

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA  
NUOVA SCUOLA MEDIA INFERIORE  
Frazione CRETAZ – VALTOURNENCHE (AO)

16/03/2023

## RELAZIONE TECNICA

Arch. Fabrizio Ferrari  
Via Gramsci, 25/a  
20037 Paderno Dugnano  
MILANO  
+39 02.910.15.39  
info@ffarchitetti.com  
ferrari.12542@oamilano.it

## IMPARARE DAL PAESAGGIO E DAL CONTESTO

L'area di intervento è caratterizzata da un notevole dislivello e da una posizione che la vede essere punto di snodo tra vari collegamenti ad oggi morfologicamente non risolti. L'area è raggiungibile da ovest, da piazza Carrel dove si trova anche il centro sportivo, da est provenendo dalla strada superiore, dove si trova l'ufficio postale, e da sud attraverso il nucleo antico della frazione di Cretaz. Il progetto vuole relazionare questi percorsi con uno sviluppo anche delle aree esterne per diventare punto di gravità attorno al quale si sviluppino i principali attraversamenti pedonali. L'accesso all'area di progetto avviene da una stretta via asfaltata si è quindi scelto di ricreare uno spazio di ingresso che sia visibile e fruibile con qualsiasi condizione metereologica. La particolarità morfologica del terreno suggerisce di realizzare un edificio che non sia solo "rivolto" a valle, come l'attuale, ma si armonizzi ad esso ricucendo percorsi attualmente frammentati. Un edificio aperto su tutti i lati che permetta di utilizzare anche gli spazi a sud, quando consentito dal clima, per una didattica all'aperto e rispettosa dell'ambiente. La scelta di disegnare la nuova scuola con un profilo che disegna una linea armonizzata al paesaggio è dettata dalla volontà di non realizzare un edificio autoreferenziale e iconico ma che si inserisca con la necessaria "educazione" all'interno di un ambito di elevato valore paesaggistico e tradizionale.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### **Quadro normativo**

Nella predisposizione del progetto preliminare, così come per il successivo progetto definitivo, si è fatto riferimento preliminarmente alle seguenti norme e raccomandazioni:

- L.R. 06 aprile 1998, n.11 – Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta;
- NTA del Comune di Valtournenche;
- PRG vigente
- Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. 380/2001

### in materia di opere pubbliche

legge quadro in materia di lavori pubblici 11/02/1994 n. 109 e s.m.i.;

DM LLPP 19/04/2000 n. 145 Reg. recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi della legge 11/02/1994 n 109 e s.m.i.

DPR 25/01/2000 n. 34 Regolamento in materia qualificazione degli esecutori pubblici

DPR 21/12/1999 n. 554 Reg. in attuazione della legge quadro n. 109/94 e s.m.i.

DLGS 163/2006 Codice dei contratti pubblici e relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE

DPR207/2010

Legge 106/2011

D.L. 50/2016

In materia di Edilizia scolastica

DM 18/12/1975

L 11/01/1996 n. 23

DM 382 del 29/09/1998

DPR 20/03/2009 n. 81

Linee guida MIUR 2013 per l'edilizia scolastica

In materia di Barriere architettoniche

DM 14/06/1989 n. 236, prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento delle barriere architettoniche

DPR 503/96 regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici

In materia di Opere in conglomerato cementizio e strutture metalliche

DM del 17 gennaio 2018 aggiornamento delle "Norme tecniche delle costruzioni"

In materia di requisiti acustici degli edifici

Legge 26/10/1995 n. 447 Legge quadro sull'inquinamento acustico

DPCM 5/12/1997 Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 1769 del 30/04/1996 Criteri di valutazione e collaudo requisiti acustici nelle costruzioni edilizie

Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 3150 del 22/05/1967 Criteri di valutazione e collaudo requisiti acustici negli edifici scolastici

**Livelli successivi di progettazione**

Il progetto dovrà essere redatto secondo i tre progressivi livelli di definizione – preliminare, definitivo ed esecutivo – che dovranno tra loro interagire e svilupparsi senza soluzione di continuità.

Il progetto definitivo, redatto sulla base delle indicazioni del progetto preliminare approvato, contiene tutti gli elementi necessari ai fini dei necessari titoli abilitativi, dell'accertamento di conformità urbanistica o di altro atto equivalente; inoltre sviluppa gli elaborati grafici e descrittivi nonché i calcoli ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo.

Esso comprende i seguenti elaborati, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento ai sensi dell'art.15, comma 3, del DPR 207/2010, anche con riferimento alla loro articolazione:

1. Relazione generale
2. Relazioni tecniche e relazioni specialistiche
3. Rilievi planoaltimetrici e studio dettagliato di inserimento urbanistico
4. Elaborati grafici
5. Studio di impatto ambientale ove previsto dalle vigenti normative ovvero studio di fattibilità ambientale
6. Calcoli delle strutture e degli impianti secondo quanto specificato all'art.28, comma 2, lettere h) ed i), del DPR 207/2010
7. Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici
8. Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze
9. Piano particellare di esproprio
10. Elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi
11. Computo metrico estimativo
12. Aggiornamento del documento contenente le prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza
13. Quadro economico con l'indicazione dei costi della sicurezza.

Il progetto esecutivo costituisce la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare. Restano esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamento, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisionali.

Il progetto è redatto nel pieno rispetto del progetto definitivo nonché delle prescrizioni dettate nei titoli abilitativi o in sede di accertamento di conformità urbanistica, o di conferenza di servizi o di pronuncia di compatibilità ambientale, ove previste.

Il progetto esecutivo è composto dai seguenti documenti, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento anche con riferimento alla loro articolazione:

1. Relazione generale
2. Relazioni specialistiche
3. Elaborati grafici comprensivi anche di quelli delle strutture, degli impianti e di ripristino e miglioramento ambientale
4. Calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti
5. Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti
6. Piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'art. 100 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81, e quadro di incidenza della manodopera
7. Computo metrico estimativo e quadro economico
8. Cronoprogramma
9. Elenco dei prezzi unitari e eventuali analisi
10. Schema di contratto e capitolato speciale di appalto
11. Piano particellare di esproprio.

## PRESENTAZIONE DELL'OPERA

La nuova scuola secondaria di primo grado di Valtournenche è pensata come edificio ecosostenibile e a ridottissimo consumo energetico, dove la tecnologia, abbinata alla multifunzionalità e flessibilità degli spazi, consente di modificare l'offerta didattica a seconda delle esigenze.

Un organismo complesso nato dall'incontro/scontro fra la matrice geometrica e la forma del territorio che si sviluppa su tre livelli.

\_ Il primo, a livello del terreno, è il luogo dell'incontro. La conformazione morfologica dell'edificio crea una piccola piazza, in parte coperta. Lo spazio antistante l'ingresso scolastico sarà anche spazio per raggiungere il poliambulatorio e spazio di sosta per chi vuole raggiungere il nucleo antico della frazione di Cretaz tramite l'attuale percorso pedonale.

\_ Il secondo livello è la zona della riflessione dove sono inserite le aule, l'ingresso dalla strada superiore, e gli spazi individuali e di relazione degli studenti.

\_ Il terzo livello è quello dell'esperienza, dove gli spazi sono pensati per l'attività fisica (palestra con parete di roccia) e la massima flessibilità, potendo diventare, a seconda delle esigenze, spazi laboratorio, zone studio, aule didattiche o piccolo teatro/aula proiezioni.

Una scuola che vuole essere accogliente e sicura e che si adegui ai modelli, variabili e variegati, della didattica dei prossimi anni e che, grazie alla tecnologia e alla flessibilità degli spazi, garantisca, con il minimo di manutenzione e integrazioni, la vita dell'edificio nel tempo.





## TECNOLOGIA COSTRUTTIVA – CONFORT – SOSTENIBILITÀ

La struttura resistente della nuova scuola sarà costituita da un telaio in legno costituito da pareti portanti in Croos Laminated Timber (anche chiamato X-Lam) e solai bidirezionali in pannelli multistrato a strati incrociati che per le caratteristiche meccaniche e di deformabilità consentono ottime risposte sia in condizione statica che dinamica (sismica). Le strutture controterra saranno realizzate in calcestruzzo armato isolato con sistema a cappotto e rivestite in pietra locale per le zone a vista. Il sistema tecnologico è scelto in considerazione del difficile accesso al sito, la possibilità di lavorare esternamente solo in alcuni periodi dell'anno e ridurre il fabbisogno energetico e l'inquinamento derivanti dalla realizzazione con struttura tradizionale o con massiccio uso di calcestruzzo. Le pareti saranno isolate verso l'esterno con fibre minerali o materiali altamente isolanti e rivestite con doghe/listelli di legno. All'interno verranno realizzate contropareti isolate con doppia lastra di gesso ad alta resistenza per permettere il passaggio degli impianti e garantire il confort acustico.

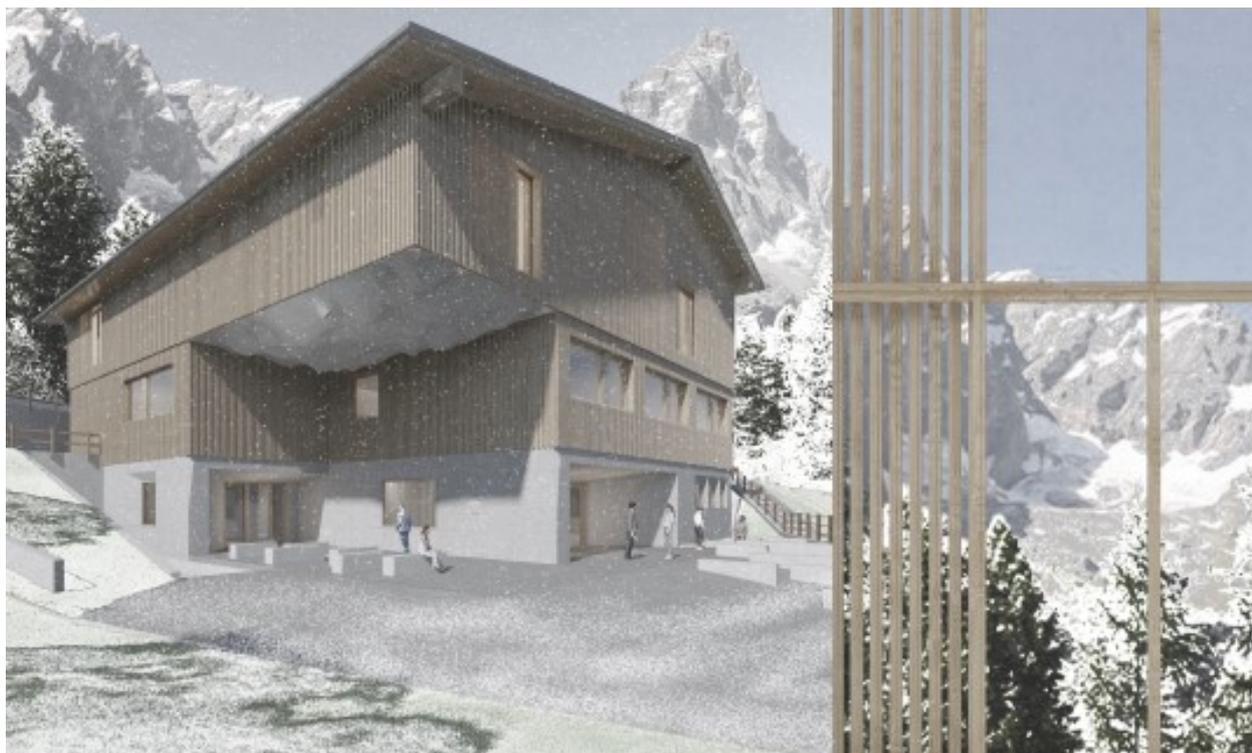
Tutto il legname utilizzato per la struttura di elevazione (pareti, solai, tetto serramenti, finiture esterne) sarà certificata al 100% FSC/PEFC.

L'orientamento dell'edificio, il rapporto superficie/volume, l'involucro fortemente isolato senza ponti termici, la ventilazione meccanica controllata con recuperatore di calore, l'utilizzo per la climatizzazione di pompe di calore abbinate ad un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica, la gestione in building automation, il riutilizzo delle acque piovane per usi non potabili, consentiranno di rispettare i parametri previsti dal bando (inferiore di almeno il 20% rispetto al requisito NZEB) e, soprattutto, garantire un confort ambientale elevato all'interno dei locali.

Il confort acustico verrà garantito dal layout che separa gli ambienti più rumorosi dalle aule e dalle scelte tecnologiche per le partizioni verticali e orizzontali che per diminuire al massimo il riverbero interno e la trasmissione del rumore fra i vari locali.

La sostenibilità, oltre che dal basso consumo energetico, dall'utilizzo di sistemi impiantistici di ultima generazione con controlli automatizzati e da un'attenta progettazione che tenga in considerazione anche gli aspetti logistici del cantiere, passa anche dall'attento uso del suolo. Il progetto prevede una diminuzione della superficie coperta impermeabile rispetto all'esistente attraverso un posizionamento più funzionale all'interno del lotto di intervento e al conseguente recupero a verde di parte della superficie attualmente impermeabile e la piantumazione con essenze autoctone.

Per garantire un elevato confort visivo tutti gli ambienti saranno dotati di ampie superfici vetrate accuratamente schermate che garantiranno un continuo rapporto fra interno ed esterno.



I materiali interni di finitura garantiranno la sicurezza di utilizzo, l'assenza di rischio di rilascio di sostanze nocive nel corso degli anni, la bassa manutenzione e, non ultimo, la piacevolezza estetica e cromatica.

## SOLUZIONI TECNOLOGICHE - IMPIANTI

### *Illuminazione.*

Partendo dalle considerazioni che l'illuminazione più virtuosa è quella che si accende solo quando serve e che l'illuminazione più efficiente in assoluto è la luce del giorno, il progetto prevede l'utilizzo di tecnologia a Led per tutti i corpi illuminanti dotati di dimming elettronici e collegati a sistemi di gestione (tecnologia DALI), permettendo una riduzione dei consumi fino al 25% rispetto a sistemi non integrati e garantendo la programmazione della manutenzione segnalando le problematiche. I sistemi di gestione della luce si sono ormai imposti in quanto indispensabili premesse di efficienza energetica ma anche di un'illuminazione di qualità e a misura di utenti. La luce artificiale, infatti, non deve più essere vista come un sistema statico ma, usando le parole del fisiologo svizzero Helmut Krueger, come «design dinamico di un clima visivo». L'impianto conterrà fotosensori e segnalatori di presenza che dosano la luce garantendo il massimo del comfort. La priorità dell'illuminazione sarà di ridurre al minimo il consumo energetico facendo ricorso a meccanismi che sfruttino la luce diurna e controllino le presenze oltre a garantire il confort visivo in qualsiasi condizione di illuminazione esterna.

Le condizioni di illuminazione risponderanno a quanto previsto dalle norme UNI EN 12464-1 e prevedono il rispetto di determinati standard illuminotecnici in funzione della destinazione d'uso dei locali. L'illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo garantiranno un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux.

### *Sicurezza, antincendio, rete dati/fonia e antintrusione*

\_ Le aule, le sale professori ed i servizi igienici per i disabili saranno dotati di un pulsante di chiamata che, se azionato, sarà segnalato sul visualizzatore alfanumerico di piano posto in luogo presidiato.

\_ L'immobile sarà dotato di rilevatori puntiformi ottici di fumo, installati in tutti gli ambienti ed anche in controsoffitto, con una centralina di controllo connessa con una master posta nel locale presidiato.

\_ L'impianto dati/fonia raggiungerà, oltre all'area amministrativa, anche le aule e gli spazi multifunzione e la palestra. Le linee saranno realizzate in cavo fino alle prese terminali. L'interconnessione tra i rack dei piani verrà realizzata tramite fibra ottica, al fine di garantire la massima velocità possibile.

\_ La sicurezza antintrusione è garantita da un impianto rilevatore a contatti e telecamere. Ogni ingresso è dotato inoltre di accesso indipendente con tastierino d'inserimento e codice personale con rilevazione degli accessi.

