

**Variante alla S.S. 45 "Val di Trebbia"**  
**Comuni di Torriglia e Montebruno**  
**dal Km 31+500 (Costafontana) al Km 35+600 (Montebruno)**  
**2° stralcio funzionale**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

**I PROGETTISTI:**

*Ing. Giuseppe Danilo Malgeri*  
*Ordine Ing. di Roma n. A34610*

*Ing. Angelo Dandini*  
*Ordine Ing. di Frosinone n. A918*

*Geol. Maurizio Martino*  
*Ordine Geologi del Lazio n. 457*

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

*Arch. Roberto Roggi*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :**

*Ing. Fabrizio Cardone*

PROTOCOLLO

DATA

**ADDENDUM ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**RISCHIO CLIMATICO E VULNERABILITA'**

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.		
DPGE03	D	1701	A	-
		CODICE ELAB.		
		T00IA10AMBRE02		
C				
B				
A	Emissione a seguito di Richiesta Integrazioni prot. CTVA 7867	Gen. 2023		
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

**"S.S. n. 45 "Val Trebbia"**

**Variante alla S.S. 45 di "Val Trebbia". Comuni di Torriglia e Montebruno  
dal km 31+500 (Costafontana) al km 35+600 (Montebruno). 2° stralcio funzionale**

*Progetto Definitivo*

**ADDENDUM ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE:  
RISCHIO CLIMATICO E VULNERABILITÀ**

---

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ANALISI DEI DATI STORICI OSSERVATI</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI DI RESILIENZA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI</b> .....	<b>5</b>
3.1	Analisi del cambiamento climatico atteso di area vasta .....	7
3.2	Stima dei cambiamenti climatici sull'area della provincia di Genova.....	11
3.3	Stima conclusiva dei dati previsionali (valutazione CMCC).....	17
<b>4</b>	<b>PERICOLI LEGATI AL CLIMA E AL CAMBIAMENTO CLIMATICO</b> .....	<b>18</b>
4.1	Interventi di progetto – Variante alla S.S45 di “Val Trebbia” .....	18
4.2	Classificazione dei Pericoli legati al clima secondo l’Appendice A dei Criteri di Vaglio Tecnico.....	23
4.3	Fattore Temperatura (Cambiamento e Variabilità della Temperatura, Stress termico, Ondate di calore e/o di freddo, Incendio di incolto) .....	24
4.4	Fattore vento (Cambiamento del regime dei venti, tempeste, trombe d’aria) .....	27
4.5	Fattore Acque (Variabilità del regime delle precipitazioni e idrologica, stress idrico, forti precipitazioni, siccità).....	30
4.6	Fattore Massa Solida (Degradazione ed Erosione del suolo, Soliflusso, Frane, Subsidenza) .....	34
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>37</b>

---

## 1 PREMESSA

L'analisi sviluppata fa riferimento al Progetto definitivo della Variante alla S.S.45 di "Val Trebbia", dal km 31+500 al km 35+600 – 2° stralcio funzionale.



Figura 1 - SS45 Val di Trebbia – Stralcio 2 – Inquadramento della S.S.45 e rappresentazione dell'intervento in progetto (linea grigia)

Nel documento viene effettuata la valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità, in ottemperanza a quanto indicato dai Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 6.15 (Infrastrutture che consentono il trasporto su strada e il trasporto pubblico) nell'Allegato II al Regolamento Delegato EU 2021/2139 del 4/06/21, e in Appendice A, al fine di dimostrare l'applicabilità del criterio DNSH all'obiettivo ambientale "Adattamento ai cambiamenti climatici".

Tale analisi è stata organizzata in una prima parte nella quale sono stati analizzati i dati climatici storici e previsionali connessi ai cambiamenti climatici in atto con particolare riferimento all'area di progetto. Le proiezioni climatiche sono state riportate utilizzando metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (IPPC/CMCC).

Nella seconda parte viene effettuata una valutazione qualitativa degli impatti connessi ai pericoli climatici applicabili, organizzata per fattori climatici, ed infine una valutazione della vulnerabilità e delle soluzioni di adattamento previste.

## 2 ANALISI DEI DATI STORICI OSSERVATI

L'attuale rete di rilevamento dei dati idro-meteorologici della Regione Liguria è chiamata OMIRL (Osservatorio Meteo Idrologico della Regione Liguria) ed è costituita complessivamente da circa 190 stazioni e gestita in virtù della L.R. 20/2006 dal Centro Funzionale Meteo Idrologico di Protezione Civile (CFMI-PC) di ARPAL per conto della Regione Liguria – Settore Protezione Civile.

L'insieme delle stazioni può essere suddiviso in due categorie.

- a) n° 174 stazioni con sistemi di memorizzazione automatica del dato e di invio degli stessi in telemisura;
- b) n° 12 stazioni meccaniche tradizionali con registrazione del dato su supporto cartaceo (non oggetto del servizio manutenzione).

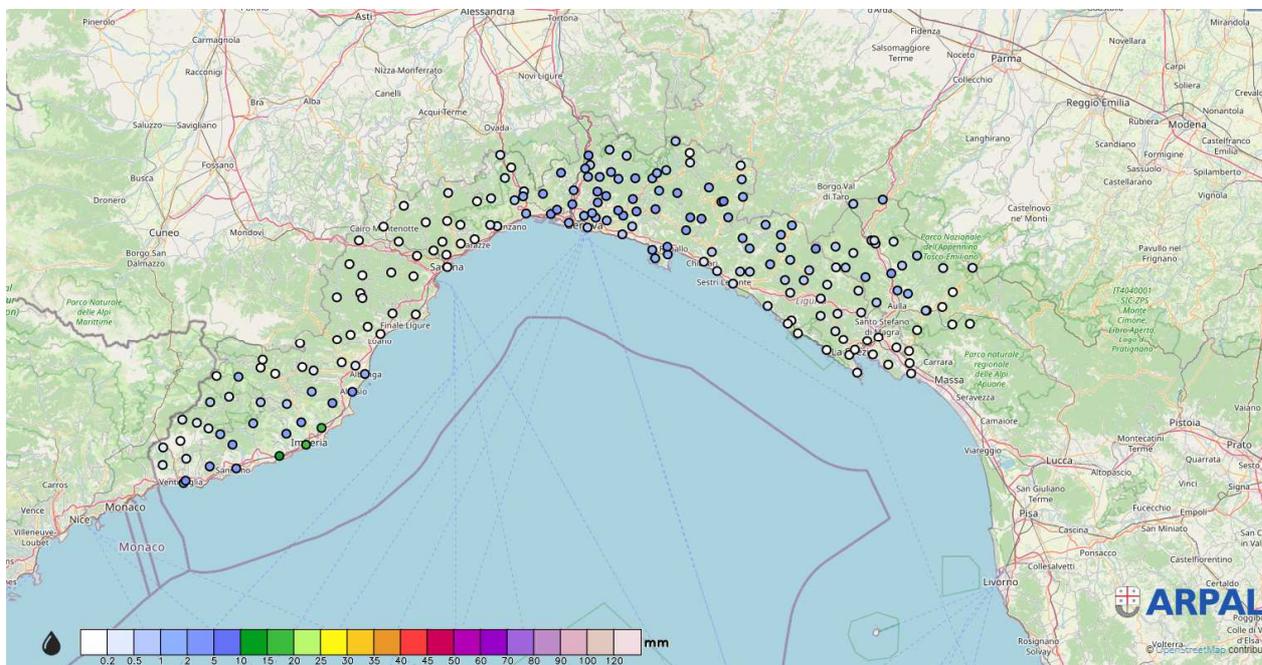


Figura 2- Mappa delle Stazioni Pluviometriche - ARPAL Liguria

Il sistema - realizzato nel periodo 1998-2000 - consente il monitoraggio continuo delle condizioni meteorologiche sul territorio regionale, attraverso circa 70 stazioni periferiche che trasmettono i dati rilevati dai sensori verso il Centro di Controllo

Il segnale viaggia su una rete di ripetitori dedicati che consente la copertura del territorio ligure in percentuale superiore al 90% e l'acquisizione di tutti i dati rilevati in circa 5 minuti.

Il Centro di Controllo è costituito da un sistema Hardware/Software che consente:

- l'acquisizione dei dati sia delle centraline direttamente connesse via dorsale radio che di quelle delle altre reti integrate;

- l'archiviazione dei dati in un unico Data Base relazionale;
- la validazione dei dati rilevati;
- l'elaborazione statistica degli stessi;
- la visualizzazione di tutta la rete su un quadro sinottico;
- la redistribuzione dei dati ad altri utenti.

Il Centro di Acquisizione è costituito da un'architettura di tipo Client-Server su LAN a 100 Mbit/s, dove tutte le funzionalità di acquisizione e gestione dei dati sono concentrate sul Server, mentre ai Client sono riservate le operazioni di presentazione dei dati e di gestione del colloquio con l'operatore.

Inoltre sul territorio, presso utenti definiti come a "massima visibilità" sono installati altri Client che attraverso opportuni collegamenti telematici sono in grado non solo di visualizzare i dati acquisiti ma anche di interrogare direttamente le stazioni.

Al fine di ricostruire l'analisi meteoroclimatica dell'area di studio, vengono riportate le serie storiche degli ultimi dieci anni (2012-2021) dei parametri significativi ai fini della valutazione del rischio climatico e analisi della vulnerabilità, quali Temperatura, Precipitazioni e Vento.

La centralina meteorologica più vicina all'area di progetto è quella di Torriglia, situata a circa 5 km, (Località Torriglia – Lat. 44.51685 Lon 9.15962, quota s.l.m. 769m), e dispone di sensori per il rilevamento dei seguenti parametri.

PARAMETRO	Unità di Misura
Temperatura	° C
Precipitazioni	mm cumulati



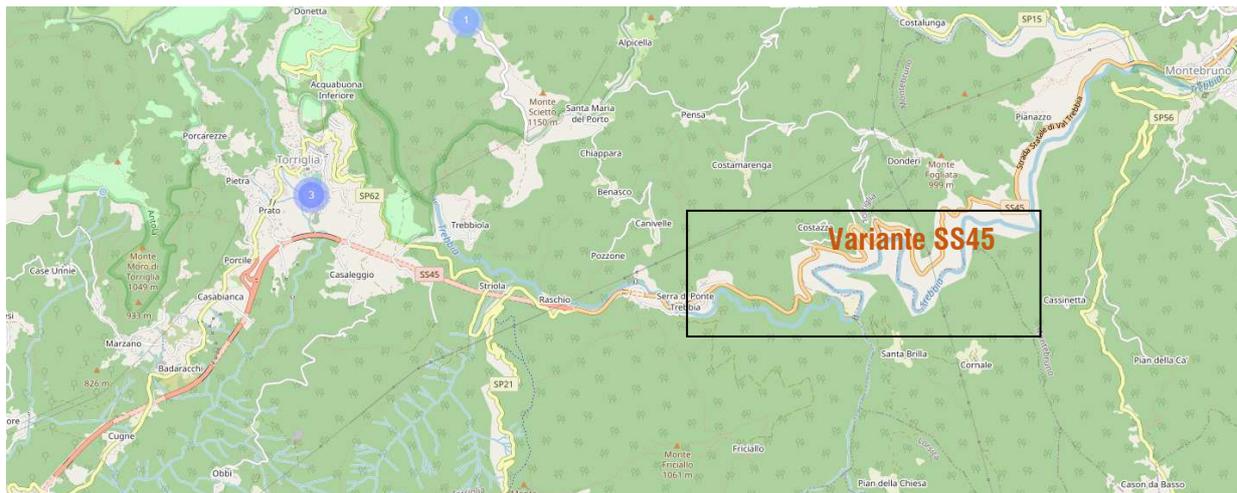
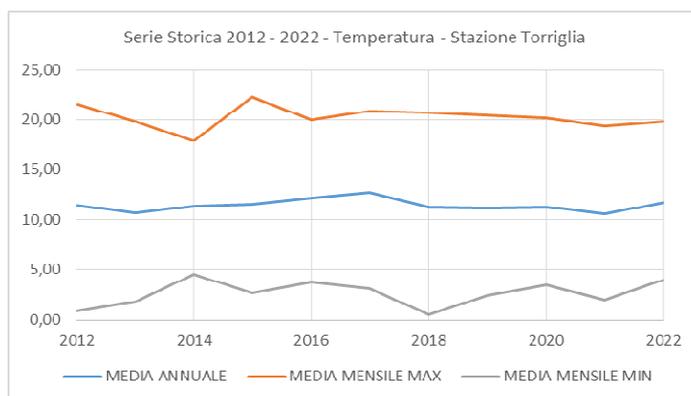
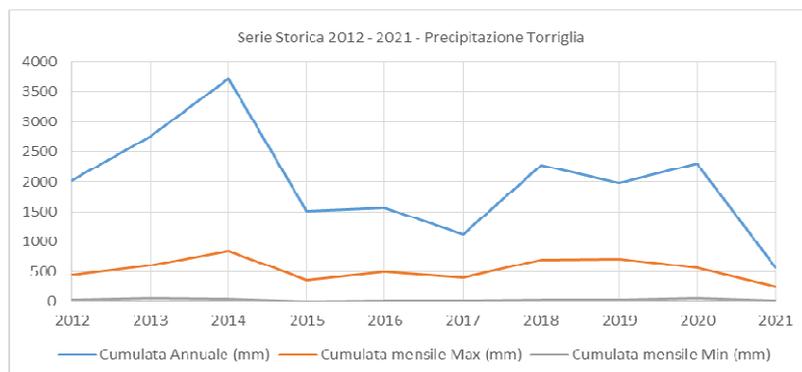


