

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



COMUNE DI  
*COMMUNE DE*

**ARVIER**

**REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA IN  
LOCALITA' RAVOIRE E DI UNA VASCA DI CARICO IN  
LOCALITA RESSAZ SULL'ACQUEDOTTO COMUNALE DI  
ARVIER**

**PERIZIA DI INTERFERENZA VALANGHIVA**

**R2**

|                  |             |                            |  |   |
|------------------|-------------|----------------------------|--|---|
| 02               |             |                            | <b>IL TECNICO</b>  | <b>PROPRIETA'</b>                         |
| 01               |             |                            | <br><b>ALEX CHABOD</b><br>Geologo<br><br>Geol. Alex Chabod | <b>Amministrazione comunale di Arvier</b> |
| 00               | 11/06/24    | <i>Prima<br/>emissione</i> |  |   |
| <i>emissione</i> | <i>data</i> | <i>Oggetto</i>             |  |   |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Introduzione.....  | 3  |
| 2   | Descrizione del sito e dell'intervento in progetto .....                         | 4  |
| 3   | Caratterizzazione del vincolo valanghivo.....                                    | 5  |
| 4   | Aspetti morfologici e dinamici delle valanghe V-15-005 e V-15-013 CRV.....       | 7  |
| 4.1 | Opere di difesa .....  | 8  |
| 4.2 | Aspetti climatici e nivologici .....   | 8  |
| 5   | Studio della zonizzazione della valanga n° 20 degli AAll (V-15-005 del CRV)..... | 8  |
| 5.1 | Elaborazione della simulazione .....   | 11 |
| 5.2 | Analisi dei risultati .....  | 12 |
| 6   | Analisi di interferenza valanghiva dell'impianto in progetto .....               | 14 |
| 6.1 | Caratteristiche dell'opera in progetto in relazione al flusso valanghivo.....    | 15 |
| 6.2 | Interferenza dell'opera con la componente radente della valanga .....            | 16 |
| 6.3 | Interferenza dell'opera con la componente nubiforme della valanga.....           | 17 |
| 7   | Conclusioni .....  | 21 |

# 1 Introduzione

In ottemperanza a quanto disposto dalla l.r. 11/98 e s.m.i., all'Art. 37 ("Terreni soggetti al rischio di valanghe o slavine"), e seguendo le indicazioni delle linee guida emanate dalla Giunta Regionale con deliberazione n. 1384 del 12/05/2006, è stata valutata l'interferenza con la dinamica valanghiva della vasca di carico da realizzare in località Plan della Ressay, nel comune di Arvier, facente parte di un nuovo impianto idroelettrico da realizzare sulla rete dell'acquedotto comunale di Arvier, alimentata dalle sorgenti Planaval, Chamon, Terraille, la Motta e Grand-Aury.

La nuova vasca di carico sarà perlopiù interrata. Una porzione rimarrà fuori terra per un'altezza di circa 2 m e sarà composta da un portale inclinato in cemento, a protezione dell'entrata, posta lato valle. Il lato di valle della centrale emergerà di 1,25 m. Anche i muri laterali emergono progressivamente verso valle, sino a raggiungere un'altezza fuori terra di 1,25 m. La soletta di copertura della vasca verrà ricoperta di terra per una potenza di 0,35 m che verrà modellata al piano campagna adiacente. Il portone d'ingresso darà realizzato in ferro e risulterà arretrato di 0,5 m rispetto al portale di protezione.

Il settore ove verrà realizzata la vasca è ubicato a valle di un impluvio dal quale in inverno scorrono fenomeni valanghivi, giungendo sino al fondovalle.

L'opera in progetto può dunque potenzialmente essere sottoposta agli effetti valanghivi, sia per quanto riguarda la componente radente, sia quella nubiforme. Alla luce di questo aspetto, sono stati calcolati i valori di pressione esercitata sia direttamente sulla falda fuori terra, sia sulla facciata lato valle, sia il carico verticale in grado di incidere sulla struttura interrata.

Pertanto, al netto di tali considerazioni, nell'ambito delle tipologie di opere discriminate dalle su citate linee guida a seconda della potenziale incisività con cui subiscono l'azione della massa nevosa e del conseguente grado di approfondimento richiesto all'analisi di interferenza, la nuova vasca di carico, essendo potenzialmente esposta ad effetti non trascurabili da parte della dinamica valanghiva locale e rientrando tra gli "*infrastrutture puntuali con ridotto sviluppo in altezza*", richiede il secondo livello di approfondimento previsto dal documento. Pertanto, per tale tipo di opera è necessario:

*2. Per le infrastrutture puntuali, lineari, a rete e viarie di tipo fuori terra con ridotto sviluppo in altezza, per gli interventi di manutenzione straordinaria nei quali è rilevante l'interazione con il fenomeno valanghivo, per le strutture edilizie, senza una presenza*

continuativa di persone, fuori terra con ridotto sviluppo in altezza o parzialmente interrata si richiede:

I. *Descrizione generale o Descrizione dell'intervento e corografia; o Descrizione del fenomeno valanghivo:*

- *Descrizione del fenomeno valanghivo, evidenziando particolari condizioni morfologiche e vegetazionali;*
- *Riproduzione alla scala 1:5000 e 1:2000 dei vincoli su base catastale;*

II. *Analisi di interferenza con il fenomeno valanghivo al fine di giustificare la compatibilità dell'intervento con la condizione di rischio;*

III. *Valutazione della vulnerabilità del manufatto.*

## 2 Descrizione del sito e dell'intervento in progetto

Il settore dove verrà realizzata la vasca di carico è a tergo di una strada poderale che collega località Planaval alla Ressaz. Il sito si presenta pianeggiante ed è già in essere una centrale idroelettrica. Il corso d'acqua principale che scorre nell'area oggetto di intervento è il Torrent Aouilles, il quale è situato circa 120 m a Ovest. La nuova vasca di carico insisterà pertanto nel settore marginale di conoide del torrente suddetto, in sinistra idrografica. La quota del sito è di circa 1557 m s.l.m., all'incirca coincidente con quella dove sorge l'abitato di Planaval.

Nella Figura 1 è indicata l'ubicazione della futura opera da foto. Per i dettagli costruttivi dell'opera si rimanda alla specifica relazione tecnica.



Figura 1: Ubicazione della futura vasca di carico.

### 3 Caratterizzazione del vincolo valanghivo

La cartografia degli ambiti inedificabili del Comune di Arvier riferita ai terreni soggetti al rischio di valanghe o slavine, di cui all'Art. 37 della l.r. 11/98 e s.m.i., pone il sito di costruzione della nuova vasca di carico entro un vincolo di V1.

A monte del sito di intervento sono due le valanghe censite a catasto, classificate con i codici V-15-005 (a Sud) e V-15-013 (a Nord). I due fenomeni valanghivi sono denominati rispettivamente "Ciamon\_Plan de la Ressiaz\_Torrent Les Auilles B\_R" e "Torrent les Auilles".

In Figura 2 è indicata la perimetrazione della cartografia degli AAIL, in Figura 3 la perimetrazione degli eventi storici della valanga V-15-005, in Figura 4 la perimetrazione degli eventi valanghivi storici della valanga V-15-013 ed in Figura 5 sono indicate le perimetrazioni delle due valanghe e della vasca di carico da una veduta 3D di Google Earth.