#### *Impianto Fotovoltaico*

L'immobile è orientato lungo l'asse nord- sud. Al fine di comprendere la reale necessità di installazione di un impianto fotovoltaico sono state eseguite delle analisi con programmi software specifici. A fronte di una richiesta normativa di 11,46 Kw, l'ottimizzazione dell'impianto, senza la necessità di ricorrere a complessi sistemi di accumulo e gestione/manutenzione annuale, si raggiunge con l'installazione di 19,20 Kw di potenza nominale.

#### *Impianto di climatizzazione e VMC*

L'impianto è a servizio di un immobile posto in una località dove le temperature invernali sono particolarmente rigide. La fraz. Cretaz non è dotata né di teleriscaldamento né di rete di fornitura del gas. I criteri di progettazione per lo sviluppo del progetto degli impianti HVAC hanno preso in considerazione: la localizzazione, la zona climatica, i Gradi Giorno, la temperatura esterna (estate 23,7°C, inverno -15,3°C), l'umidità esterna (estate 67,9%, inverno 60%), la temperatura interna (estate  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ , inverno  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ), l'umidità interna ( $50 \pm 10\%$ )

La scelta progettuale ha escluso l'impianto a biomassa (cippato) per la difficoltà di stoccaggio del materiale e la continua manutenzione. Tale impianto sarebbe conveniente solo ipotizzando di mettere a sistema gli immobili pubblici presenti nella zona.

Si è scelto un impianto con pompe di calore areoterme in cascata con controllo in remoto per la gestione e termoregolazione al fine di permettere agli utilizzatori la massima gestione.

Le macchine saranno posizionate al piano terra dell'edificio in locale protetto e adeguatamente aerato. In fase di progettazione definitiva si valuterà la necessità di integrazione con resistenze elettriche per i periodi di temperature fortemente rigide.

Il sistema di emissione previsto per l'intero immobile, che ha un uso discontinuo durante la giornata, sarà costituito da pannelli radianti a pavimento annegati nel massetto con un sistema a bassa inerzia.

La scelta di tale impianto è dettata dai seguenti fattori:

- ottima resa impianto di riscaldamento con l'utilizzo della pompa di calore che produce acqua a bassa temperatura;
- possibilità di modulare l'impianto nel periodo notturno potendo abbassare la temperatura del massetto radiante senza rischio di non avere le temperature adeguate il mattino successivo, diminuendo notevolmente i consumi.
- viste le condizioni climatiche esterne non è previsto un raffrescamento estivo, quindi sistemi come fancoil o similari sarebbero inutili e talvolta controproducenti in quanto creerebbero problemi di dis-confort igrometrico (bassissima umidità interna);
- assenza di manutenzione dell'impianto radiante una volta installato.

La scelta di escludere un impianto in pompa di calore geotermico è dettata dal fatto che l'edificio scolastico è ubicato sul versante sinistro orografico della valle del torrente Marmore caratterizzato dalla presenza di una Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (DGPV). in corrispondenza del settore SUD occidentale del movimento gravitativo. Secondo i dati PS-InSAR e RADARSAT la DGPV mostra segni di movimento nell'ordine di 5 mm/anno nei pressi dell'edificio scolastico mentre a monte, in corrispondenza della loc. Chez Perron, si raggiungono valori superiori a 10 mm/anno. La realizzazione di sonde geotermiche è incompatibile con il movimento del versante poiché l'entità del movimento causerebbe la rottura della tubazione con fuoriuscita del liquido del circuito primario e la messa fuori servizio dell'impianto in brevissimo tempo..

L'impianto di ricambio aria sarà costituito da due unità di trattamento aria con recuperatore di calore a flussi incrociati. L'aria fornita sarà quindi immessa in ambiente attraverso canalizzazioni in lamiera coibentate esternamente e avranno come terminali in ambiente diffusori dotati di plenum con flusso elicoidale. All'interno dei servizi igienici saranno installate valvole di ventilazione per l'espulsione dell'aria.

Per la neutralizzazione di agenti patogeni, in particolare batteri, virus e muffe, è prevista l'installazione della tecnologia PCO (Photocatalytic Oxidation) per garantire la qualità dell'aria. Si tratta di una tecnologia di sanificazione attiva a lampade UV, efficace nei confronti dei coronavirus che causano la Sars-Cov e la Mers-Cov.

#### *Acque reflue*

Le acque piovane verranno raccolte e recuperate per destinarle ad usi non potabili

L'intervento prevede la demolizione e ricostruzione in sito di un edificio scolastico il cui piano terra è destinato in parte ad ambulatorio e casa del custode. L'edificio non è adibito allo stoccaggio, al trasporto o alla produzione di combustibili fossili.

I requisiti di efficienza energetica previsti dal bando, -20% rispetto al parametro NZEB, sono stati rispettati adottando tecnologie costruttive sia passive, elevato isolamento dell'edificio, che attive, impianti e gestione degli stessi in building automation.

In riferimento all'adattamento ai cambiamenti climatici il progetto in sé non è sensibilmente influenzato dai rischi climatici elencati nella sezione II dell'Appendice 1. La progettazione definitiva, per obbligo normativo, garantirà i requisiti per evitare il rischio sismico analizzando nel dettaglio le caratteristiche geologiche e geotecniche dell'area di intervento.

## ANALISI GEOLOGICA PRELIMINARE

E' stata condotta un'indagine geologica preliminare su un'area sita in loc. Cretaz nel territorio comunale di Valtournenche, dove sono in progetto i “*Lavori di demolizione e ricostruzione scuola media*”.

Il terreno sul quale è in progetto l'intervento si trova sul versante sinistro orografico del torrente Marmore a quota di circa 1.512 m s.l.m. al di sopra di un accumulo detritico di origine glaciale le cui evidenze si estendono all'intero versante ed è identificato nella particella catastale del F. XXXII n°800.

Il progetto, prevede la demolizione dell'attuale edificio e la ricostruzione di una nuova scuola su un sedime differente.

Il sopralluogo ha lo scopo di rilevare le caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito di indagine al fine di accertare la compatibilità dell'intervento in progetto in funzione dell'assetto geologico ed idrogeologico del sito sul quale sarà ubicato con lo scopo di garantirne la sicurezza, la funzionalità e la stabilità.

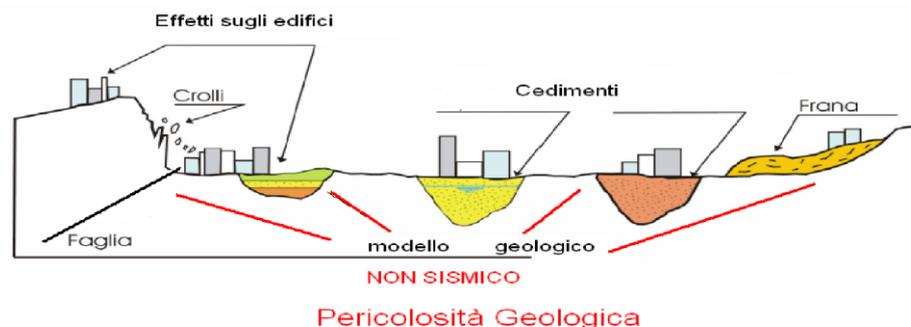
La presente “*Relazione di modellazione geologica*” illustra il modello geologico di riferimento e rappresenta la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito comprende la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento.

In funzione del tipo di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, le specifiche indagini appositamente realizzate sono finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico che è stato sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito sono esaurientemente esposte e commentate nella presente relazione geologica, che è parte integrante del progetto.

Tale relazione comprende, sulla base di specifici rilievi ed indagini, l'identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.



Il modello geologico dell'area di indagine è stato sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geognostiche e geofisiche.

## Normativa di riferimento

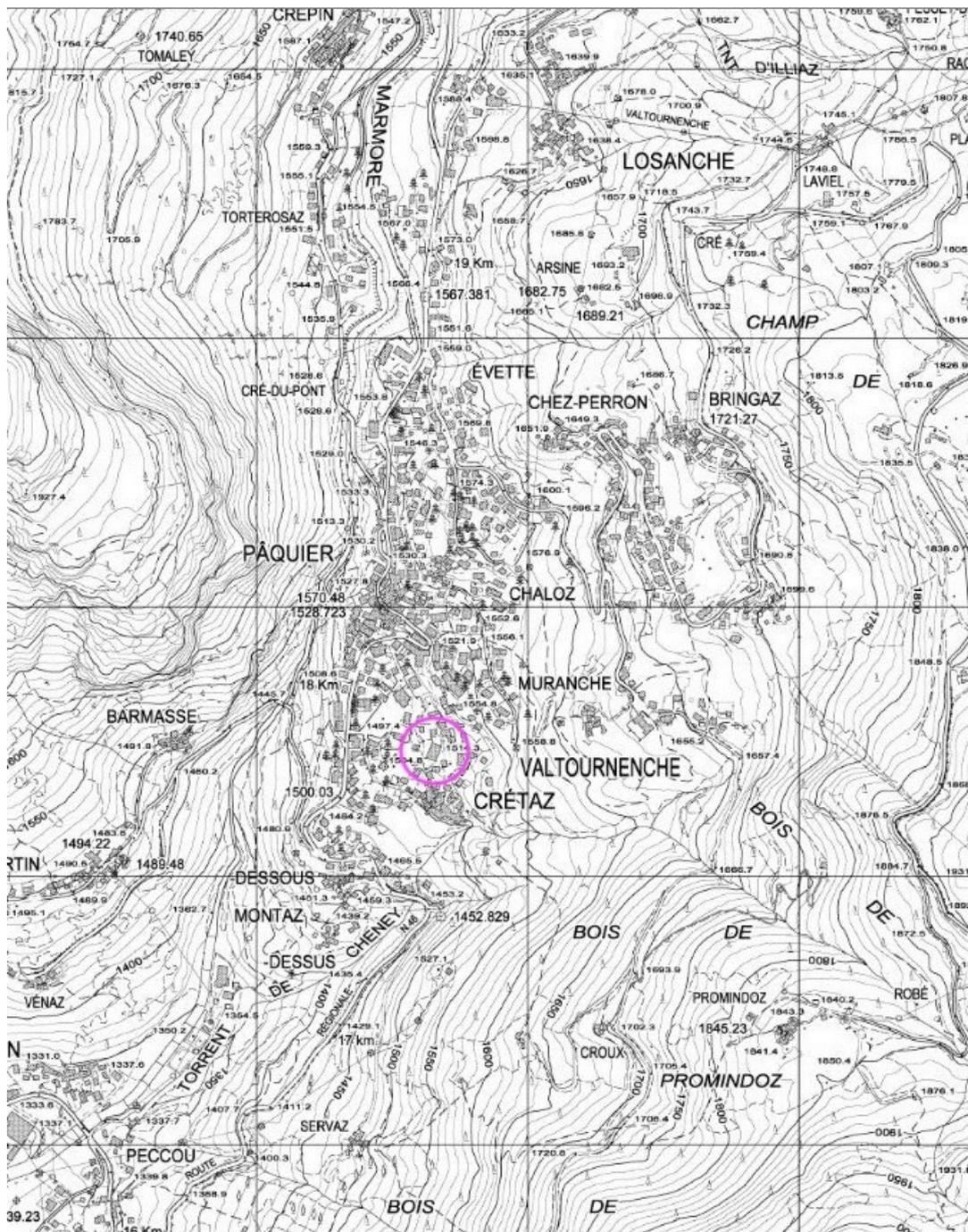
- **D.M. 11 marzo 1988** “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno sulle terre e delle opere di fondazione*”
- **D.M. 14 gennaio 2008** “*Norme tecniche per le costruzioni*”
- **Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 02 febbraio 2009 n°617** “*Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”*”.
- **D.M. 17 gennaio 2018** “*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*”
- **R.D.L. 30 dicembre 1923 n°3267** “*Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani*”
- **O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006** “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 “*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*”, cap. 6 “*Progettazione geotecnica*”, cap. 6.2 “*Articolazione del progetto*”, cap. 6.2.1 “*Caratterizzazione e modellizzazione geologica del sito*” e cap. 6.2.2 “*Indagini, caratterizzazione e modellizzazione geotecnica*” e documenta la prefattibilità dell’opera con indagini geologiche e idrogeologiche preliminari (acquisizione di dati bibliografici, rilevamenti geologici di inquadramento, eventuali indagini geognostiche preliminari, ...) e contiene il modello geologico preliminare e il piano delle indagini.

Parte integrante della presente relazione sono gli allegati:

v Relazione di modellazione geotecnica (D.M. 17 gennaio 2018) v Relazione di classificazione sismica del sottosuolo (D.M. 17 gennaio 2018)

## Corografia



### 3. Dissesti pregressi e vincolo idrogeologico

#### Vincolo idrogeologico

L'area di intervento NON rientra all'interno della perimetrazione del vincolo idrogeologico di cui al R.D.L. 30 dicembre 1923 n°3267.

#### Dissesti alluvione 2000

L'area di intervento NON rientra all'interno della perimetrazione dei terreni coinvolti nei dissesti conseguenti all'alluvione dell'ottobre 2000 riportata nella D.G.R. 4268/00.

### Catasto dissesti

Il portale cartografico della Regione Autonoma Valle d'Aosta mette a disposizione le perimetrazioni relative al “*Catasto dei fenomeni franosi della Valle d'Aosta*” e le relative note illustrative (vedi *Carta catasto dissesti* allegata).

La Banca dati è aggiornata periodicamente dall'Amministrazione regionale e la cartografia riportata nel seguente documento è aggiornata alla data della presente relazione.

Gli elementi contenuti nella banca dati del catasto dissesti sono stati utilizzati al fine di integrare le conoscenze acquisite nel corso di appositi sopralluoghi volti ad individuare il grado di pericolosità incombente sull'area di indagine.

L'area di indagine NON è compresa all'interno di aree di dissesto pur essendo ubicata poco a monte di un'area perimetrata come frana di scivolamento che coinvolge la porzione inferiore del Capoluogo di Valtournenche.

### Cartografia I.F.F.I. Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia

Il portale cartografico della Regione Autonoma Valle d'Aosta mette a disposizione le perimetrazioni relative all'“*Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia*” le cui note illustrative sono disponibili sul sito [www.progettoiffi.isprambiente.it](http://www.progettoiffi.isprambiente.it) (vedi *Cartografia I.F.F.I.* allegata).

Gli elementi contenuti nella banca dati I.F.F.I. sono stati utilizzati al fine di integrare le conoscenze acquisite nel corso di appositi sopralluoghi volti ad individuare il grado di pericolosità incombente sull'area di indagine.

L'area di indagine è compresa all'interno di un'estesa area di Deformazione Gravitativa Profonda di Versante D.G.P.V. che comprende l'intero versante sinistro del torrente Marmore a monte del Capoluogo di Valtournenche.

### Dati SAR

Il portale cartografico della Regione Autonoma Valle d'Aosta mette a disposizione i dati radar satellitari elaborati con tecnica interferometrica derivano da due satelliti differenti: ERS 1 & 2 e RADARSAT e un "manuale d'uso" per la corretta interpretazione (vedi *Cartografia dati PsInSAR e SqueeSAR* allegata).

