

COMMITTENTE



**INGEGNERIA E INVESTIMENTI STAZIONI - INVESTIMENTI STAZIONI ROMA E SUD**

PROGETTAZIONE

MANDATARIA



VIA Ingegneria S.R.L.

MANDANTE



INTERA S.R.L.

INTERA S.R.L.  
Viale Castrense, 8  
00182 Roma (RM) Italia  
Tel: +39 06 70613211 -  
Fax +39 06 70399382  
segreteria@interasrl.it

MANDANTE



SM INGEGNERIA S.R.L.

SM INGEGNERIA S.R.L.  
Via dell'Artigianato, 7  
37066 Caselle di Sommacampagna (VR) Italia  
Tel: +39 045 8581711 -  
Fax +39 045 8589182  
infovr@smingegneria.it

SOGGETTO TECNICO

**DIREZIONE STAZIONI - INGEGNERIA E INVESTIMENTI STAZIONI - PROGETTAZIONE STAZIONI**

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA  
FERMATA "DIVINO AMORE"**

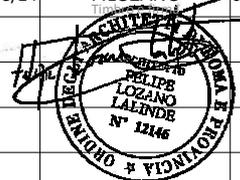
**AMBIENTE**

Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici

SCALA -

PROGETTO	ANNO	SOTTOPROG.	LIVELLO	O.PRN.	DISCIPL.	TIPO ELB.	F. FUNZ.	PROGRESSIV.	REV.
350724		S09	PF	00	AM	RT	00	004	A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato Il progettista	Data	Autorizzato Il Soggetto Tecnico	Data
A	Emissione per Enti	A. RONDINARA	02/08/24	C.COSTA	02/08/24	F.LOZANO	02/08/24	R. VANGELI	



POSIZIONE ARCHIVIO

LINEA

L546

SEDE TECNICA

TR5777

NOME DOC.

NUMERAZIONE



	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 2

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>GLOSSARIO.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>STRUTTURA DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO CLIMATICO E ANALISI STORICA DEI DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO DELL'AREA 8</b>	
<b>3.1</b>	<b>INQUADRAMENTO CLIMATICO REGIONALE .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>DATI CLIMATICI DELLA CITTÀ DI ROMA DA CLIMATE-DATA.ORG.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3</b>	<b>DATI CLIMATICI DELLA CITTÀ DI ROMA DA METEOBLUE.COM .....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>ANALISI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b>STIMA DEGLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLA REGIONE MEDITERRANEA .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b>STIMA DEGLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO A SCALA NAZIONALE .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3</b>	<b>VALUTAZIONE E STIMA DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO 26</b>	
<b>4.3.1</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE AREE CLIMATICHE OMOGENEE .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.2</b>	<b>VALUTAZIONE DEI DATI PREVISIONALI (FONTE CMCC) .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3.3</b>	<b>VALUTAZIONE LOCALE DEI DATI PREVISIONALI (FONTI VARIE) .....</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>PERICOLI LEGATI AL CLIMA ED AL CAMBIAMENTO CLIMATICO .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1</b>	<b>BREVE E SINTETICA DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2</b>	<b>CLASSIFICAZIONE DEI PERICOLI LEGATI AL CLIMA SECONDO L'APPENDICE A DEI CRITERI DI VAGLIO TECNICO.....</b>	<b>60</b>
<b>5.3</b>	<b>VALUTAZIONE SUL FATTORE TEMPERATURA .....</b>	<b>63</b>
<b>5.3.1</b>	<b>ANALISI DI SENSIBILITÀ .....</b>	<b>63</b>
<b>5.3.2</b>	<b>ANALISI DI ESPOSIZIONE .....</b>	<b>64</b>
<b>5.3.3</b>	<b>ANALISI DI VULNERABILITÀ.....</b>	<b>66</b>
<b>5.3.4</b>	<b>SOLUZIONI DI ADATTAMENTO.....</b>	<b>66</b>
<b>5.4</b>	<b>VALUTAZIONE SUL FATTORE VENTO.....</b>	<b>67</b>
<b>5.4.1</b>	<b>ANALISI DI SENSIBILITÀ .....</b>	<b>68</b>
<b>5.4.2</b>	<b>ANALISI DI ESPOSIZIONE .....</b>	<b>68</b>

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 3

5.4.3	ANALISI DI VULNERABILITÀ .....	70
5.4.4	SOLUZIONI DI ADATTAMENTO.....	70
<b>5.5</b>	<b>VALUTAZIONE SUL FATTORE ACQUA .....</b>	<b>71</b>
5.5.1	ANALISI DI SENSIBILITÀ .....	72
5.5.2	ANALISI DI ESPOSIZIONE .....	73
5.5.3	ANALISI DI VULNERABILITÀ.....	75
5.5.4	SOLUZIONI DI ADATTAMENTO.....	76
<b>5.6</b>	<b>VALUTAZIONE SUL FATTORE MASSA SOLIDA .....</b>	<b>78</b>
5.6.1	ANALISI DI SENSIBILITÀ .....	78
5.6.2	ANALISI DI ESPOSIZIONE .....	79
5.6.3	ANALISI DI VULNERABILITÀ.....	82
5.6.4	SOLUZIONI DI ADATTAMENTO.....	82
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>84</b>

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 4

## 1 PREMESSA

Il presente documento riporta quanto elaborato in fase di Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economica, al fine di effettuare la Valutazione della vulnerabilità climatica per il Progetto della nuova fermata “Divino Amore”, che sorgerà sulla linea ferroviaria regionale FL7/FL8 (Roma – Napoli via Formia).

Il presente documento è stato redatto al fine di valutare che:

- l'attività economica ha attuato soluzioni fisiche e non fisiche (“soluzioni di adattamento”) che riducono in modo sostanziale i più importanti rischi climatici che pesano su quell'attività;
- i rischi climatici fisici che pesano sull'attività sono stati identificati tra quelli riportati all'interno della sezione II dell'Appendice A dell'Allegato 2 al Regolamento 852/2020 UE, effettuando una solida valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità;
- le proiezioni climatiche e la valutazione degli impatti si basano sugli orientamenti disponibili e tengono conto delle più attuali conoscenze scientifiche per l'analisi della vulnerabilità e del rischio e delle relative metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico, le pubblicazioni scientifiche sottoposte ad esame inter pares e i modelli open source o a pagamento più recenti.

La presente relazione prende in considerazione tutti gli interventi previsti nell'ambito della realizzazione della nuova fermata “Divino Amore”, valutando l'intervento nella sua complessità.

### 1.1 GLOSSARIO

- **Rischio**: probabilità che un fenomeno naturale o antropico possa causare effetti dannosi sulla popolazione, gli insediamenti abitativi e produttivi e le infrastrutture, in una determinata risoluzione spazio-temporale.
- **Vulnerabilità**: è la predisposizione di un elemento ad essere assoggettato a danneggiamento a seguito di forzanti indotte da un evento di una certa intensità.
- **Cluster** di anomalie: aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.
- **Adattamento**: insieme di strategie finalizzate a prevenire e ridurre uno o più rischi intervenendo sugli effetti
- **Scenari RCP (Representative Concentration Pathways)**: sono scenari di emissione nonché rappresentazioni plausibili del futuro sviluppo delle concentrazioni dei gas a effetto serra e degli aerosol.
- **CMCC**: Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici
- **EURO-CORDEX**: Esperimento di Downscaling Coordinato - Dominio Europeo
- **GCM**: General Circulation Model
- **IPCC**: Intergovernmental Panel on Climate Change
- **RCM**: Regional Climate Model
- **Tmean**: Media annuale della temperatura media giornaliera (°C)
- **FD**: Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C (giorni/anno)

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 5

- 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)
- R20: Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm (giorni/anno)
- WP: Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio) (mm)
- SP: Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (Giugno, Luglio, Agosto) (mm)
- CDD: Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno (giorni/anno)
- R95p: 95° percentile della precipitazione (mm)
- Evap: Evaporazione cumulata annuale (mm/anno)
- SC: Media annuale del numero di giorni per cui l'ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm (giorni/anno)
- frost days: Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C
- summer days: 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 EOBS)

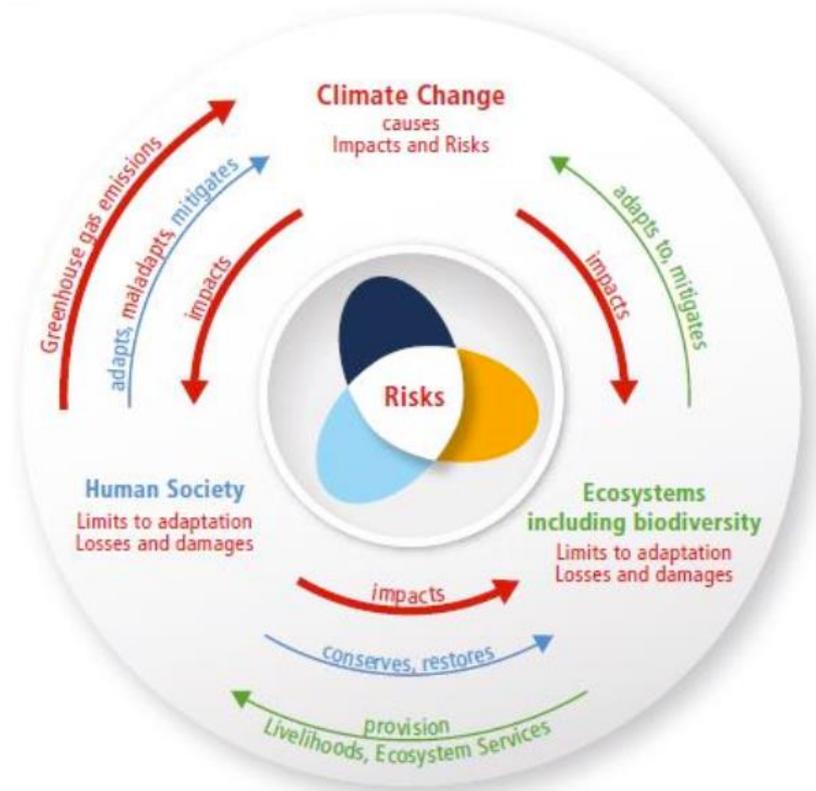
	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 6

## 2 STRUTTURA DEL DOCUMENTO

Punto di partenza per tale valutazione è stato quello della raccolta ed elaborazione dei dati storici osservati per ciò che riguarda temperature e precipitazioni. Dopo un inquadramento generale del clima regionale si è passati ad analizzare le serie storiche delle temperature e delle precipitazioni.

Nel paragrafo successivo è stata effettuata l'analisi del cambiamento climatico attraverso la consultazione dei modelli di previsione a Circolazione Globale elaborati dall'Ente Intergovernativo per i Cambiamenti Climatici (IPCC - Intergovernmental Panel for Climate Change) che ogni 5-6 anni circa emette un report di sintesi basato su proiezioni future. Utilizzando proiezioni climatiche di scenari futuri, coerenti con la vita utile dell'opera in progetto, è stato analizzato il cambiamento climatico atteso che determinerà, come conseguenza diretta, un innalzamento della temperatura correlata all'aumento della forzante radiativa che determina a sua volta un aumento delle emissioni di gas climalteranti da cui deriva l'effetto serra.

Tale stima degli effetti del cambiamento climatico è stata effettuata prima per tutto il territorio nazionale e successivamente per l'area oggetto di intervento attraverso il confronto con le aree climatiche omogenee per anomalie, riassumendo infine i dati previsionali relativi alla porzione di territorio all'interno del quale ricade l'opera in progetto. Per una migliore valutazione si è provveduto, per quanto possibile, ad individuare, attraverso la ricerca delle fonti disponibili, dati previsionali più attinenti al territorio interessato dal progetto. Nel successivo paragrafo sono stati identificati gli specifici rischi climatici per l'area di progetto tra quelli riportati all'interno della sezione II dell'Appendice A dell'Allegato 2 al Regolamento 852/2020 UE. Tali rischi climatici individuati sono quelli che si ritiene, per posizione geografica e per caratteristiche ambientali dell'area, possano influenzare le attività economiche di quel territorio per il periodo di vita utile dell'opera in progetto. Il paragrafo è stato quindi completato con una valutazione qualitativa del rischio climatico e della vulnerabilità dell'area cercando di individuare e valutare le migliori soluzioni di adattamento che possano portare ad una riduzione del rischio fisico climatico determinato.



The risk propeller shows that risk emerges from the overlap of:

- **Climate hazard(s)**
  - **Vulnerability**
  - **Exposure**
- ...of human systems, ecosystems and their biodiversity

*Schema concettuale del processo per la resilienza climatica e l'adattamento ai cambiamenti climatici*

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 8

### 3 INQUADRAMENTO CLIMATICO E ANALISI STORICA DEI DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO DELL'AREA

#### 3.1 INQUADRAMENTO CLIMATICO REGIONALE

Il territorio regionale del Lazio è costituito da strutture orografiche molto differenti tra loro.

Partendo dal Nord-Ovest della regione, si possono distinguere tre gruppi montuosi di modeste dimensioni: i monti Volsini, i monti Cimini ed i monti Sabatini. Caratteristica comune di questi gruppi montuosi è la loro origine vulcanica, testimoniata, oltre che dagli elementi geologici, dalla presenza, in ciascuno di questi, di un lago: il lago di Bolsena sui Volsini, il lago di Vico sui Cimini ed il lago di Bracciano sui Sabatini. Questi gruppi montuosi degradano dolcemente verso la pianura maremmana ad ovest, e verso la valle del Tevere ad est, le due pianure laziali più settentrionali. La Tuscia, ovvero la maremma laziale, trova qui il suo limite meridionale, nei Monti della Tolfa.

Nella parte orientale del Lazio si trovano i rilievi più alti della regione, che raggiungono con i Monti della Laga e in particolare con il monte Gorzano (2458 m), il loro punto più alto in questa piccola porzione laziale. Il resto del territorio Appenninico corre diagonalmente da nord-ovest a sud-est comprendendo i rilievi dei monti Reatini, Sabini, Simbruini ed Ernici, con rilievi attorno ai 1300-2200 m.

Accanto a questo va considerata l'ampia area costiera che coinvolge tutta la parte ovest del territorio e, chiaramente, l'area metropolitana di Roma che ha un'estensione di circa 1300 km<sup>2</sup>.

La complessa struttura orografica influisce notevolmente sulle caratteristiche meteorologiche e micro-meteorologiche del territorio che sono alla base dei processi di dispersione delle sostanze inquinanti rilasciati in atmosfera.

Di seguito viene riportata una descrizione delle principali caratteristiche meteorologiche della regione, l'analisi prenderà in considerazione i principali fenomeni meteorologici utili alla dispersione e abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici: precipitazioni, venti e variabili legate alla turbolenza atmosferica.

Per l'analisi meteoclimatica si è fatto riferimento alla rete micro-meteorologica (RMM) di Arpa Lazio.

L'ARPA Lazio dal 2012 si è dotata di una rete micro-meteorologica unica nel suo genere.

La rete, progettata e realizzata a supporto della valutazione delle capacità dispersive dell'atmosfera, è costituita da 8 stazioni micro-meteorologiche con dotazione strumentale avanzata.

Quattro stazioni sono posizionate nella provincia di Roma e le restanti nei quattro capoluoghi di provincia della regione. Le stazioni sono dotate di sensori meteorologici classici (temperatura, umidità, pressione e precipitazione) associati a strumentazione destinata specificatamente allo studio della dispersione degli inquinanti (anemometri sonici, piranometri e pirgeometri).