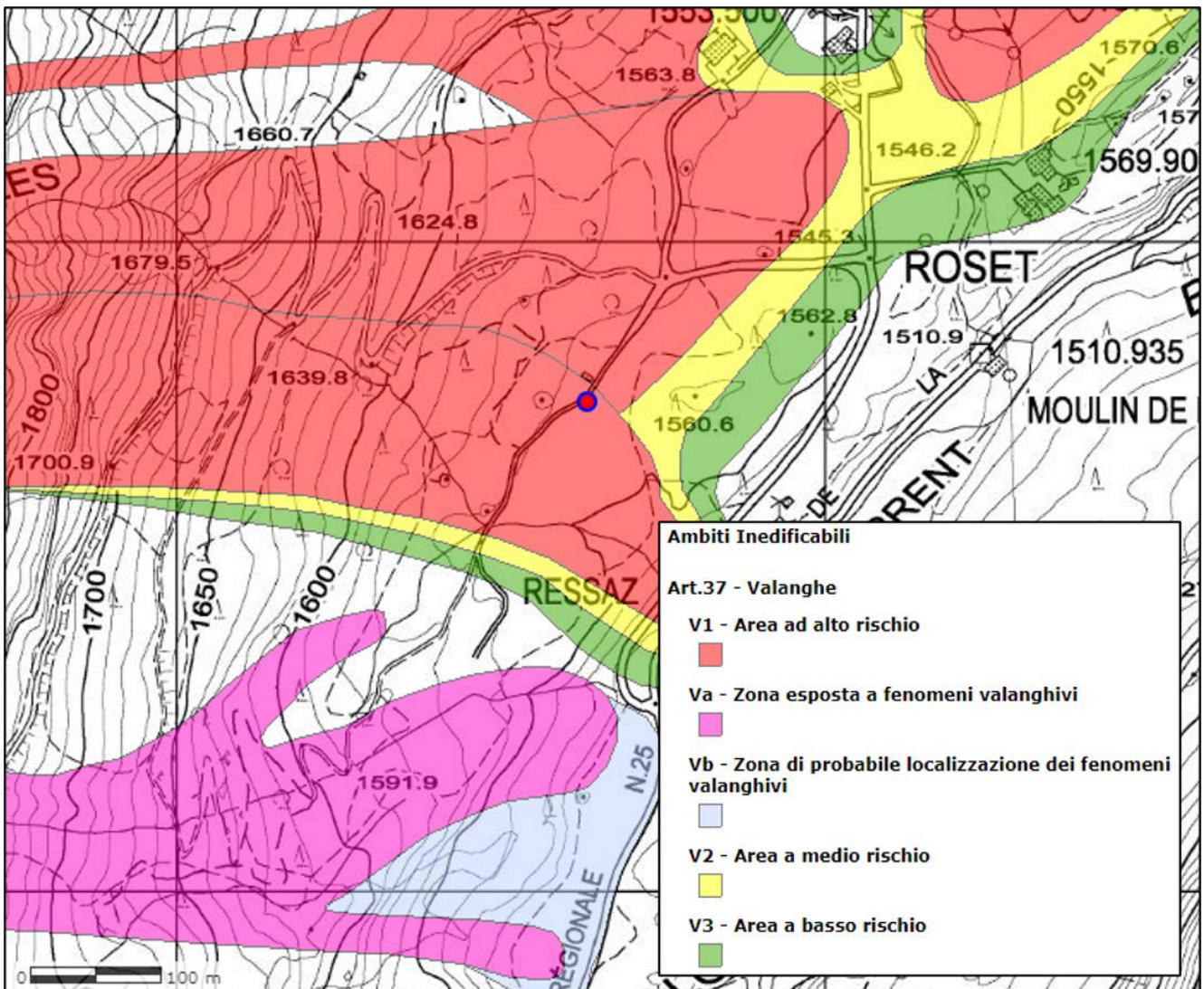


Figura 2: Cartografia degli AAIL, art. 37 - VALANGHE. Il punto rosso indica la futura vasca di carico.

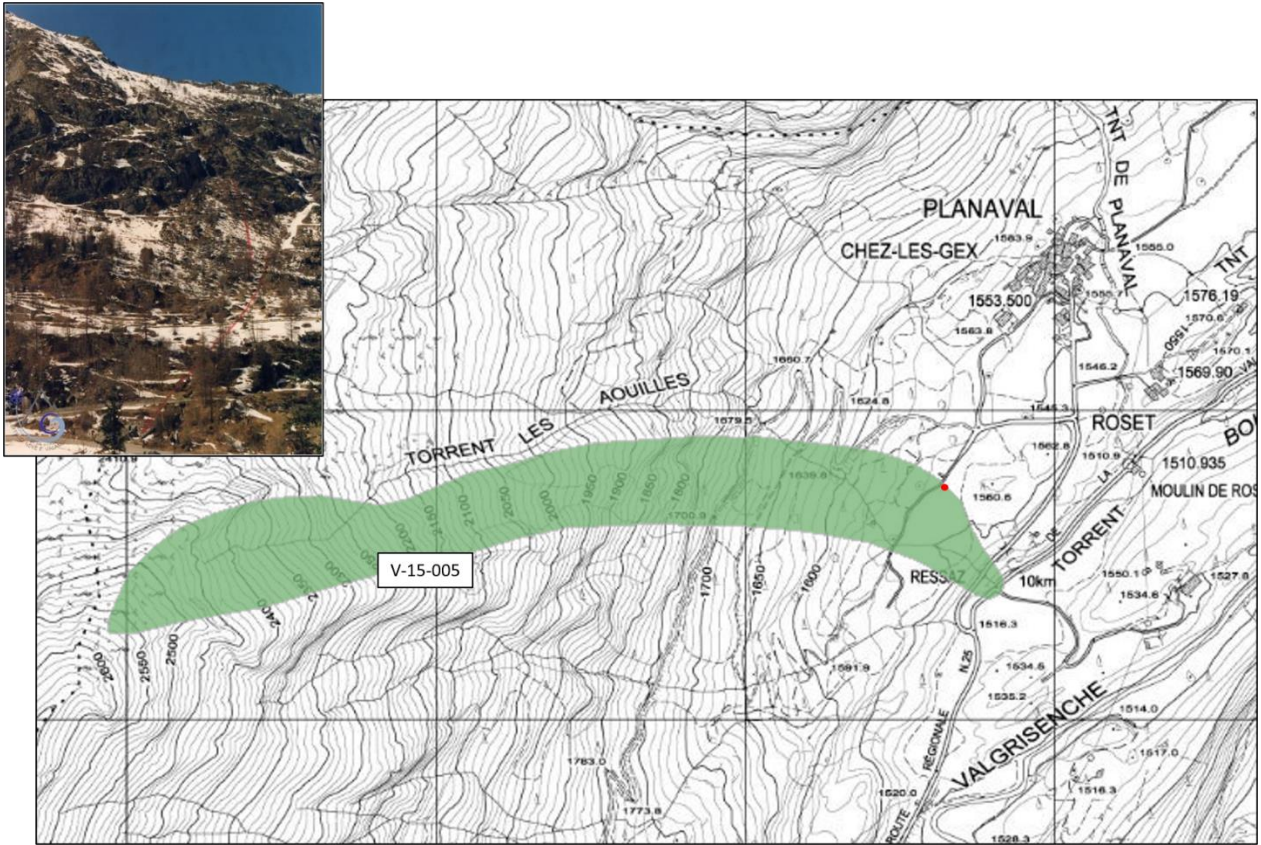


Figura 3: Perimetrazione degli eventi storici della valanga denominata V-15-005 da catasto valanghe regionale. Il punto rosso indica l'ubicazione della futura vasca di carico.

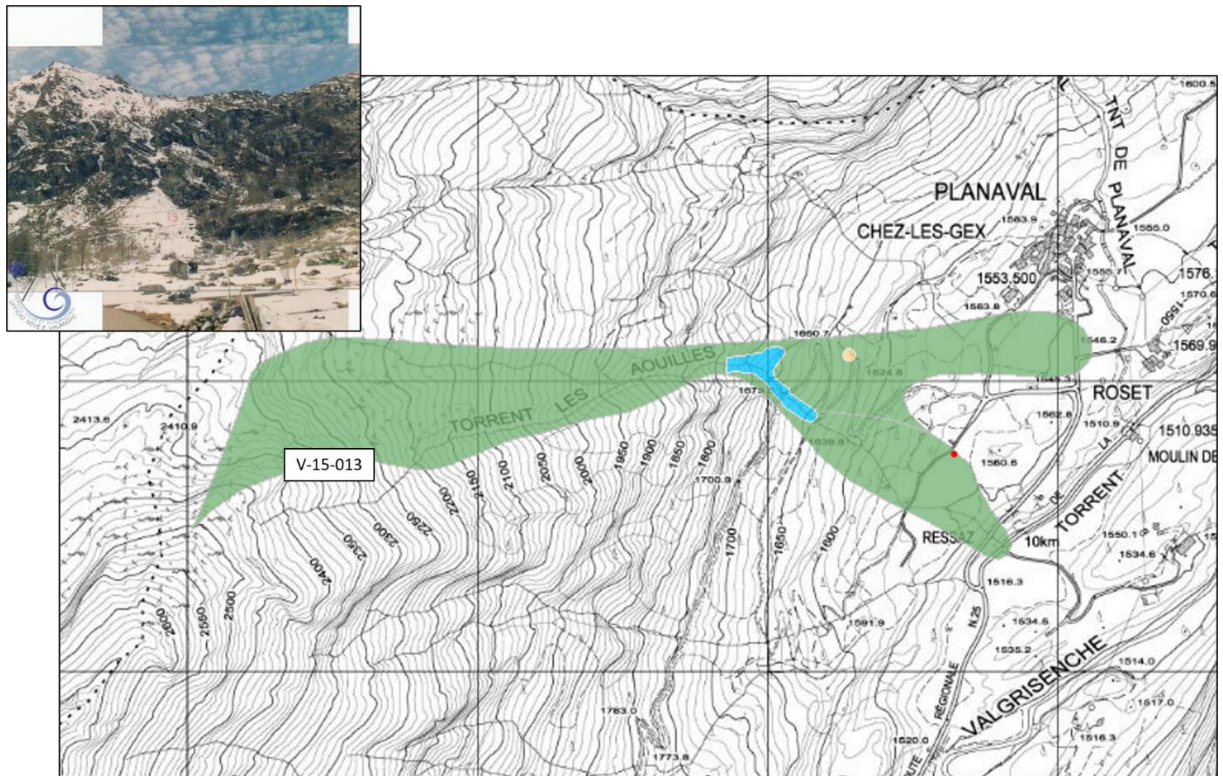


Figura 4: Perimetrazione degli eventi storici della valanga denominata V-15-013 da catasto valanghe regionale. Il punto rosso indica l'ubicazione della futura vasca di carico.