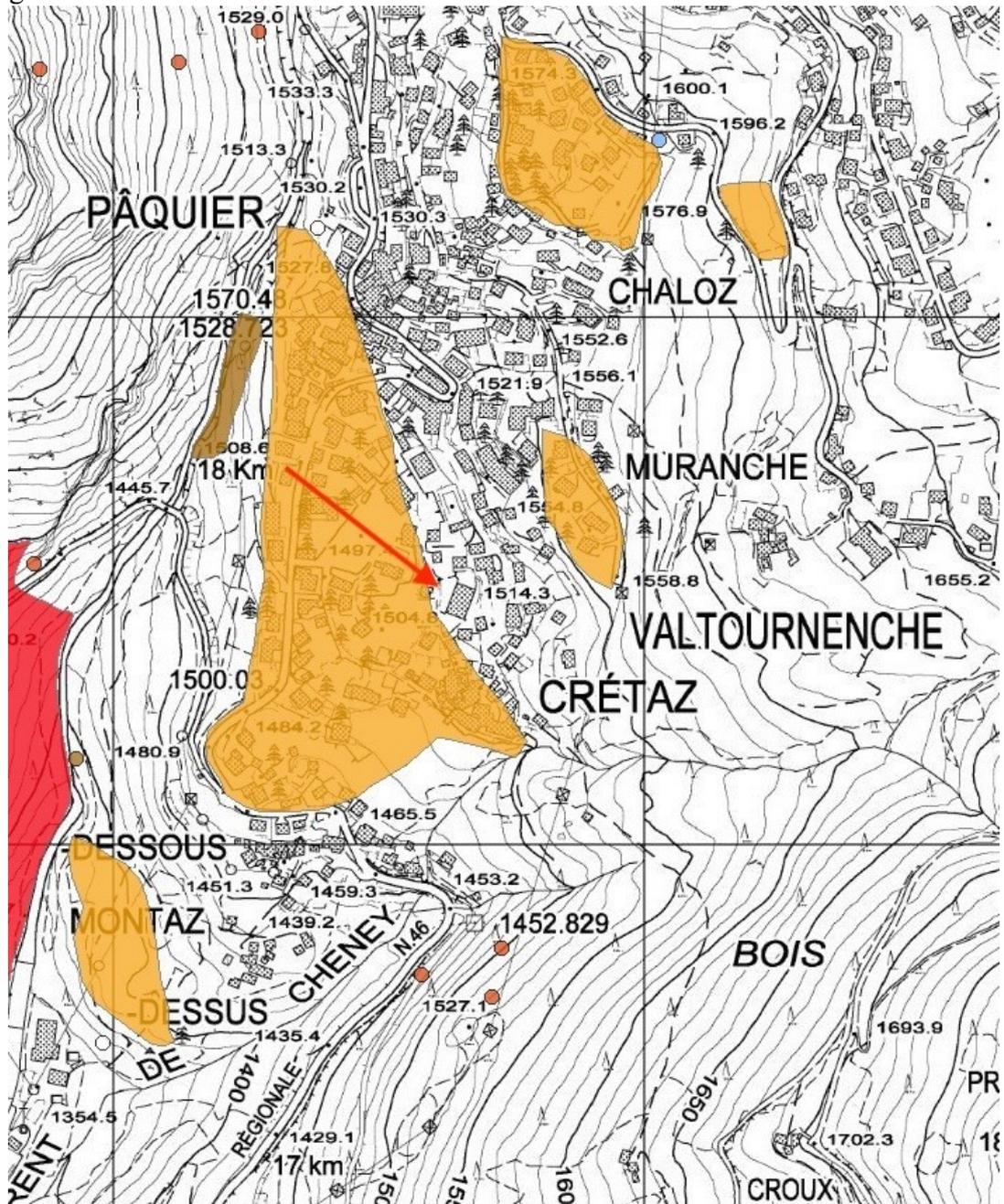
I dati derivanti dalla piattaforma ERS sono stati elaborati con la tecnica PsInSAR™ (permanent scatterers) e si riferiscono al periodo temporale 1992 – 2001.

I dati derivanti dalla piattaforma RADARSAT sono stati elaborati con la tecnica SqueeSAR™ (permanent scatterers e distributed scatterers) e si riferiscono al periodo temporale 2003 – 2010.

All'interno del portale cartografico della Regione Autonoma Valle d'Aosta è visualizzabile solo la distribuzione spaziale dei dati PsInSAR™ e SqueeSAR™, rappresentati secondo un'opportuna legenda statica non modificabile, mentre non è possibile visionare la serie storica degli spostamenti lungo la LOS ("Line of Sight" tra satellite e bersaglio).

Gli scatter ubicati nei pressi dell'area oggetto di intervento evidenziano spostamenti massimi pari a circa 2 – 4 mm/anno.

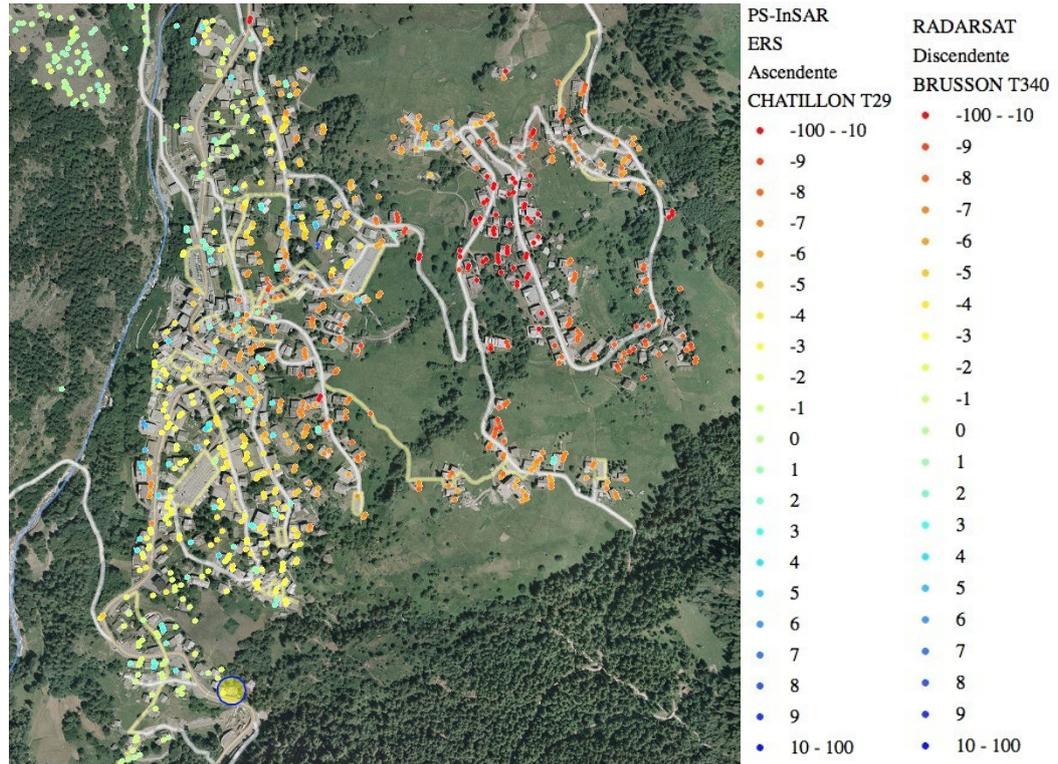
Estratto cartografia catasto dissesti



Catasto Dissesti poligonale

Frana di scivolamento

Estratto cartografia dati PsInSAR™ e SqueeSAR™



**4. Assetto geologico e geomorfologico**

L'area d'intervento è ubicata a circa 1.512 m s.l.m., in loc. Cretaz nel Capoluogo di Valtournenche alla base del versante sinistro della valle del torrente Marmore.

Morfologicamente l'impronta del modellamento post – glaciale è legata principalmente alla morfogenesi gravitativa che ha coinvolto i depositi glaciali generando una Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (D.G.P.V.). L'estensione del fenomeno gravitativo comprende l'abitato e si sviluppa a partire da un'evidente scarpata posta a valle di Champ-de-L'Eve e giunge fino al fondovalle, dove poggia sul versante roccioso in destra orografica.

Vista la presenza di un fenomeno di deformazione profonda, buona parte degli ammassi rocciosi, analizzati in un intorno significativo rispetto alla zona d'intervento, si presentano scomposti a formare più serie di scarpate e corpi di frana secondari sovrapposti, dando luogo ad una forma complessa, caratterizzata da ripiani, talora in contropendenza ("depressioni chiuse"), scarpate, dossi e piccoli impluvi la maggior parte mascherati dall'elevato grado di antropizzazione.

Il fenomeno gravitativo, che non mostra segni visibili di movimento che è documentato dai dati satellitari, è interessato localmente da dissesti di varia gravità, in particolare nei settori più acclivi e dove la falda idrica si avvicina al piano campagna. Il settore più critico della paleofrana, probabilmente anche perché interessato da vecchi riporti di materiali, è quello corrispondente al suo piede, sottoposto nei secoli allo scalzamento da parte del corso d'acqua del torrente Marmore, con formazione della ripida scarpata che corre a valle dell'abitato e sede di percolazioni idriche.

L'area in cui sorgerà l'edificio in progetto si colloca nella porzione inferiore della D.G.P.V., a valle della scarpata che ne delimita il blocco più basso e morfologicamente più evoluto, a notevole distanza comunque dal ciglio della scarpata di erosione e quindi dal settore in cui si riscontra una maggior concentrazione dei dissesti. La scuola è ubicata in posizione rilevata rispetto al cambio di pendenza che separa il pendio presente a valle della strada comunale per Cretaz.

Nei pressi della scuola convergono, verso piazza Carrel, due impluvi poco marcati. Sulle forme di origine naturale si è sovrapposta l'azione antropica, legata agli interventi edilizi che hanno interessato la zona, creando terrazzamenti, riporti e reinterri anche di significativo spessore;

l'azione dell'uomo ha parzialmente cancellato i tratti morfologici, tuttavia sono ancora evidenti le impronte a maggior scala.

La ricerca bibliografica, il rilievo appositamente effettuato e i risultati dell'indagine geofisica appositamente realizzata nell'area di intervento hanno permesso di ricostruire una litostratigrafia locale adeguata alle necessità imposte dal progetto.

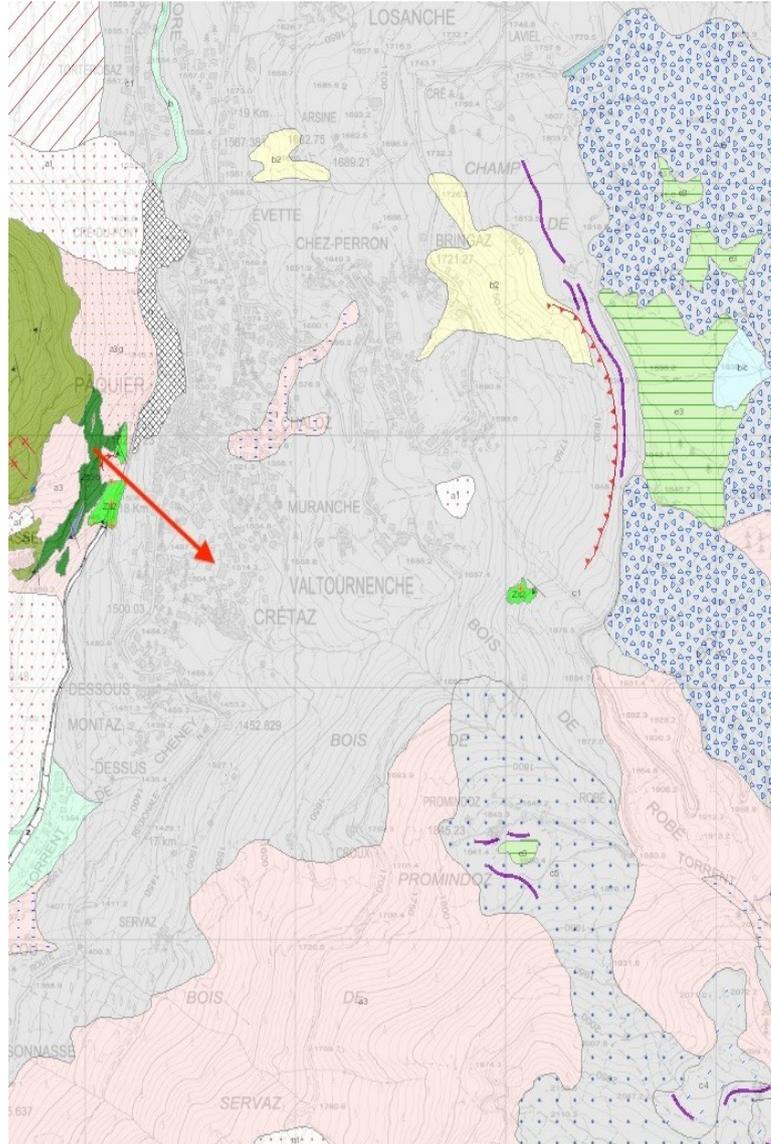
La presenza di dati specifici circa la conformazione del sottosuolo, derivanti da studi precedenti, uniti ai nuovi dati reperiti anche mediante indagine geofisica MASW, permette di fornire un quadro soddisfacente, ma non esaustivo ai fini della progettazione esecutiva, dell'assetto litostratigrafico del sottosuolo.

Il sottosuolo è formato da uno strato superficiale di materiale detritico rimaneggiato a formare rilevati e ripiene mascherati al di sotto del manto bituminoso stradale e da sottostanti depositi incoerenti di origine glaciale costituiti da prevalente ghiaia talora grossolana e blocchi eterometrici, la matrice fine è limosa debolmente sabbiosa, addensata. Ammassi lapidei fratturati e disarticolati possono essere inglobati all'interno della matrice descritta.

La sequenza stratigrafica dovrà essere confermata mediante la realizzazione, in fase definitiva della progettazione, da specifiche indagini geognostiche che forniranno le indispensabili informazioni per una corretta progettazione strutturale dell'edificio.

La necessità di realizzare l'indagine geognostica dovrà essere l'occasione per l'installazione di una tubazione inclinometrica che permetterà di monitorare eventuali movimenti del versante nel tempo.

## Carta geologica



**c1 - Till indifferenziato**

## Idrologia e idrogeologia

### Idrologia superficiale

Nei pressi dell'area di indagine non sono presenti corsi d'acqua permanenti la cui dinamica possa coinvolgere l'edificio in progetto.

Nonostante l'elevato grado di antropizzazione del settore di versante circostante l'area di intervento, la morfologia evidenzia la presenza di alcuni impluvi effimeri che possono essere riattivati a seguito di precipitazioni prolungate. La regimazione delle acque superficiali nel centro abitato altera comunque il regolare deflusso superficiale naturale deviando le acque nel collettore fognario comunale.

Non sono comunque presenti evidenze di scorrimento delle acque superficiali che possano coinvolgere la struttura scolastica.

### Idrogeologia sotterranea

Nei pressi dell'edificio in progetto ed all'interno dell'attuale sede della scuola non sono state rilevate emergenze idriche.

La morfologia del versante a monte predispone il transito di acque sotterranee che possono emergere nei pressi dell'edificio in progetto a seguito di precipitazioni prolungate.

In fase definitiva della progettazione i dati dell'indagine geognostica potranno essere utilizzati al fine di valutare la necessità di realizzare un'intercapedine per salvaguardare le murature perimetrali interrato dalla presenza delle acque sotterranee.

## **6. Scelta del tipo di opera o di intervento e programmazione**

### **delle indagini geotecniche (D.M. 17/01/18, cap. 6.2.2)**

I lavori in progetto non prevedono la realizzazione di manufatti che incidono sul terreno di fondazione in maniera significativa rispetto a quelli esistenti. *“Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione pu essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali”* (D.M. 17 gennaio 2018, cap. 6.2.2 *“Indagini, caratterizzazione e modellizzazione geotecnica”*).

Tuttavia, ai fini della progettazione sismica, in data 04 marzo 2020 è stata effettuata una *“Indagine per la classificazione del tipo di suolo e relazione sismica”* che ha evidenziato un valore di  $V_{seq}$  di 452,40 m/s corrispondente ad una categoria B *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”* di cui al D.M. 17/01/18).

Metodi e risultati delle indagini effettuate sono esposti e commentati nella relazione di modellazione sismica.

In funzione degli obiettivi di progetto, di concerto con il progettista strutturale è stato elaborato il piano delle indagini specifiche sui terreni nel sito di intervento.

Presa visione dei dati bibliografici e dei valori di accelerazione sismica locale ( $V_{s30}$ ) sono state individuate le esigenze alla base della progettazione strutturale in fase definitiva della progettazione:

- verifica e validazione dei dati litostratigrafici acquisiti dalla bibliografia e dall'indagine geofisica;
- acquisizione di maggiori informazioni circa:
  - la soggiacenza della falda freatica
  - la litostratigrafia locale

### **Caratterizzazione e modellazione geologica del sito (D.M. 17/01/18, cap. 6.2.1)**

Nell'ambito del progetto per i *“Lavori di demolizione e ricostruzione scuola media”* in loc. Cretaz del Comune di Valtournenche è stata condotta un'indagine preliminare con lo scopo di accertare la compatibilità geologica s.l. dell'intervento in progetto analizzando i dati bibliografici esistenti e rimandando ad una successiva fase progettuale definitiva la realizzazione di specifiche indagini geognostiche finalizzate alla conferma delle attuali ipotesi progettuali.