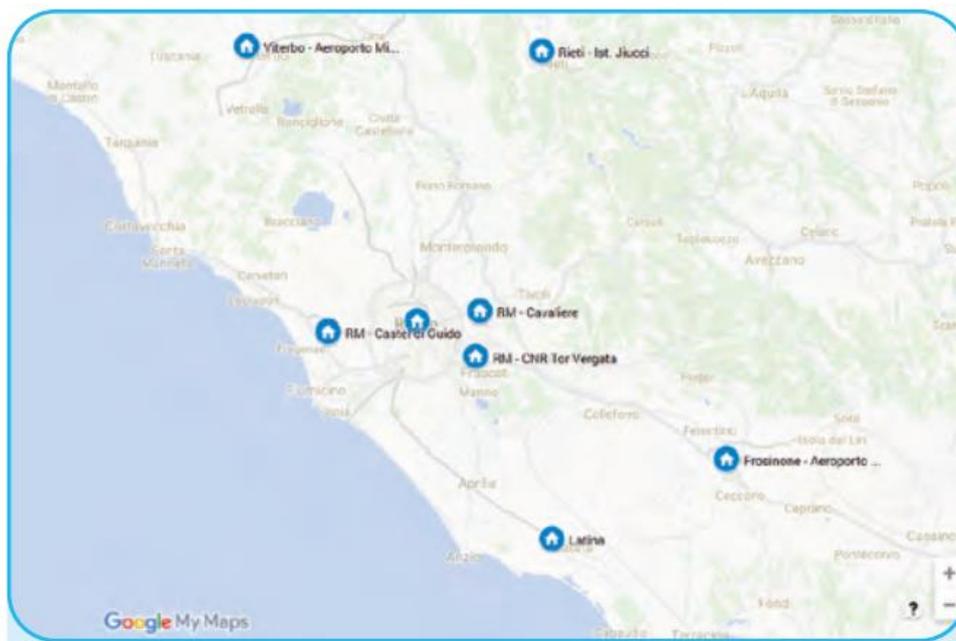
Oltre alla valutazione della dispersione meccanica (vento) e del dilavamento (precipitazioni), mediante questi sofisticati sensori si possono ricavare informazioni relative alla turbolenza atmosferica attraverso lo studio dei flussi di calore e l'analisi delle variabili micro-meteorologiche ricavate ( $u^*$  e  $H_0$ ) che danno indicazioni delle capacità dispersiva dei primi strati dell'atmosfera.

Nell'area di Roma sono presenti 4 stazioni.

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 9

Zona (d.g.r. n.217/2012)	Sigla	Località	Latitudine	Longitudine
Agglomerato di Roma	<b>AL001</b>	Roma – CNR Tor Vergata	41.8417	12.6476
	<b>AL003</b>	Roma – Tenuta del Cavaliere	41.9290	12.6583
	<b>AL004</b>	Roma – Castel di Guido	41.8894	12.2664
	<b>AL007</b>	Roma – Boncompagni	41.9093	12.4965
IT1212 - Valle del Sacco	<b>AL006</b>	Frosinone	41.6471	13.2999
IT1213 - Litoranea	<b>AL002</b>	Latina	41.4850	12.8457
IT1211 - Appenninica	<b>AL005</b>	Rieti	42.4294	12.8191
	<b>AL008</b>	Viterbo	42.4308	12.0625

*Localizzazione delle stazioni della rete micro-meteorologica.*



*Localizzazione delle stazioni della RMM nel territorio regionale*

La stazione di riferimento più vicina al sito di interesse progettuale risulta essere AL001 – Roma – CNR – Tor Vergata.

Variabile meteo	Unità di misura	Variabile meteo	Unità di misura
Temperatura	°C	Precipitazione	cumulata in mm
Velocità	m/s	Radiazione Solare	W/m <sup>2</sup>
Direzione del vento	gradi rispetto al nord	Albedo	W/m <sup>2</sup>
Umidità relativa	%	Radiazione infrarossa atmosferica	W/m <sup>2</sup>
Pressione	mb	Radiazione infrarossa terrestre	W/m <sup>2</sup>

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 10

Variabili metereologiche misurate

Di seguito la scheda di riferimento della stazione di rilevamento.

	<b>SCHEDA TECNICA – STAZIONE DI RILEVAMENTO AL001</b>	
<b>LOCALIZZAZIONE</b>		
<b>NOME STAZIONE /LOCALITÀ</b>	AL001 - CNR TOR VERGATA	
<b>RETE DI APPARTENENZA</b>	RETE MICROMETEOROLOGICA DEL LAZIO	
<b>COMUNE</b>	ROMA	
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE</b>	LATITUDINE : 41.84 LONGITUDINE : 12.64	
<b>ALTITUDINE (mslm)</b>	104	
<b>CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE DI RILEVAMENTO</b>		
<b>TIPOLOGIA DI STAZIONE</b>	MICROMETEOROLOGICA	
<b>CARATTERISTICHE DELLA ZONA</b>	AREA DI SPERIMENTAZIONE METEO DEL CNR DI ROMA TOR VERGATA	
<b>STRUMENTAZIONE</b>		
<b>TIPOLOGIA DI STRUMENTO</b>	<b>MODELLO</b>	
ANEMOMETRO ULTRASONICO	USA1 SCIENTIFIC	
PLUVIOMETRO	VRG 101	
TERMOIGROMETRO	HMP 45AC	
PROFILATORE TERMICO DEL TERRENO	QMT 103	
RADIOMETRO	CNR1	
PIASTRA DI FLUSSO	HFP01	
<b>MAPPA</b>		<b>FOTO</b>
		

Utilizzando i dati della rete di stazioni micro-meteorologiche dell'ARPA Lazio è possibile evidenziare le distribuzioni delle intensità e della direzione dei venti in 8 punti della regione, di cui 4 appartenenti all'Agglomerato di Roma e le altre 4 nei restanti capoluoghi di provincia della Regione.

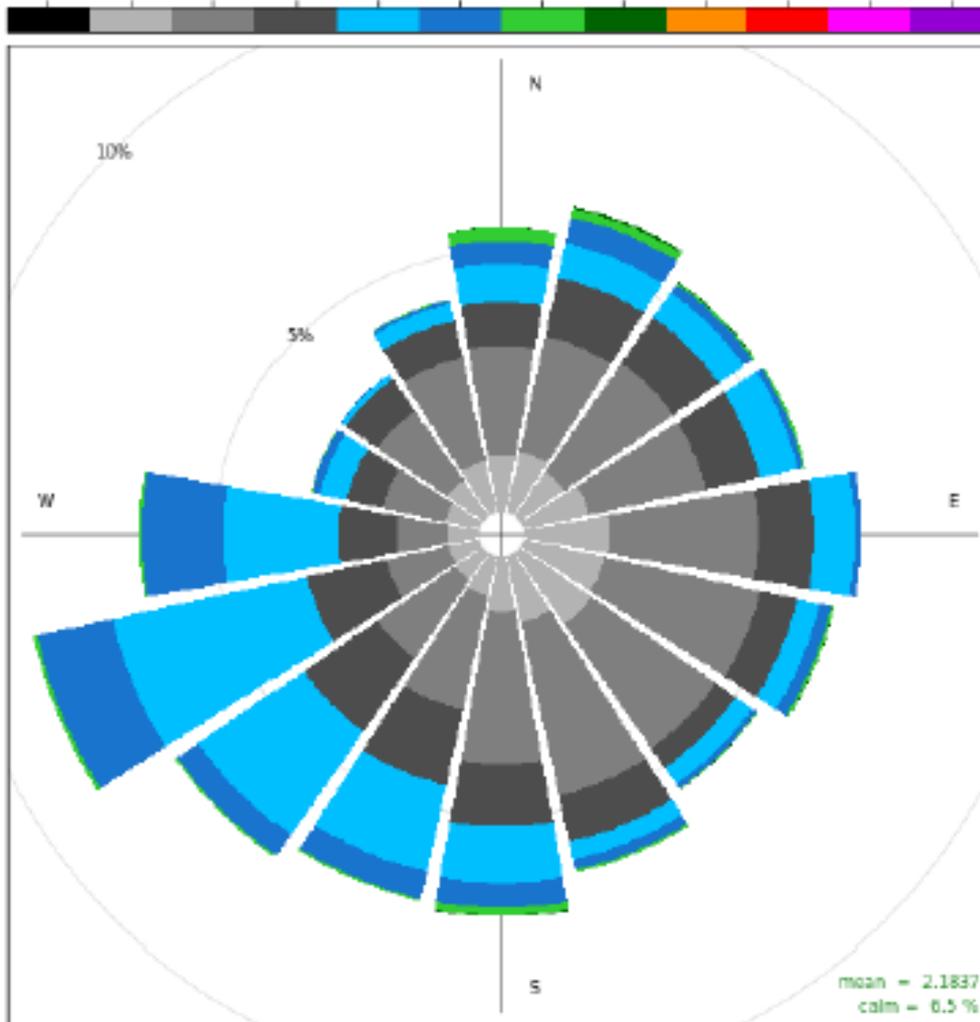
Nelle immagini alle pagine seguenti sono rappresentate le rose dei venti nel seguente ordine: Roma-Tor Vergata e Latina, Roma-Tenuta del Cavaliere e Roma-Castel di Guido.

Stazione RMR	vv medio 2020	vv medio 2019	vv medio 2012-19	calme 2020	calme 2019	calme 2012-19
Tor Vergata (RM)	2.19	2.34	2.32	7.2%	5.9%	6.0%
Tenuta del Cavaliere (RM)	2.03	2.10	2.07	5.2%	4.2%	5.1%
Castel di Guido (RM)	2.67	2.77	2.78	1.5%	1.5%	1.4%
Roma via Boncompagni (RM)	1.57	1.65	1.63	4.9%	3.7%	3.7%

*Velocità media dei venti 2020 e media 2012-2019 in m/s rete micro-metereologica regionale*

from: 01 Jan 2022 00 to: 31 Dec 2022 23 av. wind: 2.18 m s<sup>-1</sup> total data: 17376 dati validi: 93.1 %

station number: AL001 station name: Tor Vergata wind speed (m s<sup>-1</sup>)  
 0 to 0.5 0.5 to 1 1 to 2 2 to 3 3 to 5 5 to 7 7 to 9 9 to 11 11 to 14 14 to 17 17 to 25 25 to 50

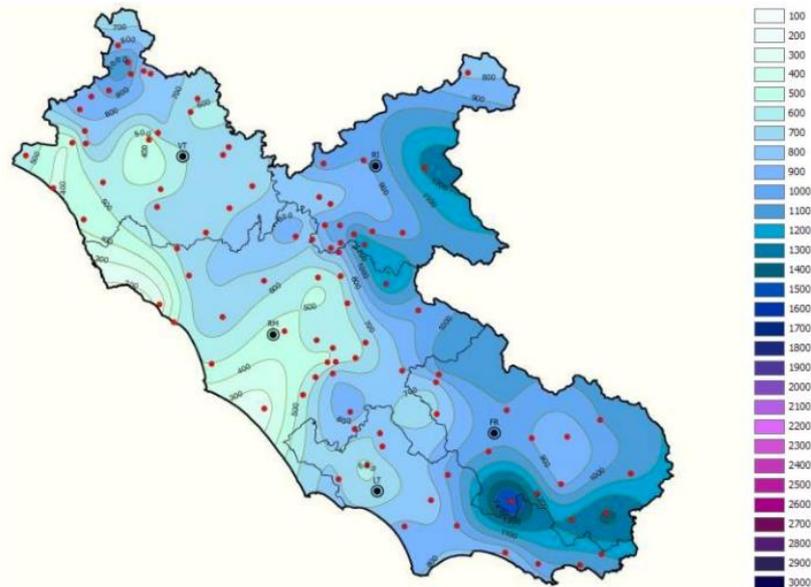


**Frequency of counts by wind direction (%)**

*Rosa dei venti 2022 nella stazione AL001 di Tor Vergata*

Analizzando i dati provenienti dalla rete ARSIAL, l'anno 2022 è stato "leggermente meno piovoso". La distribuzione spaziale delle piogge mostra massimi di cumulata di precipitazione sulla zona meridionale della regione tra Latina e Frosinone.

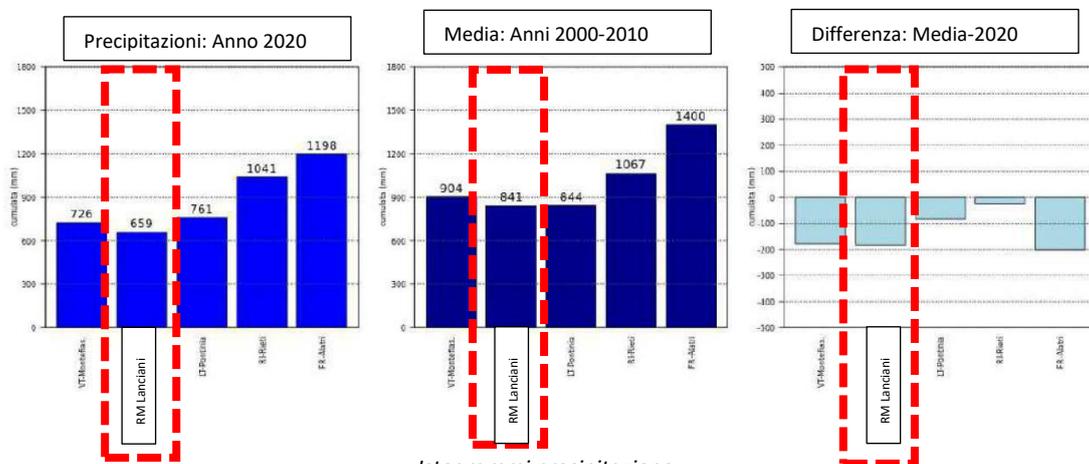
Vi sono stati alcuni episodi locali nel periodo estivo/invernale che, per la loro intensità, hanno lasciato traccia nel grafico annuale.



Mappa Arsiat precipitazioni 2022.

E' stata individuata per ogni capoluogo di provincia una stazione meteorologica ARSIAL di riferimento. Il confronto con la precipitazione media degli ultimi 11 anni mostra che nel 2020 le piogge sono state meno copiose in tutte le province.

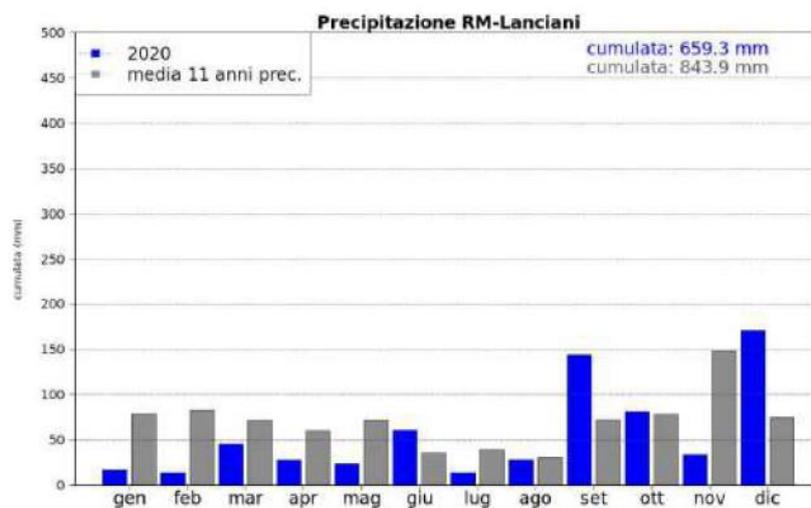
Nella successiva figura vengono riportati a sinistra l'istogramma della precipitazione cumulata annuale 2020 per provincia, al centro la media degli ultimi 11 anni, a destra lo scarto tra la precipitazione cumulata del 2020 – la media 2009-2019.