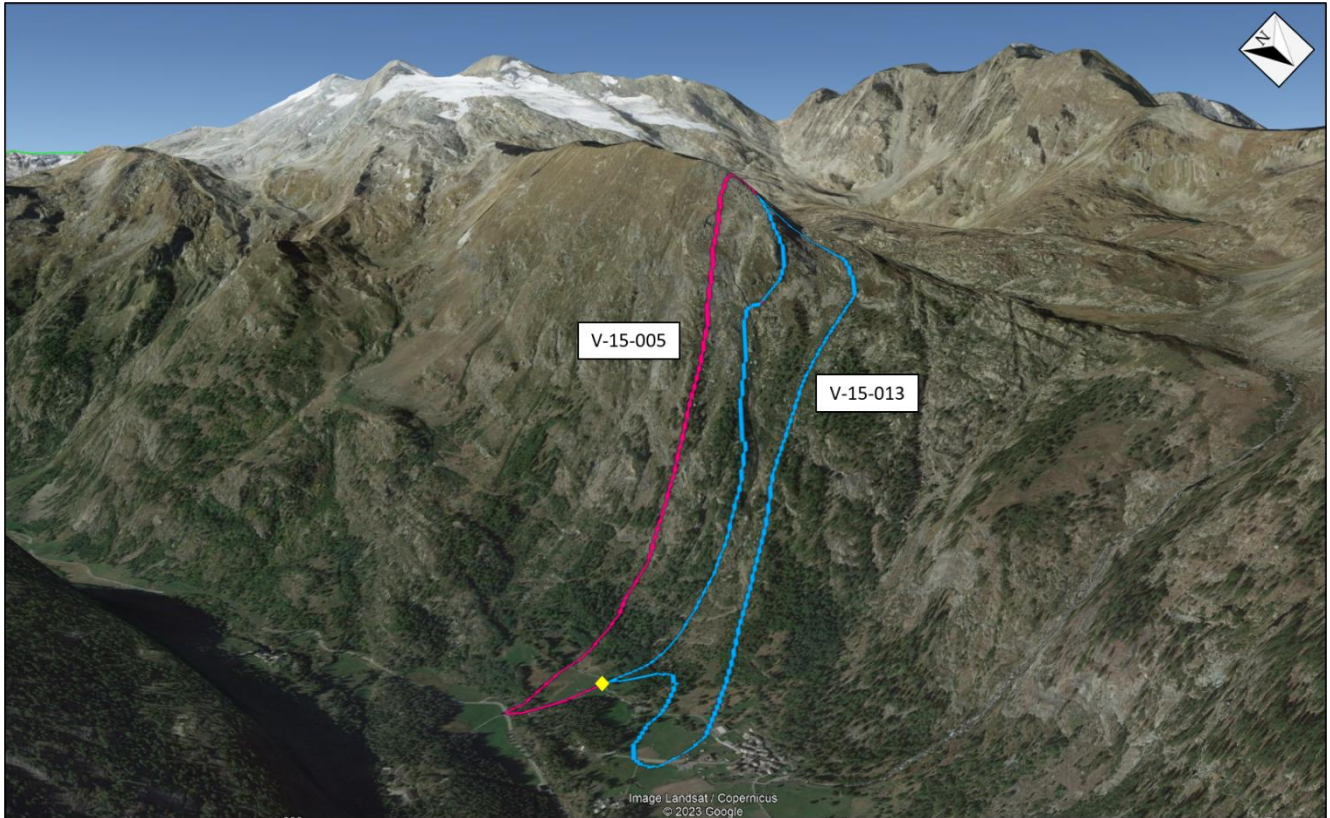


Figura 5: Perimetrazione dei due fenomeni valanghivi da veduta 3D (Google Earth).

#### 4 Aspetti morfologici e dinamici delle valanghe V-15-005 e V-15-013 CRV

Il perimetro del fenomeno valanghivo evidenziato nello stralcio della cartografia dei fenomeni valanghivi conosciuti redatta dall'ufficio Neve e Valanghe Regionale, riportata nelle figure 3 e 4, rappresenta la sommatoria degli eventi che dall'inizio degli anni '70 sono stati censiti dall'Ufficio neve e valanghe, quindi individua il massimo ingombro conosciuto ad oggi per tale sito valanghivo.

Dall'archivio in catasto, emerge come le valanghe censite in passato datano dal 1971 al 2021. In particolare, per la valanga 005 sono stati censiti eventi negli anni 1972, 1991, 1993, 1995 e due eventi nel 2017, mentre per la valanga 013 negli anni 1971, 1972, 1991, 2007, 2010, 2015, 2018 e 2021.

Il dislivello percorso dal flusso valanghivo è stato di circa 1047 m per la valanga 005, mentre di circa 956 m, per la valanga denominata 013, da una quota di circa 2550/2500 m, sino al fondovalle.

Al fine di reperire i dati storici relativi alla valanga oggetto di studio è stata esaminata la documentazione esistente - documentazione del Catasto Regionale Valanghe (CRV) e relazione allegata alla cartografia degli ambiti inedificabili del comune di Arvier.

Dalle notizie storiche si apprende come gli eventi valanghivi giunti nel fondovalle abbiano talvolta causato danni ai beni esposti.

In particolare, si segnala che per quanto riguarda il fenomeno valanghivo denominato "Ciamon\_Plan de la Ressiaz\_Torrent Les Aouilles B\_R" (V-15-005), in occasione dell'evento del 1972, sono stati rinvenuti danni a malghe o baite, strade e linee elettriche, mentre nell'evento del 1991 è stata chiusa al traffico la strada poderale in inverno.

Per quanto riguarda invece la valanga denominata "Torrent Les Aouilles A - Roset" (V-15-013), sono state segnalate interruzioni alla strada comunale nel 1971 e alla strada poderale nel 2010.

#### *4.1 Opere di difesa*

Non si segnalano opere di protezione esistenti nel bacino valanghivo.

#### *4.2 Aspetti climatici e nivologici*

Per quanto riguarda gli aspetti climatici e nivologici, si evidenzia che nel presente studio non sono stati svolti particolari approfondimenti che sono generalmente funzionali alla determinazione dell'altezza di distacco del manto nevoso e di altri parametri necessari allo studio della dinamica valanghiva, in quanto ci si è basati sulle simulazioni di dinamica valanghiva riportate nella cartografia degli ambiti inedificabili del comune di Arvier.

### **5 Studio della zonizzazione della valanga n° 20 degli AAll (V-15-005 del CRV)**

Per la definizione delle fasce di pericolo, in fase di stesura degli ambiti inedificabili art 37 l.r. 11/98, è stata effettuata una modellazione del fenomeno considerando le sue direttrici preferenziali sopraesposte che si dipartono dal canalone a quota di circa 2400/2500 m s.l.m. Dallo studio di dettaglio effettuato nel 2006, da parte del Dott. For. Bovard Eugenio e dell'Ing. Jorrioz Manuela, vengono modellizzate le due valanghe tramite software Aval-1D. La valanga esposta con il codice V-15-005 a catasto valanghe regionale, è numerata con il numero 20 nello studio sopra citato, mentre la valanga esposta a catasto con il codice V-15-013 è numerata con il numero 21.

I risultati delle simulazioni, tenendo conto di un tempo di ritorno pari a Tr300 anni, considerando in entrambi i casi valanghe di medie dimensioni, sono i seguenti:



| VALANGA       | ALTEZZA DISTACCO | VELOCITA' MAX | ALTEZZA MAX NEVE | DENSITA'              | PRESSIONE FINALE     |
|---------------|------------------|---------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| V-15-005 (20) | 2200 m           | 32.5 m/s      | 2.44 m           | 300 kg/m <sup>3</sup> | 2 t/m <sup>3</sup>   |
| V-15-013 (21) | 2160 m           | 41.41 m/s     | 3.39 m           | 300 kg/m <sup>3</sup> | 2.5 t/m <sup>3</sup> |

Tabella 1: Risultanze simulazioni

Le tre zone di pericolosità, lungo il margine occidentale del conoide, appartenente alla valanga V-15-005 (20), sono state fissate come segue:

- V1 - elevata pericolosità: comprende tutta la zona di stacco e di scorrimento, fino a quota 1519 m s.l.m.;
- V2 - media pericolosità: presenta una larghezza di 20 m e giunge sino alla quota di circa 1514 m s.l.m.;
- V3 - bassa pericolosità: larghezza di circa 20 m, giunge sino alla quota di 1513 m s.l.m. circa.

Dalla cartografia degli AAll emerge come il punto nel quale verrà realizzata la vasca di carico sia ubicato all'interno della zona di conoide della valanga classificata con il numero 20 (Figura 6).

Per tale motivo, sono stati presi in considerazione i valori ottenuti dalle simulazioni per la valanga denominata "La Reisa", al fine di calcolare i carichi e le pressioni indotte dalla valanga sul fabbricato oggetto di intervento.

