

COMUNITÀ ALTA VALSUGANA E BERSNTOL
COMUNE DI PALÙ DEL FERSINA

RAPPORTO DI ANALISI DELL'ADATTABILITÀ

LAVORI DI RESTAURO FUCINA E MULINO DI PALÙ DEL FERSINA -
P. ED. 237/1/2 E 235 C. C. PALÙ DEL FERSINA

Ottobre 2024

Committente: Comune di Palù del Fersina		File: Rapporto di analisi dell'adattabilità Fucina e Mulino Palù del Fersina	Revisione: 00
Progetto: L 2024 54 DNSH Fucina e Mulino Palù del Fersina		Documento: Rapporto di analisi dell'adattabilità Fucina e Mulino Palù del Fersina	
Redatto da: ing. Martina Ferrai	Verificato da: ing. Martina Ferrai	Approvato da: ing. Martina Ferrai	Data: Ottobre 2024



Ing. Martina Ferrai

Via Giamolle, 22

38051 Borgo Valsugana (TN)

Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975

e-mail: ferrai@isersrl.it

P.IVA 01966070227

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	GENERALITÀ E UBICAZIONE DEL SITO	4
3.	SCREENING DEI RISCHI CLIMATICI	7
3.1	Commenti preliminari su alcuni rischi climatici	8
3.1.1	Inondazione.....	8
3.1.2	Frane e crolli.....	9
3.1.3	Incendio.....	10
3.1.4	Venti	11
3.1.5	Temperatura e precipitazioni	13
3.1.6	Sintesi dei rischi climatici da valutare	13
4.	VERIFICA DEL RISCHIO E DELLA VULNERABILITÀ CLIMATICA.....	14
4.1	Il cambiamento climatico nel Comune di Palù del Fersina	20
5.	ANALISI DEI RISCHI E SOLUZIONI DI ADATTAMENTO PER IL PROGETTO	26
5.1	Analisi delle vulnerabilità dell'opera	26
5.2	Soluzioni di adattamento	26
5.2.1	Caldo estremo	26
5.2.2	Freddo estremo	26
5.2.3	Precipitazioni estreme.....	27
5.2.4	Inondazioni.....	27
5.2.5	Siccità	27
5.2.6	Tempeste/venti forti	27
6.	CONCLUSIONI	28



1. Premessa

La presente relazione, parte integrante e sostanziale del progetto esecutivo per la *“Lavori di restauro Fucina e Mulino P.Ed.237/1/2 e 235 C.C. Palù del Fersina”*, è finalizzata:

- all’identificazione dei rischi climatici rilevanti per l’opera
- alla valutazione della vulnerabilità derivante dai predetti rischi
- all’individuazione delle soluzioni di adattamento che possono ridurre i rischi.

L’elaborazione di questo documento è richiesta fra gli elementi di verifica ex ante riportati nella *Scheda 2 - Ristrutturazioni e riqualificazioni di edifici residenziali e non residenziali* e in particolare nella sezione relativa all’**Adattamento ai cambiamenti climatici**.

Si tratta quindi di un documento strettamente legato al documento *Relazione rispetto principi DNSH*.

L’elenco indicativo dei pericoli più diffusi di cui si deve tenere conto, come minimo, nella valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità è riportato nella tabella nella Sezione II dell’Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139, che integra il regolamento (UE) 2020/852 fissando i criteri di vaglio tecnico.

Dopo una breve descrizione delle generalità e ubicazione del sito, il documento si articola nei seguenti capitoli:

- 3. Screening dei rischi climatici
- 4. Verifica del rischio e della vulnerabilità climatica del contesto
- 5. Analisi dei rischi e soluzioni di adattamento per l’opera.

Una delle fonti principali del presente documento è il PNACC, *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*, approvato dal Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica a dicembre 2022.



Ing. Martina Ferrai

Via Giamolle, 22

38051 Borgo Valsugana (TN)

Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975

e-mail: ferrai@isersrl.it

P.IVA 01966070227

2. Generalità e ubicazione del sito

Il sito dell'intervento è localizzato nel comune di Palù del Fersina, a sud della località Lenzi. L'oggetto del restauro sono i ruderi della fucina e del mulino, la cui posizione è messa in evidenza in Figura 2.1.

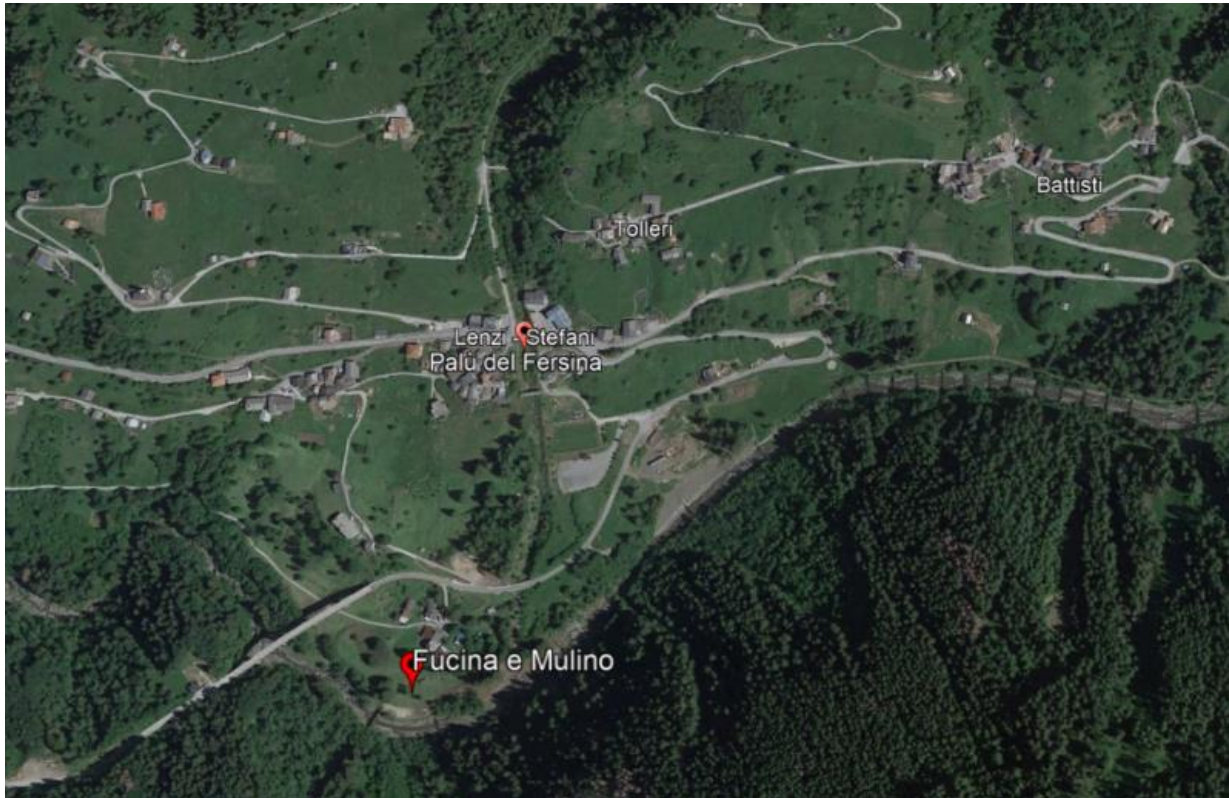


Figura 2.1: Posizione dei ruderi della Fucina e del Mulino

Allo stato attuale sono presenti solamente alcuni resti della fucina, del mulino e del vecchio canale (Figura 2.2, Figura 2.3 e Figura 2.4).

I lavori prevedono il recupero parziale dei due edifici e del canale di adduzione delle acque, per rendere partecipe i visitatori dell'originaria disposizione planimetrica di queste particolari "macchine ad acqua".



Ing. Martina Ferrai

Via Giamaolle, 22

38051 Borgo Valsugana (TN)

Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975

e-mail: ferrai@isersrl.it

P.IVA 01966070227



Figura 2.2: Resti della fucina (rilievo 2010)



Ing. Martina Ferrai

Via Giamolle, 22

38051 Borgo Valsugana (TN)

Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975

e-mail: ferrai@isersrl.it

P.IVA 01966070227



Figura 2.3: Particolare vecchio canale (rilievo 2010)



Ing. Martina Ferrai

Via Giamaolle, 22

38051 Borgo Valsugana (TN)

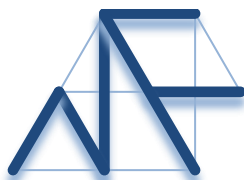
Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975

e-mail: ferrai@isersrl.it

P.IVA 01966070227



Figura 2.4: Resti del mulino (rilievo 2010)



3. Screening dei rischi climatici

Per identificare i rischi climatici rilevanti per l'opera in esame si è utilizzata la tabella presente nella Sezione II dell'Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139, riportata in Tabella 3.1.

Tabella 3.1: Classificazione dei pericoli legati al clima (Sezione Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139)

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelo del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	

Alcuni eventi possono essere esclusi a priori, come ad esempio l'innalzamento del livello del mare, inondazioni costiere e lacuali, erosione costiera, erosione e degradazione del suolo, scongelamento del permafrost, in quanto non compatibili con le caratteristiche del territorio oggetto di analisi.

