	0.63773	3.18864
47	SLD 5	0.58125	2.90623	SLD 11	0.59218	2.96088
48	SLD 5	0.50375	2.51873	SLD 11	0.51378	2.56892
49	SLD 5	0.38761	1.93805	SLD 11	0.39624	1.9812
50	SLD 1	0.22554	1.12769	SLD 15	0.23275	1.16375
51	SLD 1	0.00831	0.04154	SLD 15	0.01611	0.08054
52	SLD 3	-0.27385	-1.36924	SLD 13	-0.26359	-1.31797
53	SLD 3	-0.63332	-3.16659	SLD 13	-0.61768	-3.08842
54	SLD 3	-1.08096	-5.40479	SLD 13	-1.06068	-5.30339
55	SLD 7	-1.62781	-8.13903	SLD 9	-1.60263	-8.01314
56	SLD 7	-2.27287	-11.36435	SLD 9	-2.24035	-11.20175
57	SLD 11	-2.99425	-14.97127	SLD 5	-2.95473	-14.77365
58	SLD 11	-3.69353	-18.46765	SLD 5	-3.64171	-18.20857
59	SLD 11	-4.32536	-21.62682	SLD 5	-4.25991	-21.29957

## 6.5 Cedimenti fondazioni superficiali

**Nodo:** nodo che interagisce col terreno.

**Ind.:** indice del nodo.

**spostamento nodale massimo:** situazione in cui si verifica lo spostamento massimo verticale nel nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento massimo con segno è quello con valore massimo lungo l'asse Z, dove valori positivi rappresentano spostamenti verso l'alto.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

**uz:** spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento è dotato di segno. [cm]

**Press.:** pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**spostamento nodale minimo:** situazione in cui si verifica lo spostamento minimo verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento minimo con segno è quello con valore minimo lungo l'asse Z, dove valori negativi rappresentano spostamenti verso il basso.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

**uz:** spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento è dotato di segno. [cm]

**Press.:** pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Cedimento elastico:** cedimento teorico elastico massimo.

**Cont.:** nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico elastico massimo.

**v.:** valore del cedimento teorico elastico massimo. [cm]

**Cedimento edometrico:** cedimento teorico edometrico massimo.

**Cont.:** nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico edometrico massimo.

**v.:** valore del cedimento teorico edometrico massimo. [cm]

**Cedimento di consolidazione:** cedimento teorico di consolidazione massimo.

**Cont.:** nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico di consolidazione massimo.

**v.:** valore del cedimento teorico di consolidazione massimo. [cm]

Spostamento estremo minimo -4.32536 al nodo di indice 59, di coordinate x = 8282, y = 595, z = -40, nel contesto SLD 11.

Spostamento estremo massimo 0.65705 al nodo di indice 45, di coordinate x = 8336, y = -519, z = -40, nel contesto SLD 7.

Cedimento elastico estremo massimo 7.78765 al nodo di indice 58, di coordinate x = 8286, y = 515, z = -40, nel contesto SLE rara 2.