Istogrammi precipitazione.

L'istogramma seguente rappresenta la precipitazione cumulata mensile: in blu anno 2020 e in grigio media ultimi 11 anni).

L'andamento mensile mostra che nei primi 5 mesi dell'anno 2020 le precipitazioni che si sono registrate sono state in generale la metà della norma mensile. In estate le precipitazioni nel mese di luglio sono state scarse; nel mese di giugno invece la precipitazione cumulata totale è risultata essere quasi il doppio della norma mensile. Anche nel mese di dicembre si è registrata una precipitazione cumulata totale oltre il doppio della norma mensile.



Istogramma mensile della precipitazione cumulata.

### 3.2 DATI CLIMATICI DELLA CITTÀ DI ROMA DA CLIMATE-DATA.ORG

I dati climatici riportati sul sito Climate-data.org si basano sui dati ECMWF. Il modello ha più di 1,8 miliardi di punti dati e una risoluzione di 0,1 - 0,25 gradi. Questi dati meteo sono stati raccolti tra il 1991 e il 2021 per le variabili temperatura, precipitazioni, temperatura dell'acqua, umidità, giorni di pioggia.

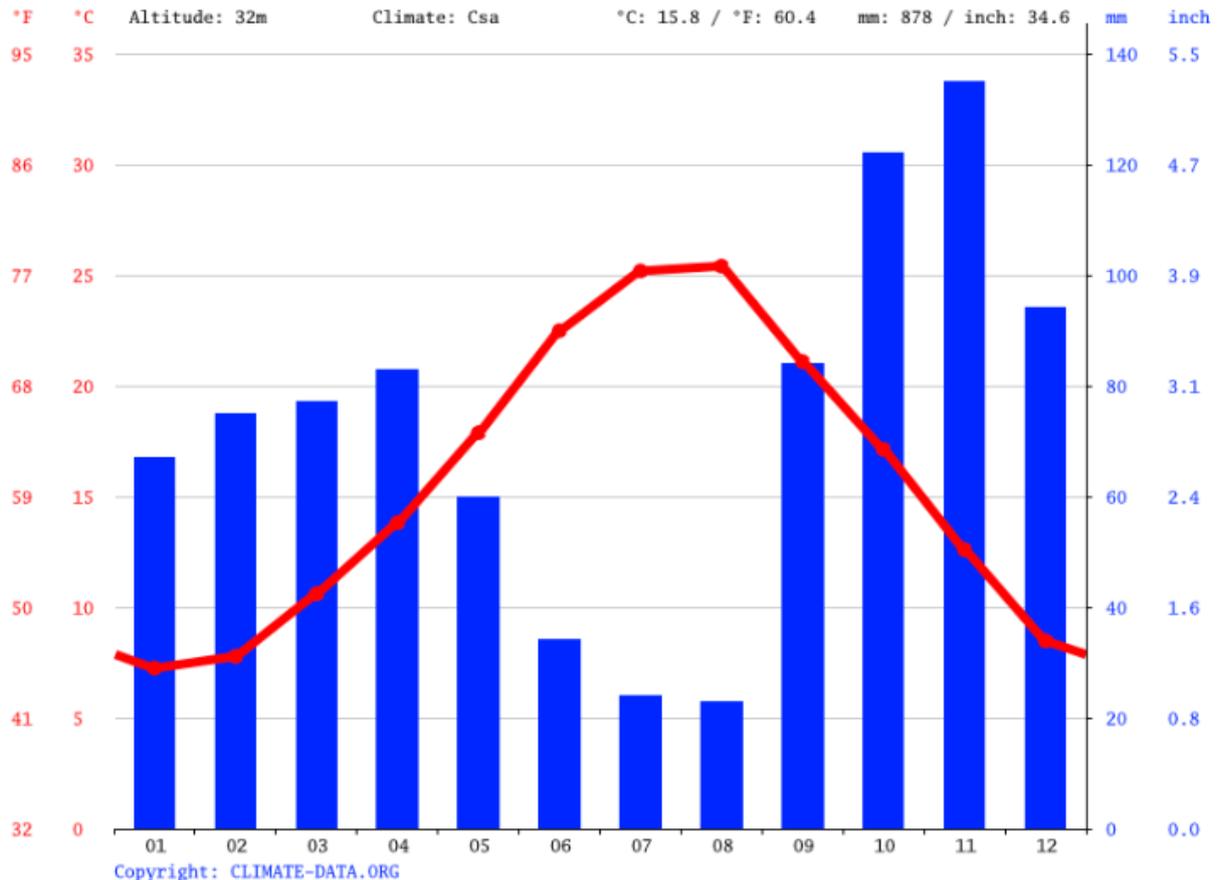
I grafici e le tabelle sono generati utilizzando le informazioni del Servizio cambiamenti climatici di Copernicus tra il 1991 e il 2021. I dati vengono aggiornati periodicamente. L'ultimo aggiornamento risale a maggio 2022. L'aggiornamento precedente risale al febbraio 2021.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi dei principali parametri elaborati per la città di Roma sulla base dei dati disponibili per il periodo 1991-2021.

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	7.2	7.8	10.6	13.8	17.9	22.5	25.2	25.4	21.1	17.1	12.6	8.5
Temperatura minima (°C)	3.5	3.6	6	8.9	12.7	16.9	19.6	20.1	16.7	13.2	9.2	5
Temperatura massima (°C)	11.4	12.1	15.2	18.4	22.5	27.4	30.3	30.5	25.5	21.3	16.3	12.5
Precipitazioni (mm)	67	75	77	83	60	34	24	23	84	122	135	94
Umidità(%)	79%	76%	75%	74%	71%	65%	60%	62%	69%	77%	79%	79%
Giorni di pioggia (g.)	7	7	6	8	6	4	3	3	6	8	9	8
Ore di sole (ore)	6.2	6.9	8.0	9.9	11.3	12.7	12.7	11.8	9.9	7.9	6.6	6.1

Fonte: <https://it.climate-data.org/europa/italia/lazio/roma-1185/>

Relativamente a temperatura e precipitazioni si riportano i dati specifici relativi ai valori medi:



Fonte: <https://it.climate-data.org/europa/italia/lazio/roma-1185/>

Come si evince dalle tabelle sopra riportate esiste una piovosità durante tutto l'anno: anche nel mese più secco (Agosto) si riscontra una piovosità minima di 24 mm, mentre il mese più piovoso risulta essere Novembre con una media di 135 mm. La temperatura media annuale è di circa 15.8 °C, con una piovosità media annuale di 878 mm. Questo dato, che risulta elaborato attraverso modelli metereologici utilizzando dati degli ultimi 30 anni (1991-2021), appare leggermente maggiore di quello elaborato dai dati della stazione metereologica presa a riferimento per la città di Roma che, come visto in precedenza, presentava valori pari a circa 841 mm.

L'umidità relativa più bassa nel corso dell'anno è a Luglio (60,28 %), mentre il mese con la più alta umidità è Novembre (78,87 %).

Il minor numero di giorni di pioggia è previsto nei mesi di Luglio e Agosto (circa soli 3 giorni), mentre il mese con più giorni piovosi è Novembre (9)

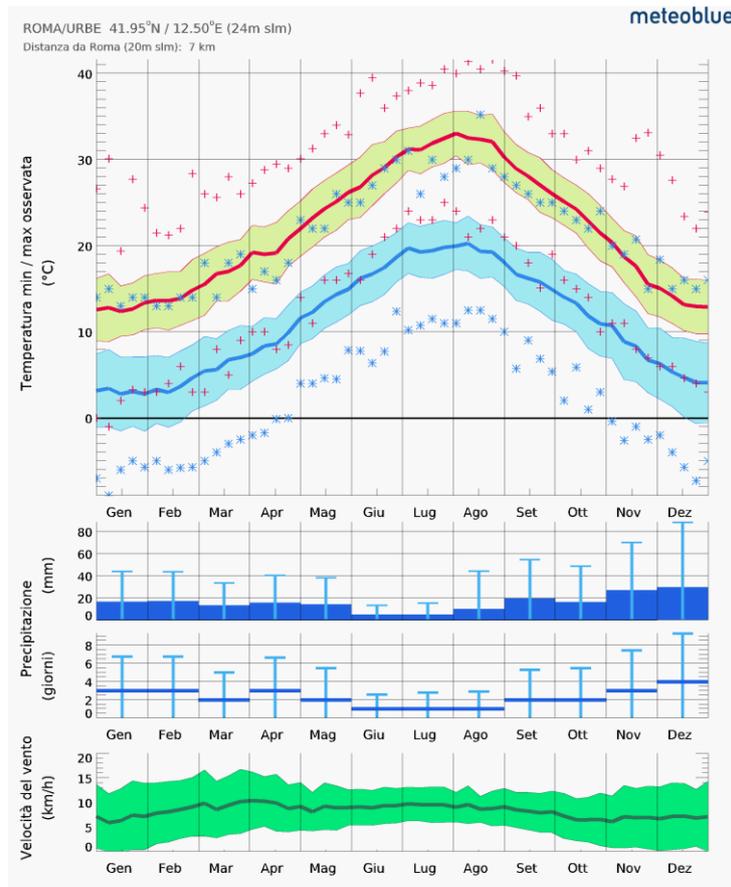
Il mese più caldo dell'anno è Agosto, con una temperatura media di 25,4 °C. Durante l'anno Gennaio ha una temperatura media di 7,2 °C: si tratta della temperatura media più bassa di tutto l'anno.

La differenza tra le Pioggia del mese più secco e quelle del mese più piovoso è 112 mm. Le temperature medie variano di 18,2 °C nel corso dell'anno.

### 3.3 DATI CLIMATICI DELLA CITTÀ DI ROMA DA METEOBLUE.COM

I diagrammi climatici di Meteoblue per Roma si basano su 30 anni di dati meteorologici registrati.

Di seguito si riportano i grafici di sintesi dei principali parametri elaborati per il comune di Roma sulla base dei dati disponibili per il periodo 1991-2021.



*Temperature minime e massime, precipitazioni e velocità del vento – Fonte meteoblu.com (da dati osservati)*

## 4 ANALISI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

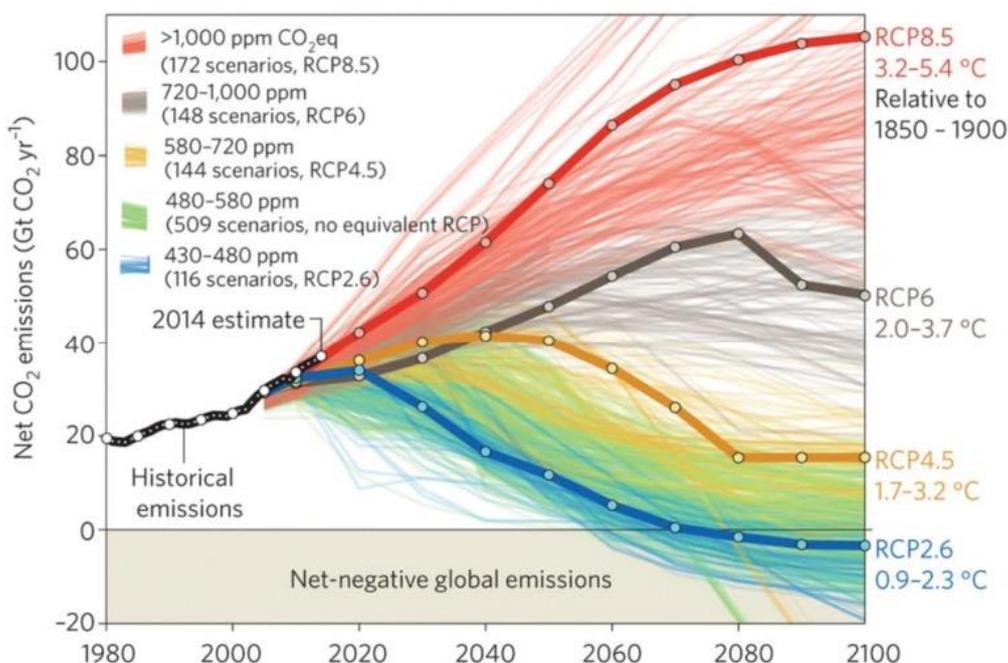
L'analisi del cambiamento climatico viene effettuata a scala mondiale dall'Ente Intergovernativo per i Cambiamenti Climatici (IPCC - Intergovernmental Panel for Climate Change) che, con cadenza di circa 5-6 anni - emette un report di sintesi basato su proiezioni future.

L'ultimo report è stato pubblicato in agosto 2021 nella versione 6, AR6 Cambiamento Climatico 2021 - Le basi fisico-scientifiche (AR6 Climate Change 2021: the Physical Science Basis Report), di seguito AR6.

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 100 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>2</sub>eq/anno) secondo 4 livelli (cfr. figura successiva):

- RCP2.6
- RCP4.5
- RCP6.0
- RCP8.5



Scenari di emissione di CO<sub>2</sub> proposti nell'ultimo Assessment Report (AR5) dell'IPCC. I dati sono espressi in Gt CO<sub>2</sub>/anno

Di seguito si riportano le diverse caratteristiche per i quattro scenari individuati: ogni scenario è caratterizzato da una forzante radiativa che dipende dalle azioni di protezione nei confronti del clima che potranno essere eventualmente intraprese a livello globale. Ad una forzante radiativa maggiore corrisponde un conseguente maggiore peggioramento del clima.

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 17

RCP2.6 corrispondente ad una forzante radiativa di 2.6 W/m<sup>2</sup>.

Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni di anidride carbonica inizino a diminuire entro il 2020 e si azzerino entro il 2100, inoltre prevede:

- una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2020 al fine di raggiungere l'azzeramento il 2100;
- che le emissioni di CH<sub>4</sub> raggiungano la metà dei livelli del 2020;
- che le emissioni di SO<sub>2</sub> scendano a circa il 10% di quelle del 1980-1990.

Come tutti gli altri RCP, richiede emissioni negative di CO<sub>2</sub> (assorbimento da parte degli alberi etc).

Si prevede che sotto tale scenario si manterrà l'aumento della temperatura globale al di sotto dei 2 °C entro il 2100.

RCP4.5 corrispondente ad una forzante radiativa di 4.5 W/m<sup>2</sup>.

Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni di anidride carbonica raggiungano un picco intorno al 2045 e tendano a diminuire entro il 2100, inoltre prevede:

- una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2045 circa per raggiungere circa la metà dei livelli del 2050 entro il 2100;
- che le emissioni di CH<sub>4</sub> cessino di aumentare entro il 2050 e diminuiscano leggermente fino a circa il 75% dei livelli del 2040;
- che le emissioni di SO<sub>2</sub> scendano a circa il 20% di quelle del 1980-1990.

Come tutti gli altri RCP, richiede emissioni negative di CO<sub>2</sub> (assorbimento da parte degli alberi, etc.).

Si prevede un aumento della temperatura globale tra 2 e 3 °C, entro il 2100 con un aumento medio del livello del mare del 35% superiore a quello dello scenario RCP 2.6.

Molte specie vegetali e animali non saranno in grado di adattarsi agli effetti di RCP 4.5 e RCP superiori.