Allo stesso modo, pur essendo l'abitato collocato in una regione alpina, si esclude la possibilità che possa essere interessata da fenomeni valanghi vista la conformazione morfologica del contesto. In Tabella 3.2 è riportata la tabella con la cancellazione degli eventi non pertinenti.

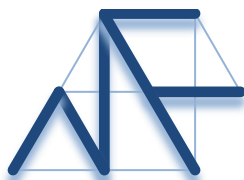


Tabella 3.2: Classificazione dei pericoli legati al clima – esclusione di eventi non pertinenti

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Sediflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	

Invece, altri eventi richiedono un livello di valutazione più preciso.

3.1 Commenti preliminari su alcuni rischi climatici

3.1.1 Inondazione

La vicinanza dell'area di intervento al Torrente Fersina e ad alcuni suoi affluenti (Rio Val dei Lenzi, Rio Val Cava) rende in linea teorica l'opera soggetta al rischio di inondazioni, a maggior ragione se si considerano i rischi legati alla variabilità delle precipitazioni e all'aumento di probabilità di avvenimento di fenomeni estremi.

Come emerge dalla Figura 3.1, la fucina ed il mulino si trovano in area a penalt  alta, nello specifico si tratta di penalt  torrentizia legata al corso del Torrente Fersina.



Ing. Martina Ferrai

Via Giamolle, 22
38051 Borgo Valsugana (TN)
Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975
e-mail: ferrai@isersrl.it
P.IVA 01966070227

In queste aree sono consentiti interventi di ristrutturazione di edifici esistenti ai sensi della legge urbanistica, senza aumento di volume, adottando accorgimenti costruttivi o di utilizzazione degli edifici idonei a ridurre la vulnerabilità delle persone e dei beni.

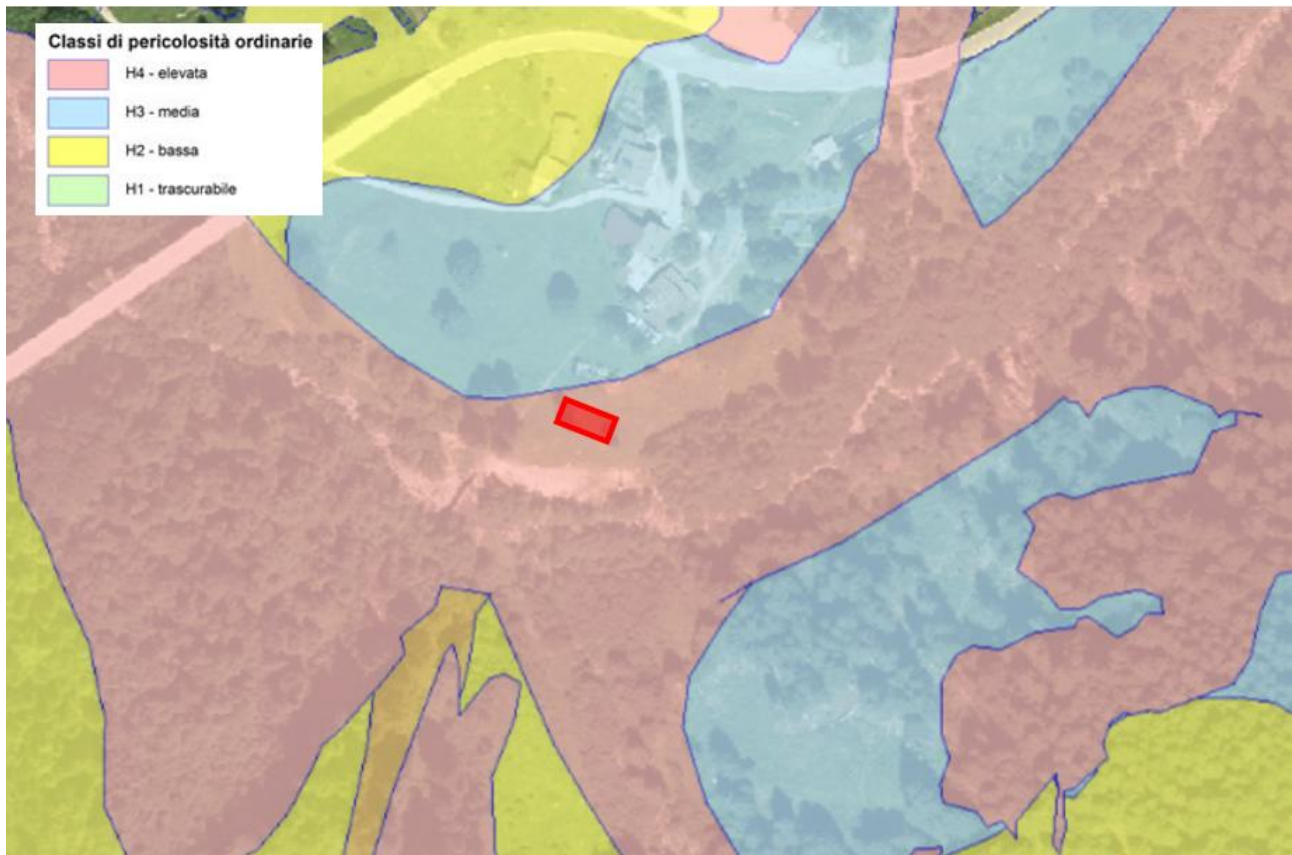


Figura 3.1: Estratto della Carta di Sintesi della Pericolosità – nel rettangolo in rosso sono indicati i ruderi della fucina e del mulino

3.1.2 Frane e crolli

I ruderi della fucina e del mulino non rientrano all'interno di aree soggette a pericolosità da frane e crolli, come evidenziato dalla Carta della Pericolosità riportata in Figura 3.2.

Il sito è situato ad una distanza sufficiente da qualsiasi area contraddistinta da una qualche pericolosità, in quanto queste si trovano perlopiù sul versante opposto del Torrente Fersina.



Ing. Martina Ferrai

Via Giamolle, 22

38051 Borgo Valsugana (TN)

Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975

e-mail: ferrai@isersrl.it

P.IVA 01966070227

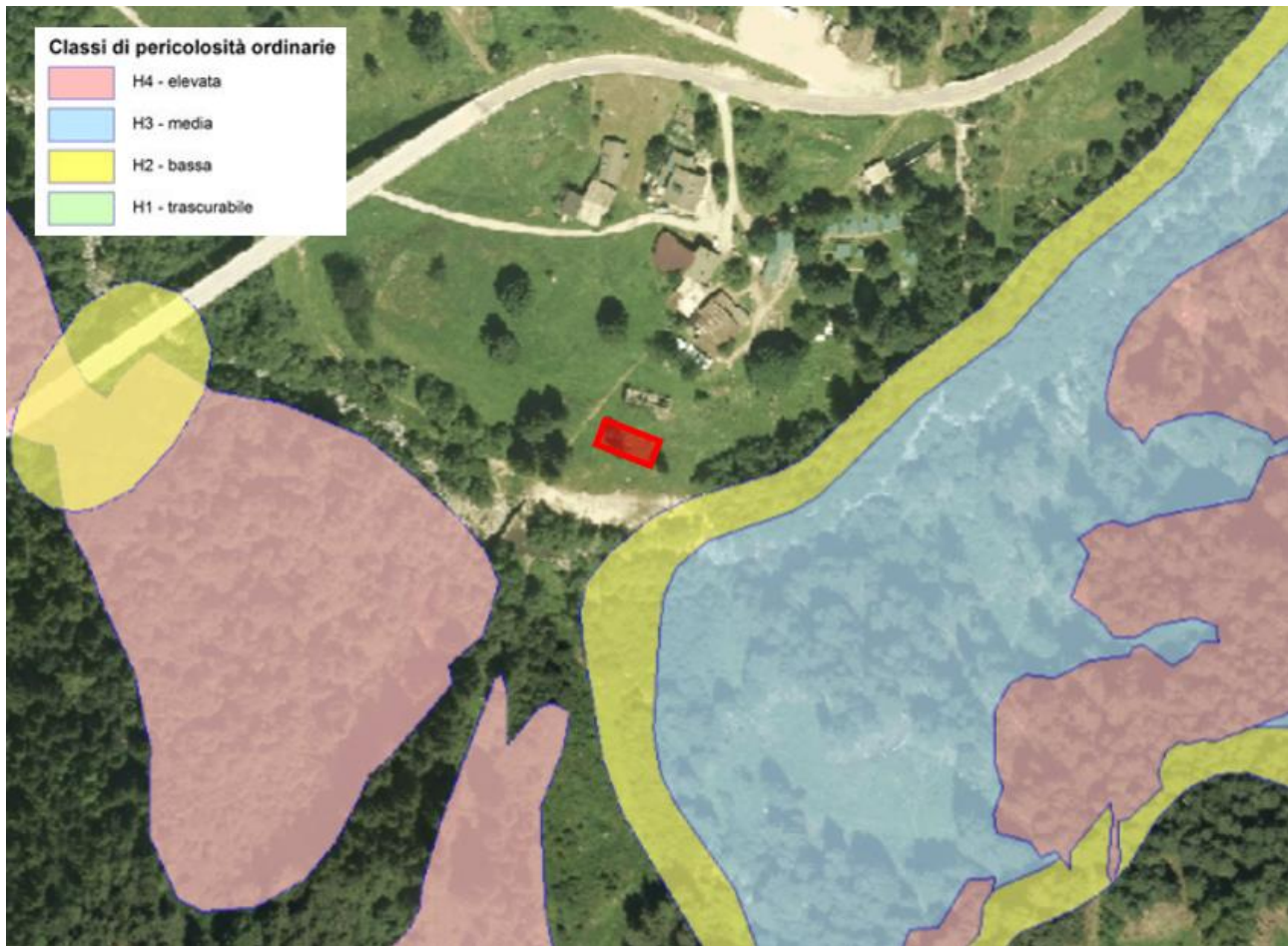
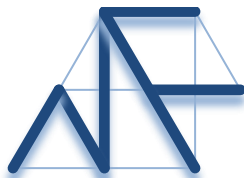