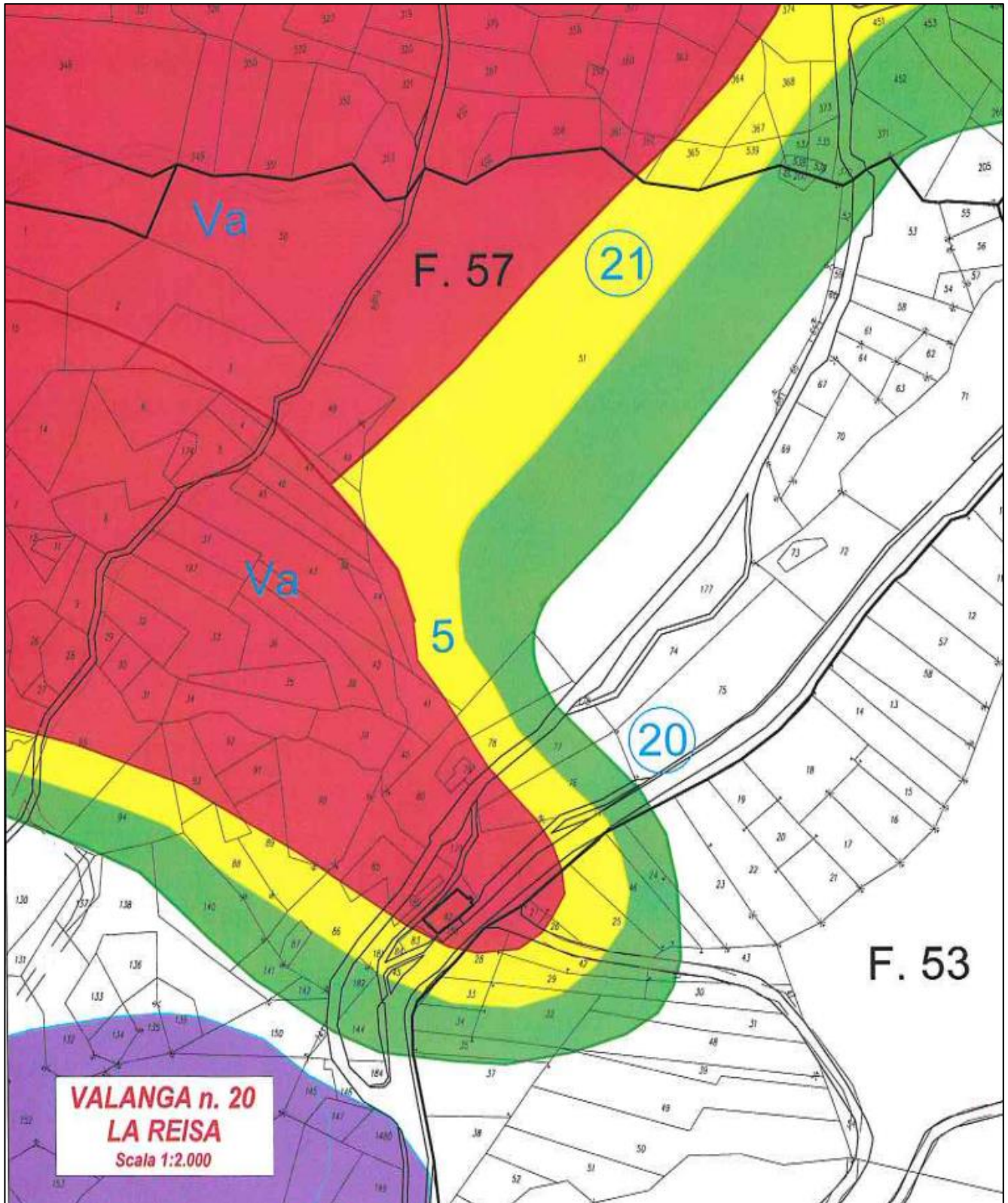


Figura 6: Ubicazione della futura vasca di carico in relazione alla cartografia degli AAI del comune di Arvier. Conoide della valanga classificata con il numero 20 "La Reisa".

## 5.1 Elaborazione della simulazione

Per analisi di zonizzazione si intende lo studio quantitativo di un fenomeno valanghivo, elaborato attraverso la creazione di un modello che, mediante l'introduzione di alcuni dati caratteristici del fenomeno (volume nevoso di distacco, lunghezza e profilo del percorso, larghezza raggiunta alle varie progressive) ed una opportuna procedura di calcolo, permetta di riprodurre la dinamica derivandone i parametri fisici di maggior interesse. Una volta conosciuta la variabilità di queste grandezze lungo la traiettoria della valanga, ed in particolare di quella che più influenza la valutazione della pericolosità, ovvero la pressione, è possibile procedere alla loro zonizzazione all'interno dell'area di sviluppo del fenomeno, definendone degli intervalli di valore ciascuno corrispondente ad un determinato grado di rischio. A questo proposito, la normativa regionale, nella deliberazione della G.R. n. 422 del 15/02/99, determina le fasce di pressione corrispondenti alle tre classi di rischio previste dall'Art. 37 della l.r. 11/98, indicando per il grado di pericolosità elevato (**V1**, fascia rossa) valori superiori a  $3 \text{ t/m}^2$  (30 kPa), per quello medio (**V2**, fascia gialla) valori compresi tra  $3 \text{ t/m}^2$  e  $0,5 \text{ t/m}^2$  (30 e 5 kPa), e per quello basso (**V3**, fascia verde) valori inferiori a  $0,5 \text{ t/m}^2$  (5 kPa).

Nel caso in questione, la zonizzazione della direttrice della valanga di Resia, effettuata dal Dott. For. Eugenio Bovard nel 2006, è avvenuta attraverso una simulazione della dinamica di sviluppo del fenomeno, effettuata avvalendosi del software AVAL-1D prodotto dall'Istituto Federale per lo Studio della Neve e delle Valanghe di Davos (SLF), in Svizzera, uno dei principali enti di ricerca in questo campo. Si tratta di un programma di simulazione che utilizza un modello numerico sviluppato lungo l'intera topografia del fenomeno, portando concreti vantaggi in termini di precisione e quindi di attendibilità dei risultati rispetto al classico modello analitico di Voellmy-Salm. In sostanza, il calcolo della quantità di moto procede lungo il percorso di discesa della valanga, che viene riprodotto attraverso la costruzione del profilo del terreno su cui si sviluppa. Il tracciato viene così suddiviso in segmenti di pendenza il più possibile omogenea, agli estremi dei quali va specificata la larghezza che la valanga assume prevedibilmente lungo ogni tratto, in genere facilmente deducibile in funzione della morfologia del bacino o del canale di scorrimento.

I dati di input per l'impostazione del modello sono stati inseriti secondo i seguenti criteri e parametri di ingresso:

- simulazione di una **valanga di tipo radente**, ovvero della manifestazione abituale del fenomeno suggerita sia dal contesto morfologico di sviluppo, sia dalla documentazione degli eventi pregressi esaminata;

- individuazione della zona di distacco tra i 2570 e i 2190 m s.l.m. di quota. La pendenza del pendio di distacco è compresa tra  $33.7^\circ$  e  $40^\circ$  e il volume si attesta attorno ai  $47000 \text{ m}^3$ , per un Tr 300 anni, coincidente quindi con una valanga di medie dimensioni;
- l'altezza di stacco considerato è stata di 1 m;
- la densità della neve della valanga è stata considerata pari a  $300 \text{ kg/m}^3$ ;
- la zona di scorrimento considerata è quella del canalone roccioso parzialmente coperto da cotica erbosa e rada vegetazione. La larghezza di tale zona è di circa 65 m ed è compresa tra la quota 2190 e 1570 m s.l.m.;
- la zona di arresto prende inizio alla quota 1570 m s.l.m. e prosegue con una pendenza di  $7^\circ$  in corrispondenza dei prati. Nei casi in cui la valanga continui a scendere al di là dei prati, percorrerebbe un pendio a maggiore pendenza, di circa  $33^\circ$ , a tergo della strada regionale per Valgrisenche, per infine arrestarsi nei prati oltre ad essa, a pendenza di circa  $3.3^\circ$ .

## 5.2 Analisi dei risultati

Le simulazioni effettuate sono state svolte lungo un profilo simile a quello riprodotto in Figura 7, coincidente con la linea di massima pendenza. L'ubicazione della vasca di carico è all'incirca a 1330 m progressivi, evidenziata in figura dalla linea tratteggiata blu, proiettata a partire dalla sagoma della struttura.

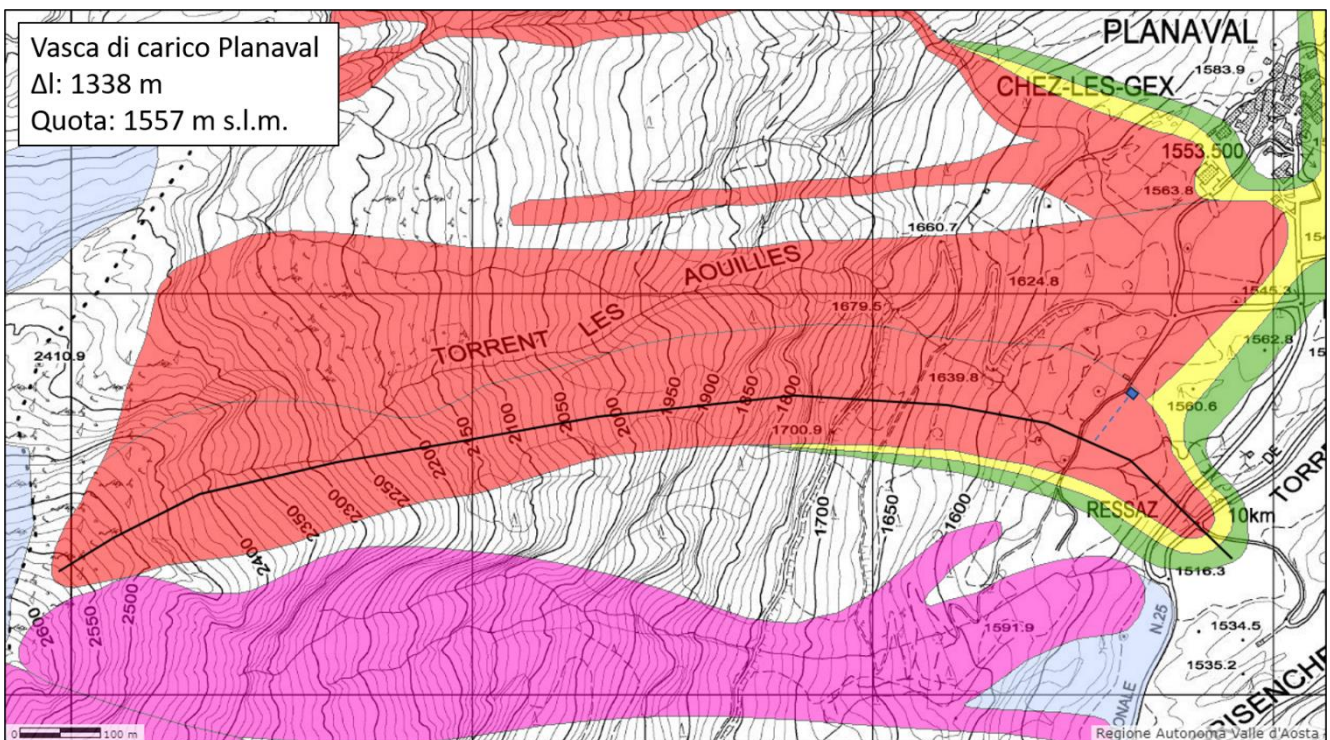


Figura 7: Profilo della simulazione e ubicazione della vasca di carico (quadrato blu).