RCP6.0 corrispondente ad una forzante radiativa di 6.0 W/m<sup>2</sup>.

Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni di anidride carbonica raggiungano un picco intorno al 2080, intorno a valori di circa il triplo rispetto allo scenario RCP4.5, e tendano a diminuire entro il 2100. Si prevedono incremento di temperatura di oltre 3°C entro il 2100.

RCP8.5 corrispondente ad una forzante radiativa di 8.5 W/m<sup>2</sup>.

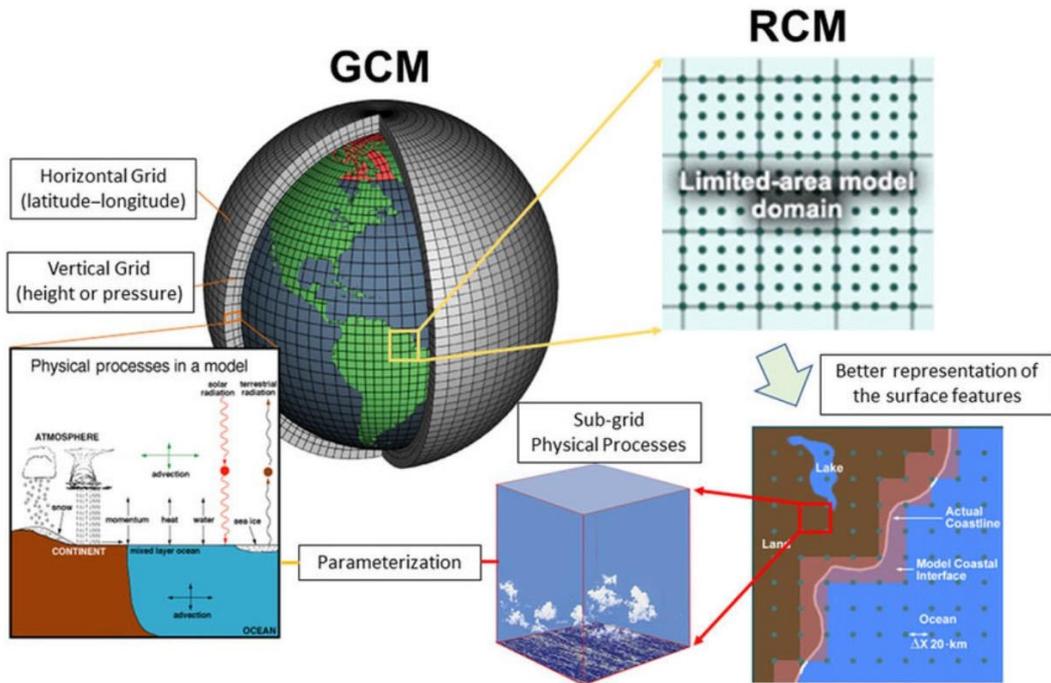
Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni continuino ad aumentare per tutto il 21° secolo.

L' RCP8.5, generalmente preso come base per gli scenari di cambiamento climatico peggiori, si basava su quella che si è rivelata una sopravvalutazione della produzione di carbone prevista.

Negli ultimi anni però viene definito "sempre più plausibile" in virtù del fatto che allo stato attuale si è perfettamente allineati con il trend di questo scenario.

Al fine di effettuare analisi di dettaglio è necessario effettuare quello che viene definito un downscaling dinamico (per il territorio europeo il downscaling dinamico viene effettuato dal gruppo Eurocordex), ovvero il passaggio dalla risoluzione dei GCM ad una risoluzione di maggiore dettaglio.

Tale operazione viene effettuata grazie all'impiego di modelli a scala regionale (RCM –Regional Climate Model) che acquisiscono gli output dei GCM come condizioni iniziali e al contorno (cfr. figura successiva).



*Schema semplificato di downscaling dinamico GCM-RCM*

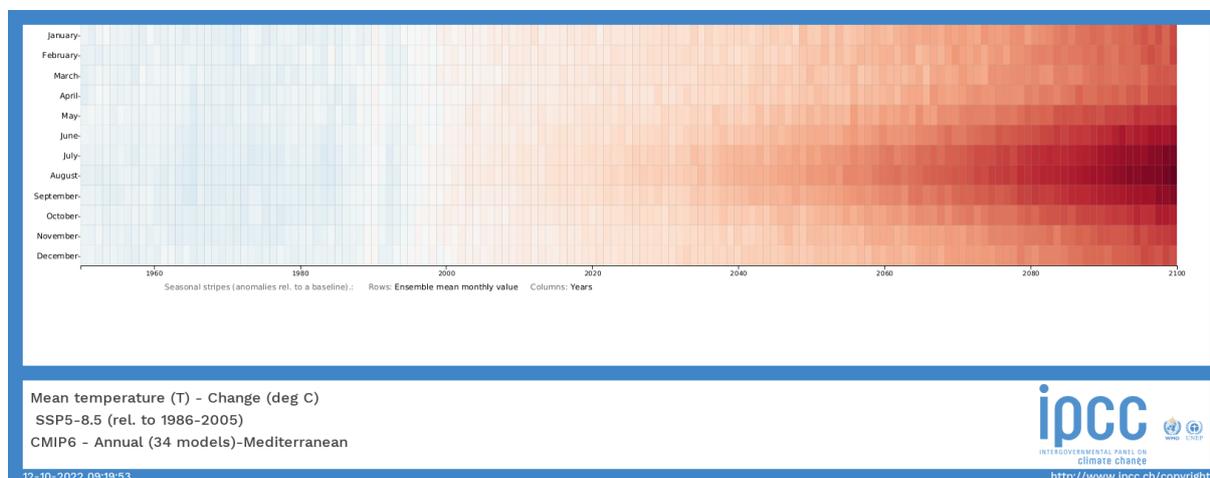
#### 4.1 STIMA DEGLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLA REGIONE MEDITERRANEA

A livello di Regione Mediterranea si può fare riferimento alle analisi eseguite dall'Ente Intergovernativo per i Cambiamenti Climatici (IPCC - Intergovernmental Panel for Climate Change - <https://www.ipcc.ch/>) e dal CMCC (Centro Euro-Mediterraneo per il Cambiamento Climatico - <https://www.cmcc.it/it>) attraverso il modello RCM COSMO-CLM.

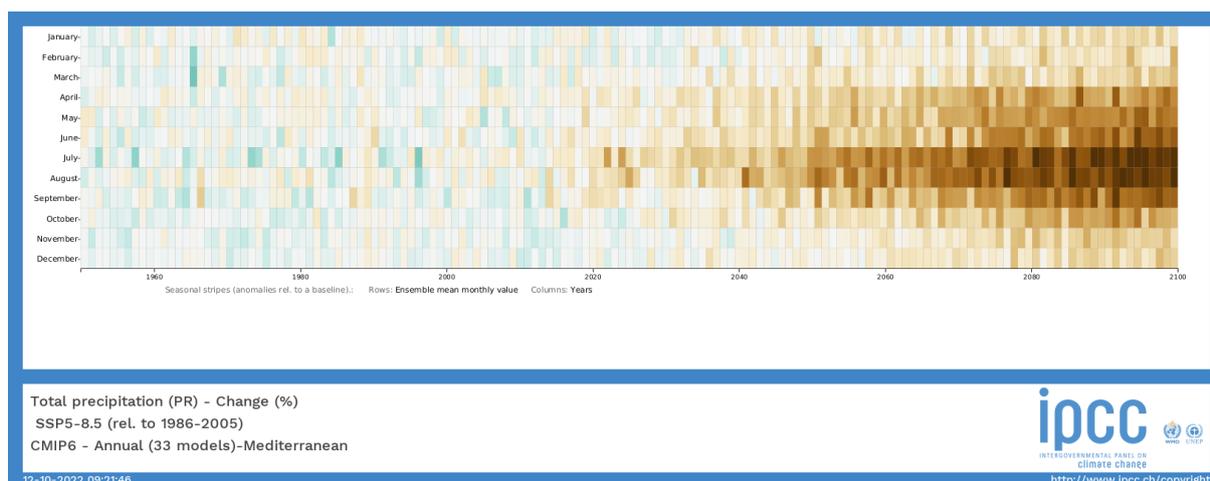
Le informazioni presentate sui cambiamenti climatici regionali previsti sono quelle in cui vi è evidenza di aumenti o diminuzioni con confidenza alta, media o bassa. I cambiamenti futuri dei fattori di impatto climatico riassunti nella sintesi regionale si riferiscono a un periodo di 20-30 anni incentrato sul 2050 e/o coerente con un riscaldamento globale di 2°C rispetto a un periodo simile nel periodo 1960-2014 o 1850-1900. In tutti i casi, le informazioni sono rappresentative dei cambiamenti medi sull'intera regione.

L'IPCC mette a disposizione delle rappresentazioni grafiche relative agli scenari di cambiamento climatico, basate su numerosi studi. Il diagramma a strisce sottostante, relativo allo scenario Warming 1.5°C SSP5-8, mostra quanto l'aumento delle temperature sarà marcato soprattutto nei mesi estivi. Parallelamente si registrerà una riduzione delle precipitazioni, accentuata nello stesso periodo estivo.

Di seguito si riportano i grafici relativi alle variazioni della temperatura media ed alle variazioni delle precipitazioni totali.



*Variazioni della temperatura media rispetto al periodo 1850-1900; scenario Warming 1.5°C SSP5-8; regione: Mediterraneo. Fonte immagine: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>*



*Variazione percentuale delle precipitazioni rispetto al periodo 1850-1900; scenario Warming 1.5°C SSP5-8; regione: Mediterraneo. Fonte immagine: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>*

Per i diversi indicatori, per la Regione Mediterranea sono attese le seguenti variazioni con diverso livello di confidenzialità.

CID	FUTURE CHANGES	TREND / ATTRIBUTION
<b>HEAT AND COLD</b> 🌡️		
Mean surface temperature	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend without attribution
Extreme heat	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend with high confidence of attribution
Cold spell	⬆️ High confidence of decrease	⬆️ Downward trend with medium confidence of attribution
Frost	⬆️ High confidence of decrease	—
<b>WET AND DRY</b> ☔		
Mean precipitation	⬆️ High confidence of decrease	—
River flood	⬆️ Medium confidence of decrease	⬆️ Downward trend without attribution
Heavy precipitation and pluvial flood	⬆️ Medium confidence of increase	—
Aridity	⬆️ High confidence of increase	—
Hydrological drought	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend with medium confidence of attribution
Agricultural and ecological drought	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend with medium confidence of attribution
Fire weather	⬆️ High confidence of increase	—
<b>WIND</b> 🌪️		
Mean wind speed	⬆️ High confidence of decrease	⬆️ Downward trend without attribution
Severe wind storm	⬆️ Medium confidence of increase	—

*Sintesi dei cambiamenti attesi per i diversi indicatori e relativo livello di confidenza; scenario Warming 1.5°C SSP5-8; regione: Mediterraneo. Fonte immagine: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>*

<b>SNOW AND ICE</b> ❄️		
Snow, glacier and ice sheet	⬆️ High confidence of decrease	⬆️ Downward trend without attribution
Permafrost	⬆️ High confidence of decrease	—
Lake, river and sea ice	⬆️ High confidence of decrease	—
<b>COASTAL</b> 🌊		
Relative sea level	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend without attribution
Coastal flood	⬆️ High confidence of increase	—
Coastal erosion	⬆️ High confidence of increase	—
Marine heatwave	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend without attribution
Ocean acidity	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend without attribution
<b>OTHERS</b> 🌐		
Atmospheric CO <sub>2</sub> at surface	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend without attribution
Radiation at surface	⬆️ Medium confidence of increase	—

*Sintesi dei cambiamenti attesi per i diversi indicatori e relativo livello di confidenza; scenario Warming 1.5°C SSP5-8; regione: Mediterraneo. Fonte immagine: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>*

## 4.2 STIMA DEGLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO A SCALA NAZIONALE

In questo paragrafo si illustrano le proiezioni climatiche delle temperature medie e delle precipitazioni per il nostro Paese riferite a tre scenari IPCC (RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5).

In particolare, gli scenari IPCC considerati sono:

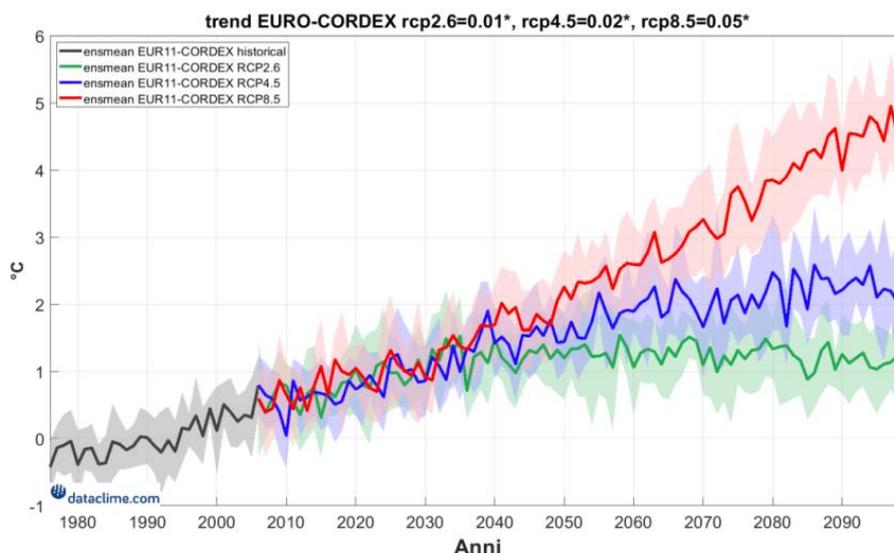
	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 21

**RCP8.5 (“ad elevate emissioni”)** – crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO<sub>2</sub> 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 (“scenario intermedio”)** – assumono la messa in atto di alcune iniziative per controllare le emissioni. Sono considerati scenari di stabilizzazione: entro il 2070 le concentrazioni di CO<sub>2</sub> 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 preindustriali. In RCP6.0, le concentrazioni di CO<sub>2</sub> continuano a crescere fino a circa il 2080, 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 l'IPCC, per quanto riguarda il particolare scenario RCP2.6, si stima che le temperature medie globali della superficie nel periodo 2081-2100, rispetto al periodo di riferimento 1986-2005, si posizioneranno, per la maggior parte dei modelli globali utilizzati nel CMIP5, in un intervallo compreso tra 0,3°C e 1,7°C.