Figura 3 - Stazione meteorologica di Torriglia – ARPAL Liguria



MESE	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Gennaio</b>	3,9	3,7	4,5	4,1	3,7	8,6	5,1	2,4	4,3	2	4
<b>Febbraio</b>	0,8	1,8	4,6	2,7	4,9	10	0,5	5,3	5,9	5,4	5,3
<b>Marzo</b>	9,1	4,5	7,5	7	6	13,6	3,8	7,5	6	6,2	5,3
<b>Aprile</b>	9,1	10,5	10,4	10	10,8	18,9	11,9	9	10,4	7,7	8,7
<b>Maggio</b>	13,4	11,8	12,5	14	12,4	20	13,9	10,2	14,4	11,5	14,5
<b>Giugno</b>	18,5	15,9	17,3	17,9	16,4	20,9	17,4	18,6	16,2	18,1	18,5
<b>Luglio</b>	20,1	19,8	17,9	22,3	20	13,7	20,2	20,4	19,7	19,4	19,8
<b>Agosto</b>	21,6	19,2	17,7	19,7	19,5	11,8	20,7	20,1	20,2	19,1	18,3
<b>Settembre</b>	16,3	15,5	15,9	14,8	17,1	6,6	16,6	16	16,5	16,5	14,8
<b>Ottobre</b>	12,7	12,6	13,1	10,7	10,4	3,1	13	12,5	10	10,6	12,5
<b>Novembre</b>	8,6	7,1	9,2	8,3	-	-	7,5	6,9	8,1	7	7,5
<b>Dicembre</b>	3,7	5,2	5,5	6,7	-	-	4,8	5,5	3,4	4	-
<b>MEDIA ANNUALE</b>	11,48	10,63	11,34	11,52	12,12	12,72	11,28	11,20	11,26	10,63	11,75
<b>MEDIA MENSILE MAX</b>	21,60	19,80	17,90	22,30	20,00	20,90	20,70	20,40	20,20	19,40	19,80
<b>MEDIA MENSILE MIN</b>	0,80	1,80	4,50	2,70	3,70	3,10	0,50	2,40	3,40	2,00	4,00

Figura 4- TEMPERATURA 2012-2022 Stazione meteo Torriglia – Regione Liguria



Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Gennaio</b>	76,2	156	693	101,6	201,4	-	199	87,2	177,4	51,2
<b>Febbraio</b>	45,4	56,4	475	193,6	489,6	-	56,2	194,8	87	-
<b>Marzo</b>	105	420,4	204,4	71	215,2	148,2	348,8	52,6	243,8	-
<b>Aprile</b>	363,2	277,2	136,8	101,2	15,8	60,2	232,6	394	52,4	78,8
<b>Maggio</b>	170,6	254,2	106,2	48,6	193,6	118	160,2	119	219,6	-
<b>Giugno</b>	71	98	61	110,8	89,6	33,6	94,4	-	174,6	-
<b>Luglio</b>	24,2	96,4	119,2	3,6	53,4	14	91,2	-	69,8	7,4
<b>Agosto</b>	60,4	98	181	138	23	24,6	96,8	28	65,6	-
<b>Settembre</b>	226,2	111	40	362,6	129,4	127	25	75	108	70
<b>Ottobre</b>	317,4	291,8	725,4	272,4	154,2	32,8	690,2	314,8	566,6	96,6
<b>Novembre</b>	439,4	295,6	845	17,6	-	167,4	177,2	713	50,6	255,8
<b>Dicembre</b>	121,8	600,2	133,6	89,6	-	402,6	101,8	491,4	-	-
<b>Cumulata Annuale (mm)</b>	2020,8	2755,2	3720,6	1510,6	1565,2	1128,4	2273,4	1978,4	2306,8	559,8
<b>Cumulata mensile Max (mm)</b>	439,4	600,2	845	362,6	489,6	402,6	690,2	713	566,6	255,8
<b>Cumulata mensile Min (mm)</b>	24,2	56,4	40	3,6	15,8	14	25	28	50,6	7,4

Figura 5 - PRECIPITAZIONI 2012-2021 Stazione meteo Torriglia – Regione Liguria

### 3 ANALISI DI RESILIENZA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

L'analisi del cambiamento climatico viene effettuata a scala mondiale dall'Ente Intergovernativo per i Cambiamenti Climatici (IPCC - Intergovernmental Panel for Climate Change) che, a cadenza regolare, circa ogni 5-6 anni, emette un report di sintesi basato su proiezioni future.

Tali previsioni vengono effettuate attraverso una serie di Modelli a Circolazione Globale (GCM – Global Circulation Model) che, attraverso la formulazione di diversi scenari di previsione, consentono di effettuare una stima futura (generalmente con un orizzonte temporale di cento anni) delle principali grandezze fisico-atmosferiche.

Gli scenari di previsione, RCP (Representative Concentration Pathways), vengono elaborati sulla base delle previsioni di concentrazione di CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2eq</sub>/anno) secondo 4 livelli, sono scenari climatici espressi in termini di concentrazioni di gas serra piuttosto che in termini di livelli di emissioni. Il numero associato a ciascun RCP si riferisce al Forzante Radiativo (Radiative Forcing – RF) espresso in unità di Watt per metro quadrato (W/m<sup>2</sup>) ed indica l'entità dei cambiamenti climatici antropogenici entro il 2100 rispetto al periodo preindustriale: ad esempio, ciascun RCP mostra una diversa quantità di calore addizionale immagazzinato nel sistema Terra quale risultato delle emissioni di gas serra.

In particolare, tra gli scenari IPCC principalmente adottati per effettuare le simulazioni climatiche ad alta risoluzione, qui si propongono:

- RCP8.5 (comunemente associato all'espressione "Business-as-usual", o "Nessuna mitigazione") – crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Tale scenario assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO2 triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm).
- RCP4.5 ("Forte mitigazione") – assume 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 e la concentrazione atmosferica si stabilizza, entro la fine del secolo, a circa il doppio dei livelli preindustriali.

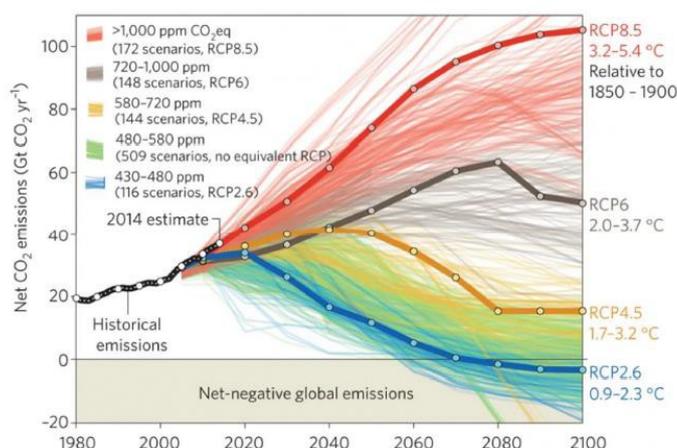


Figura 6- Scenari di emissione di CO2 con RCP2.6, 4.5, 6, 8.5 (Fonte: IPCC - Assessment Report (AR5))

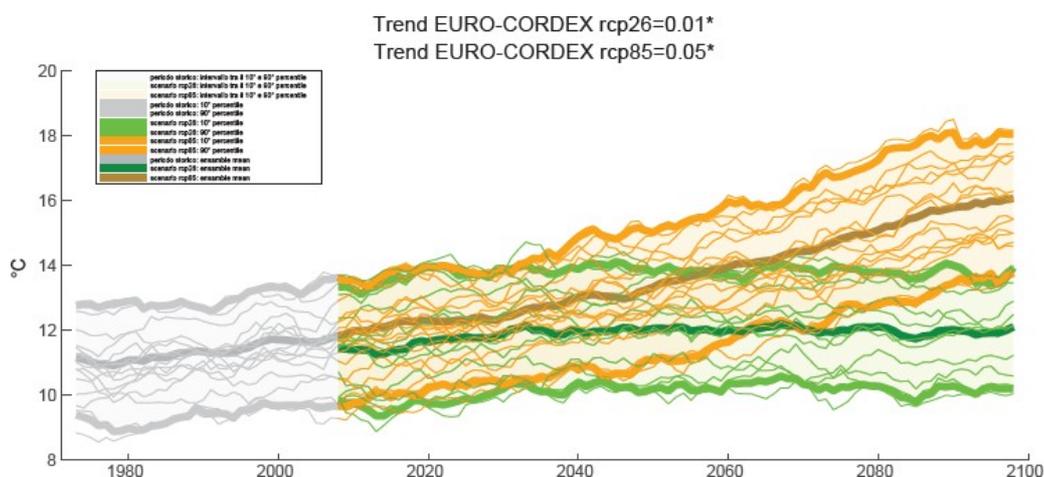


Figura 7- Proiezioni della temperatura media sull'Italia dall'ensemble EURO-CORDEX con gli scenari più estremi RCP2.6 e RCP8.5 (Fonte: CMCC Report I cambiamenti climatici in Italia - Analisi del Rischio – 2020)

### 3.1 Analisi del cambiamento climatico atteso di area vasta

Ai fini di questo studio si fa riferimento alle analisi eseguite dal CMCC (Centro Euro-Mediterraneo per il Cambiamento Climatico - <https://www.cmcc.it/it>) attraverso il modello RCM COSMO-CLM.

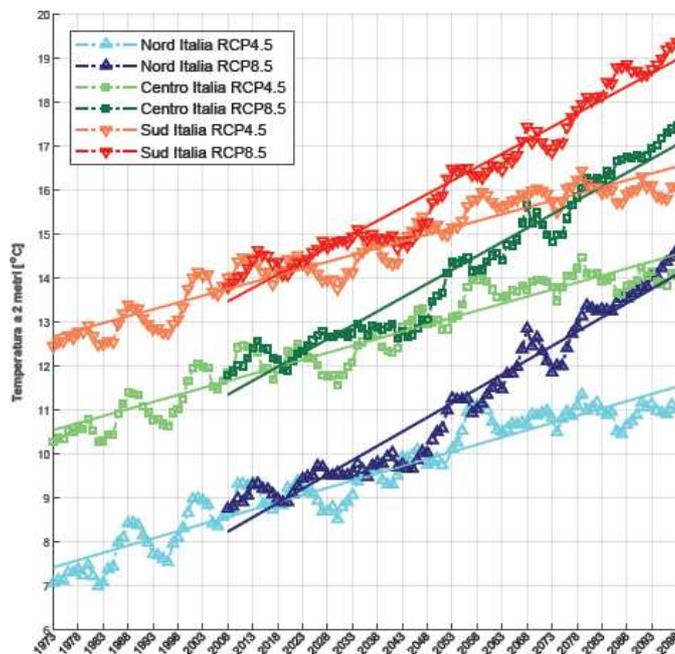


Figura 8- Proiezioni della temperatura media dalla simulazione climatica eseguita con COSMO-CLM sull'Italia con gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 (Fonte: CMCC)

Gli output presi a riferimento sono le precipitazioni e le temperature medie annuali previste secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 per i 3 periodi previsionali 2021-2050, 2041-2070 e 2071-2100 rispetto al periodo storico di riferimento 1981-2010.

**Scenario RCP8.5** (comunemente associato all'espressione "Business-as-usual", o "Nessuna mitigazione") – crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Tale scenario assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO<sub>2</sub> triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm).

**Scenario RCP4.5** ("Forte mitigazione") – assume la messa in atto di alcune iniziative per controllare le emissioni. Sono considerati scenari di stabilizzazione: entro il 2070 le emissioni di CO<sub>2</sub> scendono al di sotto dei livelli attuali e la concentrazione atmosferica si stabilizza, entro la fine del secolo, a circa il doppio dei livelli preindustriali.