Figura 3.2: Estratto della Carta della Pericolosità per Frane e Crolli – in rosso è indicata l'area di intervento

3.1.3 Incendio

Analoghe considerazioni possono essere fatte anche per il rischio da incendio, in quanto la fucina e il mulino sono sufficientemente distanti dalle aree a rischio, classificate peraltro come aree a pericolosità *H1-trascurabile* (Figura 3.3).



Ing. Martina Ferrai

Via Giamolle, 22

38051 Borgo Valsugana (TN)

Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975

e-mail: ferrai@isersrl.it

P.IVA 01966070227



Figura 3.3: Estratto della Carta della Pericolosità per Incendi boschivi – in rosso l’area di intervento

3.1.4 Venti

Per quanto riguarda i rischi legati ai venti, non si reputa rilevante considerare un cambiamento generale del regime dei venti.

Dall’analisi dei dati della più vicina stazione meteo situata a Pergine Valsugana, la massima velocità media giornaliera del vento è risultata pari a circa 2,1 m/s.

Tale velocità equivale ad un valore 2 della scala Beaufort (Figura 3.4), e quindi a una “brezza leggera” che non prevede il verificarsi di danni strutturali agli edifici.



Ing. Martina Ferrai

Via Giamaolle, 22

38051 Borgo Valsugana (TN)

Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975

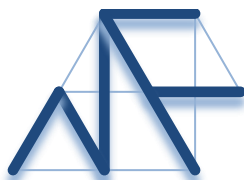
e-mail: ferrai@isersrl.it

P.IVA 01966070227

Valore Scala Beaufort	Termine descrittivo	Velocità media del vento			Effetti sulla terra	Altezza media delle onde (m)	Effetti sul mare
		nodi (KT)	m/s	Km/h			
0	Calma	< 1	0-0.2	<1	Calma; il fumo sale verticalmente.	-	Il mare è uno specchio.
1	Bava di vento	1-3	0.3-1.5	1-5	La direzione del vento è segnalata dal movimento del fumo, ma non dalle maniche a vento.	0.1	Leggere increspature dell'acqua.
2	Brezza leggera	4-6	1.6-3.3	6-11	Si sente il vento sul viso e le foglie frusciano; le maniche a vento si muovono.	0.2	Onde piccole, ma evidenti.
3	Brezza tesa	7-10	3.4-5.4	12-19	Le foglie e i ramoscelli più piccoli sono in costante movimento; il vento fa sventolare bandiere di piccole dimensioni.	0.6	Piccole onde, creste che cominciano a infrangersi.
4	Vento moderato	11-16	5.5-7.9	20-28	Si sollevano polvere e pezzi di carta; si muovono i rami piccoli degli alberi.	1	Piccole onde, che diventano più lunghe.
5	Vento teso	17-21	8-10.7	29-38	Gli arbusti con foglie iniziano a ondeggiare; le acque interne s'increspano.	2	Onde moderate allungate, con possibilità di spruzzi.
6	Vento fresco	22-27	10.8-13.8	39-49	Si muovono anche i rami grossi; gli ombrelli si usano con difficoltà.	3	Si formano marosi con creste di schiuma bianca.
7	Vento forte	28-33	13.9-17.1	50-61	Gli alberi iniziano a ondeggiare; si cammina con difficoltà contro vento.	4	Le onde s'ingrossano, la schiuma comincia a "sfilacciarsi" in scie.
8	Burrasca moderata	34-40	17.2-20.7	62-74	Si staccano rami dagli alberi; generalmente è impossibile camminare contro vento.	5.5	Marosi di altezza media; le creste si rompono e formano spruzzi vorticosi.
9	Burrasca forte	41-47	20.8-24.4	75-88	Possono verificarsi leggeri danni strutturali agli edifici (caduta di tegole o di coperchi dei camini).	7	Grosse ondate, con dense scie di schiuma e spruzzi, riducono la visibilità.
10	Burrasca fortissima	48-55	24.5-28.4	89-102	(Raro nell'entroterra) Alberi sradicati e considerevoli danni agli abitati.	9	Enormi ondate, con lunghe creste a pennacchio; il mare ha un aspetto biancastro.
11	Fortunale	56-63	28.5-32.6	103-117	(Rarissimo nell'entroterra) Vasti danni strutturali.	11.5	Onde enormi che possono nascondere navi di media stazza; il mare è coperto da banchi di schiuma e la visibilità è ridotta.
12	Uragano	>63	>32.7	>118	Danni ingenti ed estesi alle strutture.	14	Onde altissime; schiuma e spruzzi riducono molto la visibilità e il mare è tutto bianco.

Figura 3.4: Valori scala Beaufort – scala indicativa della forza del vento

Si ritiene tuttavia di non escludere la possibilità di accadimento, seppur occasionale, di eventi estremi quali tempeste e trombe d'aria, con velocità del vento sensibilmente maggiori, così come è avvenuto nell'ottobre del 2018 con la tempesta Vaia; in quell'occasione i venti raggiunsero velocità equivalenti al grado 12 sulla scala Beaufort, classificata come "uragano".



3.1.5 Temperatura e precipitazioni

La possibilità che si presentino rischi legati alla variazione delle precipitazioni, sia nei valori medi annui che nei valori estremi, influisce in maniera diretta sul rischio di inondazioni. Per quanto riguarda la temperatura, il progetto non prevede la presenza di impianti di riscaldamento/raffrescamento per cui si possono escludere rischi legati ad un maggior dispendio energetico per fare fronte a situazioni di caldo/freddo estremo.

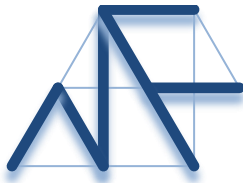
Nel Paragrafo 4.1 si approfondisce la reale portata dei rischi legati a questi fattori.

3.1.6 Sintesi dei rischi climatici da valutare

In Tabella 3.3 si riporta una sintesi dei rischi climatici da sottoporre a più attenta valutazione, in modo tale da definire la vulnerabilità dell'opera e suggerire adeguate soluzioni di adattamento.

Tabella 3.3: Classificazione dei pericoli legati al clima – rischi climatici rilevanti

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	



4. Verifica del rischio e della vulnerabilità climatica

Nel presente paragrafo si riportano alcune considerazioni circa le variazioni e le tendenze degli estremi di temperatura e precipitazione, e sui rischi climatici attesi per il Comune di Palù del Fersina.

La principale fonte di informazioni utilizzata è il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC), nella sua versione aggiornata al dicembre 2022, redatta a cura del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.

L'obiettivo principale del PNACC è fornire un quadro di indirizzo nazionale per l'implementazione di azioni finalizzate a:

- ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici
- migliorare la capacità di adattamento dei sistemi naturali, sociali ed economici
- trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si potranno presentare con le nuove condizioni climatiche.

Tra i vari contenuti del Piano, quello di maggior interesse per la stesura del presente paragrafo è rappresentato dal quadro climatico nazionale, che riporta un'analisi del clima sul periodo di riferimento 1981-2010 e le variazioni climatiche attese sul trentennio centrato sull'anno 2050 (2036-2065), rispetto allo stesso periodo 1981-2010, considerando i tre scenari IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*): RCP8.5 "*Business as usual*", RCP4.5 "*Forte mitigazione*", RCP2.6 "*Mitigazione aggressiva*".

Per le proiezioni future è stato elaborato un quadro climatico basato sull'utilizzo di diversi modelli climatici prodotti dalla comunità scientifica internazionale che ha anche permesso di includere nel documento una valutazione dell'incertezza per i diversi indicatori climatici considerati.

Nello specifico, al fine di supportare la mappatura delle criticità ambientali e delle specificità del contesto a scala regionale e locale con un numero maggiore di informazioni, sono stati considerati 25 indicatori climatici.