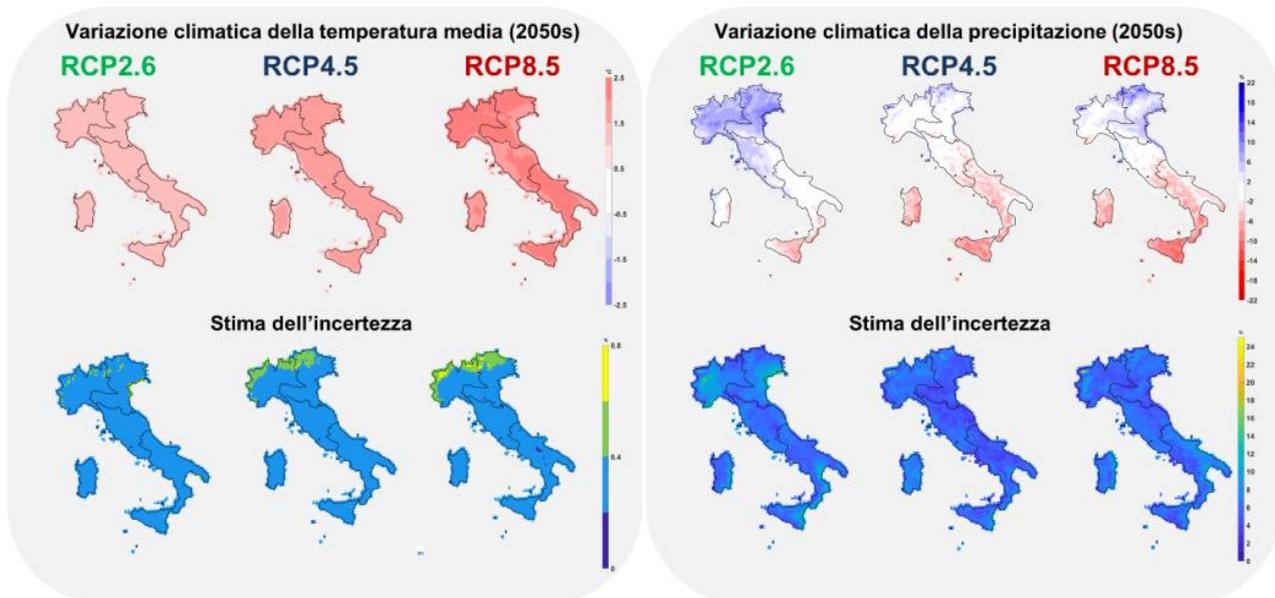
Gli incrementi di temperatura sopra riportati ed associati agli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP8.5, rappresentano valori di aumento medio a livello globale, mentre a livello italiano sono previsti essere leggermente superiori, come si evince dalle elaborazioni proposte nella figura successiva (che prendono come riferimento il periodo 1976-2005). Per quanto attiene alla temperatura media, entro il 2100 è attesa mediamente sull’area italiana una crescita con valori compresi tra 1° C, secondo lo scenario RCP2.6, e 5°C, secondo lo scenario RCP8.5.



*Anomalie annuali di temperatura media (°C) su scala nazionale ottenute a partire dai modelli EUROCORDEX, considerando il periodo storico (in grigio) e gli scenari RCP8.5 (in rosso), RCP4.5 (in blu) e RCP2.6 (in verde). Le anomalie annuali sono calcolate rispetto al valore medio del periodo di riferimento 1976-2005. La linea spessa scura indica la proiezione climatica media (ensemble mean), calcolata mediando i valori annuali di tutte le simulazioni considerate per ogni scenario di concentrazione; le aree ombreggiate rappresentano il range ottenuto sommando e sottraendo all’ensemble mean la deviazione standard dei valori simulati dai modelli e forniscono una misurazione dell’incertezza delle proiezioni. (Fonte: PNACC Dicembre 2023)*

La figura successiva riporta le variazioni annuali per la precipitazione totale e la temperatura media su scala annuale, insieme alla stima dell'incertezza, mentre la tabella successiva mostra l'analisi stagionale. Tale 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, invece, le proiezioni indicano per il Sud Italia, in particolare per lo scenario RCP8.5, una diminuzione delle precipitazioni complessive annue. Nello specifico, lo scenario RCP 8.5 proietta una generale riduzione nel Sud Italia e in Sardegna (fino al 20% nel 2050s31) e un aumento nelle aree geografiche Nord-Ovest e Nord-Est. Lo scenario RCP 2.6, invece, proietta un aumento rilevante delle precipitazioni sul Nord Italia e una lieve riduzione al Sud. In generale, la stima delle variazioni di precipitazione, sia in senso spaziale che temporale, è più incerta di quella delle variazioni della temperatura essendo le precipitazioni già soggette a forti variazioni naturali (MATTM, SNACC, Rapporto sullo stato delle conoscenze, 2014). Come mostrato si osserva infatti una maggiore dispersione (espressa in termini di deviazione standard) intorno ai valori medi per le variazioni di precipitazione rispetto a quelle di temperatura. Tali incertezze appaiono particolarmente pronunciate nel Nord Italia, secondo lo scenario RCP 2.6.



*Variazioni climatiche annuali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate medie per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP8.5. I valori sono espressi in termini di media (ensemble mean) e deviazione standard (dispersione attorno al valore medio) calcolati sull'insieme delle proiezioni dei modelli climatici regionali disponibili nell'ambito del programma euro-cordex. (Fonte: PNACC Dicembre 2023)*

**Variazione della temperatura media (°C)**

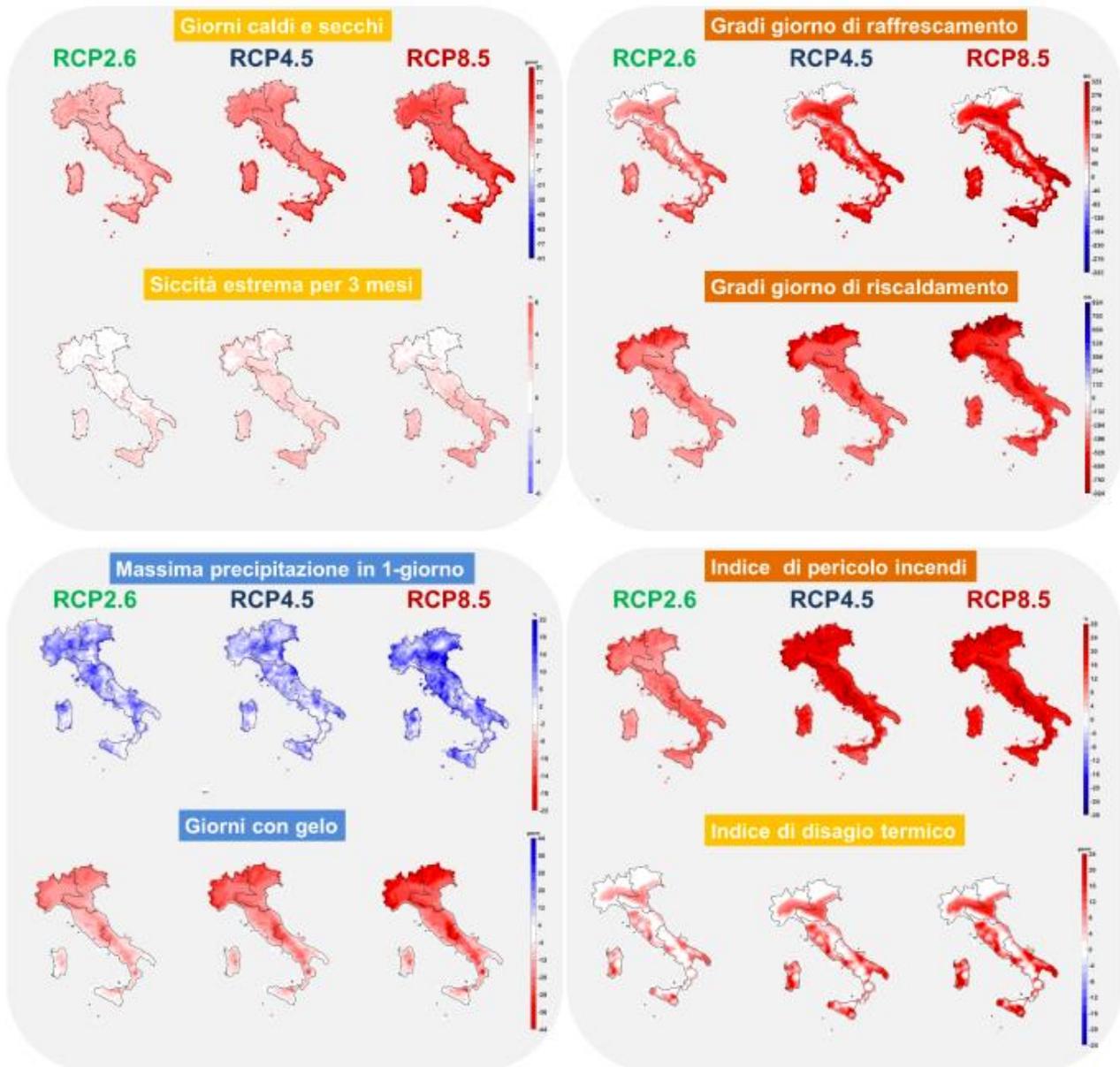
	RCP2.6				RCP4.5				RCP8.5				
	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	
Nord-Ovest	1,2	0,9	1,1	1,5	1,8	1,2	1,9	1,8	2,3	1,7	2,3	2,5	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,4	0,3	0,8	0,5	0,4	0,3	0,8	0,4	0,5	0,4	0,9	Stima dell'incertezza (2050s)
Nord-Est	1,2	0,9	1,1	1,4	1,7	1,2	1,8	1,7	2,2	1,7	2,2	2,4	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,4	0,3	0,7	0,4	0,4	0,3	0,7	0,3	0,5	0,4	0,8	Stima dell'incertezza (2050s)
Centro	1,0	0,9	1,2	1,3	1,5	1,1	2,0	1,7	1,9	1,5	2,3	2,3	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,4	0,4	0,7	0,3	0,4	0,3	0,7	0,3	0,4	0,3	0,8	Stima dell'incertezza (2050s)
Sud	1,0	0,9	1,3	1,3	1,5	1,1	2,0	1,6	1,8	1,6	2,3	2,2	Variazione climatica (2050s)
	0,4	0,4	0,4	0,7	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	0,7	Stima dell'incertezza (2050s)
Isole	1,0	0,9	1,2	1,3	1,3	1,1	1,9	1,6	1,7	1,6	2,2	2,2	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,3	0,4	0,7	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	0,7	Stima dell'incertezza (2050s)

**Variazione della precipitazione cumulata (%)**

	RCP2.6				RCP4.5				RCP8.5				
	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	
Nord-Ovest	12,3	3,2	5,9	5,1	14,3	-0,3	-4,8	-2,3	2,5	3,3	-0,9	2,4	Variazione climatica (2050s)
	15	5	7	13	10	4	8	11	12	10	11	9	Stima dell'incertezza (2050s)
Nord-Est	12	4	6	5	10	1	-6	2	5	3	0	6	Variazione climatica (2050s)
	16	5	9	11	8	4	11	10	9	7	12	12	Stima dell'incertezza (2050s)
Centro	9	-1	3	3	5	-2	-14	1	0	-3	-6	4	Variazione climatica (2050s)
	13	4	12	11	7	4	13	10	7	6	12	15	Stima dell'incertezza (2050s)
Sud	3	-2	0	1	0	-3	-15	2	-2	-5	-12	1	Variazione climatica (2050s)
	9	7	16	12	6	5	14	10	9	7	13	9	Stima dell'incertezza (2050s)
Isole	3	-6	7	-1	-2	-7	-14	-3	-7	-8	-13	-2	Variazione climatica (2050s)
	8	7	25	11	5	8	14	9	7	7	16	10	Stima dell'incertezza (2050s)

Variazioni di temperatura media e precipitazione cumulata (ensemble mean) per il periodo centrato su 2050 (2036-2065) rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, su scala stagionale (DJF: inverno; MAM: primavera; JJA: estate; SON: autunno) per le diverse macroaree; nella seconda riga è invece riportata una stima dell'incertezza (tramite il calcolo della deviazione standard) per la temperatura media e precipitazione cumulata riportate nella prima riga. I colori della tabella sono da intendersi in modo qualitativo: per variazione di precipitazione il colore dal blu chiaro indica variazioni basse di segno positivo fino ad arrivare al blu intenso che indica le variazioni maggiori con segno positivo. Per la variazione di temperatura media il rosa indica le variazioni minori mentre il colore rosso quelle di intensità maggiore. Per l'incertezza il giallo indica quantitativamente il grado di incertezza. (Fonte: PNACC Dicembre 2023)

Nella figura successiva sono riportati a titolo esemplificativo alcune delle mappe più rilevanti (in termini di variazione attesa) per gli indicatori considerati.



Variazioni climatiche annuali (ensemble mean) per alcuni degli indicatori climatici analizzati per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP8.5. (Fonte: PNACC Dicembre 2023)

La figura successiva contiene in maniera sintetica le variazioni attese (valori medi e stima delle incertezze) per l'area geografica di interesse e per tutti gli indicatori selezionati, utilizzati per dare informazione sui pericoli climatici di interesse.

	Centro					
	RCP2.6	±SD RCP2.6	RCP4.5	±SD RCP4.5	RCP8.5	±SD RCP8.5
TG (°C)	1,1	0,3	1,5	0,2	2,0	0,2
WD (giorni)	21	10	32	12	41	15
WW (giorni)	15	6	19	4	24	4
HDDS (GG)	-273	59	-358	51	-475	63
CDDS (GG)	77	50	127	60	157	83
PRCPTOT (%)	3	5	-1	4	0	5
R20 (giorni)	1	1	0	1	1	1
RX1DAY(%)	8	6	7	4	10	6
SDII(%)	4	3	3	2	5	3
PR99PRCTILE(%)	6	4	7	4	10	6
CDD(giorni)	0	2	2	3	1	2
SPI3 classe siccità severa (%)	0	1	0	1	0	1
SPI3 classe siccità estrema (%)	1	1	2	1	2	1
SPI6 classe siccità severa (%)	0	1	0	1	0	1
SPI6 classe siccità estrema (%)	1	2	1	2	2	2
SPI12 classe siccità severa (%)	-1	2	0	2	0	2
SPI12 classe siccità estrema (%)	1	2	2	2	2	2
SPI24 classe siccità severa (%)	0	3	2	3	1	2
SPI24 classe siccità estrema (%)	2	4	3	3	4	5
PET (%)	6	2	8	2	11	2
CSDI(giorni)	-3	1	-3	1	-4	1
FD(giorni)	-10	4	-14	4	-18	6
WSDI(giorni)	20	12	31	12	44	14
HUMIDEX(giorni)	3	3	5	5	6	6
SU95P(giorni)	11	6	18	6	21	9
TR(giorni)	10	6	15	8	19	10
SCD(giorni)	0	0	0	0	0	0
EWS(%)	0	1	0	1	0	1
FWI(%)	9	7	18	5	19	4

Variazioni climatiche (ensemble mean) annuali per aree geografiche, considerando tutti gli indicatori climatici per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5. Nella seconda colonna di ogni tabella è invece riportata una stima dell'incertezza (tramite il calcolo della deviazione standard) per gli indicatori riportati nella prima colonna. I colori della tabella sono da interpretarsi in modo qualitativo: colori più intensi indicano variazioni maggiori mentre colori tenui indicano variazioni di intensità minore. (Fonte: PNACC Dicembre 2023)

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 26

### 4.3 VALUTAZIONE E STIMA DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

I dati riportati nel capitolo precedente rendono evidente come le variazioni climatiche future non siano costanti su tutto il territorio nazionale, ma si prevede una variabilità per la quale è necessario definire una zonazione climatica in termini di “macroregioni climatiche omogenee”, ossia le aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

Tali analisi sono state eseguite 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 Cambiamento Climatici.

#### 4.3.1 Identificazione delle aree climatiche omogenee

Nello studio sono state individuate, tramite la tecnica statistica della cluster analysis, le porzioni del territorio nazionale che potrebbero essere esposte a variazioni climatiche simili rapportandole ad una condizione climatica presente. Tali porzioni sono state definite “aree climatiche omogenee nazionali”.