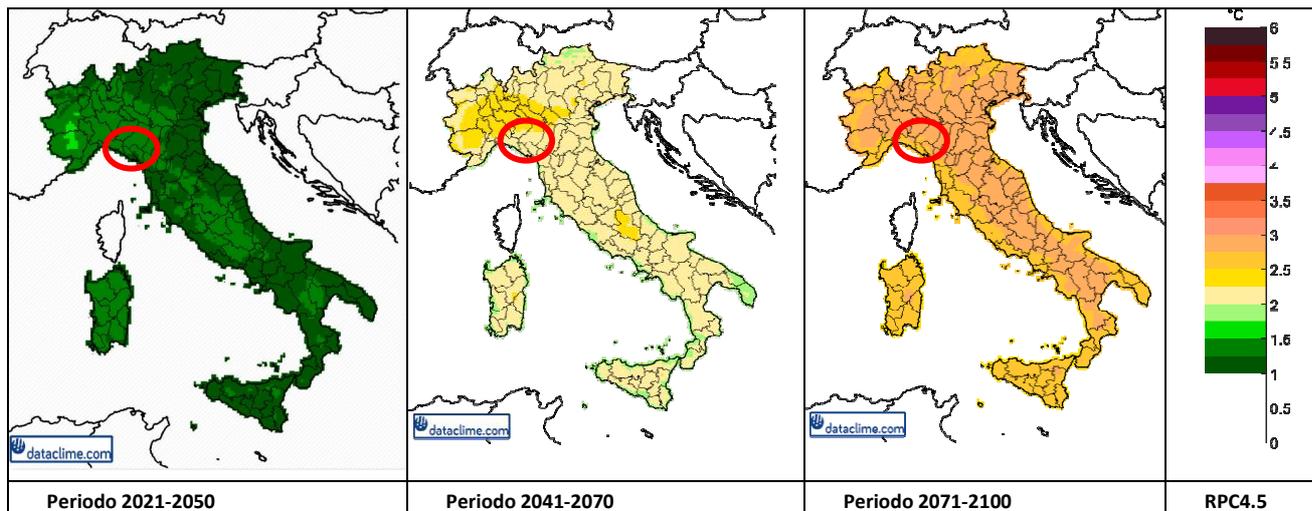


Figura 9 - RCP 4.5 – Previsione della Media annuale della temperatura media giornaliera [°C], per i tre periodi previsionali 2021-2050, 2041-2070, 2071-2100. Evidenziata in rosso la Provincia di Genova - Le mappe indicano le anomalie in termini di valori medi rispetto al periodo di riferimento 1981-2010 (Fonte: CMCC)

Per lo scenario RCP4.5 si prevede, in provincia di Genova:

- per il periodo 2021-2050: un aumento di temperatura compreso tra 1,25 ÷ 1,5 °C
- per il periodo 2041-2070: un aumento di temperatura compreso tra 2,0 ÷ 2,25 °C
- per il periodo 2071-2100: un aumento di temperatura compreso tra 2,25 ÷ 2,75 °C

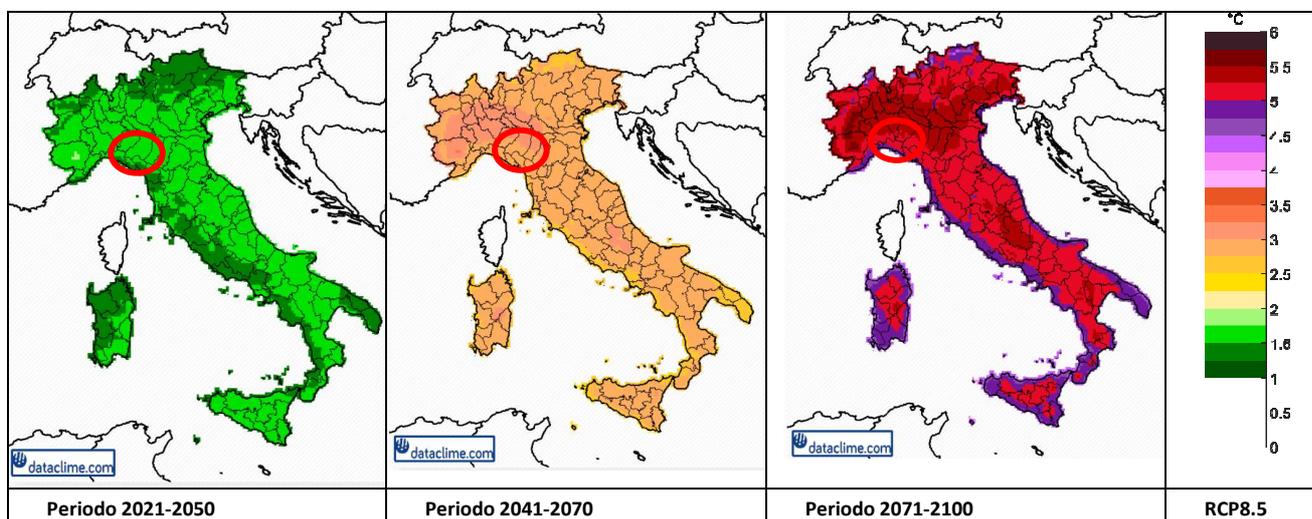


Figura 10 - RCP 8.5 – Previsione della Media annuale della temperatura media giornaliera [°C], per i tre periodi previsionali 2021-2050, 2041-2070, 2071-2100. Evidenziata in giallo la Provincia di Genova. Le mappe indicano le anomalie in termini di valori medi rispetto al periodo di riferimento 1981-2010 (Fonte: CMCC)

Per lo scenario RCP8.5 si prevede, in provincia di Genova:

- per il periodo 2021-2050: un aumento di temperatura compreso tra 1,5 ÷ 1,75 °C
- per il periodo 2041-2070: un aumento di temperatura compreso tra 2,75 ÷ 3,0 °C
- per il periodo 2071-2100: un aumento di temperatura compreso tra 4,75 ÷ 5,75 °C

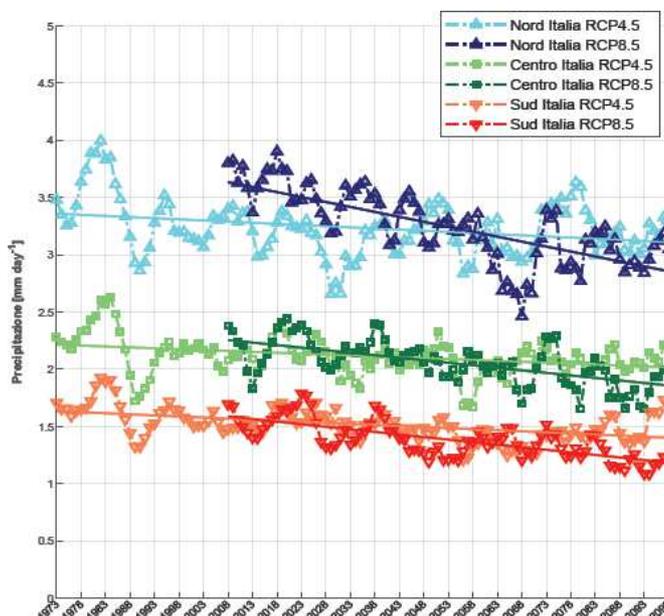


Figura 11 - RCP 4.5 – Proiezioni delle precipitazioni medie dalla simulazione climatica eseguita con COSMO-CLM sull'Italia con gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 (Fonte: CMCC)

Le precipitazioni vengono analizzate in termini di “eventi intensi” facendo riferimento al numero di giorni all’anno con piogge superiori a 20 mm (R20). Inoltre, si considera anche il 95° percentile delle precipitazioni (PR95), ovvero il valore nella distribuzione delle precipitazioni cui corrisponde il 5% di probabilità di essere superato, al fine di effettuare una stima di “magnitudo” degli eventi.

Per lo **scenario RCP4.5**, in provincia di Genova, si prevedono in termini di R20, variazioni contenute.

- per il periodo 2021-2050: R20 compreso tra -2 ÷ 0 eventi (giorni/anno)
- per il periodo 2041-2070: R20 compreso tra -2 ÷ 0 eventi (giorni/anno)
- per il periodo 2071-2100: R20 compreso tra 0 ÷ +2 eventi (giorni/anno)

Situazione leggermente superiore per lo **scenario RCP8.5**.

- per il periodo 2021-2050: R20 compreso tra 0 ÷ +2 eventi (giorni/anno)
- per il periodo 2041-2070: R20 compreso tra -2 ÷ 0 eventi (giorni/anno)
- per il periodo 2071-2100: R20 compreso tra 0 ÷ +2 eventi (giorni/anno)

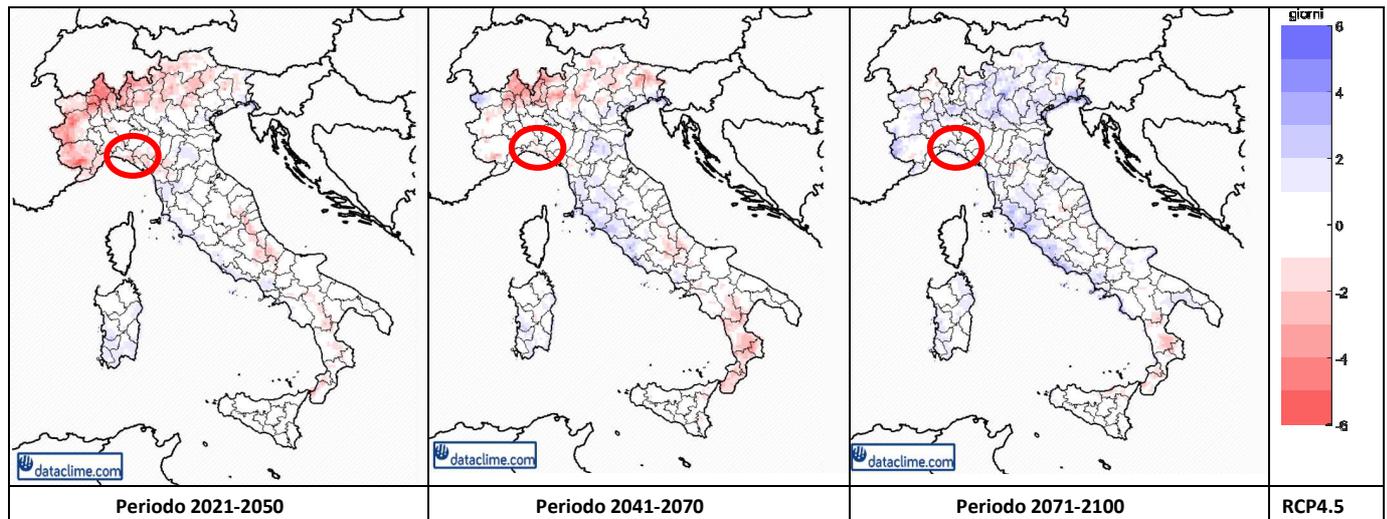


Figura 12- RCP 4.5 – Previsione dei Giorni di Precipitazioni Intense R20 (Media Annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm [unità di misura giorni/anno]) per i tre periodi previsionali 2021-2050, 2041-2070, 2071-2100. Evidenziata in rosso la Provincia di Genova. Le mappe indicano le anomalie in termini di valori medi rispetto al periodo di riferimento 1981-2010 (Fonte: CMCC)

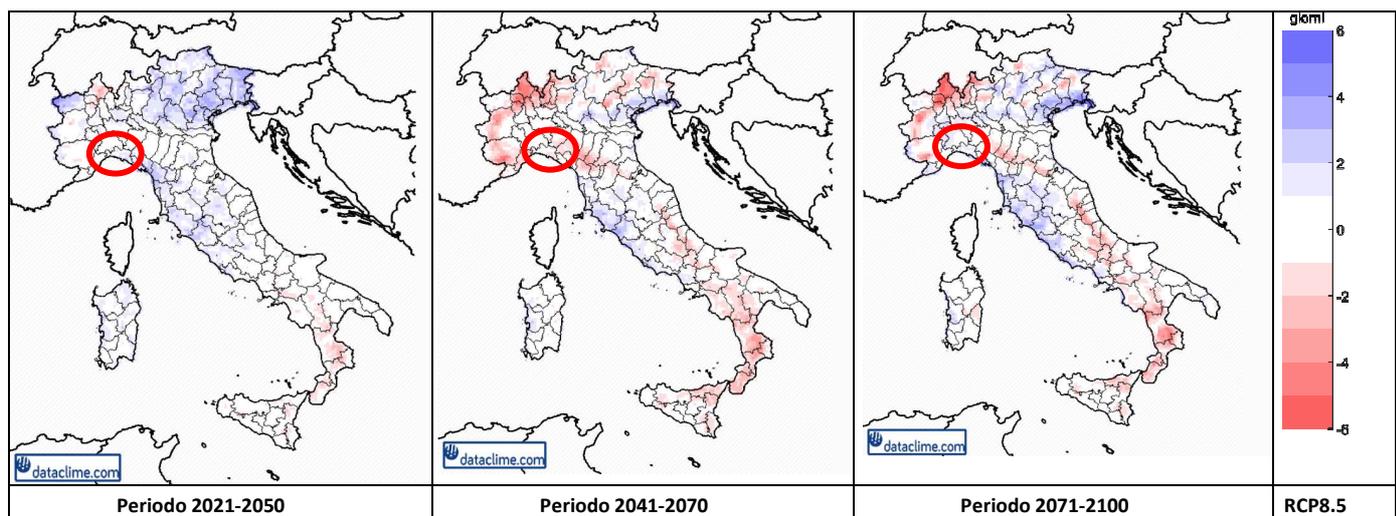


Figura 13- RCP 8.5 – Previsione dei Giorni di Precipitazioni Intense R20 (Media Annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm [unità di misura giorni/anno]) per i tre periodi previsionali 2021-2050, 2041-2070, 2071-2100. Evidenziata in rosso la Provincia di Genova. Le mappe indicano le anomalie in termini di valori medi rispetto al periodo di riferimento 1981-2010 (Fonte: CMCC)

### 3.2 Stima dei cambiamenti climatici sull'area della provincia di Genova

Dai dati riportati relativi al territorio nazionale risulta evidente come, per caratterizzare la stima dei cambiamenti climatici previsti nell'area di realizzazione dell'opera, e quindi nella città di Torriglia nella provincia di Genova, sia necessario far riferimento ad una zonazione climatica in termini di "macroregioni climatiche omogenee", ossia di aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