L'area di intervento NON rientra all'interno della perimetrazione del vincolo idrogeologico di cui al R.D.L. 30 dicembre 1923 n°3267, NON rientra all'interno della perimetrazione dei terreni

coinvolti nei dissesti conseguenti all'alluvione dell'ottobre 2000 riportata nella D.G.R. 4268/00, NON è compresa all'interno di aree censite al “*Catasto dei fenomeni franosi della Valle d'Aosta*” pur essendo ubicata poco a monte di un'area perimetrata come frana di scivolamento che coinvolge la porzione inferiore del Capoluogo di Valtournenche. Risulta invece compresa all'interno di un'estesa area di Deformazione Gravitativa Profonda di Versante D.G.P.V. di cui all’“*Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia*” che comprende l'intero versante sinistro del torrente Marmore a monte del Capoluogo di Valtournenche.

Attraverso i dati satellitari elaborati con la tecnica PsInSAR™ (permanent scatterers) e SqueeSAR™ (permanent scatterers e distributed scatterers), disponibili all'interno del portale cartografico della Regione Autonoma Valle d'Aosta, il settore del Capoluogo di Valtournenche compreso all'interno della D.G.P.V. è soggetto a spostamenti massimi pari a circa 2 – 4 mm/anno. I depositi glaciali accumulati a seguito del ritiro del ghiacciaio vallivo sono stati coinvolti nella D.G.P.V. che ha generato un'evidente scarpata posta a valle di Champ-deL'Eve che giunge fino al fondovalle, dove poggia sul versante roccioso in destra orografica. L'intero versante, seppure antropizzato, è caratterizzato dagli evidenti segni morfologici conseguenti il lento ma progressivo movimento franoso che danno luogo ad una forma complessa, caratterizzata da ripiani, talora in contropendenza (“depressioni chiuse”), scarpate, dossi e piccoli impluvi la maggior parte mascherati dall'elevato grado di antropizzazione.

La ricerca bibliografica, il rilievo appositamente effettuato e i risultati dell'indagine geofisica appositamente realizzata nell'area di intervento hanno permesso di ricostruire una litostratigrafia locale soddisfacente, ma non esaustiva, adeguata alle necessità imposte dal progetto nella attuale fase di Studio di fattibilità tecnica ed economica. Il sottosuolo è formato da uno strato superficiale di materiale detritico rimaneggiato a formare rilevati e ripiene mascherati al di sotto del manto bituminoso stradale e da sottostanti depositi incoerenti di origine glaciale costituiti da prevalente ghiaia talora grossolana e blocchi eterometrici, la matrice fine è limosa debolmente sabbiosa, addensata. Ammassi lapidei fratturati e disarticolati possono essere inglobati all'interno della matrice descritta.

Nei pressi dell'area di indagine non sono presenti corsi d'acqua permanenti la cui dinamica possa coinvolgere l'edificio in progetto.

Le acque sotterranee possono emergere, in particolari condizioni di precipitazioni prolungate e/o scioglimento delle nevi in periodo primaverile, nei pressi dell'edificio in progetto. In fase definitiva della progettazione i dati dell'indagine geognostica potranno essere utilizzati al fine di valutare la necessità di realizzare un'intercapedine per salvaguardare le murature perimetrali interrato dalla presenza delle acque sotterranee.

I lavori in progetto non prevedono la realizzazione di manufatti che incidono sul terreno di fondazione in maniera significativa rispetto a quelli esistenti. Ai fini della progettazione sismica è stata comunque effettuata una indagine geofisica MASW che ha evidenziato una categoria di sottosuolo B cui corrisponde una stratigrafia di massima composta da depositi di terreni a grana grossa molto addensati.

In funzione degli obiettivi di progetto, di concerto con il progettista strutturale è stato elaborato il piano delle indagini specifiche da realizzare nella fase definitiva della progettazione (specifiche indagini geognostiche) finalizzate alla verifica e validazione dei dati litostratigrafici acquisiti dalla bibliografia e dall'indagine geofisica, oltre a maggiori informazioni circa la soggiacenza della falda freatica e la litostratigrafia locale.

La necessità di realizzare un'indagine geognostica sarà l'occasione per l'installazione di una tubazione inclinometrica che permetterà di monitorare eventuali movimenti del versante nel tempo. In caso di effettivo movimento verificato strumentalmente potranno essere adottate tutte le necessarie azioni finalizzate alla salvaguardia dell'edificio e dei suoi utenti.

## DESCRIZIONE PRELIMINARE DELLE OPERE STRUTTURALI

Il progetto riguarda la demolizione dell'attuale edificio e la ricostruzione a nuovo di un edificio scolastico. Il terreno sul quale è in progetto l'intervento si trova sul versante sinistro orografico del torrente Marmore a quota di circa 1.512 m s.l.m.

Il nuovo stabile che andrà a sostituire l'edificio scolastico esistente sarà costituito da 3 piani fuori terra.

Le fondazioni saranno realizzate su un magrone armato con rete elettrosaldata di altezza pari a 15 cm, e saranno di tipo superficiali a platea con altezza pari a 40 cm, con un piano di posa (estradosso magrone) posto a -145 cm dal piano finito. All'interno della platea saranno presenti delle zone "armate tipo trave" con costole di irrigidimento uscenti da esse con altezza pari a 50 cm, che collegheranno i vari pilastri e setti lungo il loro asse principale.

Inoltre, lungo il lato nord-ovest della platea di fondazione sarà predisposta una camminamento esterno da realizzarsi con una platea alta 20 cm, e piano di posa (estradosso magrone) posto a -25 cm dal piano finito.

Invece, lungo il lato sud-est verranno realizzate delle pareti di contenimento del versante della montagna, in quanto parte del piano terra è situato al di sotto del piano campagna.

Le strutture verticali portanti saranno costituite da pilastri e setti in cemento armato a formare una maglia regolare di circa 600x600 cm, e da un vano ascensore/scala.

Il primo, il secondo e il terzo solaio saranno realizzati in soletta piena di spessore pari a 25 cm, al cui interno saranno predisposte delle travi a spessore.

La copertura infine, sarà realizzata in legno lamellare con le travi di colmo accoppiate di sezione pari a 18x85 cm e i travetti di sezione pari 16x32 cm disposti a passo 50 cm, le luci delle travi in legno risultano di circa 700 cm.

Il nuovo edificio scolastico prevede:

- L'utilizzo di calcestruzzo C12/15 ( $R_{ck} = 30$  MPa) per la realizzazione del magrone di sottofondo;
- L'utilizzo di calcestruzzo C25/30 ( $R_{ck} = 30$  MPa) per la realizzazione delle fondazioni con copriferro minimo di 3,0 cm;
- L'utilizzo di calcestruzzo C25/30 ( $R_{ck} = 30$  MPa) per la realizzazione di solai, travi e pilastri con copriferro minimo di 2,5 cm;
- L'utilizzo di barre d'armatura B450C ( $f_{yk} = 450$  MPa);
- L'utilizzo di legno lamellare GL24h per la realizzazione della copertura lignea.

Dal punto di vista sismico, il Comune d'interesse ricade in zona sismica **3**.

| Zona sismica | Descrizione   | Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ $a_g$ ] | Accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ $a_g$ ] | Numero comuni con territori ricadenti nella zona |
|--------------|---|---|--|--|
| 1            | Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti  | $a_g > 0,25$ g  | 0,35   | 703  |
| 2            | Zona dove possono verificarsi forti terremoti   | $0,15 \leq a_g \leq 0,25$ g   | 0,25   | 2.225  |
| 3            | Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari  | $0,05 \leq a_g \leq 0,15$ g   | 0,15   | 2.810  |
| 4            | È la zona meno pericolosa dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica | $a_g \leq 0,05$ g   | 0,05 g   | 2.186  |

Tabella 1: Zone sismiche

Dalla relazione geotecnica preliminare si evince che il terreno su cui sorge l'opera è costituito da rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s di categoria B e caratteristiche topografiche di categoria T2.

Al fine di limitare i potenziali dissesti, il progetto prevede una limitata profondità di scavo per la realizzazione delle fondazioni. Non si ritiene che possano essere necessarie altre misure di salvaguardia del territorio dai potenziali fenomeni gravitativi nell'ambito del presente progetto. L'edificio scolastico esistente sarà sostituito da un edificio di dimensioni paragonabili che non andrà ad incidere sul terreno di fondazione e sulla stabilità del versante in maniera differente rispetto all'esistente.

#### Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

In riferimento a quanto riportato nel paragrafo 2.4 delle NTC'18 si definisce  $V_N$  di un'opera il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. Il valore da adottare è di seguito riportato:

**Tab. 2.4.I** – Valori minimi della Vita nominale  $V_n$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

| TIPO DI COSTRUZIONI |   | Valori minimi di $V_n$ (anni) |
|---------------------|---|-------------------------------|
| 1                   | Costruzioni temporanee e provvisorie            | 10                            |
| 2                   | Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari | 50                            |
| 3                   | Costruzioni con livelli di prestazioni elevati  | 100                           |

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

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi

per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

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

□ *Classe IV*: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

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

### 3) Inquadramento normativo di riferimento

Per la valutazione della sicurezza e la progettazione delle strutture interessate dall'intervento in oggetto, sarà adottato il metodo di verifica agli Stato Limite con particolare riferimento alla Normativa italiana vigente, ed in particolare:

- Al D.M. del 17/01/2018 – *Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*;
- Circolare 21 Gennaio 2019, n°7 **C.S.LL.PP.** – *Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al decreto ministeriale 17 Gennaio 2018.*

Inoltre, si farà capo ai correlati riferimenti tecnici come prescritto nel Capitolo 12 delle suddette norme. Ai sensi del decreto, le opere rientrano nella tipologia di costruzione a nuovo con particolare riferimento al capitolo 4 e al capitolo 7, e per quanto concerne le opere di fondazione al capitolo 6.

### Materiali di progetto utilizzati

Si riportano le caratteristiche meccaniche dei materiali delle strutture portanti sopra descritti, secondo le indicazioni del paragrafo 4.1.2 e 11.2.10 delle NTC'18.

## 4 – Calcestruzzo C12/15:

|  |   | daN/cm <sup>2</sup> |
|--|---|---------------------|
| Resistenza Cilindrica a 28 gg.                 | $f_{ck}$                                  | 124,50              |
| Resistenza Cubica a 28 gg.                     | $R_{ck}$                                  | 150                 |
| Resistenza media cilindrica                    | $f_{cm}=f_{ck}+8$                         | 204,50              |
| Resistenza di calcolo del calcestruzzo         | $f_{cd}=\alpha_{cc}\cdot f_{ck}/\gamma_c$ | 70,55               |
| Resistenza media a trazione                    | $f_{ctm}=0,3\cdot f_{ck}^{2/3}$           | 16,12               |
| Resistenza media a trazione per flessione      | $f_{ctm}=1,2\cdot f_{ctm}$                | 19,34               |
| Resistenza di calcolo a trazione per flessione | $f_{ctd}=0,7\cdot f_{ctm}$                | 13,54               |
| Modulo elastico medio a compre.                | $E_{cm}=22.000\cdot(f_{cm}/10)^{0,3}$     | 272.665,80          |

## 5 – Legno Lamellare GL24h:

|   |               | daN/cm <sup>2</sup> |
|---|---------------|---------------------|
| Resistenza a flessione                                  | $f_{mk}$      | 240                 |
| Resistenza a trazione parallela alla fibratura          | $f_{t,0k}$    | 192                 |
| Resistenza a trazione perpendicolare alla fibratura     | $f_{t,90k}$   | 5                   |
| Resistenza a compressione parallela alla fibratura      | $f_{c,0k}$    | 240                 |
| Resistenza a compressione perpendicolare alla fibratura | $f_{c,90k}$   | 25                  |
| Resistenza a taglio                                     | $f_{vk}$      | 35                  |
| Rolling shear   | $f_{rk}$      | 12                  |
| Modulo elastico parallelo alla fibratura medio          | $E_{0,mean}$  | 115.000             |
| Modulo elastico parallelo alla fibratura 5%             | $E_{0,05}$    | 96.000              |
| Modulo elastico perpendicolare alla fibratura medio     | $E_{90,mean}$ | 3.000               |
| Modulo elastico perpendicolare alla fibratura 5%        | $E_{90,05}$   | 2.500               |
| Modulo di taglio medio                                  | $G_{mean}$    | 6.500               |
| Modulo di taglio 5%                                     | $G_{05}$      | 5.400               |
| Modulo di taglio rotolamento medio                      | $G_{r,mean}$  | 650                 |
| Modulo di taglio rotolamento 5%                         | $G_{r,05}$    | 540                 |
| Massa volumica caratteristica [kg/m <sup>3</sup> ]      | $\rho_k$      | 385                 |
| Massa volumica media [kg/m <sup>3</sup> ]               | $\rho_{mean}$ | 420                 |

| Coefficienti di progetto   |      |
|--|------|
| Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata $\alpha_{cc}$ | 0,85 |
| Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo $\gamma_c$         | 1,5  |
| Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio $\gamma_s$             | 1,15 |
| Coefficiente parziale di sicurezza del legno $\gamma_M$                | 1,45 |
| $\eta_1$   | 1    |
| $\eta_2$   | 1    |

1 – Calcestruzzo C25/30:

|  |   | daN/cm <sup>2</sup> |
|--|---|---------------------|
| Resistenza Cilindrica a 28 gg.                 | $f_{ck}$                                  | 249                 |
| Resistenza Cubica a 28 gg.                     | $R_{ck}$                                  | 300                 |
| Resistenza media cilindrica                    | $f_{cm}=f_{ck}+8$                         | 329                 |
| Resistenza di calcolo del calcestruzzo         | $f_{cd}=\alpha_{cc}\cdot f_{ck}/\gamma_c$ | 141,10              |
| Resistenza media a trazione                    | $f_{ctm}=0,3\cdot f_{ck}^{2/3}$           | 25,58               |
| Resistenza media a trazione per flessione      | $f_{ctm}=1,2\cdot f_{ctm}$                | 30,70               |
| Resistenza di calcolo a trazione per flessione | $f_{ctd}=0,7\cdot f_{ctm}$                | 21,49               |
| Modulo elastico medio a compre.                | $E_{cm}=22.000\cdot(f_{cm}/10)^{0,3}$     | 314.471,61          |

2 – Acciaio per calcestruzzo armato B450C:

|                           |                          | daN/cm <sup>2</sup> |
|---------------------------|--------------------------|---------------------|
| Resistenza caratteristica | $f_{yk}$                 | 4.500               |
| Resistenza di calcolo     | $f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$ | 3.913,04            |
| Modulo elastico           | $E_s$                    | 2.100.000           |

3 – Caratteristiche Calcestruzzo-Acciaio:

|                                    |  |      |
|------------------------------------|--|------|
| Resistenza di aderenza CIs-Acciaio | $f_{bk}=2,25\cdot\eta_1\cdot\eta_2\cdot f_{ctk}$ | 4,36 |
| Resistenza di aderenza CIs-Acciaio | $f_{bd}=f_{bk}/\gamma_c$                         | 2,90 |

### Analisi della struttura e verifica

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con:

ModeSt ver. 8.26, prodotto da Tecnisoft s.a.s. – Prato.

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti:

Xfinest ver. 2020, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. – Milano.

Il calcolo effettuato è basato su un'analisi dinamica lineare.

### Verifica agli stati limite di esercizio

Gli Stati Limite di Esercizio (SLE) sono stati oltre i quali non risultano più soddisfatti i requisiti di esercizio prescritti. Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile: nel primo caso i danni o le deformazioni sono reversibili e cessano non appena sia eliminata la causa che ha portato al superamento dello SLE; nel secondo caso si manifestano danneggiamenti o deformazioni permanenti inaccettabili e ineliminabili per mezzo della soppressione della causa che le ha generate.

Le deformazioni subite dalla struttura sotto i carichi agenti possono creare spostamenti o deformazioni tali da limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto o possono compromettere l'aspetto e l'efficienza degli elementi non strutturali, gli impianti e i macchinari installati.