La valutazione degli indicatori climatici considerati un primo passo per individuare priorità e strategie di intervento a livello di aree geografiche nazionali. Il set di indicatori analizzati è riportato con maggior dettaglio in Tabella 4.1.

Tali indicatori sono stati calcolati sia in termini assoluti, come valori medi sul periodo di riferimento, che in termini di variazione tra il periodo futuro selezionato e quello di riferimento, utilizzando differenti scenari di concentrazione e molteplici modelli climatici.



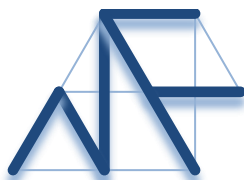
Tabella 4.1: Indicatori di riferimento per il Quadro Climatico del PNACC

Acronimo, definizione indicatore climatico	Variabili fondamentali	Unità di misura dell'indicatore	Unità di misura della variazione climatica	Scala temporale	Pericolo climatico
Temperatura Media (TG): Media della temperatura media giornaliera.	T	°C	+ - °C	stagionale/ annuale	Aumento delle temperature
WD: Giorni caldi - secchi - Numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura media giornaliera e con precipitazione giornaliera minore del 25° percentile della precipitazione giornaliera.	T - Prec	giorni	+ - giorni	annuale	
WW: Giorni caldi - piovosi - Numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura media giornaliera e con precipitazione giornaliera maggiore del 75° percentile della precipitazione giornaliera.	T - Prec	giorni	+ - giorni	annuale	
HDDs: Gradi giorni di riscaldamento - Somma di 18°C meno la temperatura media giornaliera se la temperatura media giornaliera è minore di 15°C.	T	GG	GG o %	annuale	Impatti sulla domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento
CDDs: Gradi giorni di raffrescamento - somma della temperatura media giornaliera meno 21°C se la temperatura media giornaliera è maggiore di 24°C.	T	GG	GG o %	annuale	Impatti sulla domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento
PRCPTOT: Precipitazione cumulata nei giorni piovosi (mm) - Cumulata (somma) della precipitazione per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.	Prec	mm	%	stagionale/ annuale	Dissesto geo-idrologico
R20: Giorni di precipitazioni intense - Numero di giorni con precipitazione superiore a 20 mm.	Prec	giorni	+ - giorni	annuale	Dissesto geo-idrologico
RX1DAY: Valore massimo della precipitazione giornaliera	Prec	mm	%	annuale	Dissesto geo-idrologico
SDII: Indice di intensità di precipitazione giornaliera - Precipitazione media giornaliera nei giorni di precipitazione maggiore o uguale a 1mm.	Prec	mm	%	annuale	Dissesto geo-idrologico
PR99prctile: 99° percentile della precipitazione giornaliera per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.	Prec	mm	%	annuale	Dissesto geo-idrologico
CDD: Giorni consecutivi secchi - Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera minore a 1 mm.	Prec	giorni	+ - giorni	annuale	Siccità
SPI3: Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 3 mesi - Percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI3 calcolato per un periodo di accumulo corto (3 mesi).	Prec	-	%	annuale	Siccità
SPI6: Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 6 mesi - Percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI6 calcolato per un periodo di accumulo medio (6 mesi).	Prec	-	%	annuale	Siccità
SPI12: Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 12 mesi - Percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI12 calcolato per un periodo di accumulo medio (12 mesi).	Prec	-	%	annuale	Siccità
SPI24: Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 24 mesi - Percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI24 calcolato per un periodo di accumulo lungo (24 mesi).	Prec	-	%	annuale	Siccità
PET: Evapotraspirazione Potenziale (con metodo Thornwaite)	Tmin, Tmax, Tmean	mm	%	annuale	Siccità e desertificazione



Ing. Martina Ferrai
Via Giamolle, 22
38051 Borgo Valsugana (TN)
Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975
e-mail: ferrai@isersrl.it
P.IVA 01966070227

CSDI: Indice di durata dei periodi di freddo - Numero totale di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al 10° percentile* della temperatura minima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi.	T	giorni	+ - giorni	annuale	Ondate di freddo
FD: Giorni con gelo - Numero di giorni con temperatura minima giornaliera inferiore a 0°C.	T	giorni	+ - giorni	annuale	Ondate di freddo
WSDI: Indice di durata dei periodi di caldo - Numero totale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile* della temperatura massima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi.	T	giorni	+ - giorni	annuale	Ondate di caldo
FWI: Indice di pericolo incendio (basato su velocità massima del vento, umidità relativa, precipitazione cumulata, temperatura). Tale indice prevede il calcolo di 5 sottoindici: tre sottoindici primari (FFMC, DMC, DC) che rappresentano l'umidità del combustibile; due sottoindici intermedi (ISI, BUI) che rappresentano il tasso di dispersione ed il consumo del combustibile disponibile.	T - Prec - UR - V	-	%	annuale	Incendi
EWS: 98° percentile della velocità massima giornaliera del vento.	V	m/s	%	annuale/ stagionale	Tempeste di vento
SCD: Durata del manto nevoso - Numero di giorni nella stagione nivale (dal primo novembre di un dato anno al 31 marzo dell'anno successivo) con quantità di neve superficiale giornaliera superiore a 300 mm.	Hn	giorni	+ - giorni	novembre-marzo	diminuzione/assenza di precipitazione nevosa
Humidex5 (giorni): Indice di disagio termico - Misura del calore percepito che risulta dall'effetto combinato dell'umidità e della temperatura - Categoria 5: numero di giorni per anno nel quale l'indice humidex è maggiore di 45°C.	T - UR	giorni	+ - giorni	annuale	Disagio termico
SU95p: Giorni estivi - Numeri di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 29.2°C. Tale indicatore è stato definito per il territorio italiano (PNACC 2018).	T - UR	giorni	+ - giorni	annuale	Disagio termico
TR (giorni): Notti tropicali - Numero di giorni con temperatura minima giornaliera superiore a 20°C.	T - UR	giorni	+ - giorni	annuale	Disagio termico



L'analisi del clima sul periodo di riferimento 1981-2010 è stata effettuata utilizzando il dataset osservativo grigliato E-OBS. La valutazione degli indicatori climatici è stata effettuata suddividendo il territorio nazionale in 5 aree geografiche: Nord-ovest, Nord-est, Centro, Sud, Isole.

In Tabella 4.2 sono riportati i valori medi degli indicatori ottenuti per l'area geografica Nord-est, nella quale rientra il Comune di Palù del Fersina. Inoltre, nella colonna “+/-DS”, è riportata la deviazione standard, come stima della variabilità spaziale degli indicatori selezionati all'interno dell'area geografica.

Tabella 4.2: Valori medi annuali degli indicatori climatici per il periodo di riferimento per l'area geografica Nord-Est

Indicatore climatico	Valore medio	±DS
TG (°C)	10,1	4,1
WD (giorni)	73	4
WW (giorni)	52	16
HDDs (GG)	3171	1293
CDDs (GG)	97	97
PRCPTOT (mm)	922	288
R20 (giorni)	11	6
RX1DAY (mm)	51	15
SDII (mm)	10	2
PR99prtile (mm)	46	12
CDD (giorni)	33	4
SPI3 classe siccità severa (%)	5	1
SPI3 classe siccità estrema (%)	3	1
SPI6 classe siccità severa (%)	5	1
SPI6 classe siccità estrema (%)	2	1
SPI12 classe siccità severa (%)	4	1
SPI12 classe siccità estrema (%)	2	1
SPI24 classe siccità severa (%)	4	2
SPI24 classe siccità estrema (%)	2	2
PET (mm)	658	130
CSDI (giorni)	5	2
FD (giorni)	98	56
WSDI (giorni)	8	2
Humidex5 (giorni)	7	9
SU95p (giorni)	28	24
TR (giorni)	9	12

Per valutare le variazioni climatiche degli indicatori per il periodo 2036-2065 (centrato sull'anno 2050), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, sono state utilizzate alcune delle simulazioni del programma EURO-CORDEX disponibili in C3S.

In particolare, gli scenari IPCC considerati nella presente analisi sono:

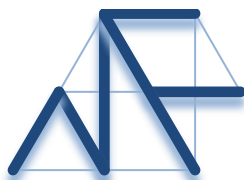


- **RCP8.5 (“Business-as-usual”)** – crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO₂ triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm). Lo scenario RCP 8.5 risulta caratterizzato dal verificarsi di un consumo intensivo di combustibili fossili e dalla mancata adozione di qualsiasi politica di mitigazione con un conseguente innalzamento della temperatura globale pari a +4-5°C rispetto ai livelli preindustriali atteso per la fine del secolo.
- **RCP4.5 (“Forte mitigazione”)** – assumono la messa in atto di alcune iniziative per controllare le emissioni. Sono considerati scenari di stabilizzazione: entro il 2070 le emissioni di CO₂ scendono al di sotto dei livelli attuali (400 ppm) e la concentrazione atmosferica si stabilizza, entro la fine del secolo, a circa il doppio dei livelli pre-industriali. In RCP6.0, le emissioni di CO₂ continuano a crescere fino a circa il 2080; le concentrazioni impiegano più tempo a stabilizzarsi e sono circa il 25% superiori rispetto ai valori di RCP4.5.
- **RCP2.6 (“Mitigazione aggressiva”)** – emissioni dimezzate entro il 2050. Assume strategie di mitigazione ‘aggressive’ per cui le emissioni di gas serra iniziano a diminuire dopo circa un decennio e si avvicinano allo zero più o meno in 60 anni a partire da oggi. Secondo questo scenario è improbabile che si superino i 2°C di aumento della temperatura media globale rispetto ai livelli pre-industriali.