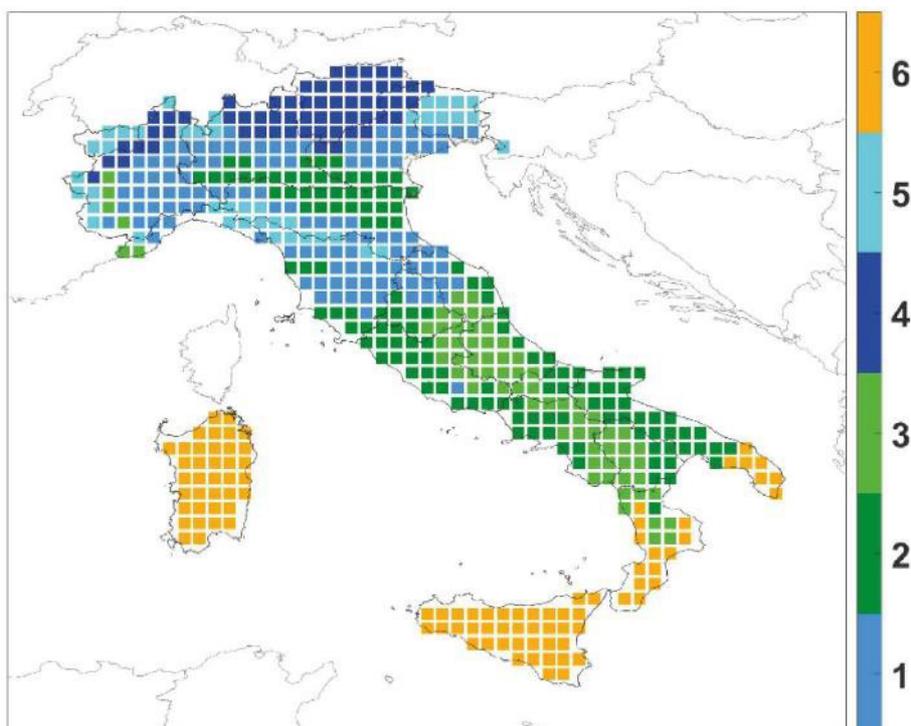


Figura 14 - RCP 8.5 – Zonazione climatica sul periodo climatico di riferimento (1981-2010). Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (2018)

- Macroregione 1 - Prealpi e Appennino settentrionale
- Macroregione 2 - Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centro- meridionale
- Macroregione 3 - Appennino centro-meridionale
- Macroregione 4 - Aree alpine
- Macroregione 5 – Italia centro-settentrionale
- Macroregione 6 - Aree insulari ed estremo sud Italia

# Macroregione 5

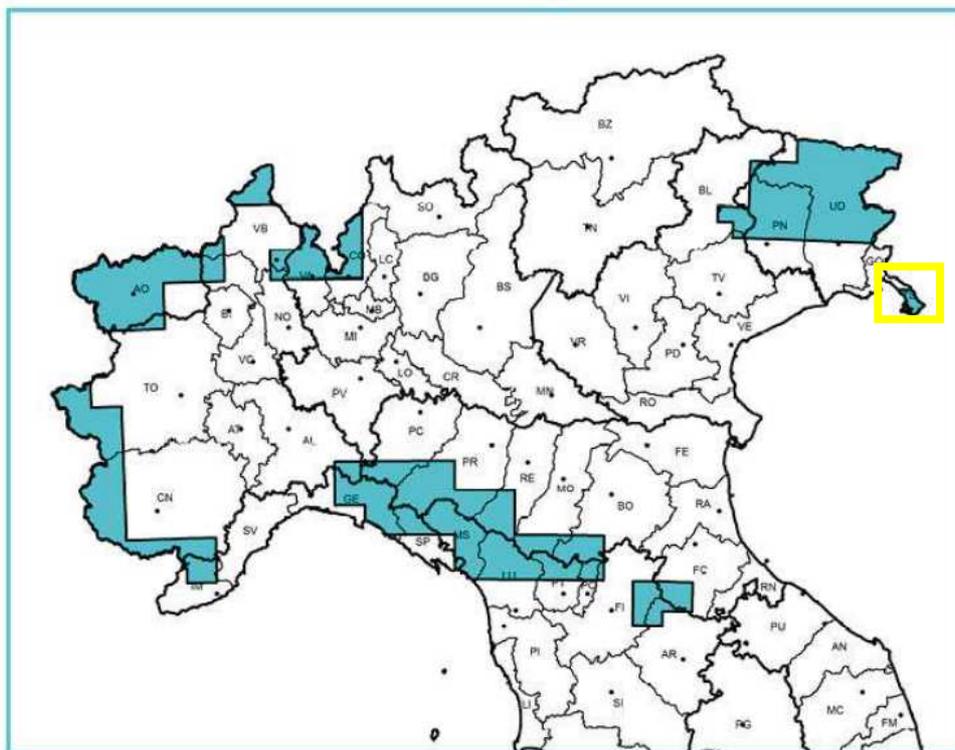


Figura 15- Periodo di riferimento 1981-2010 – Macroregione 5 – Italia Settentrionale  
Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (2018)

La città di Toriglia (Genova) rientra geograficamente nella Macroregione 5. “Italia Settentrionale”. L’area è caratterizzata da valori più elevati di precipitazione sia in termini di valori medi invernali (321 mm) che di estremi (R20 e R95p); anche le precipitazioni estive risultano mediamente alte, seconde solo alla zona alpina (macroregione 4). Per quanto riguarda i giorni massimi consecutivi (CDD) asciutti in questa macroregione si trova il valore più basso. Per quanto riguarda i summer days il valore che caratterizza tale area è mediamente basso (secondo solo alla zona alpina dove si registra il valore minimo di tale indicatore). La macroregione 5 include l’81% della superficie valdostana, il 18% del Piemonte, il 33% della Liguria, il 5% della Lombardia, il 2% del Veneto, il 64% del Friuli-Venezia Giulia, il 17% della superficie dell’EmiliaRomagna e infine il 14% della Toscana;

	Temperatura media annuale – Tmean (°C)	Giorni con precipitazioni intense – R20 (giorni/anno)	Frost days – FD (giorni/anno)	Summer days – SU95p (giorni/anno)	Precipitazioni invernali cumulate – WP (mm)	Precipitazioni cumulate estive – SP (mm)	95° percentile precipitazioni – R95p (mm)	Consecutive dry days – CDD (giorni)
<b>Macroregione 5</b> Italia centro-settentrionale	8.3 (±0.6)	21 (±3)	112 (±12)	8 (±5)	321 (±89)	279 (±56)	40	28 (±5)

Figura 16: Periodo di riferimento 1981-2010 – Macroregione 5 – Italia Settentrionale. Valori medi e deviazione standard degli indicatori. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (2018)

Tali analisi sono realizzate dal CMCC sulla base di alcuni indicatori climatici e sono riportate nell'Allegato 1 ("Analisi della condizione climatica attuale e futura") del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (anno 2018).

Indicatore	Abbreviazione	Descrizione	Unità di misura
<b>Temperatura media annuale</b>	Tmean	Media annuale della temperatura media giornaliera	(°C)
<b>Giorni di precipitazione intense</b>	R20	Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm	(giorni/anno)
<b>Frost days</b>	FD	Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C	(giorni/anno)
<b>Summer days</b>	SU95p	Media annuale del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 29.2 °C (valore medio del 95° percentile della distribuzione delle temperature massime osservate tramite E-OBS)	(giorni/anno)
<b>Cumulata delle Precipitazioni invernali</b>	WP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (dicembre, gennaio, febbraio)	(mm)
<b>Cumulata delle precipitazioni estive</b>	SP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (giugno, luglio, agosto)	(mm)
<b>Copertura nevosa</b>	SC	Media annuale del numero di giorni per cui l'ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm	(giorni/anno)
<b>Evaporazione</b>	Evap	Evaporazione cumulata annuale	(mm/anno)
<b>Consecutive dry days</b>	CDD	Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno	(giorni/anno)
<b>95° percentile della precipitazione</b>	R95p	95° percentile della precipitazione	(mm)

Figura 17: Indicatori climatici considerati (Fonte: PNACC Allegato I - 2018)

Date le aree climatiche nazionali omogenee per anomalie, i relativi valori degli indicatori climatici sono stati raggruppati in categorie denominate "cluster di anomalie". La zonazione climatica delle anomalie ha individuato cinque cluster di anomalie (da A a E) mostrate sia per lo scenario RCP4.5 che RCP8.5, mentre le figure successive mostrano la distribuzione delle anomalie all'interno delle singole classi. Infine, le relative tabelle restituiscono i valori medi, in termini di anomalia, per le singole classi.

RCP 4.5 - Aree climatiche omogenee: 5B, 5E

Anomalie principali: riduzione significativa delle precipitazioni e dei giorni con gelo.

	B	E
Tmean (°C)	1.3	1.2
R20 (giorni/anno)	-1	-2
FD (giorni/anno)	-19	-20
SU95p (giorni/anno)	9	1
WP (mm) (%)	-2	-8
SP (mm) (%)	-24	-15
SC (giorni/anno)	-8	-21
Evap (mm/anno) (%)	-3	1
R95p (mm) (%)	3	-1

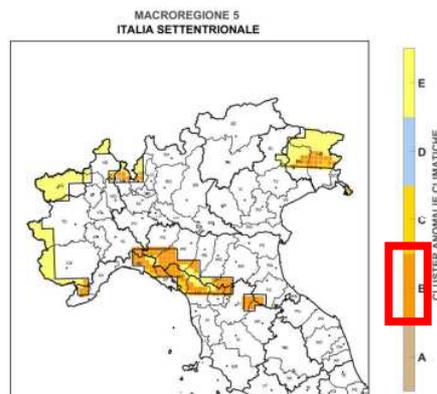


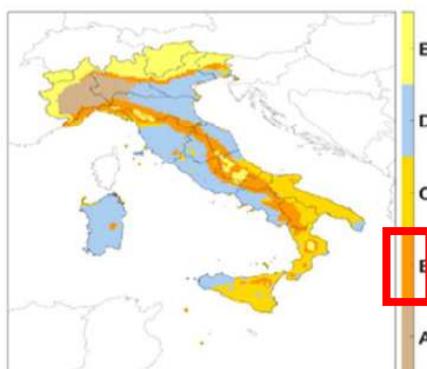
Figura 18: Scenario RCP4.5: Mappa dei cluster individuati per la Macroregione 5 (Fonte: PNACC Allegato I - 2018)



Valori medi delle macroregioni

Macroregioni	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm) (%)	SP (mm) (%)	R95p (mm) (%)	CDD (giorni/anno)
1	13	10	51	34	187	168	28	33
2	14.6	4	25	50	148	85	20	40
3	12.2	4	35	15	182	76	19	38
4	5.7	10	152	1	143	286	25	32
5	8.3	21	112	8	321	279	40	28
6	16	3	2	35	179	21	19	70

Cluster delle anomalie



Valori medi dei cluster delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010)

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm) (%)	SP (mm) (%)	SC (giorni/anno)	Evap (mm/anno) (%)	R95p (mm) (%)
A	1.4	-1	-20	18	-4	-27	-12	-6	1
B	1.3	-1	-19	9	-2	-24	-8	-3	3
C	1.2	0	-6	12	-5	-18	-1	-3	4
D	1.2	1	-9	14	8	-25	-1	-2	11
E	1.2	-2	-20	1	-8	-15	-21	1	-1

Figura 19 - Zonazione climatica delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010, scenario RCP4.5) per la Macroregione 4. Evidenziati in rosso i dati dell'area di Longarone (Belluno) (Fonte: PNACC Allegato I - 2018)

La porzione di territorio che sarà interessata dalla realizzazione dell'opera in oggetto (**Torriglia e Montebruno**) ricade nei **Cluster B** per quanto riguarda lo scenario **RCP4.5** (Riquadro rosso nella precedente figura).

Per lo scenario RCP 4.5 l'analisi evidenzia le seguenti caratteristiche:

- Cluster A (caldo-secco estivo). Il cluster è caratterizzato da un aumento significativo dei summer days (di 18 giorni/anno) e da una riduzione delle precipitazioni invernali e, soprattutto, di quelle estive (valore medio della riduzione pari al 27%). Il cluster A presenta una riduzione rilevante anche dei frost days, della copertura nevosa e dell'evaporazione.

**Cluster B (caldo invernale-secco estivo). Analogamente al cluster A, è interessato da una riduzione sia delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 24%) sia dei frost days (di 19 giorni/anno). Si osserva anche una moderata riduzione della copertura nevosa (di 8 giorni/anno).**

- Cluster C (secco). In questo cluster si osserva una riduzione delle precipitazioni invernali, a cui si aggiunge anche la riduzione di quelle estive. Inoltre, si ha un aumento moderato dei summer days (di 12 giorni/anno).
- Cluster D (piovoso invernale-secco estivo). Il cluster D è interessato da un aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari all'8%) e da una riduzione notevole di quelle estive (valore medio della riduzione pari al 25%). In generale si ha un aumento significativo sia dei fenomeni di precipitazione estremi (R95p) sia dei summer days (di 14 giorni/anno).
- Cluster E (secco-caldo invernale). Si osserva una riduzione generale dei fenomeni di precipitazione. Inoltre, si osserva una riduzione significativa dei frost days (di 20 giorni/anno) e della copertura nevosa (di 21 giorni/anno).