In riferimento a quanto riportato nel paragrafo 4.2.4.2 delle NTC'18 lo spostamento ortogonale all'asse dell'elemento (vedi figura sottostante) è definito come:

$$\delta_{\text{tot}} = \delta_1 + \delta_2$$

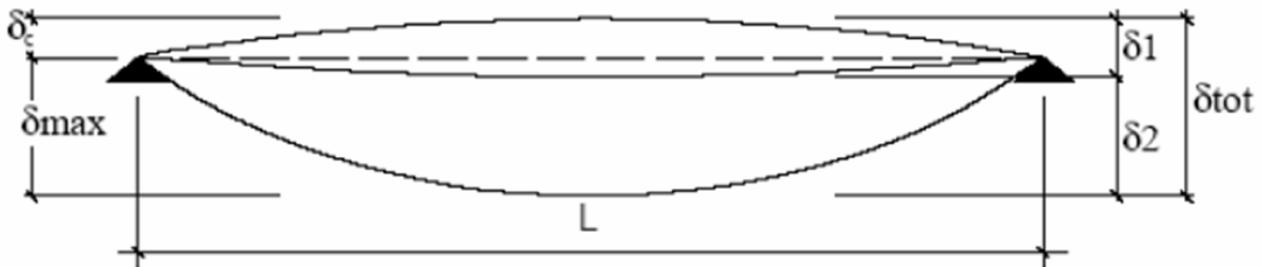


Figura 1: Caratteristica freccia elastica

Essendo:

- $\delta_c$  : la monta iniziale della trave;
- $\delta_1$  : lo spostamento elastico dovuto ai carichi permanenti;
- $\delta_2$  : lo spostamento elastico dovuto ai carichi variabili;
- $\delta_{\text{max}}$  : lo spostamento nello stato finale, depurato dalla monta iniziale =  $(\delta_1 + \delta_2) - \delta_c$ .

Nel caso di coperture, solai e travi di edifici ordinari, i valori limite di  $\delta_{\text{max}}$  e  $\delta_2$ , riferiti alle combinazioni caratteristiche delle azioni, sono espressi come funzione della luce L dell'elemento.

I valori di tali limiti sono da definirsi in funzione degli effetti sugli elementi portanti, della qualità del comfort richiesto alla costruzione, delle caratteristiche degli elementi strutturali e non strutturali gravanti sull'elemento considerato, delle eventuali implicazioni di una eccessiva deformabilità sul valore dei carichi agenti. I valori adottati nella progettazione e verifica degli elementi sono sì seguito riportati, dove L è la luce dell'elemento o, nel caso di mensole, il doppio dello sbalzo:

**Tab. 4.2.XII** – Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

| Elementi strutturali  | Limiti superiori per gli spostamenti verticali |                      |
|---|--|----------------------|
|   | $\frac{\delta_{\max}}{L}$                      | $\frac{\delta_2}{L}$ |
| Coperture in generale   | $\frac{1}{200}$                                | $\frac{1}{250}$      |
| Coperture praticabili   | $\frac{1}{250}$                                | $\frac{1}{300}$      |
| Solai in generale   | $\frac{1}{250}$                                | $\frac{1}{300}$      |
| Solaio o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili | $\frac{1}{250}$                                | $\frac{1}{350}$      |
| Solai che supportano colonne  | $\frac{1}{400}$                                | $\frac{1}{500}$      |
| Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio                                | $\frac{1}{250}$                                |                      |

*In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti*

Inoltre, negli edifici gli spostamento laterali alla sommità delle colonne per le combinazioni caratteristiche delle azioni devono generalmente limitarsi ad una frazione dell'altezza della colonna e dell'altezza complessiva dell'edificio da valutarsi in funzione degli effetti sugli elementi portanti, della qualità del comfort richiesto alla costruzione, delle eventuali implicazioni di una eccessiva deformabilità sul valore dei carichi agenti. I valori adottati nella progettazione e verifica degli elementi sono di seguito riportati, dove  $\Delta$  indica lo spostamento in sommità e  $\delta$  lo spostamento relativo di piano:

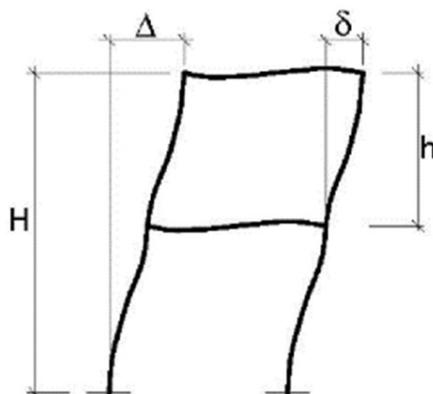


Figura 2: Spostamenti laterali

**Tab. 4.2.XIII** – Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali

| Tipologia dell'edificio                        | Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali |                    |
|--|--|--------------------|
|  | $\frac{\delta}{h}$                               | $\frac{\Delta}{H}$ |
| Edifici industriali monopiano senza carroponte | $\frac{1}{150}$                                  | /                  |
| Altri edifici monopiano                        | $\frac{1}{300}$                                  | /                  |
| Edifici multipiano                             | $\frac{1}{300}$                                  | $\frac{1}{500}$    |

*In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti*

Nel caso di costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica allo SLE di progetto, in funzione della CU considerata, siano inferiori ai limiti sopra indicati.

### Combinazione dei carichi

Le combinazioni di carico adottate nel calcolo sono quella fondamentale allo SLU, la combinazione rara, quasi permanente e frequente allo SLE, per le verifiche di resistenza e di deformabilità in condizioni d'esercizio degli elementi, e la combinazione sismica.

Si riportano di seguito le combinazioni di carico, i valori dei coefficienti i contemporaneità e i coefficienti parziali delle combinazioni utilizzati nelle verifiche secondo quanto disposto dalla normativa vigente Italiana (NTC 2018).

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (§2.5.3 NTC 2018):

□ *Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):*  
 $\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi03 \cdot Qk3 + \dots$  [2.5.1]

□ *Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:*

$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi02 \cdot Qk2 + \psi03 \cdot Qk3 + \dots$  [2.5.2]

□ *Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:*

$G1 + G2 + P + \psi11 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \psi23 \cdot Qk3 + \dots$  [2.5.3]

□ *Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:*  
 $G1 + G2 + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \psi23 \cdot Qk3 + \dots$  [2.5.4]

□ *Combinazione sismica, impiegata per gli stati limiti ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:*

$E + G1 + G2 + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \dots$  [2.5.5]

□ *Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limiti ultimi connessi alle azioni eccezionali A:*

$G1 + G2 + P + \square + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \dots$  [2.5.6]

□ *Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:*

$G1 + G2 + \sum_j \psi2j \cdot Qkj$  [2.5.7]

Nelle Formule sono presenti:

- G1: Carichi Permanenti Strutturali;
- G2: Carichi Permanenti non Strutturali;
- P: Carichi di precompressione;
- Qk: Carichi Variabili;
- $\psi_i$ : Coefficienti Parziali per le azioni;

□  $\psi_i$ : Coefficienti di Combinazione;

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

| Categoria/Azione variabile  | $\Psi_{0j}$                | $\Psi_{1j}$ | $\Psi_{2j}$ |
|---|----------------------------|-------------|-------------|
| Categoria A – Ambienti ad uso residenziale  | 0,7                        | 0,5         | 0,3         |
| Categoria B – Uffici  | 0,7                        | 0,5         | 0,3         |
| Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento   | 0,7                        | 0,7         | 0,6         |
| Categoria D – Ambienti ad uso commerciale   | 0,7                        | 0,7         | 0,6         |
| Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale, biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale | 1,0                        | 0,9         | 0,8         |
| Categoria F – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicolo (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)                                | 0,7                        | 0,7         | 0,6         |
| Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicolo (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)                                   | 0,7                        | 0,5         | 0,3         |
| Categoria H – Coperture accessibili per sola manutenzione   | 0,0                        | 0,0         | 0,0         |
| Categoria I – Coperture praticabili   | Da valutarsi caso per caso |             |             |
| Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)  |                            |             |             |
| Vento   | 0,6                        | 0,2         | 0,0         |
| Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m)  | 0,5                        | 0,2         | 0,0         |
| Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m)   | 0,7                        | 0,5         | 0,2         |
| Variazioni termiche   | 0,6                        | 0,5         | 0,0         |

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

|   |             | Coefficiente $\gamma_F$ | EQU | A1  | A2  |
|---|-------------|-------------------------|-----|-----|-----|
| Carichi permanenti $G_1$                                | Favorevoli  | $\gamma_{G1}$           | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
|   | Sfavorevoli |                         | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali $G_2$ <sup>(1)</sup> | Favorevoli  | $\gamma_{G2}$           | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
|   | Sfavorevoli |                         | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Azioni variabili Q                                      | Favorevoli  | $\gamma_{Qi}$           | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
|   | Sfavorevoli |                         | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti

### Analisi dei carichi

Oltre al peso proprio degli elementi strutturali, i carichi computati nel calcolo sono di seguito riportati:

#### SCUOLA

1 – Carichi al piano semi-interrato:

- Carico permanente non strutturale pari a 300 daN/m<sup>2</sup>;
- Carico accidentale sul piano pari a 300 daN/m<sup>2</sup> (valore di sovraccarico in accordo alla Tab. 3.1.II, Cat. C1 delle NTC 2018 par. 3.1.4.);

2 – Carichi al primo solaio:

- Carico permanente non strutturale sul solaio pari a 300 daN/m<sup>2</sup>;

Carico accidentale sul solaio pari a 300 daN/m<sup>2</sup> (valore di sovraccarico in accordo alla Tab. 3.1.II, Cat. C1 delle NTC 2018 par. 3.1.4.);

3 – Carichi al secondo solaio:

Carico permanente non strutturale sul solaio pari a 300 daN/m<sup>2</sup>;

Carico accidentale sul solaio pari a 300 daN/m<sup>2</sup> (valore di sovraccarico in accordo alla Tab. 3.1.II, Cat. C1 delle NTC 2018 par. 3.1.4.);

4 – Carichi al terzo solaio:

Carico permanente non strutturale sul solaio pari a 300 daN/m<sup>2</sup>;

Carico accidentale sul solaio pari a 300 daN/m<sup>2</sup> (valore di sovraccarico in accordo alla Tab. 3.1.II, Cat. C1 delle NTC 2018 par. 3.1.4.);

5 – Carichi al solaio di copertura vano scale/ascensore:

Carico permanente non strutturale sul solaio pari a 300 daN/m<sup>2</sup>;

Carico accidentale sul solaio pari a 100 daN/m<sup>2</sup> (valore di sovraccarico in accordo alla Tab. 3.1.II, Cat. H delle NTC 2018 par. 3.1.4.);

6 – Carichi copertura:

Carico permanente non strutturale sul solaio pari a 100 daN/m<sup>2</sup>;

Carico accidentale sul solaio pari a 50 daN/m<sup>2</sup> (valore di sovraccarico in accordo alla Tab. 3.1.II, Cat. H delle NTC 2018 par. 3.1.4.);

Relazione di calcolo

17

Via Rotondi, n°44 – 20037 Paderno Dugnano (MI) – Tel: 02-9181900 Fax:02-9182071 e-mail: info@pizzoroberto.it

Ordine degli Ingegneri di Milano n. A15775 – C.F.: PZZRRT60L26G220P – P.IVA: 02348030962

7 – Carichi sulle scale, ballatoi e luoghi comuni:

Carico permanente non strutturale pari a 200 daN/m<sup>2</sup>;

Carico accidentale pari a 400 daN/m<sup>2</sup> (valore di sovraccarico in accordo alla Tab. 3.1.II, Cat. C1 delle NTC 2018 par. 3.1.4.).

8 – Azione della neve:

Calcolato secondo le indicazioni delle NTC 2018 par. 3.4, con un valore di riferimento del carico della neve al suolo pari a 729,11 daN/ m<sup>2</sup>.

9 – Azione del vento:

Pressione cinetica di riferimento pari a 56,25 daN/ m<sup>2</sup> e coefficiente di pressione calcolato secondo le indicazioni delle NTC 2018 par. 3.3.

### **Conclusioni preliminari sulle strutture**

I calcoli sono stati condotti considerando le più severe condizioni di carico al fine di massimizzare l'impegno delle strutture nei confronti dei carichi agenti. Le verifiche sono state condotte sia in termini di sollecitazioni sia in termini di deformazioni secondo quanto stabilito dalla Normativa vigente.

## **INTRODUZIONE PRELIMINARE AGLI IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI**

La presente relazione ha come obiettivo quello di andare a descrivere gli impianti elettrici e meccanici a servizio di un edificio plurifunzionale. Pertanto, il documento si compone di due sezioni che vanno a descrivere le generalità dei suddetti impianti: vi è una prima sezione descrittiva degli impianti elettrici e una successiva relativa agli impianti meccanici.

### **SEZIONE A - IMPIANTI ELETTRICI**

#### **Premessa impianti elettrici**

Lo scopo della presente sezione è la descrizione della tipologia impiantistica elettrica a servizio dell'intero immobile.

Si precisa che la descrizione che segue ha solo lo scopo di descrivere l'impianto nel suo complesso, indicandone le caratteristiche tecniche e funzionali più significative, allo scopo di rendere comprensibile lo sviluppo dell'opera e non include nel dettaglio tutte quelle parti dell'impianto o opere necessarie alla realizzazione a buona regola d'arte che si intendono in ogni caso comprese nella fornitura.

#### **Destinazione d'uso dell'opera**

L'impianto elettrico in oggetto è al di sopra dei limiti dimensionali sanciti dal DM 37 del 22 gennaio 2008 e pertanto per esso sussiste l'obbligo di progetto.

In base all'articolo 5, comma 2, punto c del citato DM, sono soggetti ad obbligo di progetto gli impianti elettrici relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario ed ad altri usi, quando le utenze sono alimentate in bassa tensione e la superficie superi i 200 m<sup>2</sup> o la potenza installata è superiore ai 6 kW. Sono inoltre soggetti ad obbligo di progetto gli immobili anche solo parzialmente provvisti di normativa CEI specifica, in conformità al DM 37, articolo 5, comma 2, punto d, ovvero ambienti adibiti a locali ad uso medico (Norma CEI 64-8, articolo 710), ambienti a maggior rischio in caso d'incendio (Norma CEI 64-8, articolo 751) e ambienti a rischio di esplosione (Norma CEI 31-30, 31-35). Tuttavia, l'unità viene classificata come ambiente ordinario data l'assenza di ambienti particolari.

È inoltre obbligatorio il progetto relativo ai sistemi di protezione contro le scariche atmosferiche, in edifici con volume superiore a 200 m<sup>3</sup>, in ottemperanza al DM 37, articolo 5, comma 2, punto d. Nella fattispecie siamo di fronte ad un immobile, con superficie complessiva superiore ai 200 m<sup>2</sup> e con potenza installata superiore o pari ai 6 kW.

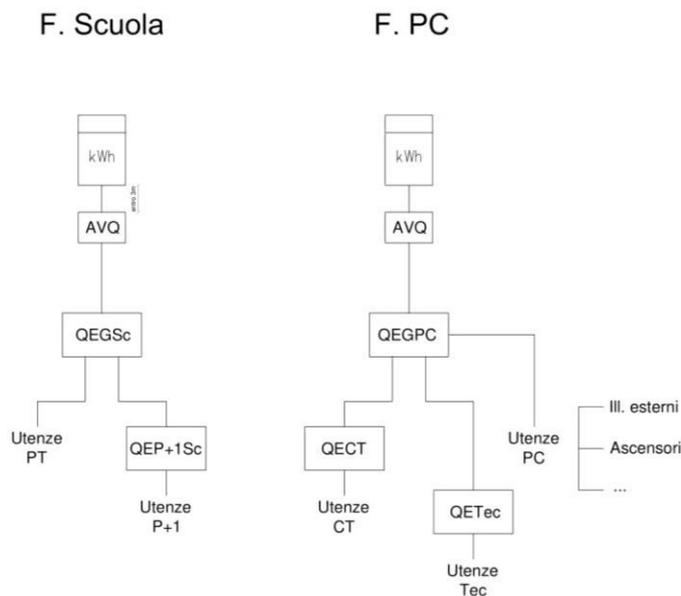
La Valutazione del rischio di fulminazione verrà realizzata in fase di progettazione esecutiva.