In Tabella 4.3 si riportano i valori delle variazioni climatiche annuali degli indicatori climatici considerati, per il periodo 2036-2065 rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per i tre diversi scenari, nell’area geografica di interesse (Nord-Est).

Tabella 4.3: Valori medi annuali delle variazioni climatiche

Indicatore climatico	RCP2.6	±DS RCP2.6	RCP4.5	±DS RCP4.5	RCP8.5	±DS RCP8.5
TG (°C)	1,1	0,3	1,6	0,3	2,1	0,3
WD (giorni)	19	9	29	11	37	14
WW (giorni)	14	5	18	3	23	3
HDDs (GG)	-334	76	-450	75	-592	79
CDDs (GG)	50	30	86	36	105	51
PRCPTOT (%)	6	6	2	3	4	4
R20 (giorni)	1	1	0	1	1	1
RX1DAY (%)	7	5	7	4	10	5
SDII (%)	5	3	4	2	6	2
PR99prctile (%)	6	3	7	3	10	4
CDD (giorni)	0	1	0	1	0	1
SPI3 classe siccità severa (%)	-1	1	0	1	0	1
SPI3 classe siccità estrema (%)	1	1	1	2	1	1



SPI6 classe siccità severa (%)	-1	1	0	1	-1	1
SPI6 classe siccità estrema (%)	1	2	1	2	1	2
SPI12 classe siccità severa (%)	-1	2	0	2	-1	1
SPI12 classe siccità estrema (%)	0	2	1	2	0	2
SPI24 classe siccità severa (%)	-1	2	0	2	-1	2
SPI24 classe siccità estrema (%)	0	2	1	3	0	3
PET (%)	6	2	8	2	11	2
CSDI (giorni)	-3	2	-4	1	-5	1
FD (giorni)	-15	4	-20	4	-26	5
WSDI (giorni)	18	9	27	10	39	12
Humidex5 (giorni)	2	2	4	3	5	4
SU95p (giorni)	7	4	12	4	14	6
TR (giorni)	7	4	11	5	14	7

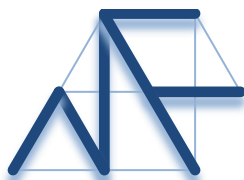
In Tabella 4.4 e Tabella 4.5 si riportano le variazioni di temperatura media e precipitazione cumulata per il periodo centrato sull'anno 2050 (2036-2065) rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, su scala stagionale.

Tabella 4.4: Variazione stagionale della temperatura media

Periodo	Valori medi stagionali 1981-2010 [°C]	RCP2.6 [°C]	RCP4.5 [°C]	RCP8.5 [°C]
Inverno	1,1	1,2	1,7	2,2
Primavera	9,4	0,9	1,2	1,7
Estate	19,1	1,1	1,9	2,2
Autunno	10,6	1,4	1,7	2,4

Tabella 4.5: Variazione stagionale della precipitazione cumulata

Periodo	Valori medi stagionali 1981-2010 [mm]	RCP2.6 [%]	RCP4.5 [%]	RCP8.5 [%]
Inverno	160	12	10	5
Primavera	228	4	1	3
Estate	242	6	-6	0
Autunno	293	5	2	6



L'analisi evidenzia un generale aumento delle temperature per tutti gli scenari considerati (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP8.5), più pronunciato considerando lo scenario RCP 8.5, con incrementi superiori ai 2°C.

Per quanto riguarda le precipitazioni, le proiezioni indicano per l'area geografica Nord-Est un generale aumento delle precipitazioni complessive annue, particolarmente accentuato per lo scenario RCP2.6.

Si evince una generale riduzione dei gradi giorno di riscaldamento (HDDs) ed un aumento generalizzato del pericolo legato alle ondate di caldo, sia in frequenza che in intensità, e a periodi di siccità; contrariamente si attende una generale riduzione delle ondate di freddo, soprattutto nello scenario RCP8.5.

Per quanto riguarda il dissesto idrogeologico, sono state valutate diverse caratteristiche delle precipitazioni intense e dalle analisi si evince un generale incremento sia dei cumuli giornalieri sia dell'intensità e della frequenza degli eventi estremi di precipitazione, specie per lo scenario RCP 8.5. Questo aspetto denota un potenziale aumento del pericolo per fenomeni di frane meteo-indotte e fenomeni di alluvioni che tuttavia necessita di essere studiato con maggior dettaglio locale grazie a modelli di impatto accoppiati con modelli di pericolo.

4.1 Il cambiamento climatico nel Comune di Palù del Fersina

Per valutare il cambiamento climatico nel Comune di Palù del Fersina, in assenza di analisi climatiche locali, le informazioni sono state estrapolate a partire dagli scenari di variazione climatica realizzati a scala nazionale.

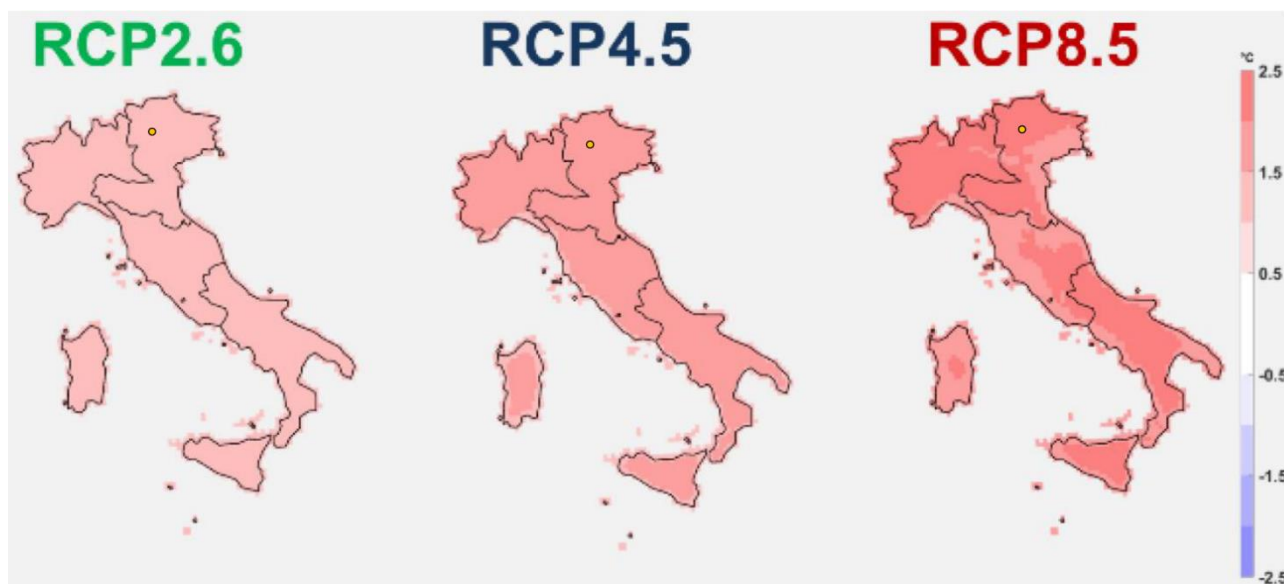
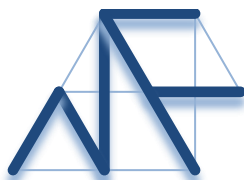


Figura 4.1: Variazione climatica temperatura media. La posizione del Comune di Palù del Fersina è identificata dal cerchio arancione.



La variazione di temperatura media attesa per la zona del Comune di Palù del Fersina è coerente all'andamento previsto per l'area geografica di appartenenza, con un aumento di circa 1-2,5 °C a seconda dello scenario considerato.