Di seguito sono riportati i grafici delle pressioni, velocità, altezze di flusso e di deposito della valanga estratte dallo studio di dettaglio della valanga effettuato nel 2006. In particolare, sono state inserite delle linee in corrispondenza della progressiva ove verrà costruita la vasca di carico per individuare i valori di tali parametri in corrispondenza della struttura.

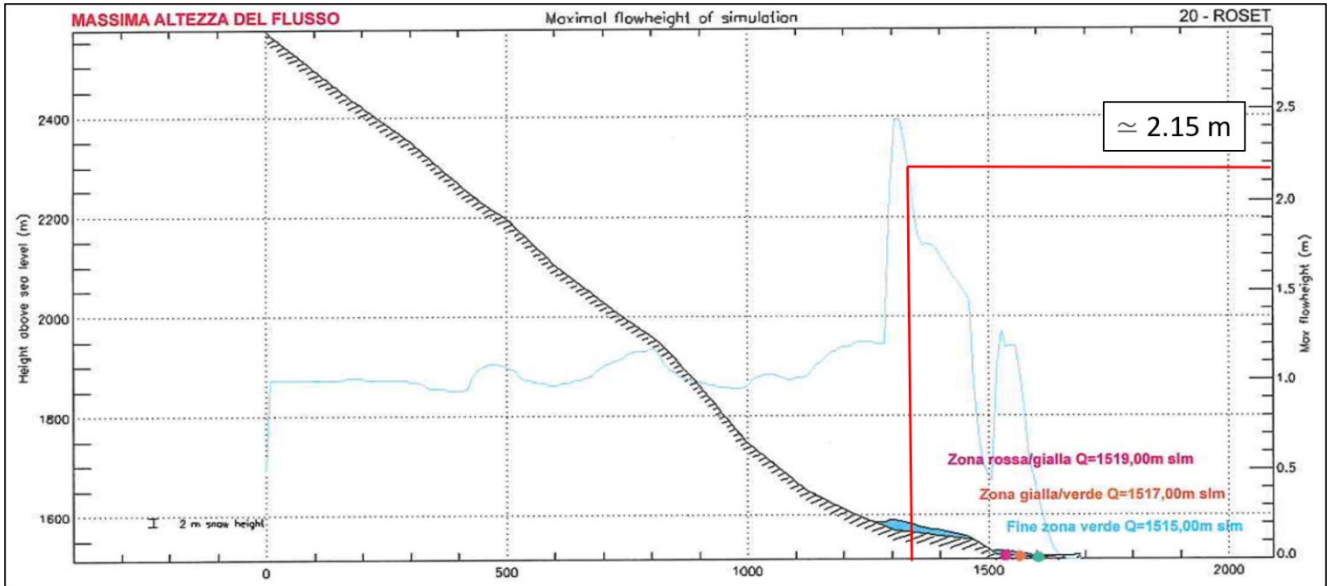


Figura 8: Altezza del flusso in corrispondenza della vasca di carico (2.15 m).

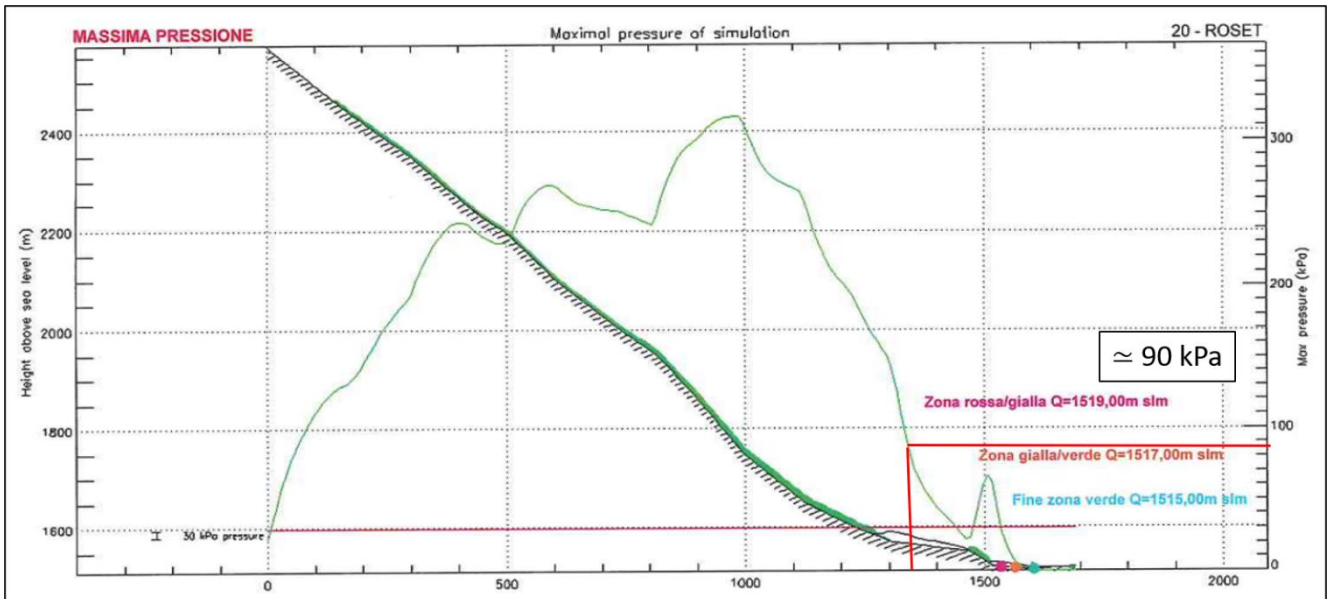


Figura 9: Valore di pressione in corrispondenza della vasca di carico (90 kPa).

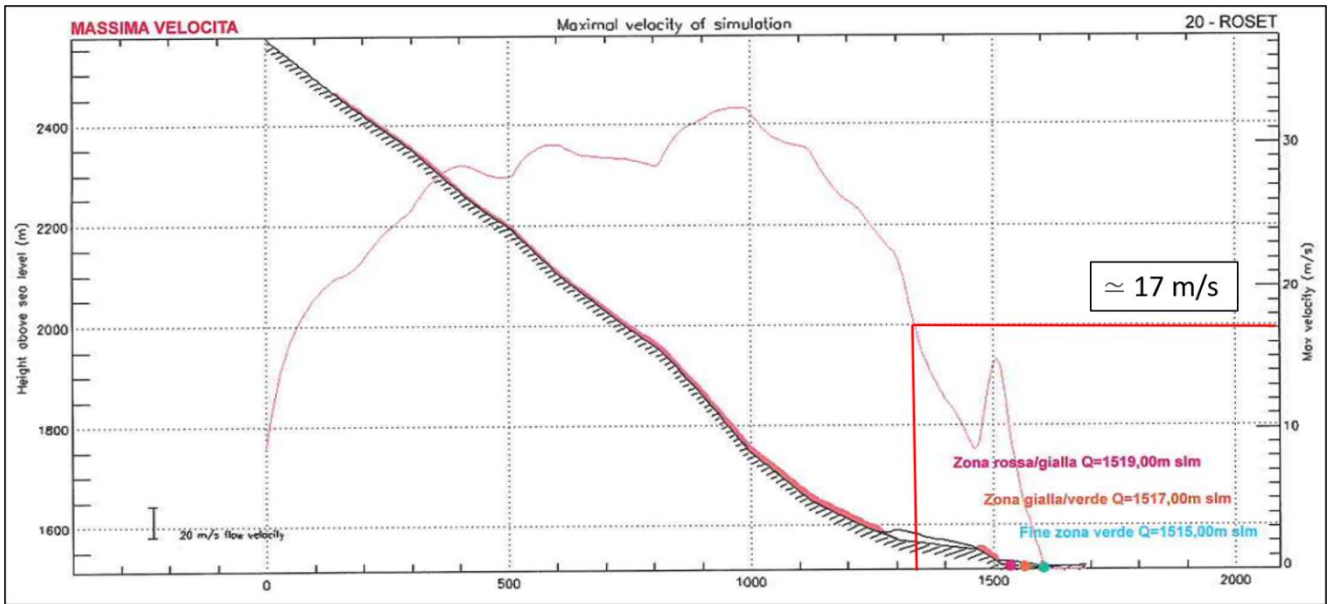


Figura 10: Valore di velocità in corrispondenza della vasca di carico (17 m/s).