#### **Descrizione dell'impianto**

Si è valutato, anche per un future frazionamento e utilizzo misto dell'immobile una suddivisione delle forniture fra la scuola e una fornitura a servizio delle parti comuni di tutto l'immobile

(alimentazione della Centrale Termica e della Centrale Tecnologica, dell'illuminazione esterna, degli ascensori...)

Questa netta suddivisione in 2 forniture è una scelta progettuale che va a guardare l'intero ciclo di vita dell'immobile, prendendo in considerazione anche ipotetici, ma comunque possibili, cambi di funzioni e destinazioni d'uso rispetto a quelle a oggi previste.



**Figure 1: Schema a blocchi – forniture**

#### • F Scuola Media

La fornitura a servizio della scuola verrà erogata dall'ente fornitore, in apposita nicchia posta nelle immediate vicinanze dell'immobile. Entro 3 metri dal contatore deve essere locato l'avanquadro della partenza, che viene posto nella suddetta nicchia.

Dalla stessa partono 2 tubazioni corrugate a doppia parete  $\phi$  160 che vanno al QEGScuola, collocato in apposito locale dedicato agli impianti posto al piano terra e non accessibile al pubblico, il quale quadro elettrico alimenta le utenze ordinarie alla scuola. Poiché la scuola si sviluppa su 3 piani, viene predisposto un ulteriore quadro di piano, QEP+1Sc, collocato al piano primo. Il collegamento tra i due quadri elettrici è reso possibile attraverso la posa di una canalina montante sez. 200x54 mm.

Per quanto riguarda invece la parte di dati, dalla nicchia esterna si diramano 2 tubazioni corrugate a doppia parete  $\phi$  80 che vanno al rack dati, posto sempre presso lo stesso locale dedicato agli impianti. Viene poi posto un ulteriore rack dati al piano primo e connesso con quello posto al piano terra attraverso una canalina montante di sez. 100x54 mm, contenente la risalita di cavo patch a fibra ottica.

#### • F Parti Comuni

Per quanto riguarda le parti comuni verrà predisposto un quadro elettrico generale, QEGPC, che alimenterà i quadri secondari. Detti quadri saranno a servizio di impianti come ad esempio la

centrale termica, la centrale tecnologica, le macchine per la climatizzazione e la ventilazione degli ambienti, oltre che le utenze “comuni” (illuminazione esterna, ascensori...)

Dalla nicchia contatori partono 2 tubazioni corrugate a doppia parete  $\phi$  160 che si attestano al

## Quadri elettrici

I quadri elettrici saranno tutti in carpenteria metallica, corredati di portella vetrata per la protezione delle strutture.

All'interno, i quadri elettrici saranno realizzati con morsettiere dedicate al fine di garantire un'ideale installazione dei collegamenti interni.

Ingressi e uscite saranno dall'alto con accesso protetto da polvere e corpi estranei. Dovrà essere garantita selettività tra i circuiti terminali, distributivi e generali.

Dovrà essere garantita anche la verifica del coordinamento del potere d'interruzione; tuttavia, ai fini di sicurezza, non potranno in nessun caso essere utilizzate protezioni con un potere d'interruzione inferiore a 6 Ka.

## Distribuzione elettrica secondaria

Lo sviluppo della distribuzione ai piani sarà realizzato attraverso canaline in filo d'acciaio zincato ed elettrosaldato, posato in controsoffitto. Le canaline saranno staffate a soffitto per mezzo di staffaggi statici o dinamici in funzione della necessità antisismica richiesta.

Ogni canalina sarà dotata di stacchi dedicati in corrispondenza dei locali al fine di permettere l'ingresso delle linee dedicate.

La distribuzione sarà totalmente realizzata con cavi tipo FG16M16 o corda, a seconda delle necessità impiantistiche.

Ogni linea dovrà essere ben installata e posata secondo la miglior regola d'arte, pettinati tra loro e fissati alla canalina tramite fascette di plastica.

## Impianto di illuminazione ordinaria e di sicurezza

Le norme UNI EN 12464-1 "illuminazione dei posti di lavoro" prevedono il rispetto di determinati standard illuminotecnici in funzione della destinazione d'uso dei locali.

Tale norma, che riunisce l'idea di progettazione illuminotecnica nei luoghi di lavoro e quindi anche nelle scuole, si riassume sinteticamente nei seguenti punti:

- Comfort visivo, cioè il raggiungimento di una sensazione di benessere che contribuisca a migliorare la produttività dei lavoratori;
- Prestazione visiva, cioè la possibilità, da parte dei lavoratori, di svolgere il loro compito anche in condizioni difficili e a lungo nel tempo;
- Sicurezza, cioè la garanzia che l'illuminazione non incida negativamente sulle condizioni di sicurezza dei lavoratori.

L'illuminazione nelle aule scolastiche dovrà essere realizzata con apparecchi illuminanti a LED aventi i valori indicati nella tabella che segue, in base alla differente tipologia di locale:

| Locale                 | Ill. prevista (lux) | Abbagliamento UGR | Ra minimo |
|------------------------|---------------------|-------------------|-----------|
| Ingressi               | 200                 | 22                | 80        |
| Aula didattica         | 300                 | 19                | 80        |
| Servizi igienici       | 150                 | 19                | 80        |
| Uffici/aula professori | 300                 | 22                | 80        |
| Corridoi               | 100                 | 25                | 80        |
| Corpo scale            | 150                 | 25                | 80        |

Tabella 1: Edifici Scolastici

Dove:

- UGR: Valore massimo Indice unificato di abbagliamento;
- RA: Valore minimo Indice di resa del colore.

Sulla lavagna deve essere garantito un illuminamento verticale di almeno 500 lux che per essere ottenuto potrebbe richiedere un'integrazione dell'illuminazione generale con l'installazione di uno o più apparecchi nei pressi della lavagna stessa.

Anche il resto dell'immobile verrà realizzato secondo i dettami normativi ad oggi in vigore e nel massimo rispetto della sostenibilità ambientale ed energetica.

Il DM 26/08/92, che si applica, per quanto riguarda l'illuminazione di sicurezza, agli edifici e ai locali adibiti a scuole di qualsiasi tipo, ordine e grado con un numero di presenze contemporanee superiore a 100, all'art. 7.1 detta le disposizioni riguardo l'illuminazione di sicurezza: "Le scuole devono essere dotate di un impianto di sicurezza alimentato da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria".

L'illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo deve garantire un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux.

Nessun'altra apparecchiatura può essere collegata all'impianto elettrico di sicurezza. L'alimentazione dell'impianto di sicurezza deve potersi inserire anche con comando a mano posto in posizione conosciuta dal personale. L'autonomia della sorgente di sicurezza non deve essere inferiore ai 60 minuti.

Inoltre, deve essere prevista una segnaletica di sicurezza, realizzata con lampade di tipo sempre accese dotate di pittogramma, in conformità alla normativa vigente. L'illuminazione di sicurezza sarà realizzata nei seguenti locali:

- corridoi e vie di fuga;
- locali tecnici;
- aule;
- ingressi
- sala insegnanti;

Al fine di garantire quanto richiesto, l'immobile sarà dotato di un impianto di illuminazione di sicurezza costituito da UPS dedicati alle singole forniture e corredati di sistema di controllo e checkup del funzionamento delle lampade.

Questo permette una riduzione dei costi di manutenzione ridotti alla sola sostituzione delle batterie ad esaurimento, senza dover verificare singolarmente lampade, che possono essere anche in funzionamento ordinario, e le loro batterie.

## **Impianto FM**

Sono oggetto del presente capitolo le caratteristiche della distribuzione terminale, dalle attestazioni lungo le dorsali fino ai singoli punti di utilizzazione (punti prese, punti di comando, ecc.) e le caratteristiche delle apparecchiature di utilizzazione. Nei locali oggetto del presente progetto, costituiti da zone cui gli alunni possono accedere quali aule, laboratori, atri, servizi, gli impianti saranno eseguiti esclusivamente sottotraccia.

Nelle aule i punti di comando ed i punti prese saranno concentrati sulle due pareti di fondo sulle quali verrà posizionato un multibox completo di n°x prese universali 2x10/16A e n°x punti trasmissione dati RJ45.

In linea generale le prese relative ai punti fm saranno del tipo:

- componibili serie civile da 2P+T 10A - 16A e 10/16A UNEL, tutte con alveoli protetti, installate in scatolette portafrutto da incasso fino a 4 posti.
- tipo CEE 17 con interruttori di blocco e basi portafusibili, con grado di protezione minimo IP44, in configurazione 2/3P+(N)+T da 16A.

Le altre zone della scuola saranno allestite con un numero di prese FM e TD tale da soddisfare alle differenti esigenze di utilizzo e l'inserimento di antenne WIFI; presso l'ingresso verranno posizionati i pulsanti di sgancio generale di ogni fornitura ed il pulsante di allarme generale che azionerà il sistema di sicurezza. Ogni locale sarà dotato di prese interbloccate per le esigenze funzionali e di pulizia.

Le tapparelle delle aule saranno motorizzate e comandate dal sistema di regolazione.

### **Impianto di rivelazione fumi ed evacuazione di emergenza**

L'immobile è dotato di un impianto di rivelazione fumi al servizio dell'intero immobile.

L'impianto, nella fattispecie, è costituito da rilevatori puntiformi ottici di fumo. Essi sono installati in tutti gli ambienti dell'immobile ed anche in controsoffitto, con gemma di riporto per il controllo.

### **Impianto dati e fonìa**

A valle dell'arrivo dell'ente fornitore, la distribuzione si attesta a bordo del rack generale dal quale partono tutte le linee realizzate in cavo CAT 6 UTP fino alle prese terminali. Per le unità costituite da più piani, l'interconnessione tra i rack dei 2 piani verrà realizzata tramite fibra ottica, al fine di garantire la massima velocità possibile a fronte di distanze parecchio elevate.

### **Impianto TV sat e terrestre**

L'immobile sarà dotato di impianto TV/SAT. In particolare, esso partirà dall'antenna posta sul tetto della struttura e attraverso il montante correnti deboli si diramerà per tutte le aree dell'immobile.

La struttura di tale impianto sarà valutata nelle successive fasi progettuali, tuttavia si garantisce una presa TV/SAT per ogni aula.

### **Impianto citofonico e di chiamata**

L'impianto citofonico per ciascuna scuola sarà composto da n. 2 posti esterni principali in corrispondenza degli ingressi all'edificio con pulsantiera e altoparlante e da almeno un posto interno con pulsantiera microfono e altoparlante. Gli alimentatori dell'impianto videocitofonico saranno ubicati all'interno del quadro elettrico generale di piano di pertinenza di ciascuna funzione.

Le aule, le sale professori ed i servizi igienici per i disabili saranno dotati di un pulsante di chiamata che, se azionato, sarà segnalato sul visualizzatore alfanumerico di piano posto nei pressi della postazione bidelli. La chiamata potrà essere annullata tramite il relativo pulsante di reset posto vicino al visualizzatore.

### **Impianto di segnalazione oraria e "fine ora"**

La scuola sarà dotata di due impianti di segnalazione fine ora.

L'impianto di segnalazione è costituito da una suoneria azionata automaticamente da micro PLC o manualmente da pulsante. Il micro PLC ed il pulsante sono ubicati nel quadro di piano di ciascuna scuola, denominati "QEGSc" e "QEGLic".

La suoneria sarà ubicata in modo da essere udita da qualsiasi parte del livello interessato.

### **Impianto antintrusione**

L'immobile sarà dotato di un impianto antintrusione costituito da una centralina posta in locale presidiato. Ogni unità è dotata inoltre di accesso indipendente con tastierino d'inserimento codice. Ogni ingresso sarà dotato di rilevatore a sigaretta annegato nello stipite e internamente saranno presenti rivelatori di presenza a doppia tecnologia per garantire il maggior grado di sicurezza possibile.

### **Impianto elettrico a servizio dell'impianto meccanico**

L'impianto meccanico sarà controllato tramite un sistema di gestione e termoregolazione dedicato e remotizzabile al fine di permettere agli utilizzatori la massima gestione dell'impianto.

### **Impianto di terra**

L'immobile sarà dotato di un impianto di terra ad anello con dispersori a palina installati intorno alla struttura. Tale impianto dovrà garantire una resistenza idonea in funzione della tensione di guasto più bassa. Per le aree ordinarie verrà realizzato un nodo equipotenziale in corrispondenza del quadro generale di piano.

L'impianto di terra, inoltre, sarà realizzato tramite corda giallo verde per le interconnessioni degli EQP e di tutte le masse di sezione adeguata. L'anello sarà costituito da una corda in rame nuda di sezione minima pari a 50mmq. Saranno inoltre connesse anche tutte le fondazioni legate tra loro al fine di ridurre la resistenza complessiva dell'impianto.

### **Dotazione impianto elettrico di base – aula tipo**

All'interno di un'aula scolastica sono necessarie delle dotazioni di base relative all'impianto elettrico che si elencano di seguito:

- 1 - Prese energia
- 2- Connettori RJ45 fonia/dati e presa TV
- 3- Chiamata e segnalazione 4- Diffusore sonoro
- 5 - Lampada di sicurezza
- 6- Centralino (eventuale)
- 7- Comandi di accensione e regolazione (o parzializzazione) apparecchi illuminanti 8-  
Prese energia
- 9- Cassetta di derivazione

Analoghe dotazioni sono da considerare assolutamente necessarie all'interno degli spazi di distribuzione, quali i corridoi.

### **Legenda**

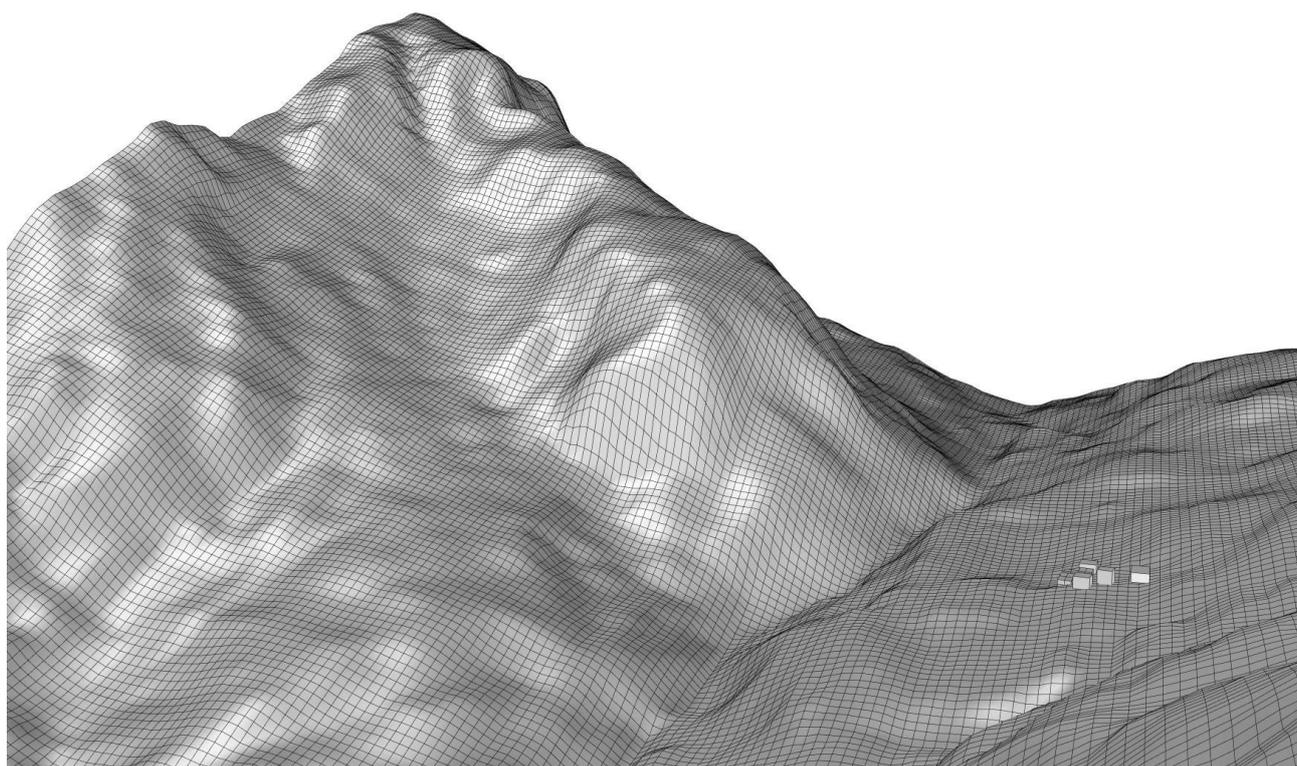
- 1 – Indicatore di uscita/uscita di sicurezza
- 2- Cassetta di derivazione (energia, dati, fonia, TV, diffusione sonora, segnalazione, rilevazione incendi, ecc..) 3- Prese energia
- 4- Indicatore di uscita/uscita di sicurezza

- 5 - Cassette di derivazione (energia, dati, fonia, TV, diffusione sonora, segnalazione, rilevazione incendi, ecc..) 6- Diffusore sonoro  
7- Rilevatore di fumo

## Impianto Fotovoltaico

La riqualificazione immobiliare di primo livello, come quella in oggetto, richiede l'installazione di una componente rinnovabile dettata dalla superficie in pianta dell'immobile e in funzione della caratteristica termica dell'involucro.