**RCP 8.5 -Aree climatiche omogenee: 5A**

**Anomalie principali:** aumento delle precipitazioni invernali e riduzione delle precipitazioni estive.

	<b>A</b>
Tmean (°C)	1.5
R20 (giorni/anno)	1
FD (giorni/anno)	-23
SU95p (giorni/anno)	1
WP (mm) (%)	13
SP (mm) (%)	-11
SC (giorni/anno)	-20
Evap (mm/anno) (%)	2
R95p (mm) (%)	5

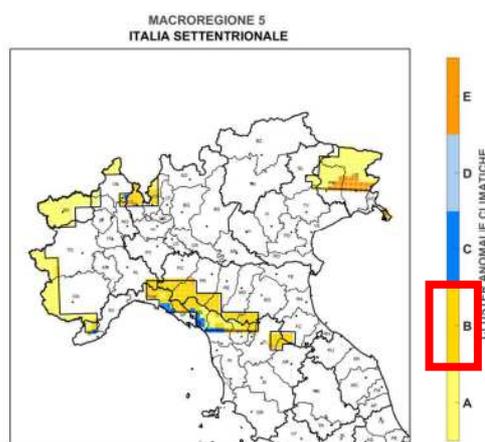


Figura 20 - Scenario RCP8.5: Mappa dei cluster individuati per la Macroregione 5 (Fonte: PNACC Allegato I - 2018)

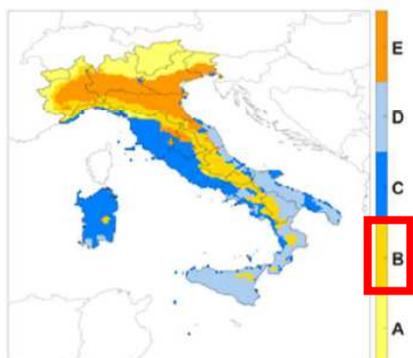


Cluster delle anomalie

Valori medi delle macroregioni

Macroregioni	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm)	SP (mm)	R95p (mm)	COO (giorni/anno)
1	13	10	51	34	187	168	28	33
2	14.6	4	25	50	148	85	20	40
3	12.2	4	35	15	182	76	19	38
4	11.5	15	15	15	145	108	16	33
5	8.3	21	112	8	321	275	40	28
6	16	3	2	35	179	21	19	70

Valori medi dei cluster delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010)



CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm)	SP (mm)	SC (giorni/anno)	Evap (mm/anno)	R95p (mm)
A	1.5	1	-23	1	13	-11	-20	2	5
B	1.6	0	-28	8	2	-7	-18	1	6
C	1.5	1	-14	12	7	3	-1	2	13
D	1.5	0	-10	14	-4	14	-1	-8	6
E	1.5	1	-27	14	16	-14	-9	2	9

Figura 21 - Zonazione climatica delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010, scenario RCP8. 5) per la Macroregione 4. Evidenziati in rosso i dati dell'area di Longarone (Belluno) (Fonte: PNACC Allegato I - 2018)

La porzione di territorio che sarà interessata dalla realizzazione dell'opera in oggetto (Comuni di **Torriglia e Montebruno**) ricade nel **Cluster B** per quanto riguarda lo scenario **RCP 8.5** (Riquadro rosso nella relativa Tabella).

Per lo scenario RCP 8.5 l'analisi evidenzia le seguenti caratteristiche:

- Cluster A (piovoso invernale-secco estivo). Il cluster A è interessato da un aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari al 13%) e da una riduzione di quelle estive (valore medio della riduzione pari all' 11%). Inoltre, si osserva una riduzione significativa sia dei frost days (di 23 giorni/anno) che della copertura nevosa (di 20 giorni/anno).
- Cluster B (caldo invernale). Il cluster B è interessato da una riduzione significativa sia dei frost days (di 28 giorni/anno) che della copertura nevosa (di 18 giorni/anno). Inoltre, si osserva una riduzione moderata delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 7%).**
- Cluster C (piovoso-caldo estivo): il cluster C è interessato da un aumento sia delle precipitazioni invernali che di quelle estive e da un aumento significativo dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 13%). Infine, si osserva un aumento rilevante dei summer days (di 12 giorni/anno).

- Cluster D (secco invernale-caldo estivo). Per il cluster D si osserva una complessiva riduzione di precipitazioni invernali e un aumento rilevante di quelle estive (si tenga conto che si tratta di valori percentuali calcolati rispetto a valori assoluti di precipitazione estiva caratteristici bassi). Inoltre, si ha un aumento notevole dei summer days (di 14 giorni/anno), una riduzione complessiva dell'evaporazione (valore medio della riduzione pari all'8%) e un aumento del 6% degli eventi di precipitazione estremi.
- Cluster E (caldo-piovoso invernale-secco estivo). Il cluster risulta caratterizzato da un aumento significativo sia dei summer days (di 14 giorni/anno) che dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 9%). Inoltre, si osserva una rilevante riduzione delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 14%) ed un aumento significativo delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari al 16%). Il cluster E presenta anche una notevole riduzione dei frost days (di 27 giorni/anno).

### 3.3 Stima conclusiva dei dati previsionali (valutazione CMCC)

Per la zona di Torriglia e Montebruno, comuni in cui ricade il progetto della SS45 Val Trebbia, situata nella provincia di Genova, ricadente nella macroregione climatica omogenea 5, secondo gli studi ufficiali del CMCC (fonte "Scenari climatici per l'Italia" link al servizio), nello scenario RCP8.5 (più gravoso), si prevede un aumento della temperatura media di  $+1,5 \div 1,75^\circ\text{C}$  nel periodo 2021-2050,  $+2,75-3,0^\circ\text{C}$  nel periodo 2041-2070,  $+4,75 \div 5,75^\circ\text{C}$  nel periodo 2071-2100.

Per quanto attiene alle altre grandezze meteo-climatiche, si osserva che, per lo scenario RCP4.5 l'area in oggetto ricade nel cluster di anomalie B (caldo invernale – secco estivo), mentre per lo scenario RCP 8.5 nel cluster B (caldo-invernale).

Ciò significa che, sotto le ipotesi di RCP4.5, nello scenario temporale considerato, si prevede una riduzione degli eventi estremi, una riduzione complessiva dei giorni con gelo (-19 giorni/anno) e della copertura nevosa (-8 giorni/anno). Si osserva una riduzione generale dei fenomeni di precipitazione.

Macroregioni climatiche omogenee	Descrizione delle aree climatiche omogenee principali che ricadono nelle macroregioni considerando lo scenario RCP4.5
5	<p><b>Aree climatiche omogenee: 5B, 5E.</b></p> <p><b>Anomalie principali:</b> all'interno della macroregione 5, caratterizzata in base al periodo di riferimento dai valori più rilevanti di precipitazione, si assiste ad una riduzione significativa delle precipitazioni e dei <i>frost days</i>.</p>

Figura 22: Principali variazioni climatiche per la Macroregione 5 (2021-2050 vs 1981-2010, scenario RCP4.5) (Fonte: PNACC - 2018)

Sotto le ipotesi, invece, di RCP8,5 si prevede un aumento delle precipitazioni invernali (e da una riduzione di quelle estive. Inoltre, si osserva una riduzione significativa sia dei frost days (di 28 giorni/anno) che della copertura nevosa (di 18 giorni/anno).

Macroregioni climatiche omogenee	Descrizione delle aree climatiche omogenee principali che ricadono nelle macroregioni considerando lo scenario RCP8.5
5	<p><i>Aree climatiche omogenee: 5A.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> la macroregione 5, caratterizzata in base al periodo di riferimento dai valori più significativi di precipitazione, risulta caratterizzata da un aumento delle precipitazioni invernali e da una riduzione delle precipitazioni estive.</p>

Figura 23: Principali variazioni climatiche per la Macroregione 4 (2021-2050 vs 1981-2010, scenario RCP8.5) (Fonte: PNACC - 2018)

## 4 PERICOLI LEGATI AL CLIMA E AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Il presente capitolo è redatto al fine di valutare i possibili scenari di pericolosità, collegabili direttamente o indirettamente al cambiamento climatico, e valutare la possibile vulnerabilità dell'opera ai sensi di quanto prescritto nell'Appendice A - Allegato II del Regolamento Delegato EU 2021/2139 del 4/06/21 per l'Obiettivo Mitigazione, limitatamente a quanto applicabile per l'opera in oggetto.

Nei successivi paragrafi vengono indicati i potenziali pericoli a cui potrebbe essere esposta l'opera. Tali pericoli sono dapprima espressi in termini di fattori scatenanti e successivamente analizzati in termini di misure di adattamento.

### 4.1 Interventi di progetto – Variante alla S.S45 di “Val Trebbia”

L'intervento in oggetto si configura come un adeguamento in sede della strada Statale esistente in base alle modifiche introdotte dal DM 22/04/04, ha pertanto lo scopo di contribuire a migliorare la percorribilità complessiva e locale della S.S.45 e ridurre la pericolosità sui tratti interessati, eliminando le cause di rischio d'incidente.

La variante in oggetto ha una lunghezza complessiva di circa 2 km suddivisi in un primo tratto di circa 174,00 m, di cui 70,00 m in viadotto, e di un secondo tratto di 1729,00 m, di cui 418,00 m in viadotto e 25,00 m in galleria artificiale. In particolare, in quest'ultimo tratto si annoverano le seguenti opere maggiori:

- Viadotto 1 (L= 90 m)
- Viadotto 2 (L= 120,50 m)
- Viadotto 3 (L= 112 m)
- Viadotto 4 (L= 95 m)

- Galleria artificiale (L= 25 m)

Il profilo longitudinale del primo tratto è stato geometrizzato tramite livellette e raccordi parabolici considerando una velocità VpMAX 60 Km/h, velocità utilizzata per la realizzazione del tratto di variante precedente a questo intervento. Il profilo longitudinale del secondo tratto è stato geometrizzato tramite livellette e raccordi parabolici, considerando, una velocità VpMAX 70 Km/h.

Le caratteristiche principali sono:

- pendenza massima per il primo tratto 1.29%
- raggio concavo max. per il primo tratto 2500 m
- pendenza massima per il secondo tratto 7.00%
- raggio concavo max. per il secondo tratto 1820 m
- raggio convesso max. per il secondo tratto 5000 m



Figura 24: Ortofoto rappresentante lo stato di fatto del tratto tra il Km 32+445 e il Km 32+619



Figura 25: Fotosimulazione dell'ortofoto rappresentante lo stato di progetto tra il Km 32+445 e il Km 32+619