## 6 Analisi di interferenza valanghiva dell'impianto in progetto

Al fine di valutare l'interferenza del fenomeno valanghivo con la struttura in progetto sono stati considerati i seguenti parametri, estratti dallo studio di dettaglio della valanga Reisa in occasione della delimitazione degli ambiti inedificabili del comune di Arvier:

| OUTPUT MODELLO |       |                  |
|----------------|-------|------------------|
| hf             | 2.15  | m                |
| v              | 17.00 | m/s              |
| p              | 90.00 | kPa              |
|                | 9.00  | t/m <sup>2</sup> |
| hdeposito      | 2.00  | m                |

### Tr300 anni

altezza del flusso

velocità massima

pressione esercitata in corrispondenza del fabbricato

altezza deposito in corrispondenza del fabbricato

| INPUT                    |      |                   |
|--------------------------|------|-------------------|
| rho valanga in movimento | 300  | kg/m <sup>3</sup> |
|                          | 0.30 | t/m <sup>2</sup>  |
| rho deposito             | 500  | kg/m <sup>3</sup> |
|                          | 0.50 | t/m <sup>2</sup>  |
| g                        | 9.80 | m/s <sup>2</sup>  |
| Hg                       | 2.08 | m                 |

altezza del fabbricato >> in questo caso è la porzione fuori terra

| COEFFICIENTI |      |   |
|--------------|------|---|
| lambda (λ)   | 2.50 | - |
| mu           | 0.30 | - |
| cd           | 2.00 | - |

interfaccia neve/cemento

Tabella 2: Parametri di simulazione

## 6.1 Caratteristiche dell'opera in progetto in relazione al flusso valanghivo

Di seguito è riportato lo schema dell'opera in progetto in relazione al flusso valanghivo.

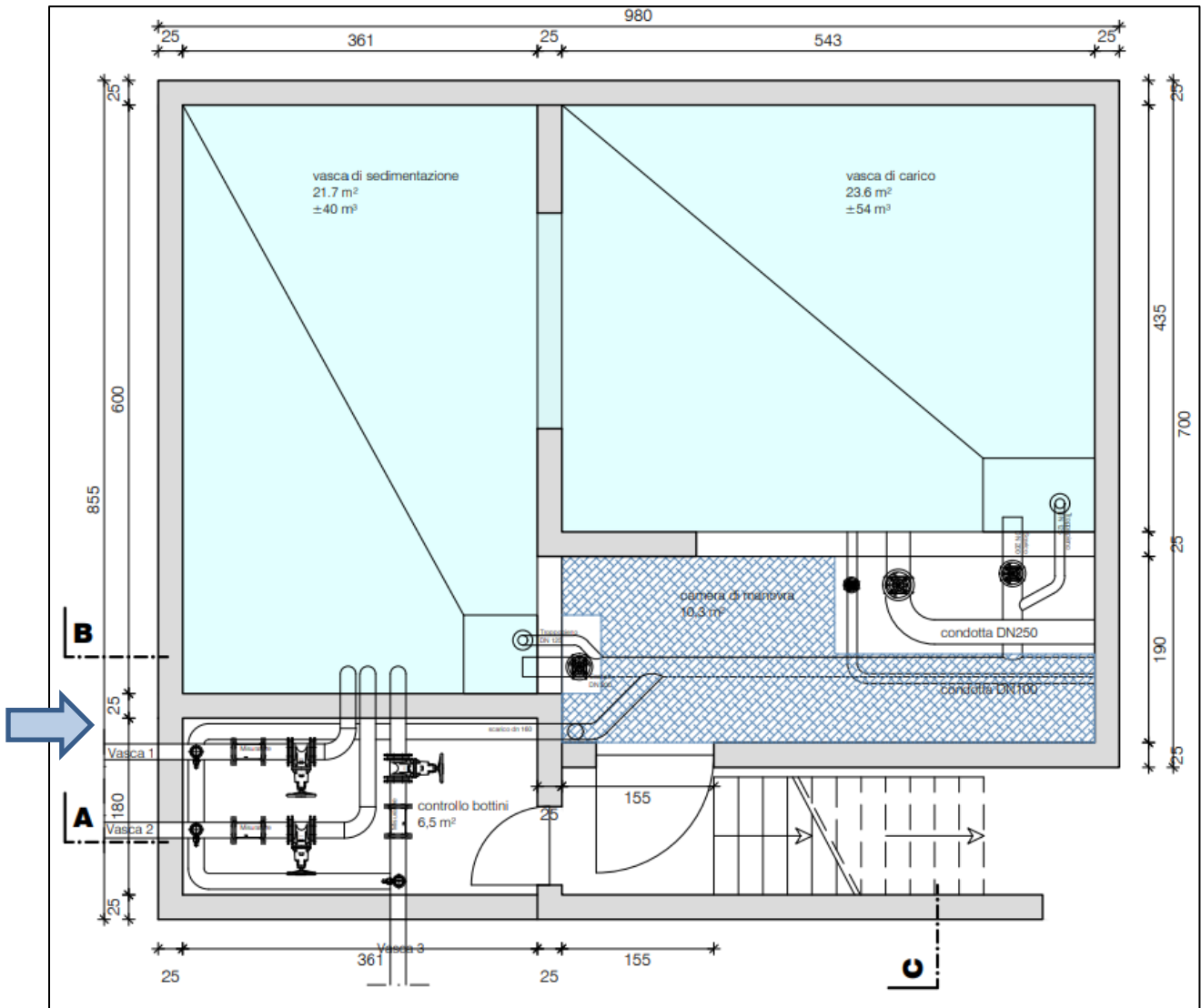


Figura 11: Schema in pianta della vasca di carico. Il flusso valanghivo è indicato dalla freccia blu a sinistra.

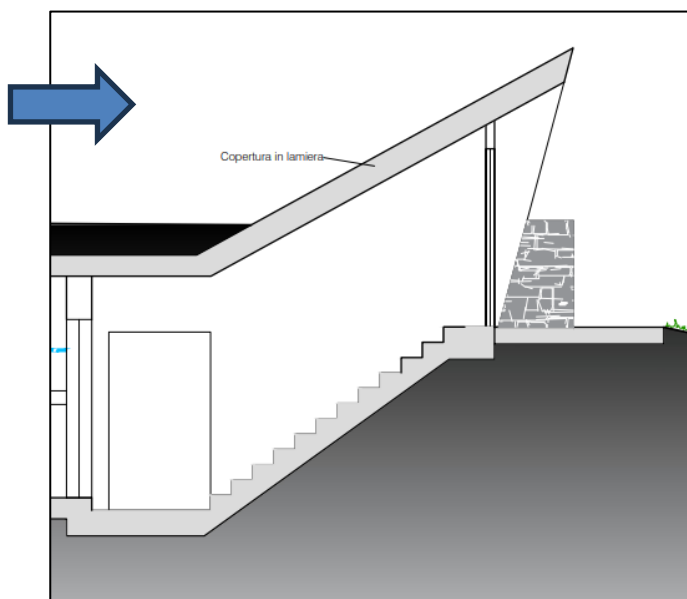


Figura 12: Schema laterale dell'interferenza del flusso valanghivo (freccia blu) e la falda fuori terra della vasca di carico.

## 6.2 Interferenza dell'opera con la componente radente della valanga

La porzione di struttura potenzialmente interessata da flusso valanghivo è la falda fuori terra (Figura 12), la quale presenta il colmo perpendicolare al flusso. Essa è di circa 2 m di altezza e 1.8 m di larghezza. Per le sue caratteristiche, è stata considerata come un ostacolo di piccole dimensioni, poiché non in grado di deviare il flusso valanghivo.

Di seguito sono esposti i valori di pressione statica ricavati a partire dai parametri in Figura 13.

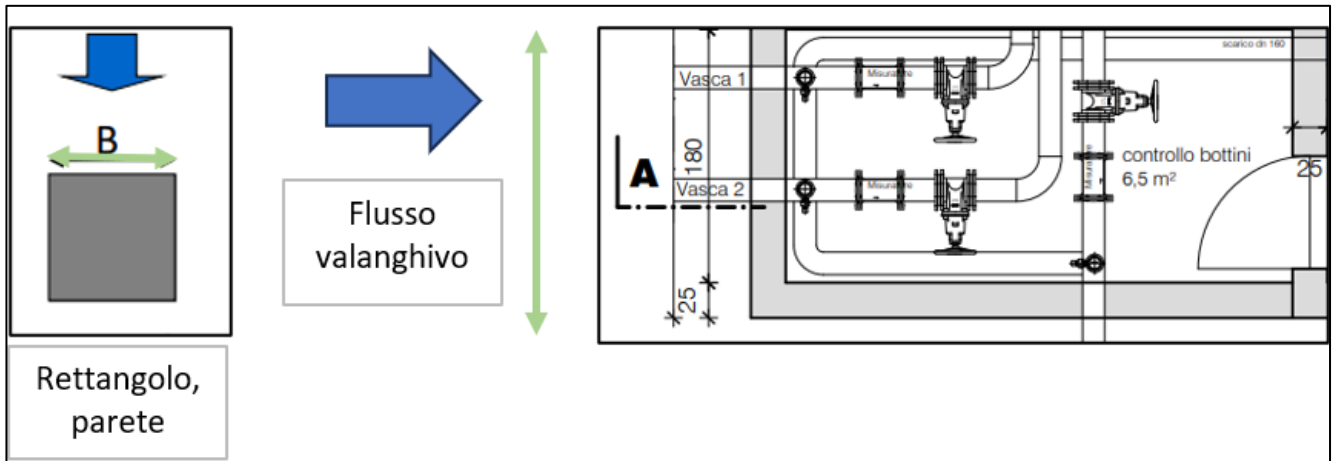


Figura 13: Schema parametri ostacolo piccole dimensioni.