Il metodo di lavoro è stato basato sui seguenti passi:

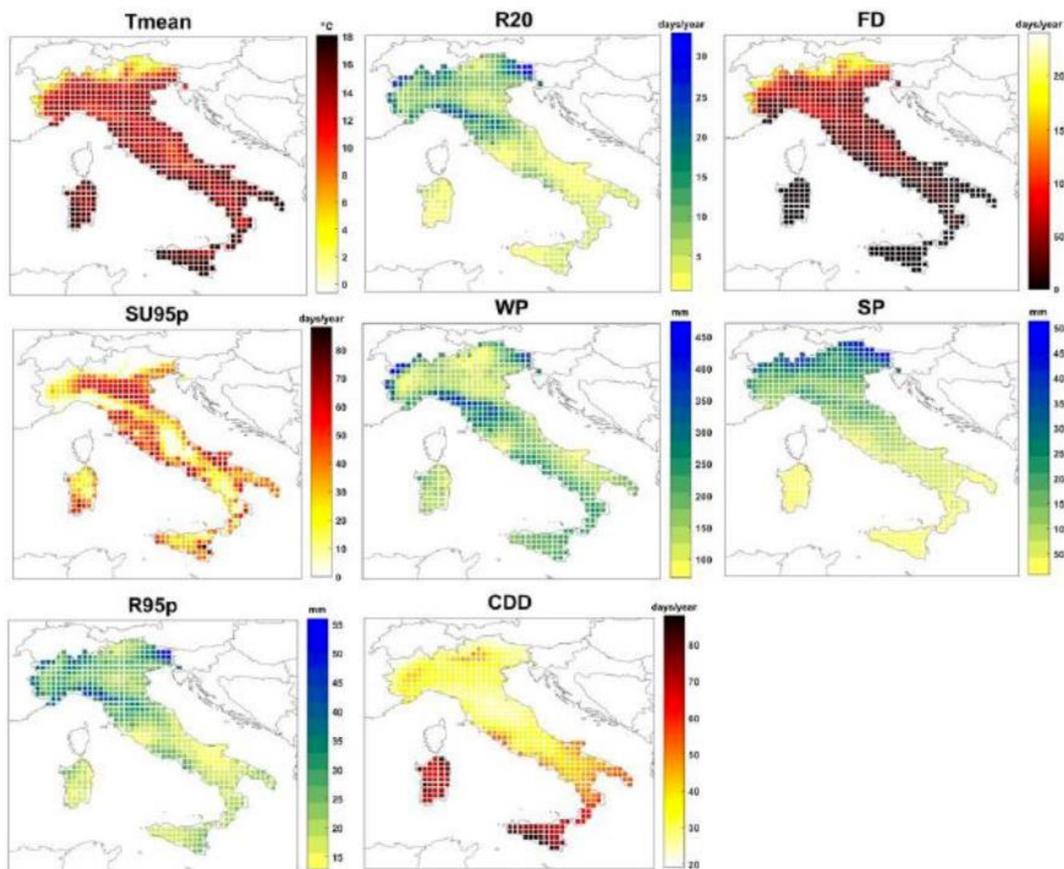
- individuazione di sei “macroregioni climatiche omogenee”: porzioni di territorio in cui sono state osservate condizioni climatiche simili negli ultimi trent'anni (1981-2010). Tale individuazione è stata effettuata tramite la cluster analysis applicata ad un set di indicatori climatici (cfr. tabella seguente);

Indicatore	Abbreviazione	Descrizione	Unità di misura
Temperatura media annuale	Tmean	Media annuale della temperatura media giornaliera	(°C)
Giorni di precipitazione intense	R20	Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm	(giorni/anno)
Frost days	FD	Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C	(giorni/anno)
Summer days	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)
Cumulata delle precipitazioni invernali	WP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio)	(mm)
Cumulata delle precipitazioni estive	SP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (Giugno, Luglio, Agosto)	(mm)
Copertura nevosa	SC	Media annuale del numero di giorni per cui l'ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm	(giorni/anno)
Evaporazione	Evap	Evaporazione cumulata annuale	(mm/anno)
Consecutive dry days	CDD	Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno	(giorni/anno)
95° percentile della precipitazione	R95p	95° percentile della precipitazione	(mm)

- analisi delle anomalie climatiche attese per il XXI secolo in termini di proiezioni di temperature e precipitazioni medie stagionali, considerando due trentenni (2021-2050 e 2071-2100) e due diversi scenari climatici RCP (RCP4.5 ed RCP8.5) a partire dai dati simulati dal modello climatico regionale COSMO-CLM;

- zonazione delle anomalie climatiche sulla base delle variazioni climatiche attese per il periodo 2021-2050 (RCP4.5 ed RCP8.5) per gli indicatori selezionati;
- individuazione di “aree climatiche omogenee”, attraverso la sovrapposizione delle macroregioni climatiche omogenee e della zonazione delle anomalie, per definire aree con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

Nella figura seguente sono riportate le mappe degli indicatori climatici calcolate per il territorio nazionale. Gli indicatori sono stati raggruppati attraverso metodologie di cluster analysis, la quale ha condotto a definire sei “macroregioni climatiche omogenee” nell’arco temporale considerato (1981-2010).

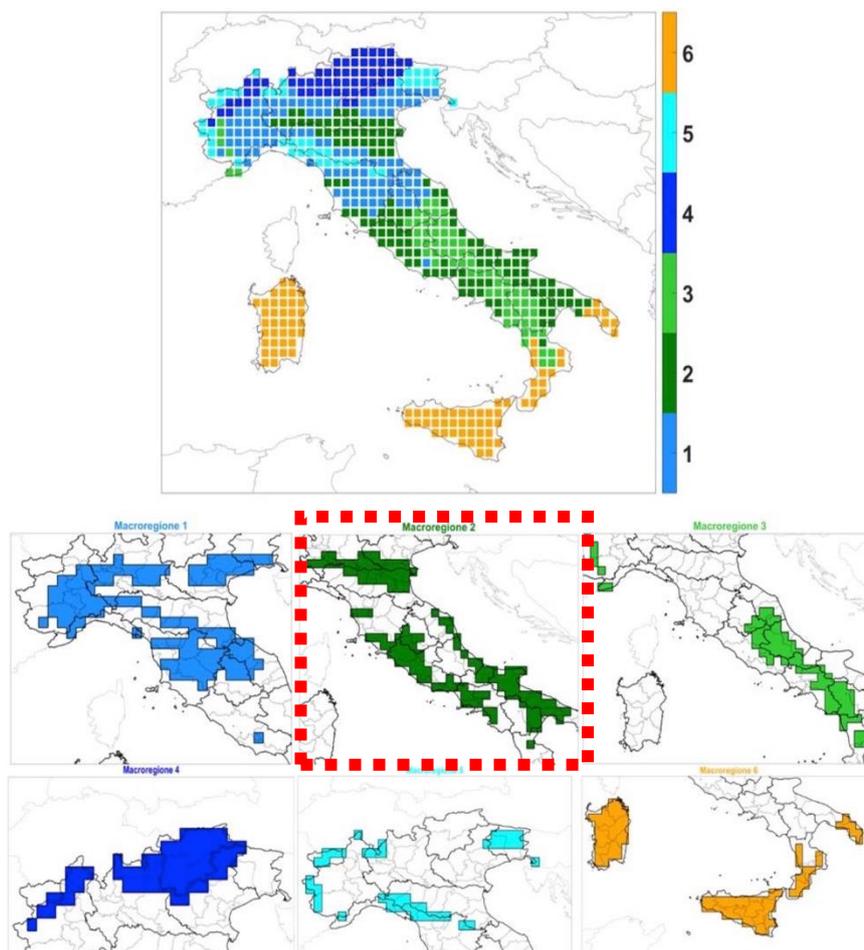


Ciascuna macroregione si caratterizza per valori simili degli indicatori considerati; i valori medi di questi ultimi per ciascuna macroregione sono illustrati nella tabella successiva.

	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 1</b> Prealpi e Appennino settentrionale	13 (±0.6)	10 (±2)	51 (±13)	34 (±12)	187 (±61)	168 (±47)	28	33 (±6)
<b>Macroregione 2</b> Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centro-meridionale	14.6 (±0.7)	4 (±1)	25 (±9)	50 (±13)	148 (±55)	85 (±30)	20	40 (±8)
<b>Macroregione 3</b> Appennino centro-meridionale	12.2 (±0.5)	4 (±1)	35 (±12)	15 (±8)	182 (±55)	76 (±28)	19	38 (±9)
<b>Macroregione 4</b> Area alpine	5.7 (±0.6)	10 (±3)	152 (±9)	1 (±1)	143 (±47)	286 (±56)	25	32 (±8)
<b>Macroregione 5</b> Italia centro-settentrionale	8.3 (±0.6)	21 (±3)	112 (±12)	8 (±5)	321 (±89)	279 (±56)	40	28 (±5)
<b>Macroregione 6</b> Aree insulari ed estremo sud Italia	16 (±0.6)	3 (±1)	2 (±2)	35 (±11)	179 (±61)	21 (±13)	19	70 (±16)

Valori medi e deviazione standard degli indicatori per ciascuna macroregione individuata

La Figura successiva riporta la zonazione climatica. L’area di progetto ricade nella macroregione 2 definita come “Pianura Padana, Alto versante Adriatico e Aree costiere dell’Italia centro-meridionale”, caratterizzata dal numero maggiore di summer days ovvero sia con il numero di giorni in cui la temperatura massima ha un valore superiore al valore di soglia considerato (95esimo percentile).

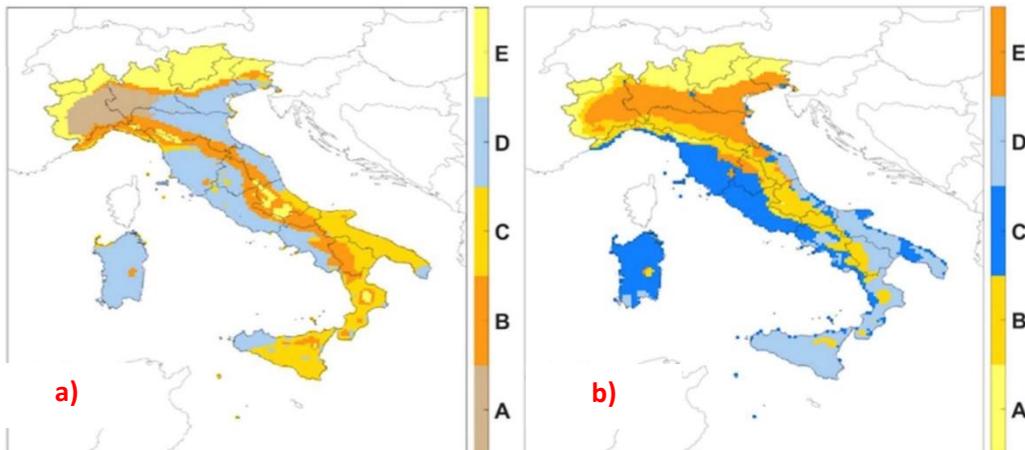


*Zonizzazione climatica nazionale di cui al PNACC*

Lo step successivo nello studio è stato quello di individuare aree del territorio italiano omogenee in termini di anomalie climatiche. Nello specifico sono state valutate:

- le variazioni stagionali di temperatura e precipitazione per il medio (2021-2050) e lungo periodo (2071-2100);
- le anomalie trentennali (2021-2050 vs 1981-2010) degli indicatori selezionati per l’analisi della condizione climatica futura.

Al fine di individuare le aree climatiche omogenee nazionali per anomalie, i valori degli indicatori climatici (vedi ALLEGATO 1 par. 8.1 del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici) sono stati raggruppati in categorie omogenee denominate “cluster di anomalie”. La zonazione climatica delle anomalie ha individuato cinque cluster di anomalie (da A a E) mostrate nelle figure successive per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5.



Mappa dei cluster individuati - a) Scenario RCP4.5; b) Scenario RCP8.5

La porzione di territorio che sarà interessata dalla realizzazione delle opere in oggetto ricade, per lo Scenario RCP4.5, nel Cluster D, mentre per lo Scenario RCP8.5 ricade nel Cluster C.

Per ognuno dei due scenari e, per ognuno degli indicatori climatici, sono stati riportati i valori medi nelle tabelle seguenti.

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
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

Valori medi dei cluster individuati (COSMO RCP4.5 2021-2050 vs 1981-2010).

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) – in cui ricade l'area di interesse progettuale. 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). Per quanto riguarda le precipitazioni intense si rileva un aumento di circa il 3%.

Cluster C (secco). In questo cluster si osserva una riduzione delle precipitazioni invernali, a cui si aggiunge anche la riduzione, sebbene di minor entità, di quelle estive. Inoltre, si ha un aumento moderato dei summer days (di 12 giorni/anno).

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 31

**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).

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
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

Valori medi dei cluster individuati (COSMO RCP8.5 2021-2050 vs 1981-2010).

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) – in cui ricade l'opera.** 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%). Per quanto riguarda le precipitazioni intense si rileva un aumento di circa il 6%.

**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) ed una riduzione complessiva dell'evaporazione (valore medio della riduzione pari all'8%).

**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).

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 32

Infine, dall'intersezione delle 6 macroregioni climatiche omogenee identificate con l'analisi del clima attuale ed i 5 cluster di anomalie, scaturiscono 13 principali “aree climatiche omogenee” per i due scenari (RCP4.5 e RCP8.5), ovvero sia le aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura; di seguito se ne riassumono le principali caratteristiche.

Macroregioni climatiche omogenee	Descrizione delle aree climatiche omogenee principali che ricadono nelle macroregioni considerando lo scenario RCP4.5
1	<i>Aree climatiche omogenee: 1A, 1B e 1D.</i> <i>Anomalie principali:</i> in generale, per l'intera macroregione 1, si ha una variazione rilevante delle precipitazioni estive e dei <i>frost days</i> . In particolare la macroregione 1 è interessata da un aumento delle precipitazioni estive e dei <i>frost days</i> rispetto all'RCP4.5.
2	<i>Aree climatiche omogenee: 2A, 2C, 2D.</i> <i>Anomalie principali:</i> il versante tirrenico e la maggior parte della Pianura Padana sono interessati da un aumento delle precipitazioni invernali e da una riduzione di quelle estive. Invece, per la parte ovest della pianura Padana e il versante adriatico, si osserva una riduzione sia delle precipitazioni estive che di quelle invernali. In generale si ha un aumento significativo dei <i>summer days</i> per l'intera macroregione 2.
3	<i>Aree climatiche omogenee: 3A, 3B, 3C.</i> <i>Anomalie principali:</i> per l'Appennino centro-meridionale si osserva una marcata riduzione delle precipitazioni estive, con l'area più interna caratterizzata da una riduzione delle precipitazioni sia estive che invernali. L'intera macroregione 3 presenta una riduzione complessiva dei <i>frost day</i> .
4	<i>Aree climatiche omogenee: 4E.</i> <i>Anomalie principali:</i> si osserva una riduzione degli eventi estremi, una riduzione complessiva dei <i>frost days</i> e della copertura nevosa.
5	<i>Aree climatiche omogenee: 5B, 5E.</i> <i>Anomalie principali:</i> 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> .
6	<i>Aree climatiche omogenee: 6C, 6D.</i> <i>Anomalie principali:</i> per l'intera macroregione 6, area più calda e secca rispetto al periodo di riferimento, si osserva una complessiva riduzione delle precipitazioni estive ed un aumento moderato dei <i>summer days</i> . Inoltre la Sardegna e parte della Sicilia sono caratterizzate da un aumento delle precipitazioni invernali.