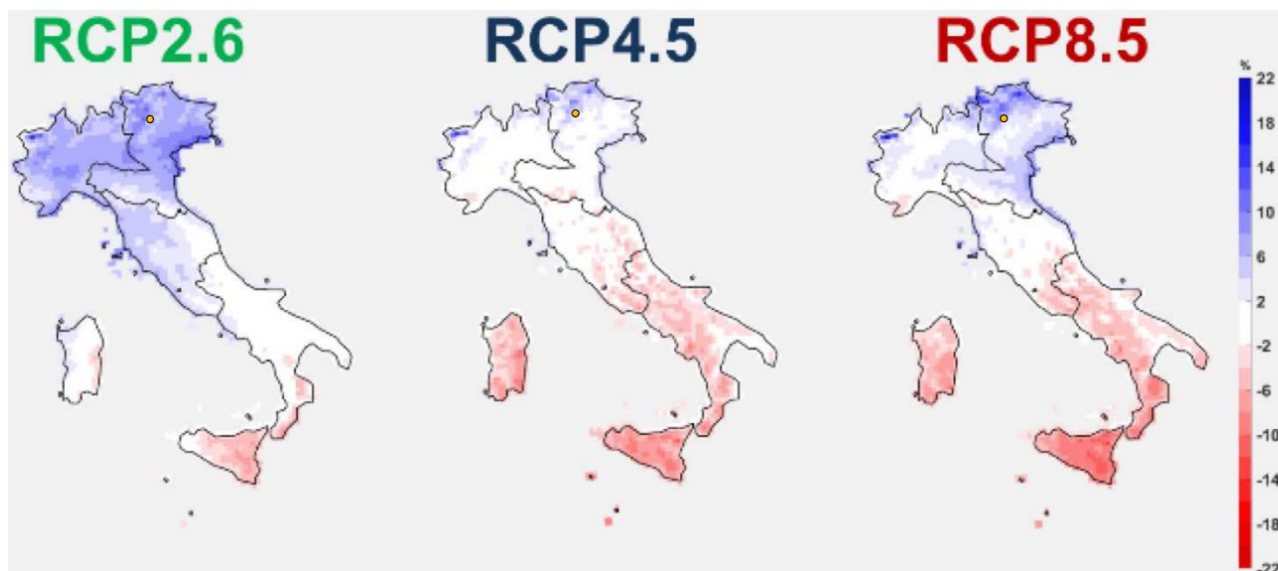


Figura 4.2: Variazione climatica precipitazione. La posizione del Comune di Palù del Fersina è identificata dal cerchio arancione.

La stima della variazione della precipitazione cumulata risulta più incerta, e pur mostrando in generale un aumento delle precipitazioni complessive annue, mostra differenze rilevanti tra i tre diversi scenari. Tale tendenza risulta comunque coerente all'andamento previsto per l'area geografica Nord-Est, con aumento abbastanza intenso delle precipitazioni nello scenario RCP2.6 (tra 6% e 10%) e minore nello scenario RCP4.5 (inferiore a 2%).

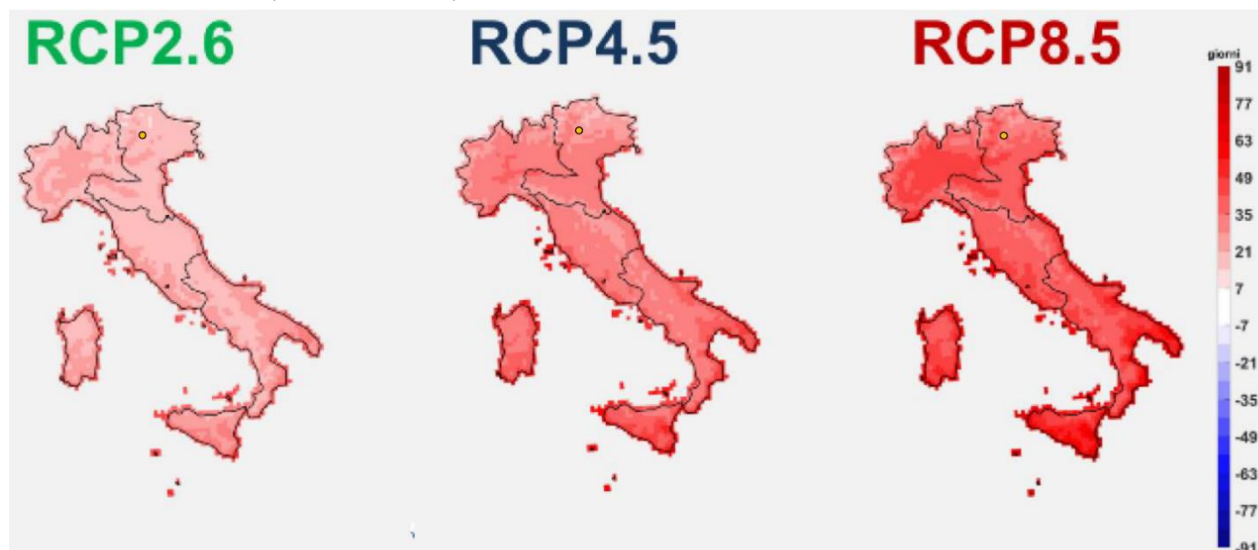
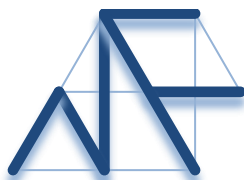


Figura 4.3: Variazione climatica giorni caldi e secchi. La posizione del Comune di Palù del Fersina è identificata dal cerchio arancione.



In Figura 4.3 viene mostrata una tendenza di generale aumento dei giorni caldi e secchi, maggiormente accentuata nello scenario RCP8.5 (circa 35 giorni).

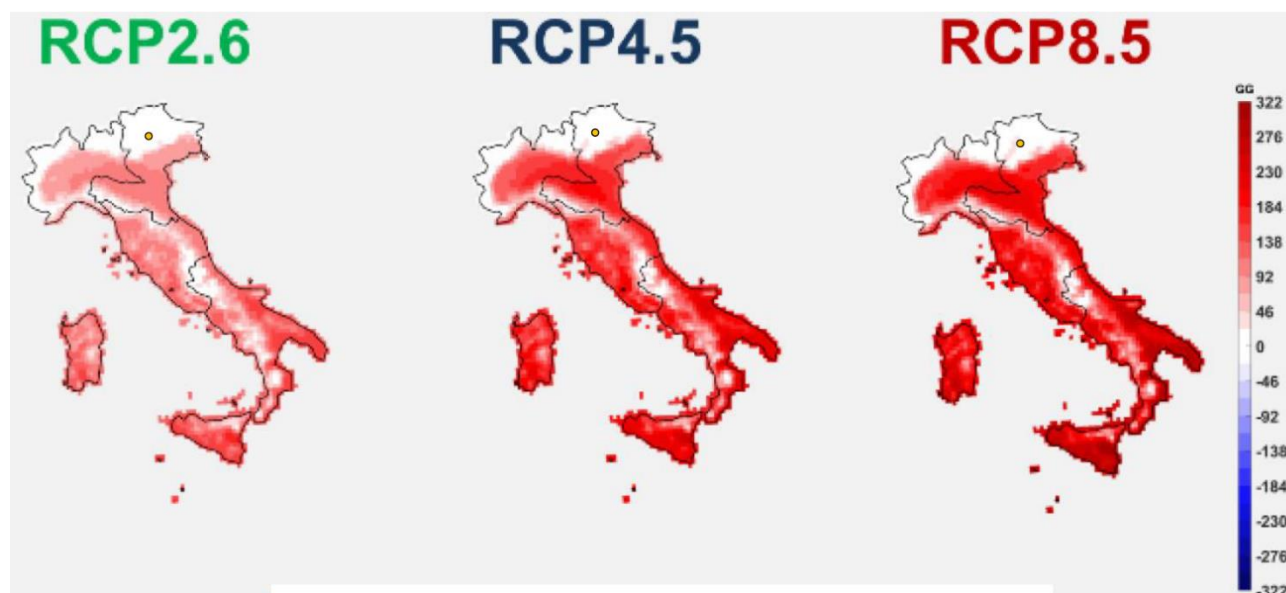


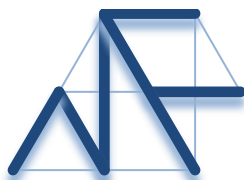
Figura 4.4:Variazione climatica gradi giorno di raffreddamento. La posizione del Comune di Palù del Fersina è identificata dal cerchio arancione.

La Figura 4.4 mostra valori di gradi giorno di raffreddamento sostanzialmente stabili nel tempo.



Figura 4.5:Variazione climatica siccità estrema per 3 mesi. La posizione del Comune di Palù del Fersina è identificata dal cerchio arancione.

Per quanto riguarda il verificarsi di periodi di siccità estrema della durata di 3 mesi, la Figura 4.5 mostra una situazione di sostanziale stabilità.