Assumendo i valori indicati nella tabella al capitolo 6, sono stati calcolati i seguenti parametri:

|                         |              |            |   |
|-------------------------|--------------|------------|---|
| B                       | 2.05         | m          | larghezza ostacolo $\perp$ al flusso valanghivo |
| d                       | 2.15         | m          | spessore del flusso                             |
| <b>q<sub>f</sub></b>    | <b>86.70</b> | <b>kPa</b> | pressione statica equivalente                   |
| <b>h<sub>stau</sub></b> | <b>5.62</b>  | <b>m</b>   | altezza di risalita                             |

Tabella 3: Valori di pressione statica esercitata sulla falda principale

Il sovraccarico esercitato dal manto nevoso e dal deposito della valanga sul terreno di rivestimento della soletta della vasca di carico è stato stimato in prima istanza in funzione dello spessore della neve al suolo ( $H_s$ ) attribuibile alla località in questione, che, rifacendosi allo studio della società Flow-Ing "Definizione dei valori di progetto di parametri nivometrici standard per la prevenzione del rischio valanghivo sul territorio valdostano", sulla scorta dei dati riferiti al Comune di Arvier alla quota di 1557 m s.l.m., è risultato pari a 3.46 m per il tempo di ritorno di 300 anni.

Assumendo poi una densità convenzionale del manto nevoso di  $300 \text{ kg/m}^3$ , e del deposito di  $500 \text{ kg/m}^3$  e sommando successivamente i valori, si ottiene un valore di pressione statica totale di:



|                         |      |                     |
|-------------------------|------|---------------------|
| <b>q<sub>stat</sub></b> | 2.04 | [t/m <sup>2</sup> ] |
|-------------------------|------|---------------------|

Tabella 4: Pressione statica totale

Tale valore è assunto moltiplicando il valore di densità a quello di Hs.

La pressione laterale esercitata sui muretti laterali alla vasca di carico è invece calcolata secondo l'equazione:

$$q_{lat} = q_f * \sin^2(\alpha)$$

con  $\alpha = 20^\circ$  in questo caso, simulando tale angolo di incidenza del flusso con i muri emergenti laterali. Infine è stato calcolato anche il valore di attrito laterale, moltiplicando il valore di pressione laterale al coefficiente "mu", in tal caso considerato cautelativamente 0.4.

|                        |       |     |
|------------------------|-------|-----|
| <b>q<sub>lat</sub></b> | 10.14 | kPa |
| <b>q<sub>x</sub></b>   | 4.06  | kPa |
| <b>mu</b>              | 0.40  | -   |

Tabella 5: Pressione laterale sui muri emergenti

### 6.3 Interferenza dell'opera con la componente nubiforme della valanga

Al fine di valutare l'interferenza dell'opera con la componente nubiforme della valanga, è stato considerato cautelativamente un valore di pressione uguale a quello della componente radente, ovvero 90 t/m<sup>2</sup>.

Come esposto in Figura 12, la falda avente il colmo perpendicolare alla direzione del flusso è situata sopravento rispetto alla direzione di flusso. Di seguito è indicato lo schema nel dettaglio della falda, rispettivo di altezze e angolo rispetto all'orizzontale.

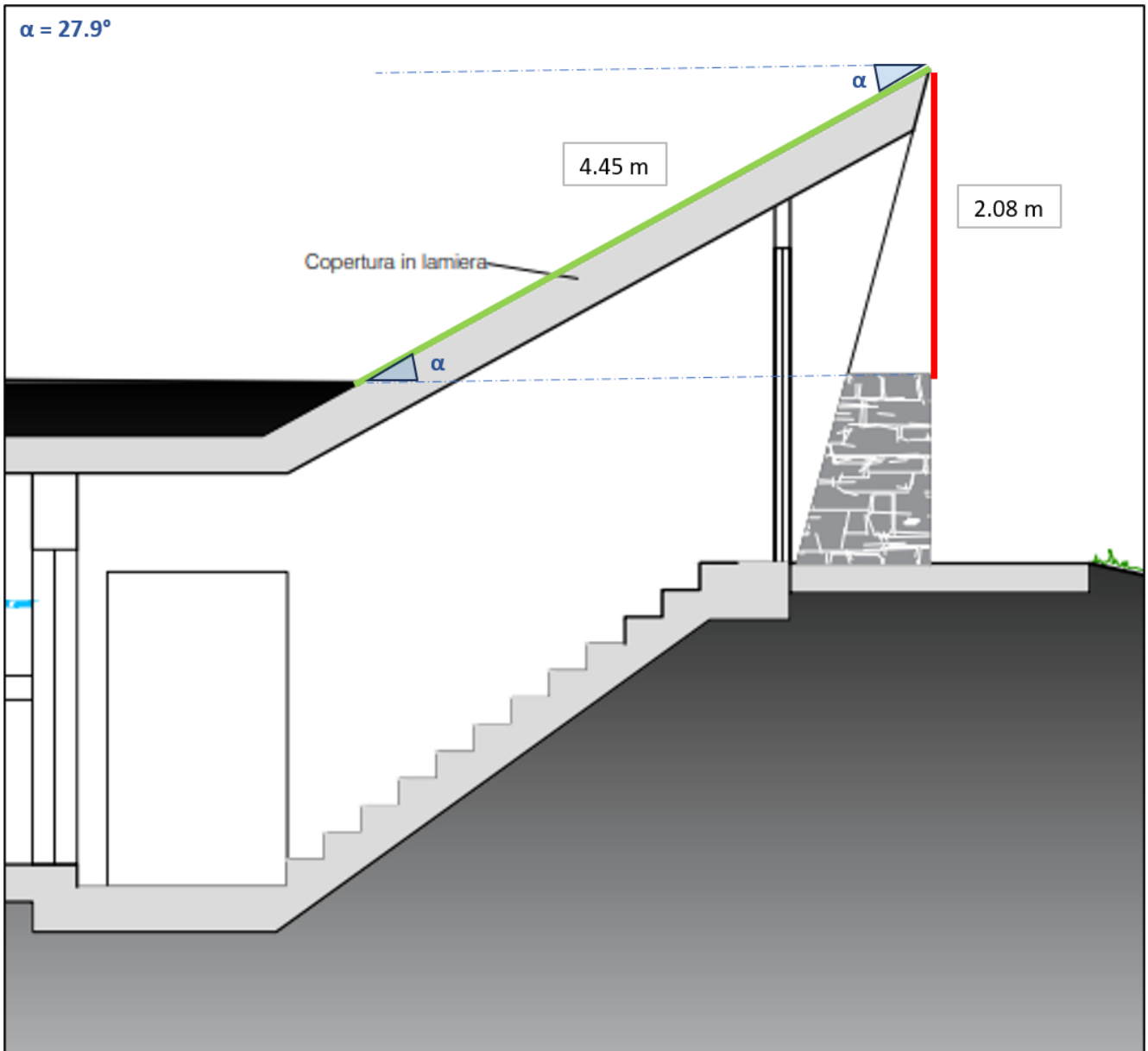


Figura 14: Schema della falda sopravento della vasca di carico. Il flusso valanghivo giunge da sinistra.

Dapprima, è stato valutato il valore del coefficiente di pressione esterna  $c_{pe}$ , dalla tabella delle NTC 2018. Di seguito sono indicati i parametri utilizzati per il calcolo delle pressioni totali agenti sulla falda.

| PARAMETRI          |       |                  |
|--------------------|-------|------------------|
| alpha ( $\alpha$ ) | 27.9  | °                |
| p                  | 90.00 | kPa              |
|                    | 9.00  | t/m <sup>2</sup> |

| VALORI $c_{pe}$ SECONDO NTC 2018       |                                    |
|--|------------------------------------|
| $-75^\circ \leq \alpha \leq -15^\circ$ | $c_{pe} = -0.85 + (\alpha+60)/180$ |
| $-15^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$  | $c_{pe} = -0.6$                    |
| $15^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$   | $c_{pe} = -0.6 + (\alpha-15)/100$  |
| $45^\circ \leq \alpha$                 | $c_{pe} = -0.3$                    |

>> nel nostro caso

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| <b><math>c_{pe}</math></b> | <b>-0.471</b> |
|----------------------------|---------------|

Tabella 6: Calcolo coefficiente di pressione esterna

A tal punto, sono stati considerati i due casi di coefficiente di pressione interna  $c_{pi}$ , uno positivo (+0.2) e uno negativo (-0.3). di seguito è indicato lo schema dei due casi:

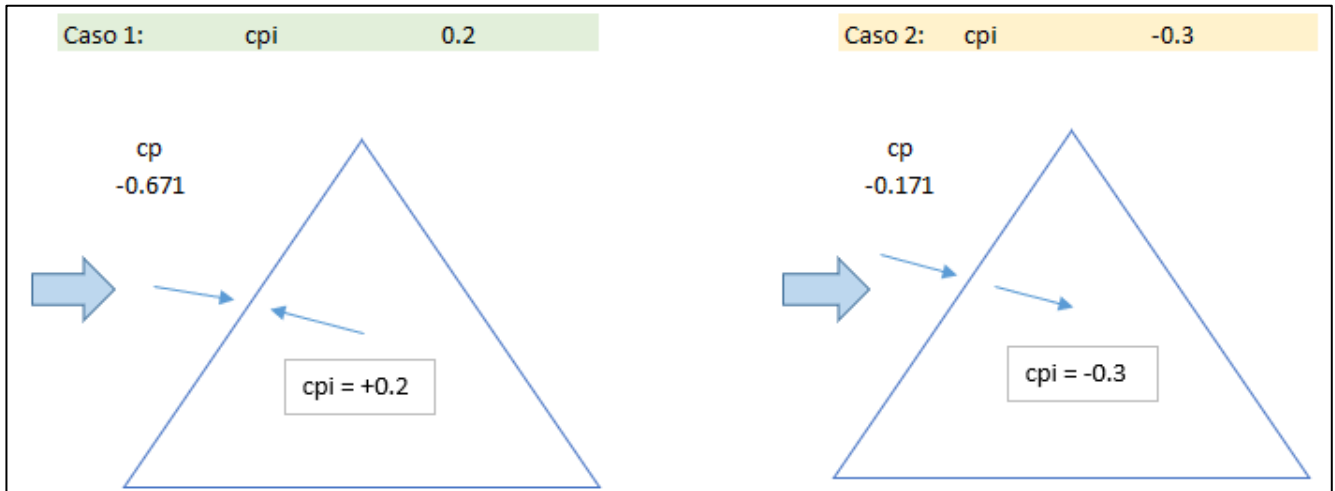


Figura 15: Valori di  $c_p$  ottenuti per i due casi di coefficienti di pressione interna.