*Descrizione delle macroregioni climatiche omogenee, RCP4.5 (PNACC)*

Macroregioni climatiche omogenee	Descrizione delle aree climatiche omogenee principali che ricadono nelle macroregioni considerando lo scenario RCP8.5
1	<i>Aree climatiche omogenee: 1B, 1C e 1E.</i> <i>Anomalie principali:</i> Nella parte dell'area che ricade in Toscana si assiste ad un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione e degli estremi. Le restanti aree sono interessate da una riduzione delle precipitazioni estive ed aumento di quelle invernali. In generale si ha una riduzione dei <i>frost days</i> , più rilevante rispetto all'RCP4.5.
2	<i>Aree climatiche omogenee: 2C, 2D, 2E.</i> <i>Anomalie principali:</i> per quanto riguarda la pianura Padana si assiste ad una riduzione delle precipitazioni estive e ad un aumento rilevante di quelle invernali; le restanti aree della macroregione 2 sono caratterizzate da un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione anche estremi. In generale si ha un aumento significativo dei <i>summer days</i> , come per lo scenario RCP4.5.
3	<i>Aree climatiche omogenee: 3B, 3C, 3D.</i> <i>Anomalie principali:</i> per tutta la macroregione 3 si osserva una riduzione significativa dei <i>frost days</i> (maggiore rispetto all'RCP4.5). Per l'Appennino centro-meridionale si ha in generale una riduzione delle precipitazioni estive, mentre per le aree più esterne si assiste ad un aumento delle precipitazioni estive e dei fenomeni di precipitazione estremi.
4	<i>Aree climatiche omogenee: 4A.</i> <i>Anomalie principali:</i> si osserva una riduzione delle precipitazioni estive e un aumento di quelle invernali. Inoltre si ha una riduzione generale sia dei <i>frost days</i> che della copertura nevosa, come per lo scenario RCP4.5.
5	<i>Aree climatiche omogenee: 5A.</i> <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.
6	<i>Aree climatiche omogenee: 6C, 6D.</i> <i>Anomalie principali:</i> si osserva un aumento significativo degli eventi estremi e in generale delle precipitazioni estive, in opposizione a quanto osservato per lo scenario RCP4.5.

*Descrizione delle macroregioni climatiche omogenee, RCP8.5 (PNACC)*

A seguire, si riportano le risultanze dello studio per entrambi gli scenari di cui si è detto, per la macroregione n. 2 a cui afferisce l'area di progetto: l'area è caratterizzata da valori intermedi di precipitazioni invernali ed estive (dati climatici osservati) rispetto alle altre macroregioni climatiche e valori elevati di indicatori relativi ai fenomeni di precipitazione estremi (R20 e R95p). In rosso, sono evidenziati i dati e le informazioni riferite all'area in esame.

**Macroregione 2 - Pianura Padana, Alto versante Adriatico, Aree Costiere Centro Meridione e relative aree climatiche omogenee:**

RCP 4.5: **area calda - secca estiva (2A), area secca (2C) e area piovosa invernale - secca estiva (2D)**

RCP 8.5: **area piovosa - calda estiva (2C), area secca invernale - calda estiva (2D) e area calda - piovosa invernale - secca estiva (2E)**

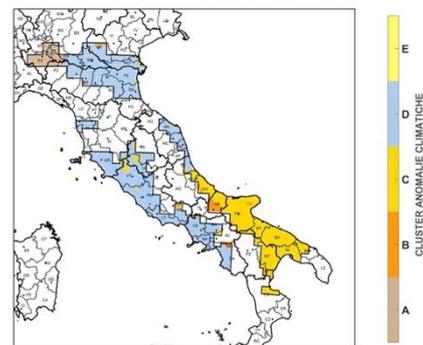
Indicatori climatici	Include la pianura Padana, l'alto versante adriatico e le aree costiere dell'Italia centro-meridionale (comprese le aree di Lazio e Campania a più elevata urbanizzazione). La macroregione 2 è caratterizzata dal maggior numero di giorni, in media, al di sopra della soglia selezionata per classificare i <i>summer days</i> (29,2°C) e da temperature medie elevate. Il regime pluviometrico, in termini di valori medi ed estremi, mostra caratteristiche intermedie, mentre il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia (CDD) risulta essere elevato.							
	 <b>Temperatura media annua Tmean (°C)</b> 14.6 (±0.7)	 <b>Precipitazioni intense R20 (n. giorni/anno con precipitazioni &gt;20mm)</b> 4 (±1)	 <b>Giorni con gelo FD (n. giorni/anno con Tmean &lt;0°C)</b> 25 (±9)	 <b>Giorni estivi SU95p (n. giorni/anno con Tmax &gt; 29.2 °C)</b> 50 (±13)	 <b>Cumulata delle precipitazioni invernali WP (mm)</b> 148 (±55)	 <b>Cumulata delle precipitazioni estive SP (mm)</b> 85 (±30)	 <b>95° percentile della precipitazione R95p (mm)</b> 20	 <b>Numero massimo di giorni asciutti consecutivi CDD (giorni/anno)</b> 40 (±8)

**RCP 4.5 - Aree climatiche omogenee: A, 2C, 2D.**

**Anomalie principali:** Le proiezioni indicano un aumento delle precipitazioni invernali e una riduzione di quelle estive per il versante tirrenico e la maggior parte della Pianura Padana. Per la parte ovest della pianura Padana e il versante adriatico, si evidenzia una riduzione sia delle precipitazioni estive che di quelle invernali. In generale si ha un aumento significativo dei giorni estivi per l'intera macroregione 2.

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

MACROREGIONE 2  
**PIANURA PADANA, ALTO VERSANTE ADRIATICO, AREE COSTIERE CENTRO MERIDIONE**

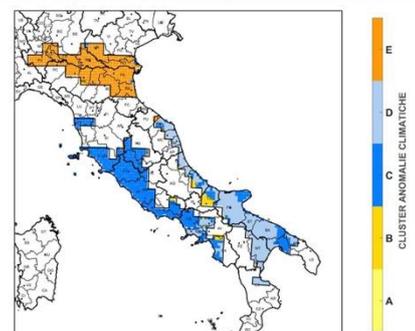


**RCP 8.5 - Aree climatiche omogenee: 2C, 2D, 2E.**

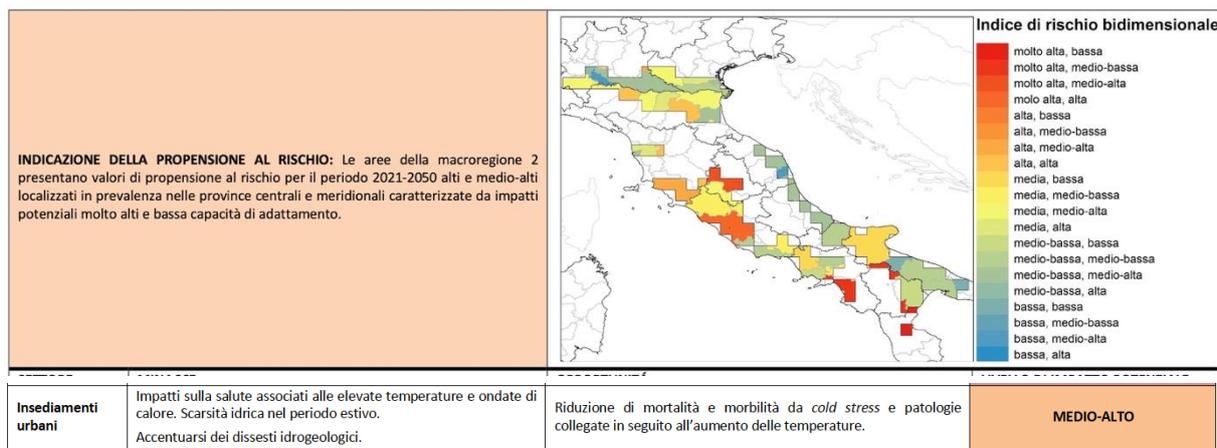
**Anomalie principali:** Le proiezioni indicano una riduzione delle precipitazioni estive e ad un aumento rilevante di quelle invernali per quanto riguarda la pianura Padana. Le restanti aree della macroregione 2 sono invece caratterizzate da un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione, anche estremi. In generale si ha un aumento significativo dei giorni estivi, come per lo scenario RCP4.5.

	C	D	E
Tmean (°C)	1.5	1.5	1.5
R20 (giorni/anno)	1	0	1
FD (giorni/anno)	-14	-10	-27
SU95p (giorni/anno)	12	14	14
WP (mm) (%)	7	-4	16
SP (mm) (%)	3	14	-14
SC (giorni/anno)	-1	-1	-9
Evap (mm/anno) (%)	2	-8	2
R95p (mm) (%)	13	6	9

MACROREGIONE 2  
**PIANURA PADANA, ALTO VERSANTE ADRIATICO, AREE COSTIERE CENTRO MERIDIONE**



	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 34



#### 4.3.2 Valutazione dei dati previsionali (Fonte CMCC)

L'area in questione, quindi, per quanto attiene le principali grandezze meteo-climatiche, per lo scenario RCP4.5 l'area ricade nel cluster di anomalie D, mentre per lo scenario RCP 8.5 l'area ricade nel cluster di anomalie C.

Ciò significa che, sotto le ipotesi di RCP4.5, nel periodo 2021-2050 si prevede, oltre ad un aumento delle temperature medie (+1,2°C), una significativa diminuzione delle precipitazioni estive (-25%) ed un significativo aumento dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 11%).

Sotto le ipotesi di RCP8.5, nel periodo 2021-2050 si prevede, oltre ad un aumento delle temperature medie (+1,5°C) anche un leggero incremento sia delle precipitazioni invernali che di quelle estive ed un significativo aumento 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).

Si può pertanto concludere che per l'area di progetto, a fronte di un generale aumento delle Temperature e aumento dei giorni caldi estivi, si associa un aumento delle precipitazioni invernali (WP=+7-8% rispetto al periodo di riferimento del modello 1981-2010). Si riscontra inoltre un significativo aumento (+11/13% rispetto al periodo di riferimento del modello 1981-2010) delle precipitazioni estreme (R95p).

#### 4.3.3 Valutazione locale dei dati previsionali (Fonti varie)

Quanto esposto in precedenza evidenzia una caratterizzazione di tipo “regionale” che non prevede un'analisi delle grandezze attese per gli indicatori climatici di riferimento “calati” sul territorio specifico interessato dal progetto. Tutte le elaborazioni fin qui prodotte derivano da modelli validi su tutto il territorio nazionale ai quali poi si applicano i criteri legati alle zone omogenee che però individuano variazioni sui diversi indicatori in funzione dei diversi RCP considerati che “omogenizzano” i risultati: per quanto possibile, quindi, si è cercato di elaborare dati previsionali più aderenti al territorio di interesse cercando di acquisire, ove possibile, dati previsionali specifici sulla città di Roma.

Nei successivi paragrafi, quindi, si riportano i dati attesi per i seguenti indicatori:

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 35

- Annual heating and cooling degree days – Fonte: Copernicus (<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-heating-cooling-degreedays?tab=app>)
- Temperatura: Temperatura media, Numero di giorni caldi, Indice di durata dei periodi caldi – Fonte: meteoblu (Meteoblu.com)
- Ondate di calore (sia riferite alla sola temperatura, sia riferite alla temperatura ed umidità) – Fonte: Climate adapt (<https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/c-a-indicators>)
- Raffiche di vento e piogge intense – Fonte: European severe weather database ([https://eswd.eu/cgi-bin/eswd.cgi?&lang=en\\_0](https://eswd.eu/cgi-bin/eswd.cgi?&lang=en_0))
- Tornado in Italia (Trombe d'Aria) – Fonte: [tornadoitalia.altervista.org](http://tornadoitalia.altervista.org)
- Precipitazioni intense - Fonte: European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/precipitation-extremes-in-europe-3/assessment-1>)

#### 4.3.3.1 Annual cooling and heating degree days (CDD e HDD)

Le valutazioni sono state eseguite attraverso un'applicazione di Copernicus (<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-heating-cooling-degree-days?tab=app>).

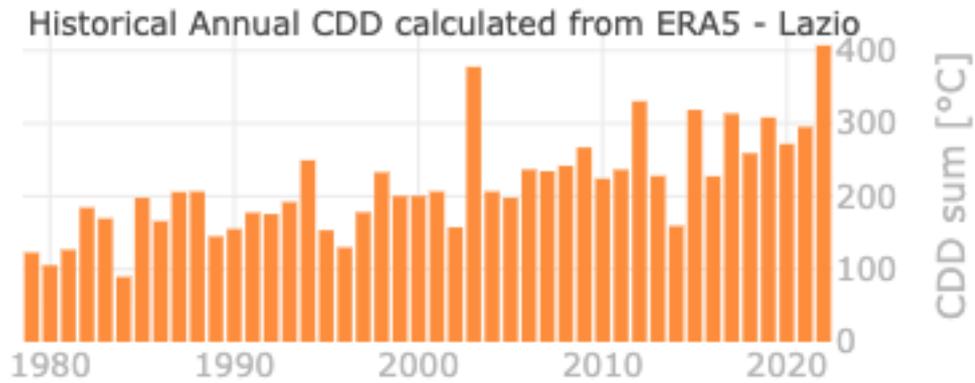
Questa applicazione fornisce informazioni paneuropee sulla domanda di riscaldamento e raffreddamento degli ambienti interni nel passato, nel futuro prossimo, medio e lontano. Le misure utilizzate per quantificare la domanda di energia sono i gradi-giorni di riscaldamento (HDD) e di raffreddamento (CDD), che misurano quanto la temperatura esterna sia lontana da una determinata temperatura di comfort interna. Le soglie di temperatura di comfort considerate in questa applicazione sono 15,5 °C in inverno e 22,0 °C in estate. L'indicatore integra la differenza tra la temperatura di soglia e la temperatura esterna media, minima e massima giornaliera. Un numero HDD elevato significa che la temperatura esterna è ben al di sotto della temperatura di comfort invernale e che, di conseguenza, sarebbe necessaria un'elevata quantità di energia per riscaldare gli edifici. Un numero CDD elevato significa che la temperatura esterna è ben al di sopra della temperatura di comfort estiva e che di conseguenza sarà necessaria un'elevata quantità di energia per raffreddare gli edifici. Le variabili atmosferiche essenziali utilizzate per calcolare gli HDD e i CDD sono le temperature massime, medie e minime giornaliere. La rianalisi ERA5 è stata utilizzata per coprire il passato e il presente, mentre per le proiezioni climatiche viene utilizzato un mix di nove modelli climatici regionali EURO-CORDEX corretti per bias, considerando sia RCP4.5 che RCP8.5 (Representative Concentration Pathways).

Questa applicazione è stata sviluppata per fornire una visione e quantificare i cambiamenti previsti nella domanda di riscaldamento e raffreddamento a causa di diversi scenari di cambiamento climatico.