Nella fattispecie, l'immobile è orientato verso l'asse nord- sud, così come la sua copertura a falda inclinata. Al fine di comprendere la reale necessità di installazione di un impianto fotovoltaico sono state eseguite delle analisi, a partire dalla suddivisione della copertura in quattro zone. L'obiettivo è quello di determinare la media annuale di ore di incidenza diretta solare sulla totalità della copertura. L'analisi, realizzata con i software Rhinoceros e Grasshopper, tiene conto del contesto, e quindi dell'orografia e degli edifici presenti nell'intorno i quali incidono sull'ombreggiamento dell'immobile oggetto di analisi.

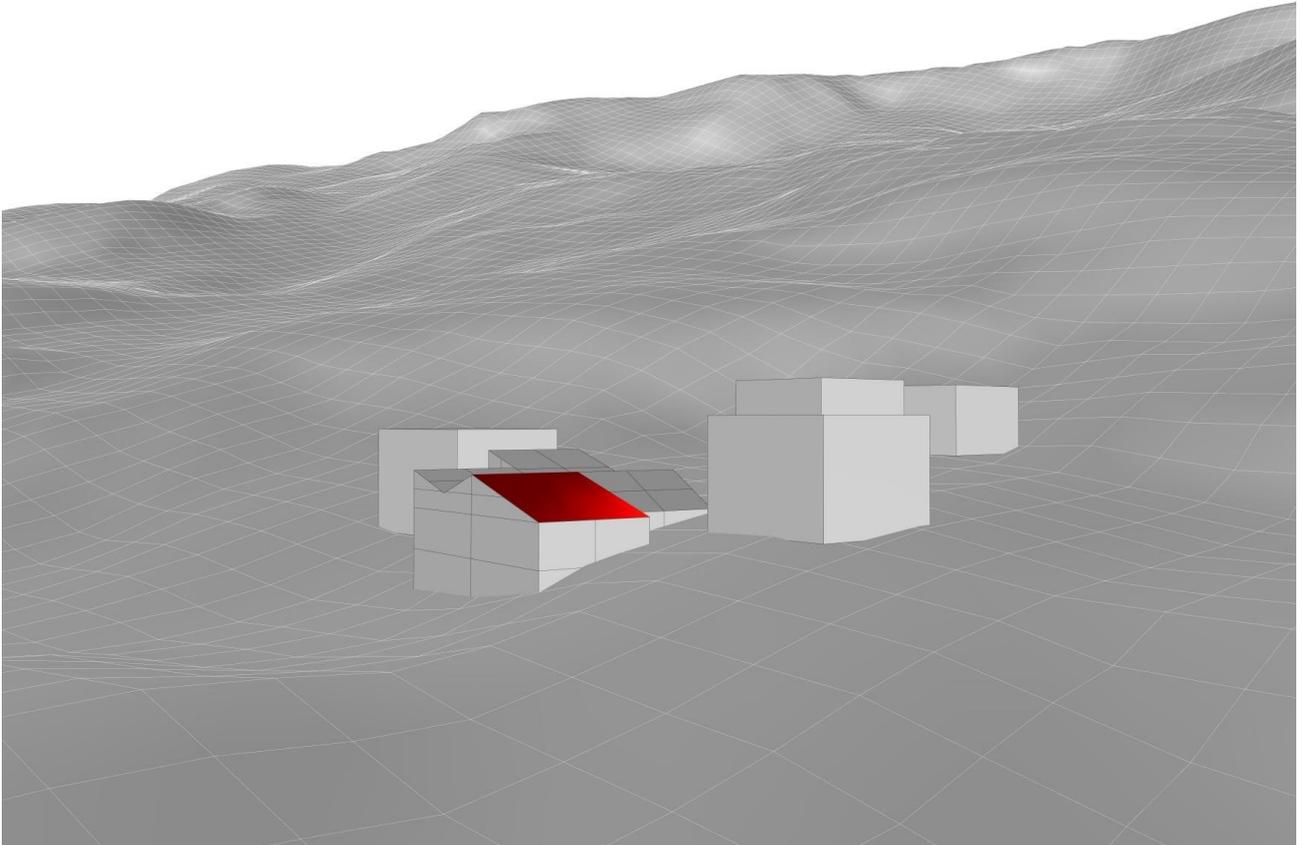


**Figure 4: Orografia e contesto**

Dalle analisi svolte la falda in questione, denominata tetto 1, riceve in media annuale 8.65 ore al giorno di irradiazione diretta (immagine 6). Più nello specifico si può notare come in media i raggi solari raggiungano la superficie a partire dalle ore 06.00 del mattino fino alle ore 18.00 del tardo pomeriggio, in particolare tra i mesi di Maggio e Luglio. Nei mesi invernali l'incidenza la si ha circa dalle ore 10.00/11.00 del mattino fino alle ore 16.00 del pomeriggio a causa della presenza della montagna posta a sud-ovest rispetto alla posizione dell'edificio (vedi immagine 4).

Nell'immagine 5 si evince come l'immobile oggetto dell'analisi si trovi a una quota altimetrica più bassa rispetto agli edifici dell'intorno che sono stati presi in considerazione ai fini della valutazione.

Inoltre, l'edificio contrassegnato come 4 nell'immagine 3 provoca un leggero ombreggiamento sulla falda; la restante parte di essa risulta essere uniformemente irradiata.



**Figure 5: Vista di contesto con inserimento dell'analisi svolta sul tetto 1**

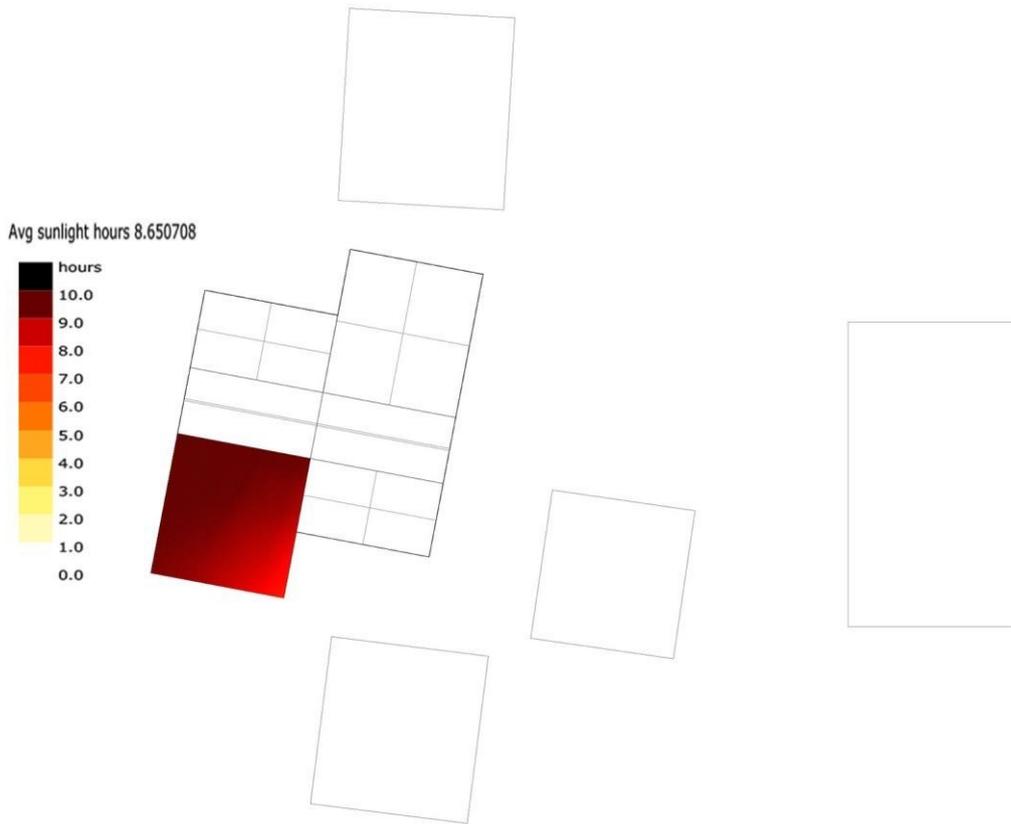


Figure 6: Media annua di ore di incidenza solare – tetto 1

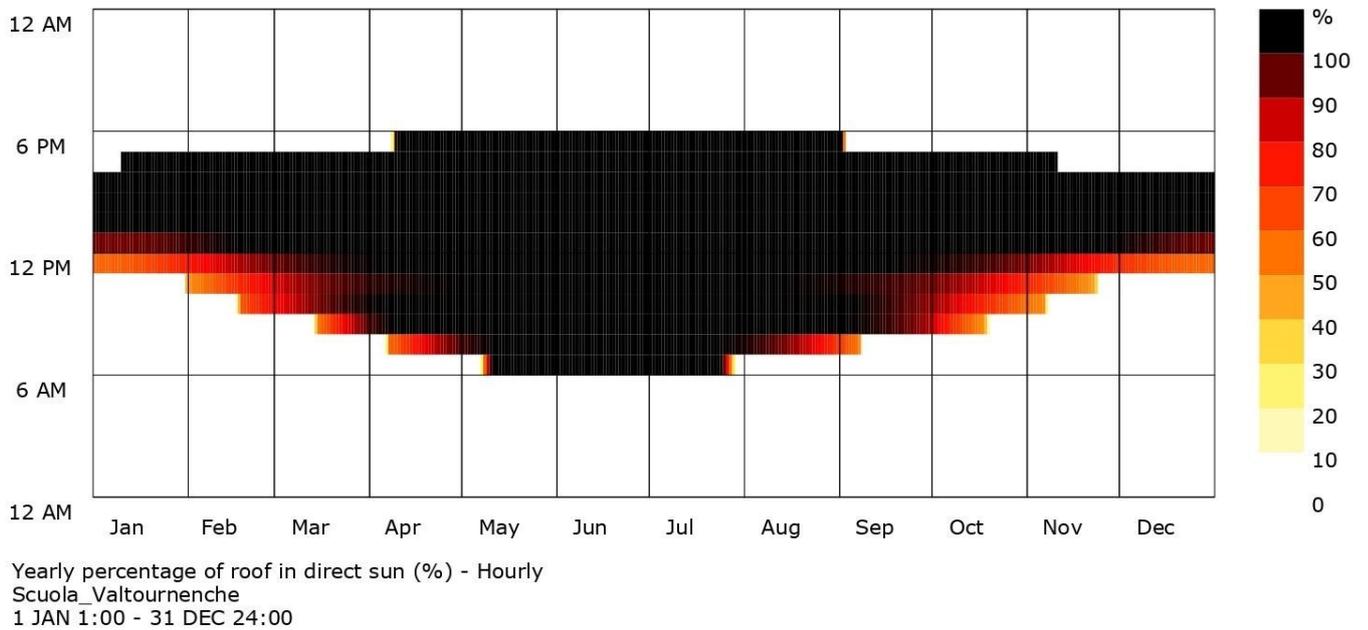
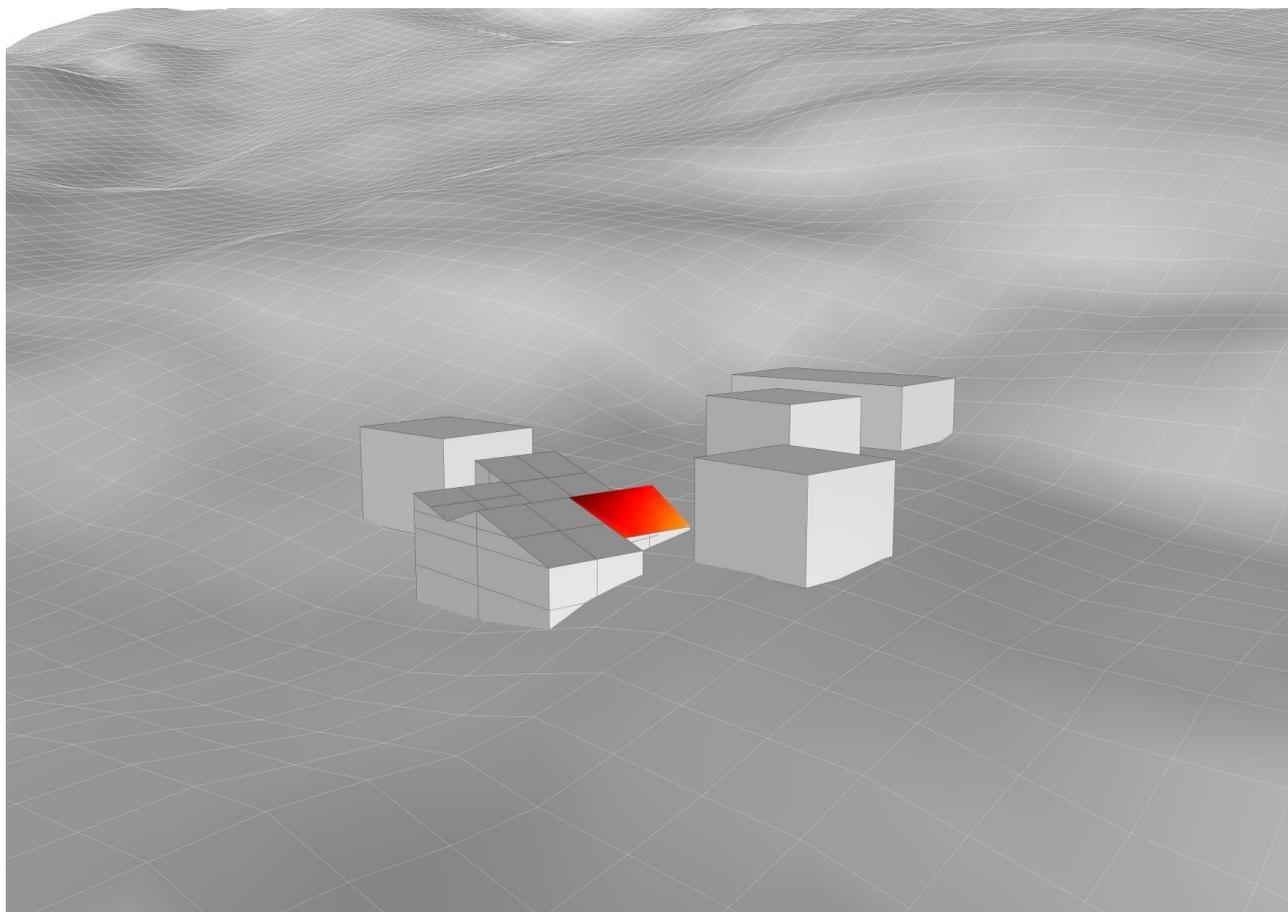


Figure 7: Percentuale annuale di sole diretto sul tetto 1

Dalle analisi svolte la falda in questione, denominata tetto 2, riceve in media annuale 6.9 ore al giorno di irradiazione diretta (Immagine 9). Più nello specifico si può notare come in media i raggi solari raggiungano la superficie a partire dalle ore 08.00 circa del mattino fino alle ore 18.00 del tardo pomeriggio con un buco d'irraggiamento tra le 14 e le 16.30, nello specifico tra i mesi di Maggio e Luglio. Nei mesi invernali l'incidenza diretta al 100% del sole non la si ha mai, tuttavia si ha una radiazione tra il 30 % e il 60 % dalle ore 07.00 del mattino fino alle ore 15.00 del pomeriggio a causa della presenza delle abitazioni circostanti. Nell'immagine 8 si evince come l'immobile oggetto dell'analisi si trovi a una quota altimetrica più bassa rispetto agli edifici dell'intorno che sono stati presi in considerazione ai fini della valutazione. In particolare, l'edificio contrassegnato come 4 nell'immagine 9 provoca un importante ombreggiamento nei mesi invernali, riducendo considerevolmente la produzione di energia dettata dai pannelli fotovoltaici.