Nodo	spostamento nodale massimo			spostamento nodale minimo			Cedimento elastico		Cedimento edometrico		Cedimento di consolidazione		
	Ind.	Cont.	uz	Press.	Cont.	uz	Press.	Cont.	v.	Cont.	v.	Cont.	v.
2	SLD 7	-0.06651	-0.33256	SLD 9	-0.07081	-0.35403	SLE RA 1	0.17077					
3	SLD 7	-0.06901	-0.34507	SLD 9	-0.07263	-0.36313	SLE RA 1	0.21324					
4	SLD 7	-0.07151	-0.35756	SLD 9	-0.07448	-0.37239	SLE RA 1	0.24434					
5	SLD 7	-0.07398	-0.36988	SLD 9	-0.07636	-0.38182	SLE RA 1	0.26554					
6	SLD 7	-0.07641	-0.38205	SLD 9	-0.0783	-0.39148	SLE RA 1	0.28166					
7	SLD 7	-0.07883	-0.39417	SLD 9	-0.08029	-0.40147	SLE RA 1	0.2951					
8	SLD 7	-0.08127	-0.40635	SLD 9	-0.08237	-0.41187	SLE RA 1	0.30691					
9	SLD 7	-0.08374	-0.41868	SLD 9	-0.08455	-0.42275	SLE RA 1	0.31759					
10	SLD 11	-0.08624	-0.43118	SLD 5	-0.08682	-0.43411	SLE RA 1	0.32738					
11	SLD 11	-0.08877	-0.44383	SLD 5	-0.08918	-0.44589	SLE RA 1	0.33637					
12	SLD 11	-0.09131	-0.45655	SLD 5	-0.09159	-0.45793	SLE RA 1	0.34452					
13	SLD 11	-0.09383	-0.46915	SLD 5	-0.094	-0.47001	SLE RA 1	0.35171					
14	SLD 15	-0.09625	-0.48126	SLD 1	-0.09637	-0.48184	SLE RA 1	0.35773					
15	SLD 13	-0.0985	-0.49249	SLD 3	-0.0986	-0.49298	SLE RA 1	0.36226					
16	SLD 13	-0.10047	-0.50236	SLD 3	-0.10056	-0.5028	SLE RA 1	0.3649					
17	SLD 13	-0.10203	-0.51017	SLD 3	-0.10212	-0.5106	SLE RA 1	0.36518					
18	SLD 13	-0.10305	-0.51523	SLD 3	-0.10308	-0.5154	SLE RA 1	0.36251					
19	SLD 9	-0.10327	-0.51636	SLD 7	-0.10329	-0.51643	SLE RA 1	0.35623					
20	SLD 5	-0.10247	-0.51237	SLD 11	-0.10252	-0.51261	SLE RA 1	0.3456					
21	SLD 7	-0.1004	-0.502	SLD 9	-0.10053	-0.50264	SLE RA 1	0.32979					
22	SLD 7	-0.09678	-0.48388	SLD 9	-0.09701	-0.48507	SLE RA 1	0.30791					
23	SLD 7	-0.09129	-0.45647	SLD 9	-0.09167	-0.45837	SLE RA 1	0.27903					
24	SLD 7	-0.08362	-0.4181	SLD 9	-0.08418	-0.42091	SLE RA 1	0.2422					
25	SLD 7	-0.07341	-0.36706	SLD 9	-0.0742	-0.37101	SLE RA 1	0.19643					
26	SLD 7	-0.06032	-0.30159	SLD 9	-0.06139	-0.30694	SLE RA 1	0.14081					
27	SLD 7	-0.04399	-0.21996	SLD 9	-0.0454	-0.22698	SLE RA 1	0.07446					
28	SLD 7	-0.0241	-0.12052	SLD 9	-0.0259	-0.12952							
29	SLD 7	-0.00036	-0.00178	SLD 9	-0.00262	-0.01309							
30	SLD 7	0.0275	0.1375	SLD 9	0.02471	0.12353							
31	SLD 7	0.05964	0.29821	SLD 9	0.05624	0.28122							
32	SLD 7	0.09616	0.48078	SLD 9	0.09208	0.4604							
33	SLD 7	0.13701	0.68504	SLD 9	0.13219	0.66093							
34	SLD 7	0.18203	0.91016	SLD 9	0.17639	0.88197							
35	SLD 7	0.2309	1.15452	SLD 9	0.22439	1.12196							
36	SLD 7	0.2831	1.4155	SLD 9	0.27566	1.37832							
37	SLD 7	0.33783	1.68915	SLD 9	0.32943	1.64717							
38	SLD 7	0.394	1.96998	SLD 9	0.38463	1.92314							
39	SLD 7	0.45016	2.25078	SLD 9	0.43983	2.19916							
40	SLD 7	0.50453	2.52263	SLD 9	0.49329	2.46647							
41	SLD 7	0.55492	2.77459	SLD 9	0.54287	2.71435							
42	SLD 7	0.59871	2.99356	SLD 9	0.58598	2.92992							
43	SLD 7	0.63281	3.16407	SLD 9	0.6196	3.09802							
44	SLD 7	0.65363	3.26816	SLD 9	0.6402	3.201							
45	SLD 7	0.65705	3.28525	SLD 9	0.64373	3.21865							
46	SLD 11	0.63773	3.18864	SLD 5	0.62633	3.13167							
47	SLD 11	0.59218	2.96088	SLD 5	0.58125	2.90623							
48	SLD 11	0.51378	2.56892	SLD 5	0.50375	2.51873							
49	SLD 11	0.39624	1.9812	SLD 5	0.38761	1.93805							
50	SLD 15	0.23275	1.16375	SLD 1	0.22554	1.12769							
51	SLD 15	0.01611	0.08054	SLD 1	0.00831	0.04154	SLE RA 2	0.66959					
52	SLD 13	-0.26359	-1.31797	SLD 3	-0.27385	-1.36924	SLE RA 2	1.59561					
53	SLD 13	-0.61768	-3.08842	SLD 3	-0.63332	-3.16659	SLE RA 2	2.65798					
54	SLD 13	-1.06068	-5.30339	SLD 3	-1.08096	-5.40479	SLE RA 2	3.86966					
55	SLD 9	-1.60263	-8.01314	SLD 7	-1.62781	-8.13903	SLE RA 2	5.18606					
56	SLD 9	-2.24035	-1.1E01	SLD 7	-2.27287	-1.1E01	SLE RA 2	6.49137					
57	SLD 5	-2.95473	-1.5E01	SLD 11	-2.99425	-1.5E01	SLE RA 2	7.52901					
58	SLD 5	-3.64171	-1.8E01	SLD 11	-3.69353	-1.8E01	SLE RA 2	7.78765					
59	SLD 5	-4.25991	-2.1E01	SLD 11	-4.32536	-2.2E01	SLE RA 1	6.9692					