Dai due casi, è stato in seguito scelto il caso più gravoso al fine di ottenere i valori di pressione finale, di seguito esposti.

| Falda      | $c_{pe}$ | $c_{pi}$ sfavorevole | $c_p$ finale | pressione finale [t/m <sup>2</sup> ] |
|------------|----------|----------------------|--------------|--------------------------------------|
| Sopravento | -0.47    | 0.2                  | -0.67        | -6.04                                |

Tabella 7: Pressione finale

Per quanto riguarda la facciata sottovento, di seguito è esposto lo schema relativo all'opera rispetto al flusso valanghivo:

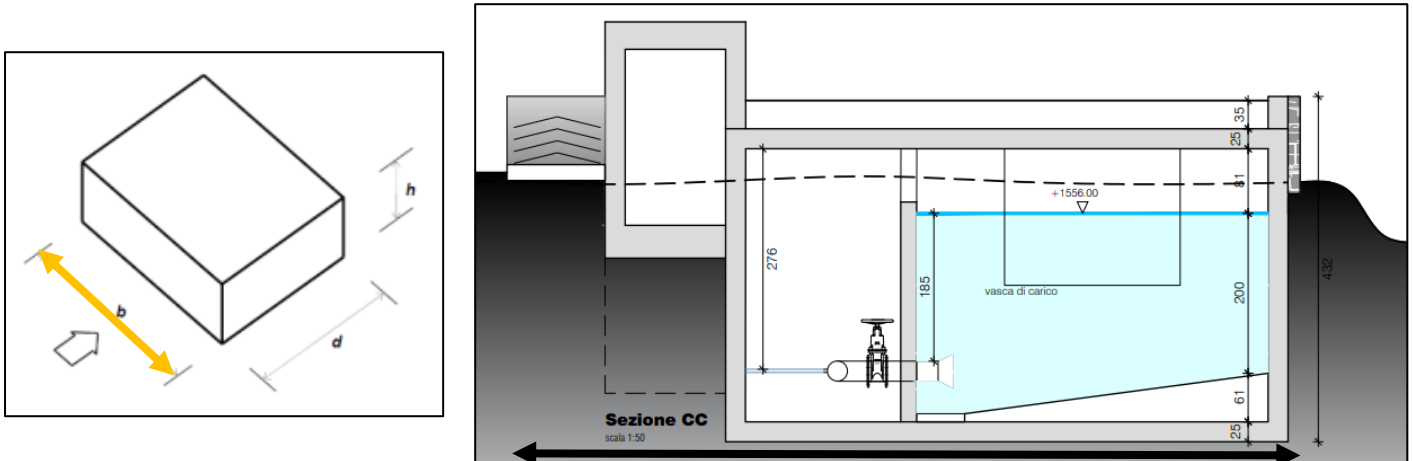


Figura 16: Schema della facciata sottovento della vasca di carico

I parametri della struttura e relativi calcoli per ricavare i valori di  $c_{pe}$  sono esposti nella tabella seguente:

| PARAMETRI |      |   | Faccia sopravento                          | Facce laterali                                | Faccia sottovento                                      |
|-----------|------|---|--|---|--|
| h         | 1    | m | $h/d \leq 1: c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$ | $h/d \leq 0,5: c_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d$ | $h/d \leq 1: c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$            |
| b         | 8.50 | m | $h/d > 1: c_{pe} = 0,8$                    | $h/d > 0,5: c_{pe} = -0,9$                    | $1 < h/d \leq 2: c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$ |
| d         | 9.80 | m |  |   |  |
| h/d       | 0.10 | - |  |   |  |
|           |      |   | 0.71                                       | -0.58   | -0.32  |

Tabella 8: Parametri di struttura

Anche in tal caso, sono stati analizzati i due casi di coefficiente di pressione interna, uno negativo e positivo ed è stata successivamente scelta la condizione più gravosa al fine cautelativo.

Di seguito sono indicati i due casi:

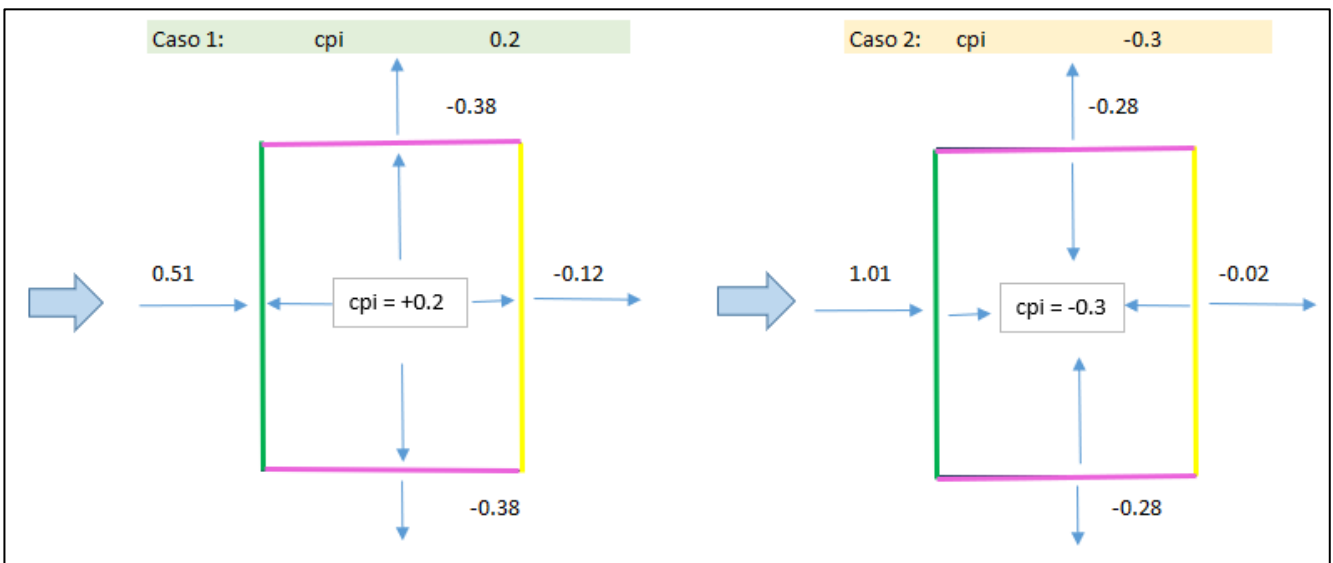


Figura 17: Valori di cp ottenuti dai due casi di coefficienti di pressione interna.

Dai due casi, è stato in seguito scelto il caso più gravoso al fine di ottenere i valori di pressione finale, di seguito esposti.

| Facciata   | cpe   | cpi sfavorevole | cp finale | pressione finale [t/m <sup>2</sup> ] |
|------------|-------|-----------------|-----------|--------------------------------------|
| Sottovento | -0.32 | 0.2             | -0.12     | -1.08                                |

Tabella 9: Valori di pressione finale

## 7 Conclusioni

Dallo studio eseguito sono stati calcolati i seguenti valori di pressione e carichi agenti sulla struttura in progetto:

| COMPONENTE DELLA VALANGA | FALDA/FACCIATA      | PRESSIONE [t/m <sup>2</sup> ] |                        |       |
|--------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|-------|
| RADENTE                  | Facciata sopravento | $q_f$                         | Pressione statica      | 8.67  |
| RADENTE                  | Superiore           | $q_{stat}$                    | Sovraccarico verticale | 2.04  |
| RADENTE                  | Facciate laterali   | $q_{lat}$                     | Pressione laterale     | 1.01  |
| RADENTE                  | Facciate laterali   | $q_x$                         | Attrito laterale       | 0.41  |
| NUBIFORME                | Falda sopravento    | $q$                           | Pressione finale       | -6.04 |
| NUBIFORME                | Facciata sottovento | $q$                           | Pressione finale       | -1.08 |

Tabella 10: Valori di pressione e carichi agenti sulla struttura

Il manufatto nella sua totalità comprensivo il portone d'ingresso dovrà dunque essere progettato al fine di resistere alle pressioni positive e negative sopra indicate.

**Inoltre l'accesso al manufatto nel periodo invernale dovrà regolamentato e dovrà seguire le restrizioni imposte dalla commissione valanghe locale, che regola già l'accesso alle strutture adiacenti.**

Si rammenta infine l'importanza di modellare il terreno a contorno della struttura al fine di facilitare il deflusso valanghivo oltre la stessa.

Charvensod, lì Giugno 2024

Il tecnico incaricato

**Geol. Alex Chabod**

ORDINE DEI GEOLOGI  
Région Autonome Vallée d'Aoste  
ORDRE DES GEOLOGUES  
Région Autonome Vallée d'Aoste

Dr. Chabod Alex  
Iscri. Albo n. 53