**Figure 8: Vista di contesto con inserimento dell'analisi svolta sul tetto 2**

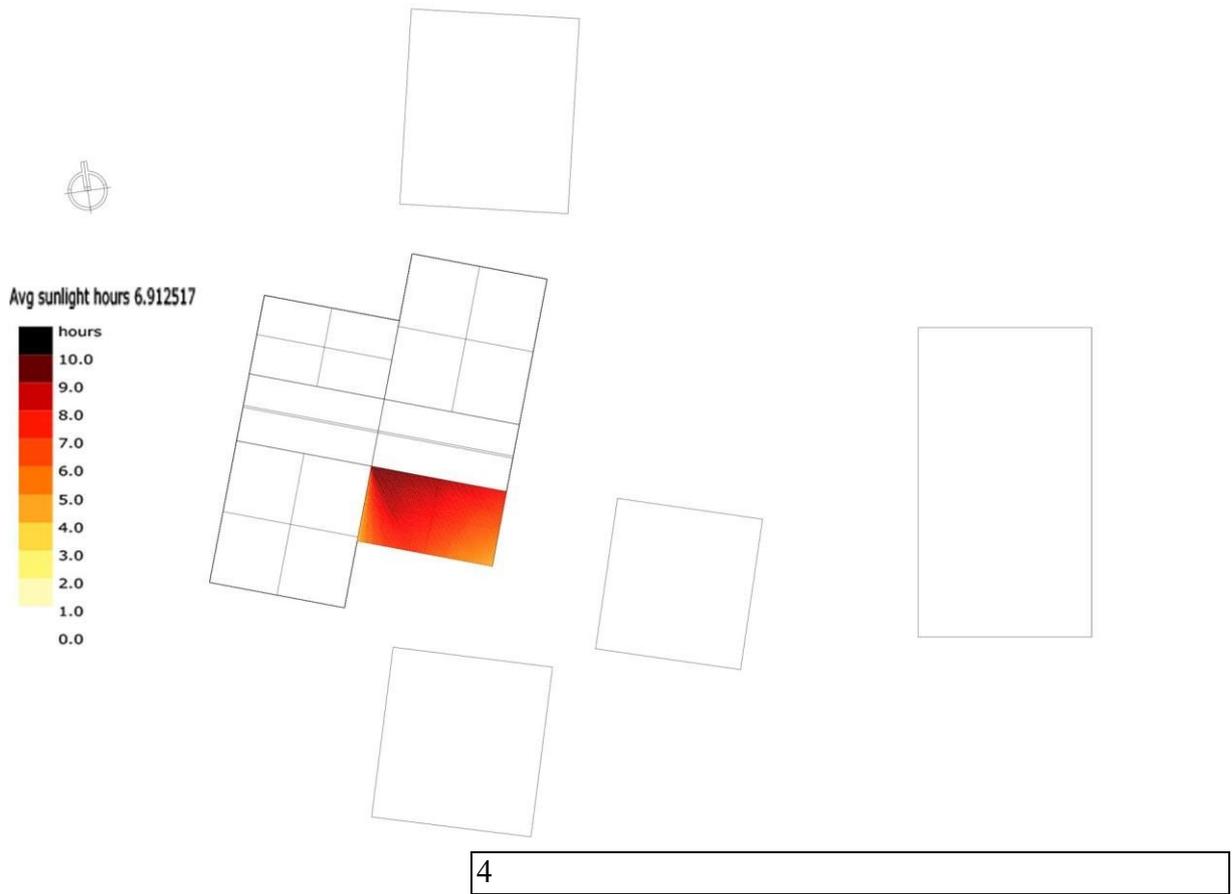


Figure 9: Media annua di ore di incidenza solare – tetto 2

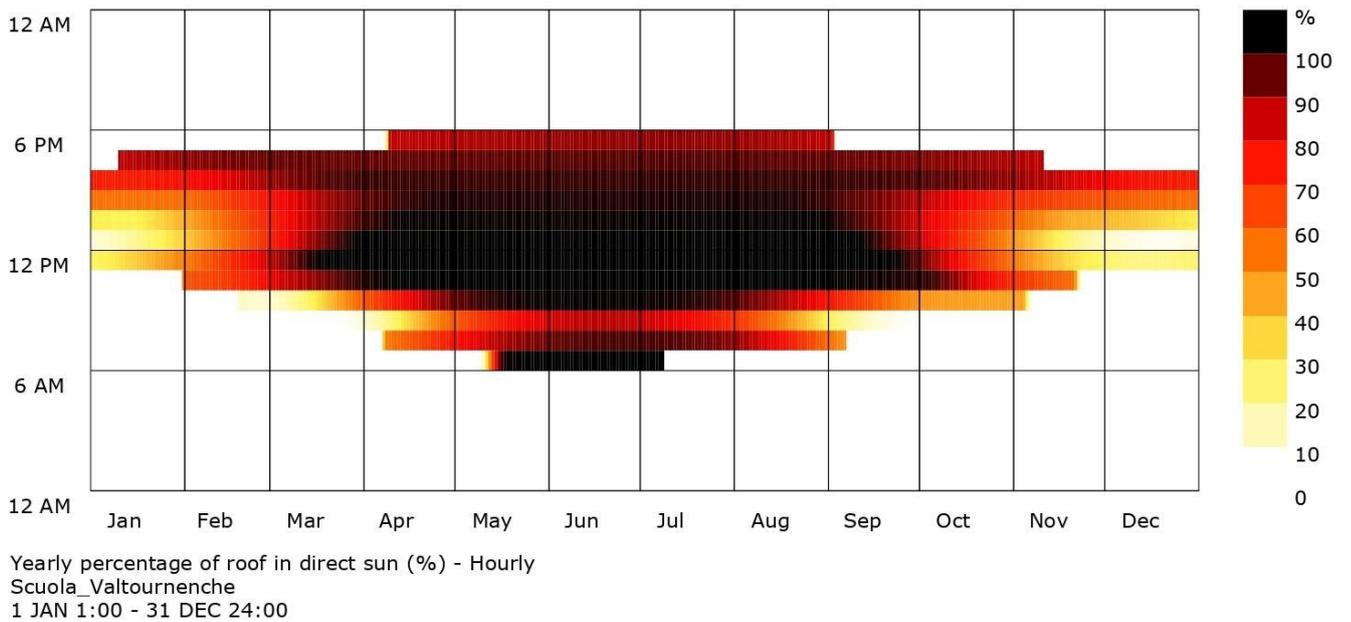


Figure 10: Percentuale annuale di sole diretto sul tetto 2

### Considerazioni finali – impianto fotovoltaico

A valle di quanto sopra analizzato lo studio di fattibilità può essere considerato positivo per quanto concerne la produttività dell'impianto. Secondo quanto riportato in legge 10 la richiesta minima è pari a 19 kW picco.

L'unica incognita di cui tener conto è la neve, tuttavia, vi sono sistemi costruzione dei pannelli che permettono il disciogliersi delle nevi in tempi brevi, valutandone l'inclinazione ottimale.

In conclusione, la realizzazione di un impianto fotovoltaico è una valida soluzione per la riduzione dei consumi.

## Premessa impianti meccanici

Lo scopo della presente sezione è la descrizione della tipologia impiantistica meccanica a servizio delle diverse funzioni componenti l'immobile in questione.

Qui di seguito saranno elencate schematicamente le scelte impiantistiche riguardanti le singole zone di intervento.

## Dati di calcolo per stima

In questa sezione si illustrano i criteri di progettazione da considerare per lo sviluppo del progetto degli impianti HVAC.

### Condizioni esterne

|   |   |                    |
|---|---|--------------------|
| <input type="checkbox"/> Località       | : | Valtournenche (AO) |
| <input type="checkbox"/> Zona climatica | : | F                  |
| <input type="checkbox"/> Gradi giorno   | : | 4524               |

### **Estate**

|  |   |        |
|--|---|--------|
| <input type="checkbox"/> Temperatura esterna | : | 23,7°C |
| <input type="checkbox"/> Umidità esterna     | : | 67,9%  |

### **Inverno**

|  |   |         |
|--|---|---------|
| <input type="checkbox"/> Temperatura esterna | : | -15,3°C |
| <input type="checkbox"/> Umidità esterna     | : | 60%     |

### Condizioni interne

#### **Estate**

|  |   |          |
|--|---|----------|
| <input type="checkbox"/> Temperatura interna | : | 26 ± 1°C |
| <input type="checkbox"/> Umidità interna     | : | 50 ± 10% |

#### **Inverno**

|  |   |          |
|--|---|----------|
| <input type="checkbox"/> Temperatura interna | : | 20 ± 1°C |
| <input type="checkbox"/> Umidità interna     | : | 50 ± 10% |

## **Impianto di riscaldamento**

La generazione del calore a servizio dell'impianto di riscaldamento e di condizionamento delle unità immobiliari avverrà tramite un sistema in una pompa di calore condensata ad aria.

Da una prima stima spannometrica in funzione del volume dell'immobile servito si possono considerare:

- due pompe di calore da 80kW ( funzionamento sino a -24°C esterni)

Le potenze indicate potranno variare e saranno da appurare in fase di progettazione definitiva dopo la modellazione tridimensionale dell'edificio con software energetico, il quale darà i valori precisi in funzione dei set di temperatura esterni.

La distribuzione dei fluidi avverrà dal locale tecnico. All'interno del locale troveranno alloggiamento i collettori di distribuzione, le pompe di circolazione, il serbatoio inerziale della pompa di calore e l'unità di trattamento aria a servizio della porzione di edificio adibita a scuola. Il sistema di emissione previsto per l'intero immobile sarà costituito da pannelli radianti a pavimento annegati nel massetto.

La scelta di tale impianto è dettata dai seguenti fattori:

- ottima resa impianto di riscaldamento con funzionamento fluido alle basse temperature del fluido prodotto dalla pdc;
- viste le condizioni climatiche esterne non è previsto un raffrescamento estivo, quindi sistemi come fancoil o similari sarebbero inutili e talvolta controproducenti in quanto creerebbero problemi di dis-confort igrometrico (bassissima umidità interna);
- assenza di manutenzione dell'impianto radiante una volta installato

## **Impianto di ricambio aria**

Vista la destinazione d'uso dell'immobile e l'eventuale differenziazione degli orari di funzionamento, si è pensato di suddividere come segue l'impianto di ricambio aria per una corretta suddivisione dei consumi:

- Unità di trattamento aria con recuperatore di calore a flussi incrociati da 11.000 mc/h per la scuola;

Le portate d'aria sono state calcolate preliminarmente in funzione delle destinazioni d'uso e il numero di persone presenti.

L'unità di trattamento aria a servizio dell'intera scuola sarà ubicata all'interno del locale tecnico precedentemente menzionato e sarà dotata di:

- Ventilatore di immissione da 11.000 mc/h con 250Pa di prevalenza;
- Ventilatore di estrazione da 11.000 mc/h con 250Pa di prevalenza;
- Filtrazione G4+F7;
- Recuperatore di calore a flussi incrociati (rendimento minimo 70%);
- Batteria di riscaldamento da 38 kW(text -15°C) (temperatura aria di immissione neutra);
- Umidificatore a vapore ad elettrodi immersi per controllo umidità interna da 80kg/h; - Silenziatori di mandata e ripresa.

L'aria fornita sarà quindi immessa in ambiente attraverso canalizzazioni in lamiera o pannello sandwich e avranno come terminali in ambiente diffusori dotati di plenum con flusso elicoidale. La ripresa avverrà in ambiente con diffusori per portate importanti, altrimenti transiterà al di sotto delle porte o attraverso griglie di transito sino ai corridoi o servizi igienici.

All'interno dei servizi igienici saranno installate valvole di ventilazione per l'espulsione dell'aria.

### **Impianto idrico sanitario**

L'impianto di adduzione idrica sarà realizzato in materiali idonei all'utilizzo alimentare, quindi saranno previste tubazioni in polietilene alta densità per le tratte interrate e in acciaio zincato o multistrato per i percorsi sottotraccia o in cavedi all'interno dell'edificio.

Visto il consumo irrisorio di acqua calda, in quanto sono previsti solo dei lavamani, si è pensato di dedicare la produzione di acqua calda sanitaria a bollitori elettrici in pompa di calore localizzati dotati di circuito frigorifero al loro interno. La presa e l'espulsione dell'aria per la condensazione verrà garantita dal sistema di estrazione sopra descritto in modo da avere il condensatore della macchina alimentato da aria calda e innalzarne quindi la resa e il suo COP.

L'impianto di distribuzione interna sarà realizzato con rubinetti di arresto e tubazioni in multistrato coibentato di fabbricazione europea con raccorderia a pressare.

Il dimensionamento delle reti idriche è basato sui seguenti dati di portata:

| APPARECCHI        | ACQUA FREDDA<br>l/s | ACQUA CALDA<br>l/s |
|-------------------|---------------------|--------------------|
| Lavabo            | 0.10                | 0.10               |
| Bidet             | 0.10                | 0.10               |
| Vaso con cassetta | 0.10                | /                  |

La pressione minima residua agli utilizzi dovrà essere di almeno 0,6 bar.

## **Sistema di contabilizzazione del calore**

I consumi di energia per la climatizzazione ambiente saranno contabilizzati mediante un sistema centralizzato conforme alle Norme UNI e alle prescrizioni sul risparmio energetico (Legge 10/1991).

I singoli contabilizzatori, sia di energia sia volumetrici, ed il sistema di contabilizzazione nel suo insieme dovranno essere conformi alla Direttiva MID 2004/22/CE.

Il consumo di energia termica e frigorifera sarà contabilizzato in modo diretto.

Il valore di energia prelevata verrà determinato in base alla lettura del contatore volumetrico installato nel modulo di utenza e considerando le temperature di mandata e di ritorno all'impianto.

Le apparecchiature totalizzatrici saranno centralizzate e raccolte in un unico quadro posto nella centrale termofrigorifera. Il software sarà programmato dal fornitore prima della installazione delle apparecchiature. Per garantire una valutazione corretta dei consumi sarà previsto un sistema di contabilizzazione sulla mandata in centrale tecnologica allo scopo di calcolare le dispersioni della rete di distribuzione.

## **Rete di scarico acque nere**

Il progetto prevede un nuovo collegamento fognario con punto di consegna realizzato con sifone Firenze e braga di ispezione.

Gli scarichi prodotti dalle utenze confluiranno nelle colonne di scarico realizzate in Polipropilene autoestinguente ad innesto in versione antirumore per le tratte verticali e orizzontali in controsoffitto.

Le linee saranno complete di tutti i pezzi speciali necessari e di staffaggi antivibrazioni (collari con gomma), necessari per eseguire i lavori a buona regola d'arte.

Le braghe al piano sono del tipo a 88,5 ° con ampio raggio di curvatura sulla via in derivazione. Per le tratte sub orizzontali di scarico, deve essere rispettata la pendenza minima indicata nelle tavole esecutive per garantire il corretto deflusso delle acque di scarico.

Per evitare l'ingresso d'acqua nelle condotte, le esalazioni sono provviste di terminale parapiovvia all'estremo superiore.