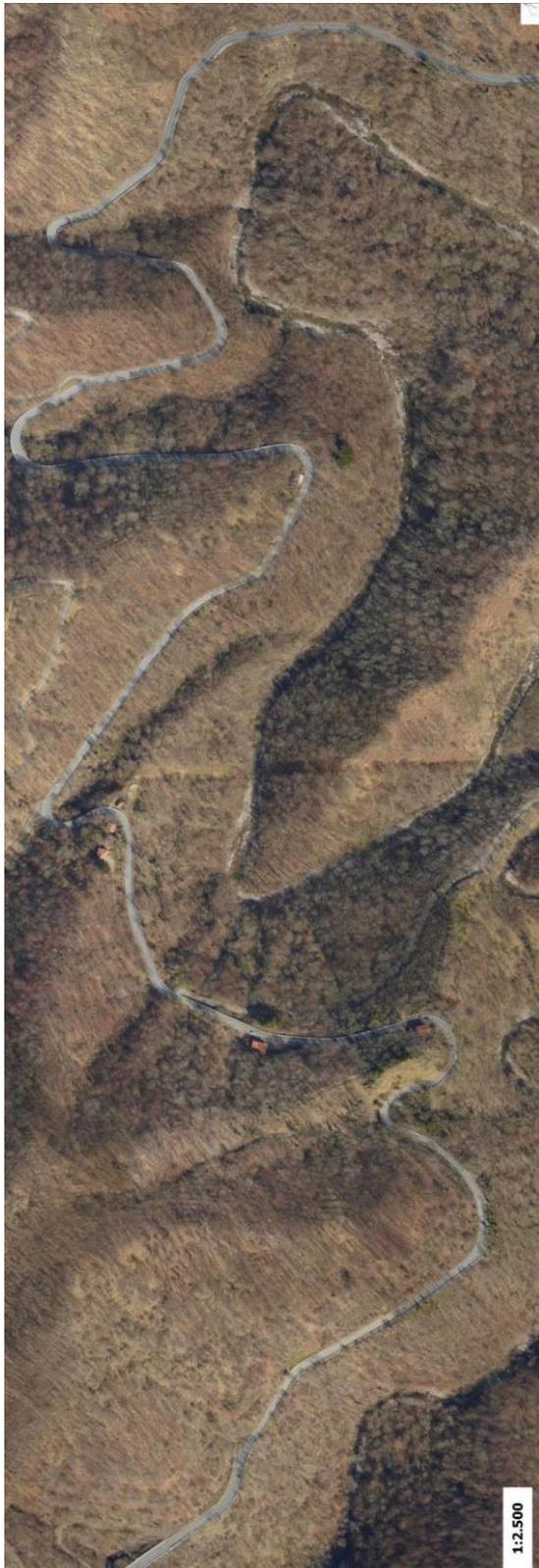
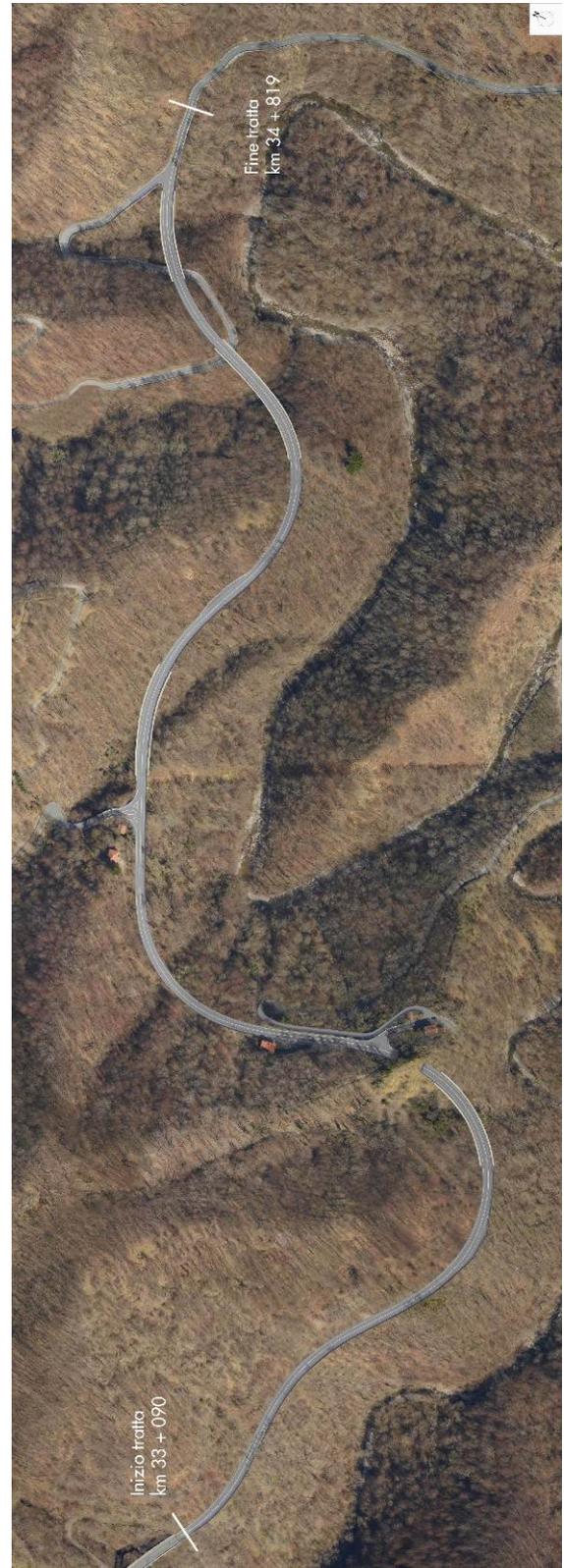


Figura 26- Ortofoto dello stato di fatto tra il Km 33+090 e il Km 34+819.



Fotosimulazione dello stato di progetto.

La piattaforma stradale è di tipo C2 ai sensi del D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (Strade extraurbane secondarie), presenta una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 9,50 m.

Il tracciato dell'adeguamento ha una lunghezza di circa 1,8 km.

Lungo il tracciato è prevista la realizzazione di n. 4 viadotti, per una lunghezza complessiva di circa 418 metri, oltre ad una galleria artificiale di circa 25 m.

Il progetto prevede l'inserimento di 4 intersezioni a raso per la ricucitura della viabilità interferita e per garantire comunque il collegamento della variante con i centri abitati.

Gli interventi sono i seguenti:

- Intersezione n. 1 (Km 32+453): intersezione lineare a raso regolata da Stop per garantire il collegamento con la località Fricciallo;
- Intersezione n. 2 (Km 33+890): realizzazione di un'intersezione lineare a raso regolata da Stop che dalle sede dell'attuale SS 45 si innesta sulla nuova variante per permettere il collegamento con località Santa Brilla, poiché l'attuale innesto verrà eliminato e la viabilità poderale attuale verrà deviata verso questo nuovo innesto;
- Intersezione n. 3 (Km 34+080): intersezione lineare a raso regolata da Stop per garantire l'immissione di veicoli da un'aria privata alla strada di uso pubblico e viceversa provenienti o diretti in località Costazza. Questa intersezione verrà realizzata collegando un tratto dell'attuale SS 45 alla nuova variante nella zona in cui poi è prevista la viabilità attuale per il collegamento con la località sopra citata;
- Intersezione n. 4 (Km 34+750): intersezione lineare a raso regolata da Stop realizzata sulla sede attuale della SS 45 per permettere la riconnessione con la viabilità esistente per la località Donderi.

Tutti i viadotti sono stati progettati con impalcati a struttura mista acciaio-clc che costituisce la soluzione ottimale in rapporto alle luci delle campate adottate.

È prevista una colorazione color Corten delle strutture metalliche per l'inserimento nell'ambiente circostante.

La galleria si sviluppa dalla progressiva chilometrica 0+575.00 alla 0+600.00. Essa presenta una struttura scatolare, la soletta inferiore ha spessore 1.60m, quella superiore 1.50m, e le due pareti laterali 1.60m.

Le dimensioni interne sono variabili, adatte a contenere la piattaforma stradale di tipo C2: larghezza 15.35-16.40 metri, altezza 6.59-6.80 metri. Viene garantito un franco stradale minimo di 5.50 metri. La galleria

artificiale verrà realizzata per permettere l'attraversamento di una dorsale caratterizzata da un'altezza di circa 14 metri sulla livelleta.

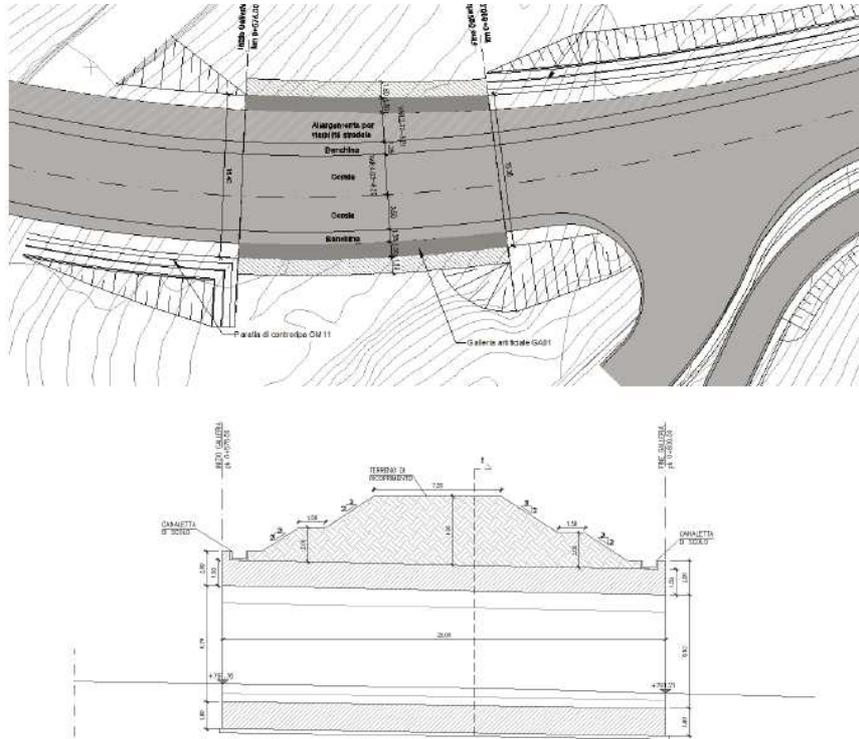


Figura 27 — Planimetria Galleria Artificiale

Per l'asse principale si prevede una pavimentazione di tipo flessibile, che presenta uno spessore totale di 36 cm così suddiviso:

- 4 cm di usura chiusa "tipo A" (con bitume modificato tipo "hard");
- 5 cm binder in conglomerato bituminoso (con bitume modificato tipo "hard");
- 12 cm base in conglomerato bituminoso modificato;
- 15 cm fondazione in misto granulare stabilizzato.

Tra gli strati legati a bitume sarà interposta una mano di attacco impermeabilizzante, mentre per i tratti su opera d'arte la pavimentazione sarà composta dai soli strati di usura e binder, poggianti direttamente sulla soletta mediante interposizione di uno strato di impermeabilizzazione.



Figura 28— Pavimentazione stradale

## 4.2 Classificazione dei Pericoli legati al clima secondo l'Appendice A dei Criteri di Vaglio Tecnico

Con riferimento ai pericoli climatici riportati nell'Appendice A, di seguito un'analisi qualitativa dei pericoli presenti nel territorio e pertinenti rispetto all'intervento in oggetto.

Prima di procedere alla verifica dell'impatto dei diversi pericoli sull'attività in oggetto secondo i parametri della sensibilità e della esposizione, si escludono alcuni pericoli in quanto non presenti sul territorio in esame. Nello specifico si escludono:

- i pericoli legati alla vicinanza con mari o oceani (acidificazione degli oceani, intrusione salina, innalzamento del livello del mare, erosione costiera);
- i pericoli legati a condizioni glaciali (scongelamento del permafrost, collasso di laghi glaciali);
- i pericoli acuti di ciclone, uragano, tifone in quanto non pertinenti al territorio in oggetto e all'area geografica e climatica in oggetto.

CLASSIFICAZIONE DEI PERICOLI LEGATI AL CLIMA (\*)

	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	

**Pericoli non presenti sul territorio**

L'analisi di vulnerabilità è stata quindi condotta per i soli pericoli valutati come pertinenti rispetto al territorio su cui si trova l'intervento in oggetto.

Dal punto di vista metodologico, l'analisi della vulnerabilità viene condotta secondo il seguente metodo.

- stima della sensibilità
- stima dell'esposizione

La combinazione di sensibilità ed esposizione determina l'impatto potenziale, che, unito alle misure di adattamento, determina la vulnerabilità climatica dell'opera.

La SENSIBILITÀ individua i pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione.

L'ESPOSIZIONE individua i pericoli pertinenti per l'ubicazione prevista per il progetto, indipendentemente dal tipo di progetto.

Per l'analisi di sensibilità ed esposizione si considerano i seguenti punteggi:

- Bassa: il pericolo climatico non ha alcun impatto (o tale impatto è non significativo)
- Medio-Bassa: il pericolo climatico può avere un leggero/basso impatto sull'attività
- Media: il pericolo climatico può avere un impatto sull'attività
- Alta: il pericolo climatico può avere un impatto significativo sull'attività

#### **4.3 Fattore Temperatura (Cambiamento e Variabilità della Temperatura, Stress termico, Ondate di calore e/o di freddo, Incendio di incolto)**

Nel seguito si effettua l'analisi di sensibilità ed esposizione dei pericoli legati al fattore temperatura e valutati come pertinenti agli interventi di progetto.

##### **ANALISI DI SENSIBILITÀ**

(pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione)

Gerarchia dei pericoli: Infrastruttura stradale (incluse anche tutte le opere d'arte stradali come ponti, viadotti e gallerie)

##### **MEDIO-BASSA:**

La variabilità della temperatura, nonché lo stress termico, tendono ad acuire i fenomeni di rottura e degradazione della pavimentazione stradale con conseguente aumento degli interventi e associati costi di manutenzione e ripristino necessari.

Anche per l'incendio di incolto si valuta possa avere impatto sulle aree esterne vicine al tracciato che potrebbero esserne a contatto.

La propagazione di incendi in prossimità delle infrastrutture generalmente può causare una temporanea chiusura delle strade. In presenza di eventi particolarmente severi, il calore sprigionato da un incendio può compromettere parti dell'infrastruttura interessata (es., danni materiali a ponti stradali) e danneggiare la segnaletica stradale aumentando i costi di manutenzione necessari per gli interventi di ripristino/sostituzione/ricostruzione delle componenti infrastrutturali colpite.

Le ondate di gelo tendono a danneggiare la pavimentazione stradale (fenomeni di rottura e degradazione del manto stradale) e tali impatti richiedono interventi di manutenzione e possibili blocchi o disagi alla circolazione. Tali effetti risultano particolarmente accentuati dall'amplificarsi dei cicli di gelo-disgelo. Eventi nevosi e gelate richiedono inoltre interventi di rimozione di neve e ghiaccio con conseguenti simili impatti sulla circolazione nonché un aumento dei costi di manutenzione/ripristino.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura possano avere un impatto sulla attività, ma comunque di tipo medio-basso.