Ing. Martina Ferrai

Via Giamaolle, 22

38051 Borgo Valsugana (TN)

Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975

e-mail: ferrai@isersrl.it

P.IVA 01966070227

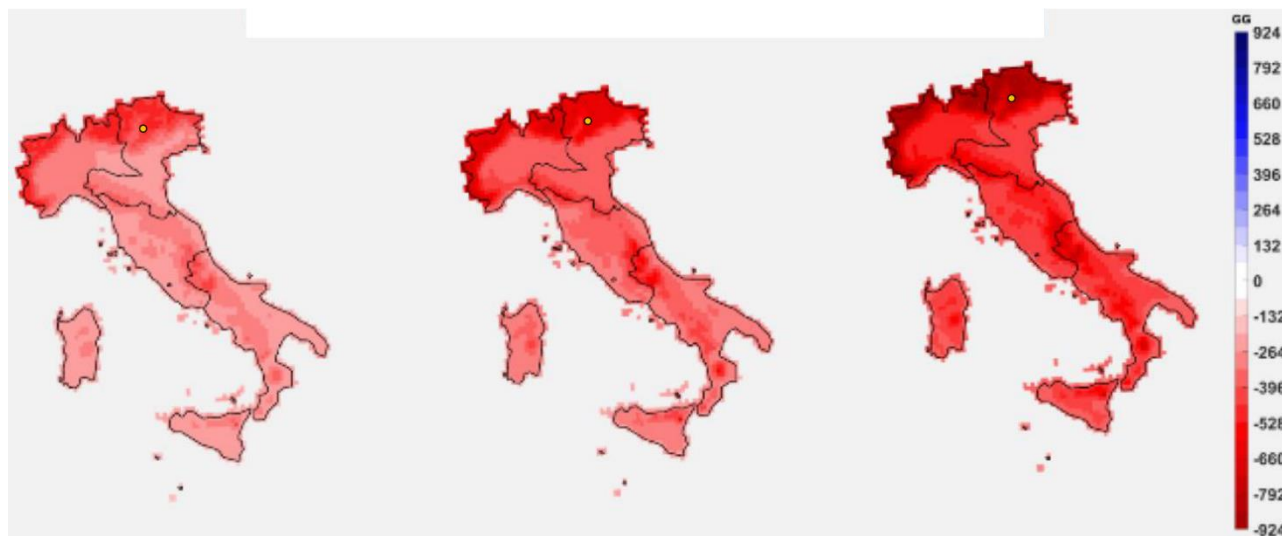


Figura 4.6:Variazione climatica gradi giorno di riscaldamento. La posizione del Comune di Palù del Fersina è identificata dal cerchio arancione.

La Figura 4.6 mostra una decisa tendenza alla diminuzione dei gradi giorno di riscaldamento in tutti e tre gli scenari considerati.

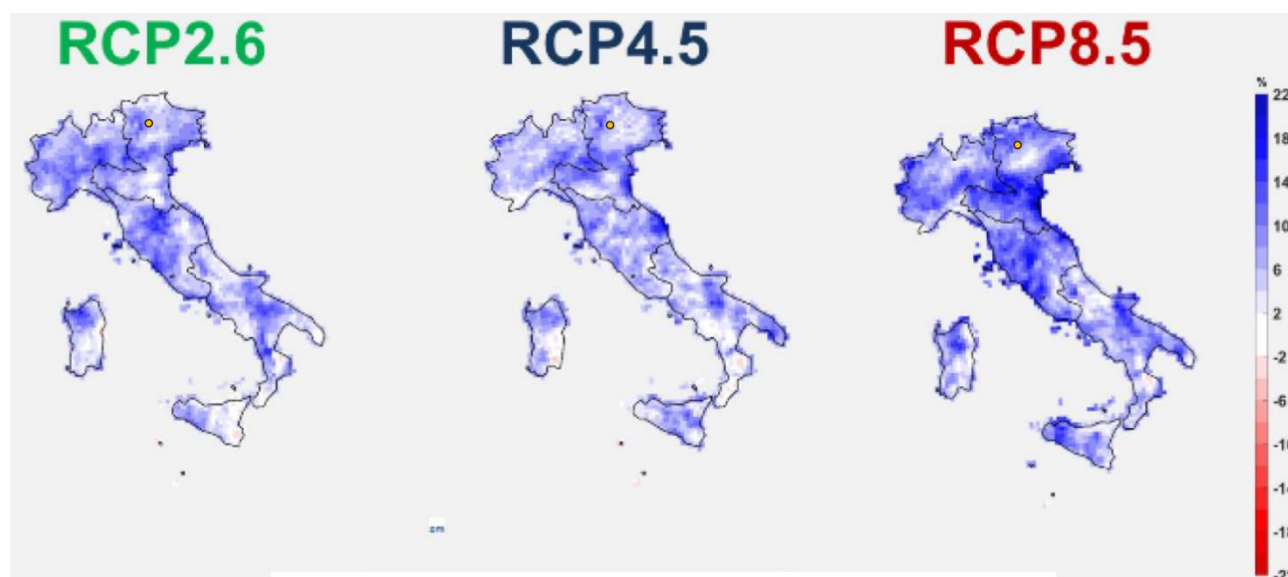
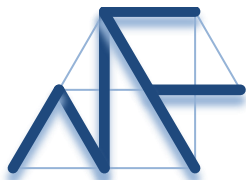


Figura 4.7:Variazione climatica massima precipitazione in 1 giorno. La posizione del Comune di Palù del Fersina è identificata dal cerchio arancione.

In Figura 4.7 viene mostrata una generale tendenza all'aumento del valore massimo di precipitazione giornaliera, particolarmente accentuata nello scenario RCP8.5 (circa 10%).



Ing. Martina Ferrai

Via Giamaolle, 22

38051 Borgo Valsugana (TN)

Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975

e-mail: ferrai@isersrl.it

P.IVA 01966070227

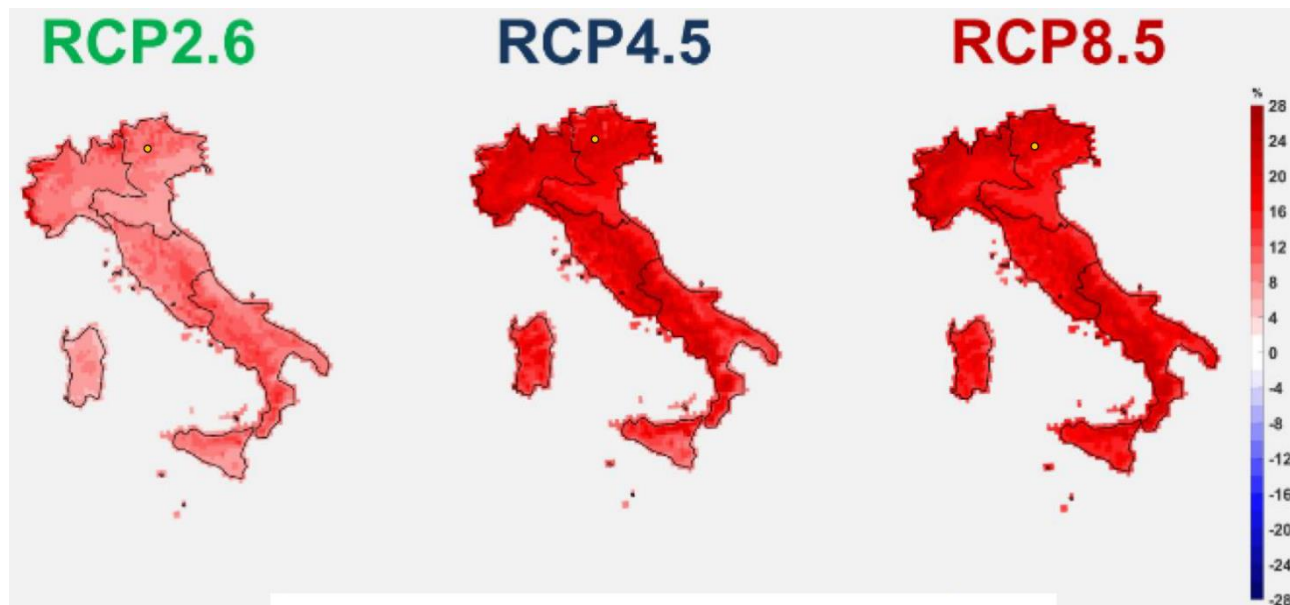


Figura 4.8:Variazione climatica indice di pericolo incendi. La posizione del Comune di Palù del Fersina è identificata dal cerchio arancione.

In tutti gli scenari è mostrato un aumento dell'indice di pericolo incendi, di entità pari a circa il 20% negli scenari RCP4.5 e RCP8.5.

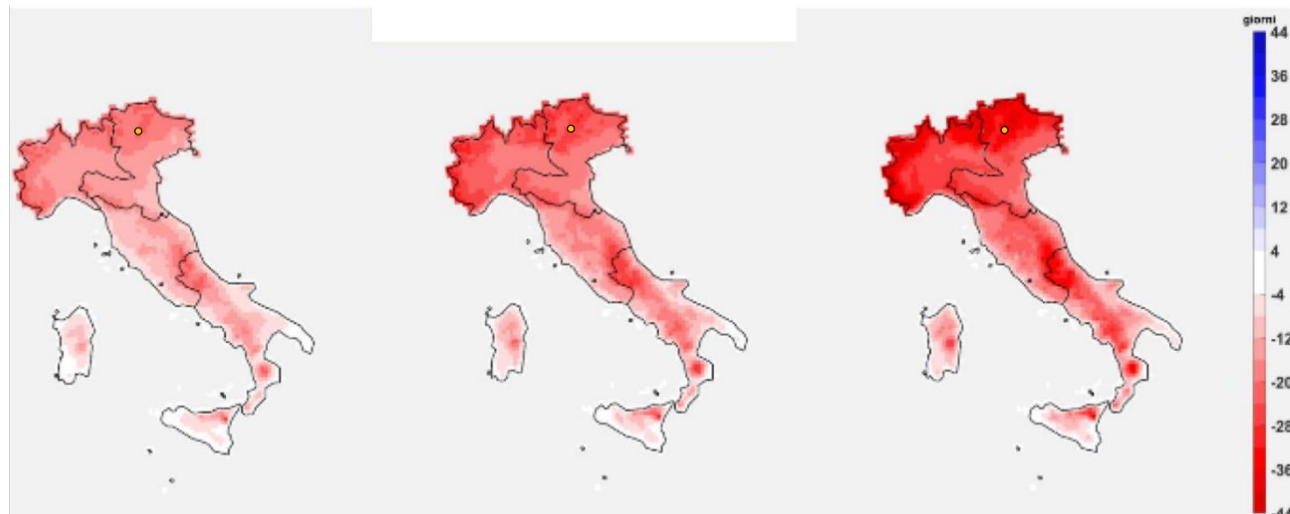


Figura 4.9:Variazione climatica giorni con gelo. La posizione del Comune di Palù del Fersina è identificata dal cerchio arancione.