Pericoli TEMPERATURA	CRONICI			ACUTI		
	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Stress termico	Variabilità della temperatura	Ondata Di calore	Ondata di freddo/gelata	Incendio di incolto
Strada e relative Opere d'arte	Medio-Bassa	Medio- Bassa	Medio-Bassa	Medio- Bassa	Medio-Bassa	Medio-Bassa
<i>Punteggio maggiore</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio- Bassa</i>	<i>Medio- Bassa</i>	<i>Medio- Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio- Bassa</i>

## ANALISI DI ESPOSIZIONE

(pericoli climatici pertinenti per l'ubicazione prevista per il progetto, indipendentemente dal tipo di progetto)

Gerarchia dei pericoli relativi all'area geografica di SS45 – Val Trebbia e alle condizioni climatiche specifiche:

### Clima attuale

BASSA: I cambiamenti e la variabilità delle temperature (e lo stress termico ad essi legato) non sono in generale di tipo estremo pur con normali escursioni termiche.

L'area presenta una temperatura media di riferimento pari a  $T_{mean} = 8,3^{\circ}C$ .

Si valuta quindi che l'impatto del clima attuale valutato rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura e delle aree esterne ed analizzato rispetto al fattore temperatura e a tali pericoli, sia trascurabile o non significativo.

MEDIO BASSA: Frequenti ondate di freddo/gelo si verificano nei mesi invernali. Attualmente l'area è caratterizzata da 112 frost days in un anno.

Si valuta quindi che l'impatto del clima attuale valutato rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura e delle aree esterne ed analizzato rispetto al fattore temperatura e a tali pericoli, sia sì presente ma di livello medio-basso.

Clima futuro (scenario RCP8.5- periodo 2021-2050 – previsione peggiore)

Per il periodo 2021-2050: è previsto un aumento di temperatura compreso tra 1,5÷1,75 °C. In particolare, trovandosi l'area di Torggria nel cluster delle anomalie B, per questo scenario, l'aumento atteso per la Temperatura media annuale ( $T_{mean}$ ) è di 1,6°C.

BASSA: I cambiamenti e la variabilità delle temperature (e lo stress termico ad essi legato) continuano a non essere di tipo estremo pur con normali escursioni termiche.

Poiché dall'analisi del clima futuro i frost-days saranno in netta diminuzione (-28 giorni/anno), si valuta che l'impatto dell'ondata di freddo/gelata sull'attività si evolverà da medio-basso a basso.

Si valuta che l'impatto del clima futuro valutato rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura e delle aree esterne ed analizzato rispetto al fattore temperatura e ai pericoli di cui sopra, sia basso.

Non si prevedono sensibili variazioni in relazione alle possibili ondate di calore nei mesi estivi, e relativi pericoli legati ad incendio di incolto, visto che il parametro SU95p (eventi di giornata con  $T > 29^{\circ}\text{C}$ ) si prevede in aumento di 8 giorni l'anno.

Pericoli TEMPERATURA	CRONICI			ACUTI		
	Cambiamento della temperature (aria, acque dolci, acque marine)	Stress termico	Variabilità della temperatura	Ondata di calore	Ondata di freddo/gelata	Incendio di incolto
Clima Attuale	Bassa	trascurabile	Bassa	Bassa	Medio-Bassa	Bassa
Clima Futuro	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa
<i>Punteggio maggiore</i>	<i>Bassa</i>	<i>Bassa</i>	<i>Bassa</i>	<i>Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Bassa</i>

ANALISI DI IMPATTO: si combinano i risultati delle analisi di sensibilità ed esposizione

SOLUZIONI DI ADATTAMENTO E ANALISI DI VULNERABILITÀ

Il presente progetto dovrà quindi prevedere alcune soluzioni di adattamento per ridurre la vulnerabilità.

In particolar modo, la scelta di adeguate tipologie pavimentazioni stradali, l'idonea progettazione e scelta dei dispositivi mobili di vincolo e ai giunti di dilatazione dei ponti stradali che possa limitare gli incrementi degli spostamenti richiesti.

Con riferimento alle proiezioni meteo-climatiche a lungo termine riportate in precedenza per i due scenari rappresentativi RCP4.5 e RCP8.5 e in riferimento agli indicatori connessi al Fattore Temperatura si osserva che:

- per lo scenario più gravoso RCP 8.5 – Cluster B – Macroregione 5 - un incremento di 1,6 °C di temperatura con una conseguente riduzione (-28) dei giorni con temperatura media inferiore a 0°C (frost days), un aumento (+8) di giorni estivi con temperatura superiore a 29,2 °C ed un leggero aumento di evapotraspirazione (+1%).

Ciò premesso, pur tenendo in considerazione lo scenario più gravoso (RCP8.5), si ritiene che per le motivazioni sopra esposte le caratteristiche del progetto, e le soluzioni di adattamento applicate durante la sua vita utile e finalizzate a conservare le corrette condizioni di operatività, si prestino ad offrire misure di mitigazione rispetto alla potenziale vulnerabilità dell'opera nei confronti dei rischi connessi ai cambiamenti climatici.

A fronte dell'applicazione delle soluzioni di adattamento di cui sopra, la tabella di classificazione delle vulnerabilità che ne deriva è la seguente, e mostra che, per il Fattore Temperatura, non emergono criticità di livello medio o alto.

		<i>esposizione</i>			
FATTORE TEMPERATURA		ALTA	MEDIA	MEDIO-BASSA	BASSA
IMPATTO POTENZIALE = sensibilità + esposizione					
<i>sensibilità</i>	ALTA				
	MEDIA				
	MEDIO-BASSA				-Cambiamento della temperatura -Stress termico -Variabilità della temperatura -Ondata di calore -Incendio di incolto
	BASSA			-Ondata di freddo/gelata	

#### 4.4 Fattore vento (Cambiamento del regime dei venti, tempeste, trombe d'aria)

Nel seguito si effettua l'analisi di sensibilità ed esposizione dei pericoli legati al fattore Vento e valutati come pertinenti agli interventi di progetto.

ANALISI DI SENSIBILITÀ (pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione)

Gerarchia dei pericoli – Infrastruttura stradale (incluse anche tutte le opere d'arte stradali come ponti, viadotti e gallerie)

BASSA: Il cambiamento del regime dei venti non è valutato come particolare pericolo per l'infrastruttura stradale e le aree esterne, in quanto le relative strutture sono in generale resilienti rispetto a tale aspetto.

Per quanto sopra esposto si valuta che tale pericolo rispetto alla funzionalità abbia un impatto trascurabile.

MEDIO-BASSA: il fattore vento relativamente alla possibilità di tempesta di neve (nello specifico dell'area di Torriglia), può essere definito un elemento di pericolosità diretta o indiretta.

Per quanto sopra esposto si valuta che il pericolo di forti venti e trombe d'aria, rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura possano avere un impatto sull'attività ma comunque di tipo medio-basso.

MEDIA: il fattore vento relativamente alla possibilità di tromba d'aria, può certamente essere definito un elemento di pericolosità in quanto può essere la causa di danneggiamento delle infrastrutture in maniera diretta o attraverso la caduta di vegetazione e detriti.

A seguito di forti raffiche di vento le carreggiate stradali possono essere temporaneamente inutilizzabili per la presenza di rami e alberi caduti o di detriti trasportati dal vento. In presenza di venti particolarmente forti si possono registrare danni strutturali alle componenti dell'infrastruttura stradale in seguito all'impatto diretto con detriti trasportati dal vento o alla pressione esercitata dallo stesso (es., danni a ponti e viadotti strallati)

Per quanto sopra esposto si valuta che tale pericolo rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura abbia un impatto significativo.

	CRONICI	ACUTI	
Pericoli VENTO	Cambiamento del regime dei venti	Tempesta di neve	Tromba d'aria
Strada	Bassa	Medio-Bassa	Media
Opere d'arte (ponti, viadotti)	Bassa	Medio-Bassa	Media
<i>Punteggio maggiore</i>	<i>Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Media</i>

ANALISI DI ESPOSIZIONE (pericoli climatici pertinenti per l'ubicazione prevista per il progetto, indipendentemente dal tipo di progetto)

Gerarchia dei pericoli relativi all'area geografica di Torriglia e alle condizioni climatiche specifiche

Clima attuale

ALTA: Il cambiamento del regime dei venti nonché le trombe d'aria potrebbero essere un pericolo associabile al clima attuale di Torriglia. Dall'analisi delle serie storiche dei dati rilevati nella centralina di Torriglia - Garaventa, infatti, si riscontrano valori massimi orari di velocità del vento superiori a 37 m/s (anni 2012-2021).

Si valuta quindi che l'impatto del clima attuale valutato rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura e delle aree esterne ed analizzato rispetto al fattore vento e ai relativi pericoli, sia ALTO.

In base ai dati climatici attuali, le tempeste non si valutano come pericoli possibili rispetto all'ubicazione dell'attività.

Clima futuro (scenario RCP8.5- periodo 2021-2050 – previsione peggiore)

Per il periodo 2021-2050: nell'area di Torriglia (cluster delle anomalie B) è prevista una riduzione dei frost days  $T < 0^{\circ}\text{C}$  (-28 giorni/anno). Negli scenari di previsione CMCC non vengono valutati parametri relativi all'intensità e regime dei venti.

**BASSA: il cambiamento del regime dei venti non sembra un pericolo caratterizzante il clima futuro di Torriglia.**

**Si valuta che l'impatto del clima futuro valutato rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura e delle aree esterne ed analizzato rispetto al fattore vento e ai pericoli di cui sopra, sia trascurabile o non significativo.**

MEDIO-BASSA: le proiezioni meteorologiche a lungo termine riportate per i due scenari rappresentativi RCP4.5 e RCP8.5 non fanno esplicito riferimento alla variabile vento. Tuttavia, il motivo principale del cambiamento climatico è l'aumento dell'effetto serra che a sua volta implica un incremento di energia interna nel sistema "atmosfera" che tenderà a produrre, con frequenza crescente, condizioni ideali per il verificarsi di fenomeni estremi. Nel caso specifico, è possibile ritenere che tali condizioni possano determinare un aumento della probabilità (da bassa a medio-bassa) che i fenomeni ventosi siano caratterizzati da intensità sempre maggiori, con la possibilità che si presentino trombe d'aria.

Si valuta quindi che tale impatto rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura sia presente con un livello di esposizione medio-alto.

	CRONICI	ACUTI	
Pericoli VENTO	Cambiamento del regime dei venti	Tempesta di neve	Tromba d'aria
Clima attuale	Bassa	Bassa	Bassa
Clima futuro	Bassa	Medio-Bassa	Medio-Bassa
<i>Punteggio maggiore</i>	<i>Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>

ANALISI DI IMPATTO: si combinano i risultati delle analisi di sensibilità ed esposizione

		<u>esposizione</u>			
FATTORE VENTO		ALTA	MEDIA	MEDIO-BASSA	BASSA
IMPATTO POTENZIALE = sensibilità + esposizione					
<u>sensibilità</u>	ALTA				
	MEDIA			Tromba d'aria	
	MEDIO-BASSA			Tempesta di neve	

	BASSA				Cambiamento del regime dei venti
--	-------	--	--	--	----------------------------------

## SOLUZIONI DI ADATTAMENTO E ANALISI DI VULNERABILITÀ

Il presente progetto prevede alcune soluzioni di adattamento per ridurre la vulnerabilità.

Rispetto a pericoli di tromba d'aria il presente progetto tiene in considerazione, nelle specifiche di costruzione, le procedure di fissaggio a regola d'arte degli elementi vulnerabili a possibili raffiche di vento, come elementi isolati, sporgenti o soggetti a maggiore portanza a causa della geometria del loro profilo.

Le proiezioni meteoroclimatiche a lungo termine riportate in precedenza per i due scenari rappresentativi RCP4.5 e RCP8.5 non fanno esplicito riferimento alla variabile vento. Tuttavia, come precedentemente già riportato, il motivo principale del cambiamento climatico è l'aumento dell'effetto serra che implica un incremento di energia interna nel sistema "atmosfera" che tende a produrre, con frequenza crescente, condizioni ideali per il verificarsi di fenomeni estremi. Nel caso specifico, è possibile ritenere che tali condizioni possano implicare un aumento della probabilità che i fenomeni ventosi siano caratterizzati da intensità sempre maggiori.

Ciò premesso, pur tenendo in considerazione lo scenario più gravoso, si ritiene che, per le motivazioni sopra esposte, le caratteristiche del progetto, ovvero le azioni attuate durante la sua vita utile e finalizzate a conservare le corrette condizioni di operatività, si prestino ad offrire misure di mitigazione rispetto alla potenziale vulnerabilità dell'opera nei confronti dei rischi connessi ai cambiamenti climatici.

### **4.5 Fattore Acque (Variabilità del regime delle precipitazioni e idrologica, stress idrico, forti precipitazioni, siccità)**

Nel seguito si effettua l'analisi di sensibilità ed esposizione dei pericoli legati al fattore Acque e valutati come pertinenti agli interventi di progetto.

ANALISI DI SENSIBILITÀ (pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione)

Gerarchia dei pericoli – Infrastruttura stradale (incluse anche tutte le opere d'arte stradali come ponti, viadotti e gallerie)

BASSA: prolungati periodi di siccità possono acuire i fenomeni di subsidenza del terreno causando degradazione e deformazione del manto stradale con conseguente necessità di interventi di manutenzione.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura abbiano comunque un impatto basso.