La Figura 4.9 mostra una generale diminuzione dei giorni di gelo, con valori variabili da circa 12 giorni nello scenario RCP2.6 a 36 giorni nello scenario RCP8.5.



Ing. Martina Ferrai

Via Giamallole, 22
38051 Borgo Valsugana (TN)
Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975
e-mail: ferrai@isersrl.it
P.IVA 01966070227

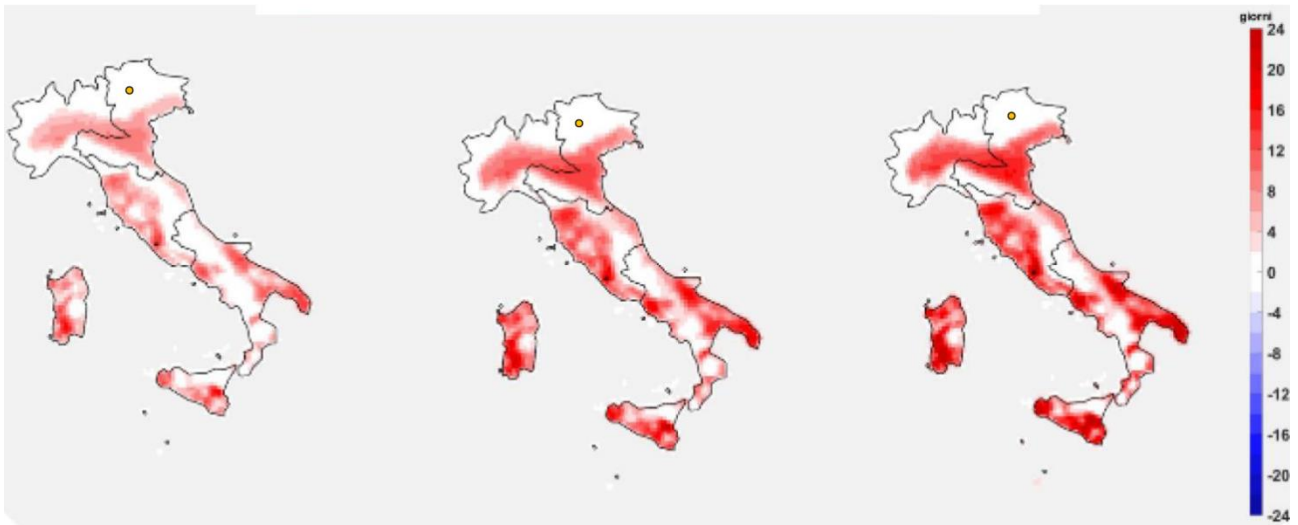


Figura 4.10:Variazione climatica indice di disagio termico. La posizione del Comune di Palù del Fersina è identificata dal cerchio arancione.

In Figura 4.10 viene mostrata una situazione di sostanziale invarianza dell'indice di disagio termico.

In conclusione, l'analisi climatica mostra andamenti analoghi a quelli del resto del Paese, pur con le differenze date dalla localizzazione in un contesto orografico alpino. Le temperature tendono ad aumentare così come gli eventi di precipitazione estremi.



5. Analisi dei rischi e soluzioni di adattamento per il progetto

5.1 Analisi delle vulnerabilità dell'opera

A partire dall'analisi dei rischi effettuata e dallo screening dei rischi ritenuti rilevanti per l'opera, è stato possibile effettuare alcune considerazioni circa la vulnerabilità dell'opera nei riguardi del cambiamento climatico, riportate in Tabella 5.1.

Tabella 5.1: Rischi climatici e vulnerabilità dell'opera individuati per l'opera in esame

Rischi climatici	Vulnerabilità dell'opera
Caldo estremo	Non rilevata; l'opera finita non costituirà un edificio.
Freddo estremo	Non rilevata; l'opera finita non costituirà un edificio.
Precipitazioni estreme	Il verificarsi di precipitazioni sempre più intense potrebbe mettere in crisi i sistemi di intercettazione, gestione e allontanamento delle acque meteoriche e, soprattutto, può influenzare gli eventi di tipo alluvionale torrentizio.
Inondazioni	Le strutture possono essere soggette a danni causati dall'impatto con acqua e detriti.
Siccità	Non rilevata
Tempeste/venti forti	Raffiche di vento ad elevata intensità potrebbero provocare danni indiretti da impatto con oggetti trasportati dal vento.
Frane	Non rilevata
Incendi forestali	Non rilevata
Ghiaccio e neve	Non rilevata

5.2 Soluzioni di adattamento

Con riferimento agli elementi di vulnerabilità riportati in Tabella 5.1, ed escludendo quelli per cui la vulnerabilità risulta "non rilevata", si riportano di seguito gli approfondimenti sulle soluzioni di adattamento già adottate dal progetto o eventualmente adottabili in fase di gestione dell'opera finita.

5.2.1 Caldo estremo

L'intervento consiste nella ricostruzione delle tracce di un edificio. Per quanto sia possibile un'esposizione a ondate di calore, la localizzazione, la tipologia di intervento e il suo utilizzo non lo rendono particolarmente vulnerabile da questo punto di vista. In sostanza si tratta di un'installazione all'aperto che viene utilizzata in modalità non intensive e con presenza di breve durata delle persone.

5.2.2 Freddo estremo



Non è prevista la realizzazione di un impianto di riscaldamento in primo luogo per la tipologia dell'intervento, che è la ricostruzione di parte delle murature sul sedime dell'edificio preesistente. In caso di ondate di freddo intenso l'approccio sarà sostanzialmente di tipo gestionale, con limitazione degli orari di visita o l'indicazione dell'equipaggiamento personale (vestiario idoneo).

5.2.3 Precipitazioni estreme

In caso di precipitazioni estreme è verosimile che l'accesso dell'utenza sia particolarmente ridotto, trattandosi di strutture aperte oggetto di visite culturali che verosimilmente possono avere una riduzione nelle giornate o periodi particolarmente piovosi o nevosi. Le aree circostanti sono a prato, e quindi tendono a favorire l'infiltrazione della precipitazione.

5.2.4 Inondazioni

Il rischio di inondazioni è associato a eventi di tipo calamitoso che, sulla base della conformazione del bacino del torrente Fersina e della zona in esame, come peraltro evidenziato dalla classificazione della carta di sintesi della pericolosità, possono potenzialmente interessare l'area.

In ogni caso, le azioni per rendere le strutture meno vulnerabili sono essenzialmente di tipo gestionale, adottando da parte del gestore procedure che consentano di avere informazioni da parte dei canali istituzionali preposti in merito agli eventi in previsione (alluvioni), con limitazione dell'accesso in caso di alta probabilità di eventi calamitosi.

Il tipo di struttura in sé è poco vulnerabile rispetto agli eventi dal momento che si tratta di strutture aperte e non sono previsti impianti tecnologici particolarmente soggetti a danni legati a questo tipo di evento.

5.2.5 Siccità

Vista la tipologia delle strutture e del contesto ambientale circostante, l'effetto dei periodi siccitosi non influenza di per sé la fruibilità dell'area. Non è prevista irrigazione delle aree verdi circostanti.

5.2.6 Tempeste/venti forti

La tipologia delle strutture le rende poco suscettibili al degrado legato ai venti forti.



Ing. Martina Ferrai

Via Giamolle, 22

38051 Borgo Valsugana (TN)

Tel. 0461.240434 – Fax 0461.019975

e-mail: ferrai@isersrl.it

P.IVA 01966070227

6. Conclusioni

Il rapporto, partendo da dati e valutazioni sulla vulnerabilità climatica della macro-regione e del Comune di Palù del Fersina, in particolare sulla base dei contenuti del *PNACC*, e sulla base degli elementi progettuali, ha individuato i fattori climatici più rilevanti per la struttura.

A partire da questa individuazione, sono stati delineati gli aspetti principali attraverso i quali il **rischio può concretizzarsi sulle strutture** e sono state esposte le **soluzioni di adattabilità**, prevalentemente legate all'intervento in **progetto** stesso, e in parte legate a **misure gestionali**, per rendere le strutture più adatte nei confronti dei rischi climatici di rilievo.

Borgo Valsugana, ottobre 2024



ing. Martina Ferrai