**MEDIO-BASSA:** le precipitazioni intense, la loro variabilità ed il loro cambiamento di regime possono causare l'allagamento temporaneo delle sedi stradali e/o il loro danneggiamento dovuto allo scorrimento delle acque e il malfunzionamento/collasso dei sistemi di drenaggio.

La presenza di grandine o ghiaccio può rappresentare, nella stagione invernale, una difficoltà nella percorribilità in sicurezza dell'infrastruttura.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura possano avere un impatto di livello medio-basso.

**MEDIO:** le inondazioni nel caso specifico di tipo pluviale o fluviale possono avere un impatto sulla funzionalità dell'infrastruttura, in quanto potrebbero implicare un allagamento della sede stradale e generare impatti importanti a causa dell'elevato trasporto solido che può ostruire la sede stradale.

Per quanto sopra esposto valuta che tale pericolo rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura abbia un impatto di livello medio.

Pericoli ACQUE	CRONICI			ACUTI		
	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Variabilità idrologica o Delle precipitazioni	Stress idrico	Siccità	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Inondazioni
Infrastrutt. stradale	Medio-Bassa	Medio-Bassa	Bassa	Bassa	Medio-Bassa	Medio
<i>Punteggio maggiore</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Bassa</i>	<i>Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio</i>

ANALISI DI ESPOSIZIONE (pericoli climatici pertinenti per l'ubicazione prevista per il progetto, indipendentemente dal tipo di progetto)

Gerarchia dei pericoli relativi all'area geografica di Longarone e alle condizioni climatiche specifiche

Clima attuale

**BASSA:** nell'area di Torriglia, le precipitazioni non sono in generale di tipo estremo pur con normali episodi di precipitazioni intense. Come si può evincere dai dati di piovosità rilevati nella centralina di riferimento (Longarone Fortogna), l'area presenta una piovosità mediamente concentrata nei mesi e non si riscontrano problematiche di siccità e stress idrico prolungato (con valori massimi di cumulata annuale sempre inferiori a 2500 mm).

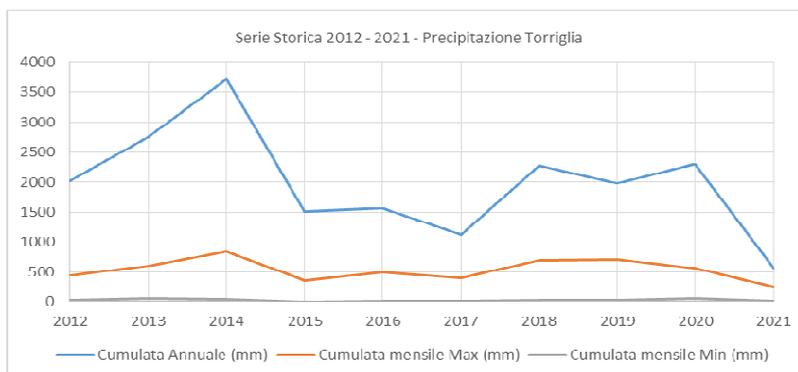


Figura 29: precipitazioni 2012-2021 Stazione Meteo Torriglia – Regione Liguria

Si valuta quindi che l'impatto del clima attuale rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura sia basso.

Clima futuro (scenario RCP8.5- periodo 2021-2050 – previsione peggiore)

Per il periodo 2021-2050: in particolare, trovandosi l'area di Torrighia nel cluster delle anomalie B, per questo scenario, si prevede una riduzione dell'7% delle precipitazioni estive, mentre per quanto riguarda i fenomeni di precipitazioni estreme si prevede un leggero aumento del 5% degli eventi estremi.

MEDIO-BASSA: le precipitazioni estreme si prevedono superiori rispetto alle attuali, mentre l'area continuerà a presentare una piovosità mediamente concentrata durante l'anno.

Si valuta quindi che l'impatto del clima futuro, in relazione agli eventi di precipitazioni estreme, rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura possa evolversi a livello medio-basso.

MEDIO: sono possibili inondazioni pluviali localizzate per piogge intense.

Si valuta quindi che l'impatto del pericolo inondazioni rispetto al clima futuro potrà evolvere da un livello medio-basso ad un livello medio.

Pericoli ACQUE	CRONICI			ACUTI		
	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Stress idrico	Siccità	Forti Precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Inondazioni
Clima attuale	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Medio-Bassa
Clima futuro	Medio-Bassa	Medio-Bassa	Medio- Bassa	Medio- Bassa	Medio-Bassa	Medio
<i>Punteggio maggiore</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio- Bassa</i>	<i>Medio- Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio</i>

ANALISI DI IMPATTO: si combinano i risultati delle analisi di sensibilità ed esposizione

	FATTORE ACQUE	<u>esposizione</u>			
		ALTA	MEDIA	MEDIO-BASSA	BASSA
<i>sensibilità</i>	IMPATTO POTENZIALE = sensibilità + esposizione				
	ALTA				
MEDIA			Inondazioni		

	MEDIO-BASSA			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni</li> <li>- Variabilità idrologica</li> <li>- Forti precipitazioni</li> </ul>	
	BASSA			Siccità Stress idrico	

SOLUZIONI DI ADATTAMENTO E ANALISI DI VULNERABILITÀ

Ciò premesso, pur tenendo in considerazione lo scenario più gravoso, si ritiene che per le motivazioni sopra esposte, le caratteristiche del progetto, e le azioni realizzate durante la sua vita utile e finalizzate a conservare le corrette condizioni di operatività, si prestano ad offrire misure di mitigazione rispetto alla potenziale vulnerabilità dell'opera nei confronti dei rischi connessi ai cambiamenti climatici.

A fronte dell'applicazione delle strategie di adattamento di cui sopra, la tabella di classificazione delle vulnerabilità che ne deriva è la seguente:

		<i>esposizione</i>			
FATTORE ACQUE					
VULNERABILITÀ = IMPATTO POTENZIALE + Soluzioni di ADATTAMENTO		ALTA	MEDIA	MEDIO-BASSA	BASSA
<i>sensibilità</i>	ALTA				
	MEDIA				
	MEDIO-BASSA			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambiamento del regime e</li> </ul>	

BASS A			del tipo di precipitazioni - Variabilità idrologica - Inondazioni - Forti precipitazioni	
BASS A			Siccità Stress idrico	

#### 4.6 Fattore Massa Solida (Degradazione ed Erosione del suolo, Soliflusso, Frane, Subsidenza)

Nel seguito si effettua l'analisi di sensibilità ed esposizione dei pericoli legati al fattore Massa solida e valutati come pertinenti agli interventi di progetto.

ANALISI DI SENSIBILITÀ (pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione)

Gerarchia dei pericoli – Infrastruttura stradale (incluse anche tutte le opere d'arte stradali come ponti, viadotti e gallerie)

La pericolosità legata al fattore Massa Solida può essere considerata una conseguenza dei fattori citati nei paragrafi precedenti.

Le principali conseguenze sui fenomeni franosi ed alluvionali si possono sintetizzare in due aspetti principali:

- la tendenza delle precipitazioni può comportare una variazione delle modalità di sollecitazione dei versanti da parte degli eventi meteorologici;
- l'aumento dei fenomeni estremi di tipo meteorico può causare un incremento degli eventi di frana del tipo colate rapide di fango/detrito, unitamente a fenomeni di erosione del suolo quale conseguenza dell'aumento delle temperature e dell'indice di aridità.

BASSA: la degradazione e l'erosione del suolo non sono considerate come particolare pericolo per l'infrastruttura stradale.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura abbiano un impatto basso.

MEDIO-BASSA: il soliflusso, così come la subsidenza sono pericoli e movimenti del terreno che possono avere un impatto sulle strutture andando a modificare nel tempo i livelli; si stima tuttavia che le stesse possano avere, in relazione ai criteri di progettazione adottati, una resilienza residua rispetto a tali pericoli.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità dell'infrastruttura abbiano un impatto medio-basso.

MEDIA: eventuali frane del tipo colate rapide di fango e/o detriti potrebbero avere un impatto sulle sedi stradali, si considera pertanto un impatto classificabile come medio.

Pericoli MASSA SOLIDA	CRONICI		ACUTI		
	Degradazione del suolo	Erosione del suolo	Soliflusso	Frana	Subsidenza
Infrastruttura stradale	Bassa	Bassa	Medio-Bassa	Media	Medio-Bassa
<i>Punteggio</i>	<i>Bassa</i>	<i>Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Media</i>	<i>Medio-Bassa</i>

ANALISI DI ESPOSIZIONE (pericoli climatici pertinenti per l'ubicazione prevista per il progetto, indipendentemente dal tipo di progetto)

Gerarchia dei pericoli relativi all'area geografica di Longarone e alle condizioni climatiche specifiche

Clima attuale/futuro

Come già descritto in precedenza, i pericoli legati alla massa solida possono considerarsi una conseguenza dei fattori citati nei paragrafi precedenti.

In futuro si prevede un leggero aumento delle precipitazioni invernali e un leggero incremento degli attuali giorni di pioggia estrema, per cui l'esposizione dell'opera a fenomeni franosi e/o erosivi, e di fenomeni quali la subsidenza o il soliflusso, può considerarsi cautelativamente incrementata rispetto alla situazione attuale.

A conclusione di ciò si valuta che l'impatto del clima futuro rispetto a quello attuale possa determinare un aumento del livello di esposizione dell'opera da basso a medio-basso.

Pericoli MASSA SOLIDA	CRONICI		ACUTI		
	Degradazione del suolo	Erosione del suolo	Soliflusso	Frana	Subsidenza
Clima attuale	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa
Clima futuro	Medio-Bassa	Medio-Bassa	Medio-Bassa	Medio-Bassa	Medio-Bassa
<i>Punteggio maggiore</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>	<i>Medio-Bassa</i>

ANALISI DI IMPATTO: si combinano i risultati delle analisi di sensibilità ed esposizione

		<i>esposizione</i>			
FATTORE MASSA SOLIDA		ALTA	MEDIA	MEDIO-BASSA	BASSA
IMPATTO POTENZIALE = sensibilità + esposizione					
<i>sensibilità</i>	ALTA				
	MEDIA			Frana	
	MEDIO-BASSA			-Soliflusso -Subsidenza	
	BASSA			- Degradazion e del suolo -Erosione del suolo	

### SOLUZIONI DI ADATTAMENTO E ANALISI DI VULNERABILITÀ

Il presente progetto prevede alcune soluzioni di adattamento per ridurre la vulnerabilità.

Con riferimento alle proiezioni meteorologiche a lungo termine per lo scenario rappresentativo RCP8.5 e in riferimento agli indicatori connessi sia alle precipitazioni (in termini di piovosità, giorni con precipitazioni intense ed estreme) che alla temperatura (temperature minime e massime e evapotraspirazione), connessi al Fattore massa solida, si osserva in media una variabilità climatica che potenzialmente potrebbe concorrere a determinare alcune situazioni descritte in precedenza.

Tuttavia, pur tenendo in considerazione lo scenario più gravoso, si ritiene che per le motivazioni sopra esposte, le caratteristiche del progetto, e le azioni attuate durante la sua vita utile e finalizzate a conservare le corrette condizioni di operatività, si prestino ad offrire misure di mitigazione rispetto alla potenziale vulnerabilità dell'opera nei confronti dei rischi connessi ai cambiamenti climatici.

La tabella di classificazione della vulnerabilità dell'opera rispetto ai pericoli del fattore massa solida è la seguente:

	FATTORE MASSA SOLIDA	<i>esposizione</i>			
	VULNERABILITÀ = IMPATTO POTENZIALE + Soluzioni di ADATTAMENTO	ALTA	MEDIA	MEDIO- BASSA	BASSA
<i>sensibilità</i>	ALTA				
	MEDIA			Frana	
	MEDIO- BASSA			-Soliflusso - Subsidenza	
	BASSA			- Degradazione del suolo -Erosione del suolo	

## 5 CONCLUSIONI

Nel documento viene effettuata la valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità per il progetto della Variante alla S.S.45 "Val di Trebbia", in ottemperanza a quanto indicato dai Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 6.15 (Infrastrutture per il trasporto stradale) nell'Allegato II al Regolamento Delegato EU 2021/2139 del 4/06/21, e in Appendice A, al fine di dimostrare l'applicabilità del criterio DNSH all'obiettivo ambientale "Adattamento ai cambiamenti climatici".

Tale analisi è stata organizzata in una prima parte nella quale sono stati analizzati i dati climatici storici e previsionali connessi ai cambiamenti climatici in atto con particolare riferimento all'area di progetto. Le proiezioni climatiche sono state riportate utilizzando metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (IPPC/CMCC).

Nella seconda parte è stata effettuata una valutazione qualitativa degli impatti connessi ai pericoli climatici applicabili, organizzata per fattori climatici, ed è stata effettuata una valutazione della vulnerabilità e delle soluzioni di adattamento previste.

Le risultanze di questa valutazione hanno evidenziato livelli di vulnerabilità di tipo basso o medio-basso per i quattro fattori climatici analizzati, temperatura, vento, acque e massa solida e dei pericoli ad essi legati.

A valle di tutte le analisi eseguite, effettuate tenendo conto degli elementi previsti sia dalla progettazione sviluppata che dalle procedure e istruzioni operative in uso presso il gestore della futura infrastruttura, è lecito concludere come non siano stati rilevati particolari elementi di criticità.