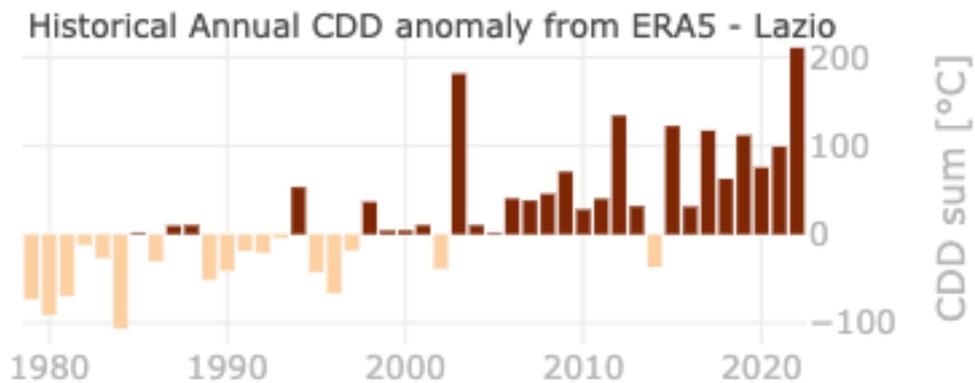
Questa applicazione esplora l'evoluzione passata e futura di HDD e CDD in Europa a livello nazionale (NUTS0), regionale (NUTS1) e provinciale (NUTS2) (Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques).

L'indicatore H/CDD può essere esplorato annualmente, stagionalmente e mensilmente, e per gli scenari futuri RCP4.5 e RCP8.5. La mappa interattiva visualizza la media H/CDD per un singolo anno del passato (dal 1979 a oggi) o per un periodo rappresentativo di 30 anni (1981-2010). Per le proiezioni future si può anche scegliere tra periodi rappresentativi di 30 anni che illustrano il futuro prossimo, medio e lontano. I grafici sul lato destro mostrano gli indicatori H/CDD delle rianalisi e i periodi passati e futuri previsti dai modelli climatici.

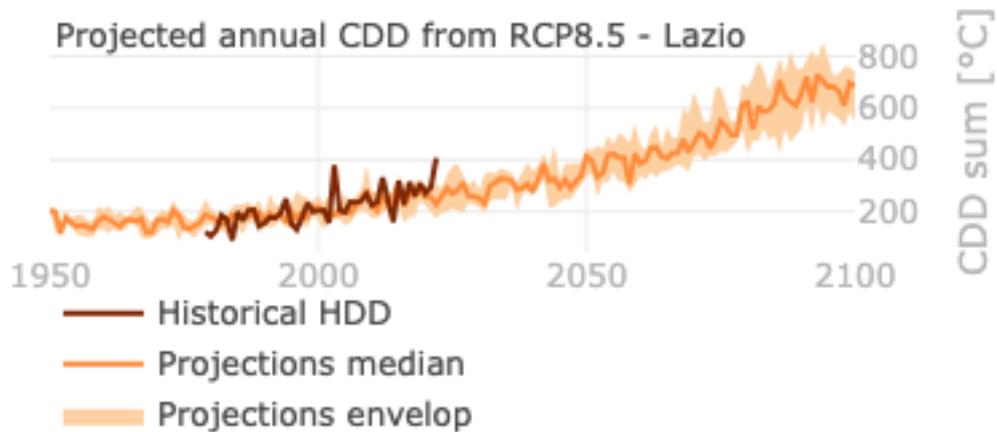
Di seguito si riportano le elaborazioni relative ai CDD valide per il territorio della Regione Lazio elaborati dal 1979 ad oggi.



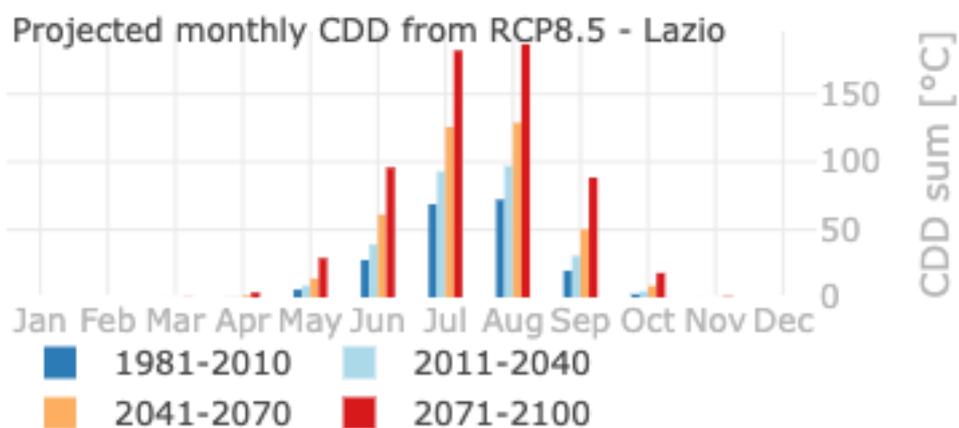
Valori dei gradi giorno di raffreddamento annuali (°C giorno) dal 1979 all'ultimo anno disponibile, basati su ERA5



Anomalie dei gradi di raffreddamento annuali (°C giorno) dal 1979 alle ultime informazioni disponibili, basate su ERA5. Le anomalie sono calcolate rispetto a una climatologia trentennale dal 1981 al 2010.



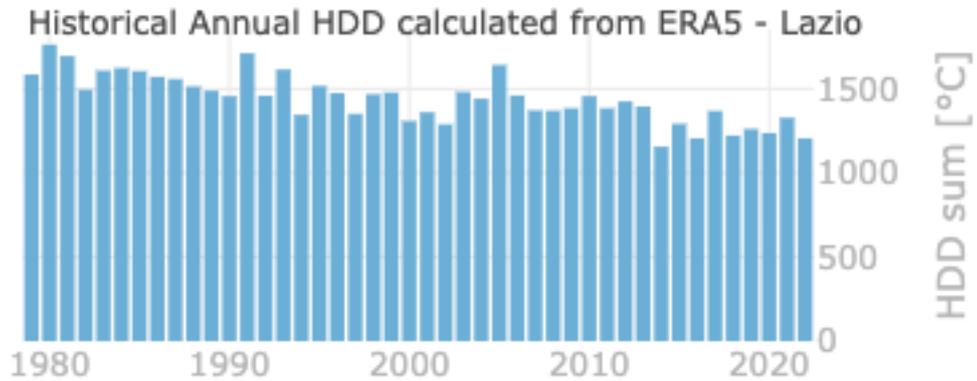
Giorni di raffreddamento annuali (°C giorno) in base al clima passato, attuale e futuro, utilizzando un mix di modelli EUROCORDEX corretti per i bias. Il grafico mostra la mediana, il 15° e l'85° percentile del modello dal 1950 al 2100. La linea rosso scuro rappresenta i giorni di raffreddamento passati calcolati con ERA5. (RCP8.5)



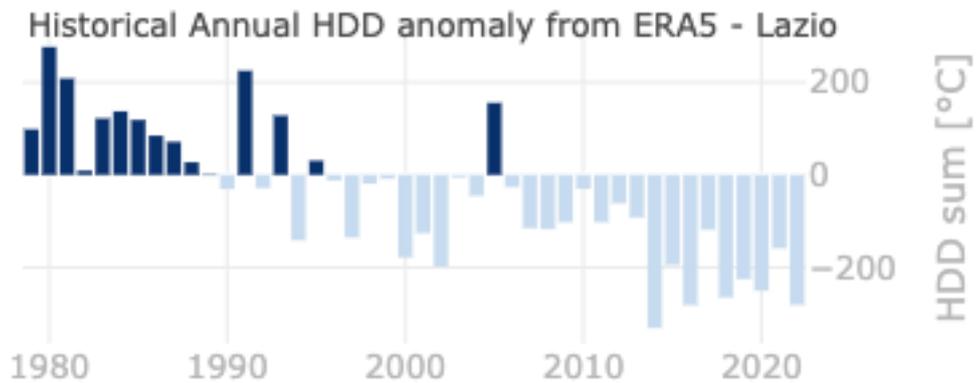
Giorni di raffreddamento (°C giorno) dal 1981 al 2100 in periodi di 30 anni basati su ERA5 per il recente passato (1981-2010) e su un mix di modelli EURO-CORDEX calibrati per i periodi futuri. I grafici a barre presentano i valori mensili, mediati sui periodi di 30 anni. (RCP8.5)

Dai grafici sopra riportati appaiono evidenti le numerose e significative anomalie relative ai CDD già presenti a partire dalla fine degli anni '90 del secolo scorso ed il marcato incremento atteso per i mesi di luglio ed agosto nello scenario RCP8.5.

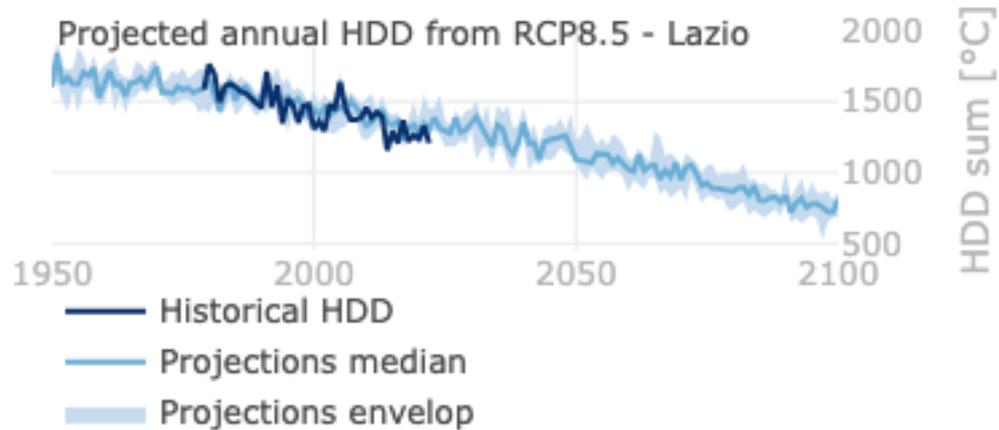
Di seguito si riportano le elaborazioni relative ai HDD valide per il territorio del Puglia elaborati dal 1979 ad oggi.



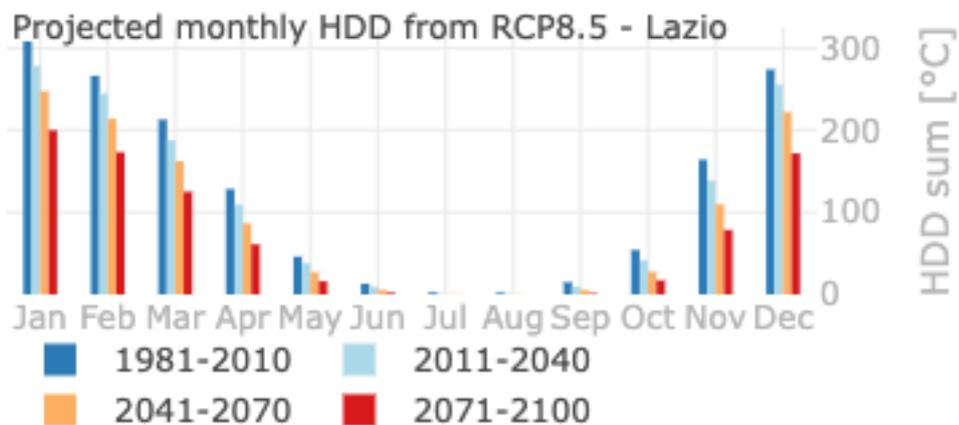
Valori dei gradi giorno di riscaldamento annuali (°C giorno) dal 1979 all'ultimo anno disponibile, basati su ERA5.



Anomalie dei gradi di riscaldamento annuali (°C giorno) dal 1979 alle ultime informazioni disponibili, basate su ERA5. Le anomalie sono calcolate rispetto a una climatologia trentennale dal 1981 al 2010



Giorni di riscaldamento annuali (°C giorno) in base al clima passato, attuale e futuro, utilizzando un mix di modelli EUROCORDEX corretti per i bias. Il grafico mostra la mediana, il 15° e l'85° percentile del modello dal 1950 al 2100. La linea blu scuro rappresenta i giorni di raffreddamento passati calcolati con ERA5. (RCP8.5)



Giorni di raffreddamento (°C giorno) dal 1981 al 2100 in periodi di 30 anni basati su ERA5 per il recente passato (1981-2010) e su un mix di modelli EURO-CORDEX calibrati per i periodi futuri. I grafici a barre presentano i valori mensili, mediati sui periodi di 30 anni. (RCP8.5)

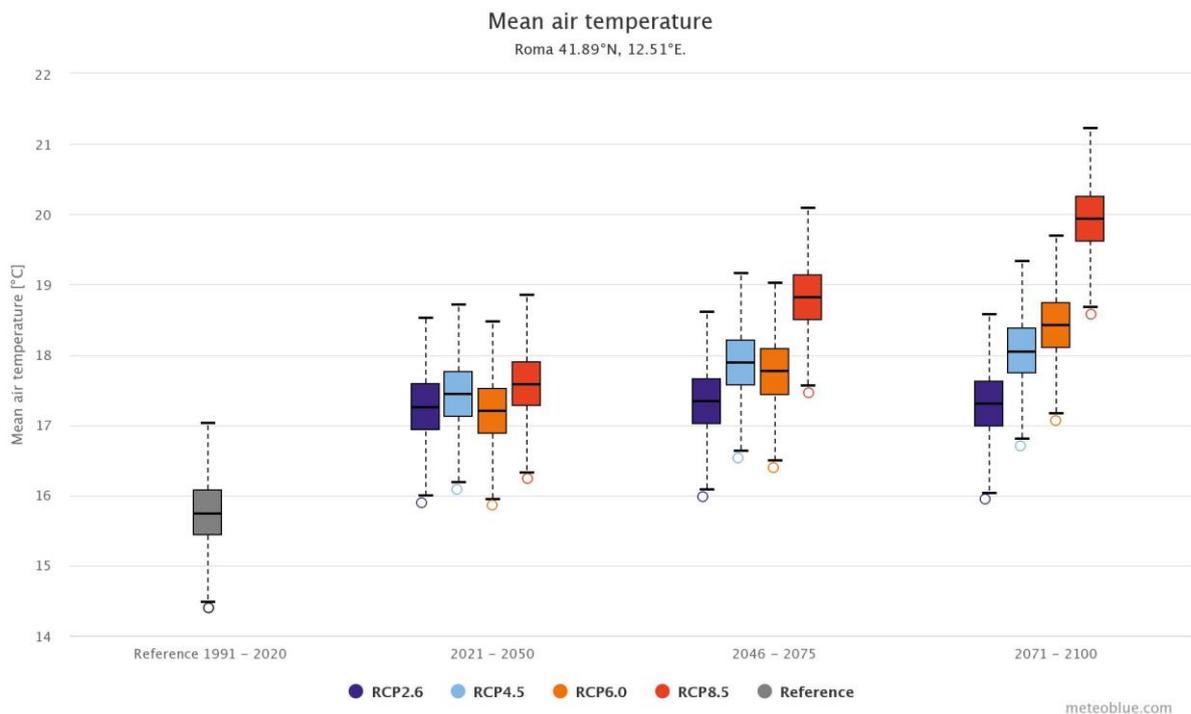
Dai grafici sopra riportati appaiono evidenti le numerose e significative anomalie relative ai HDD già presenti a partire dalla fine degli anni '90 del secolo scorso e la marcata diminuzione attesa per i mesi invernali (dicembre, gennaio e febbraio) nello scenario RCP8.5.

**4.3.3.2 Temperatura: Temperatura media, Numero di giorni caldi (TX90p), Indice di durata dei periodi caldi (WSDI)**

Altri parametri analizzati per la caratterizzazione del clima futuro dell'area di progetto sono la temperatura media, il numero di giorni caldi e l'indice di durata dei periodi caldi.

Per tali indicatori si è fatto riferimento al database di un fornitore di dati climatici (a pagamento) elaborati sulla base di modelli metereologici che sfruttano dati da stazioni limitrofe (Meteoblue.com).

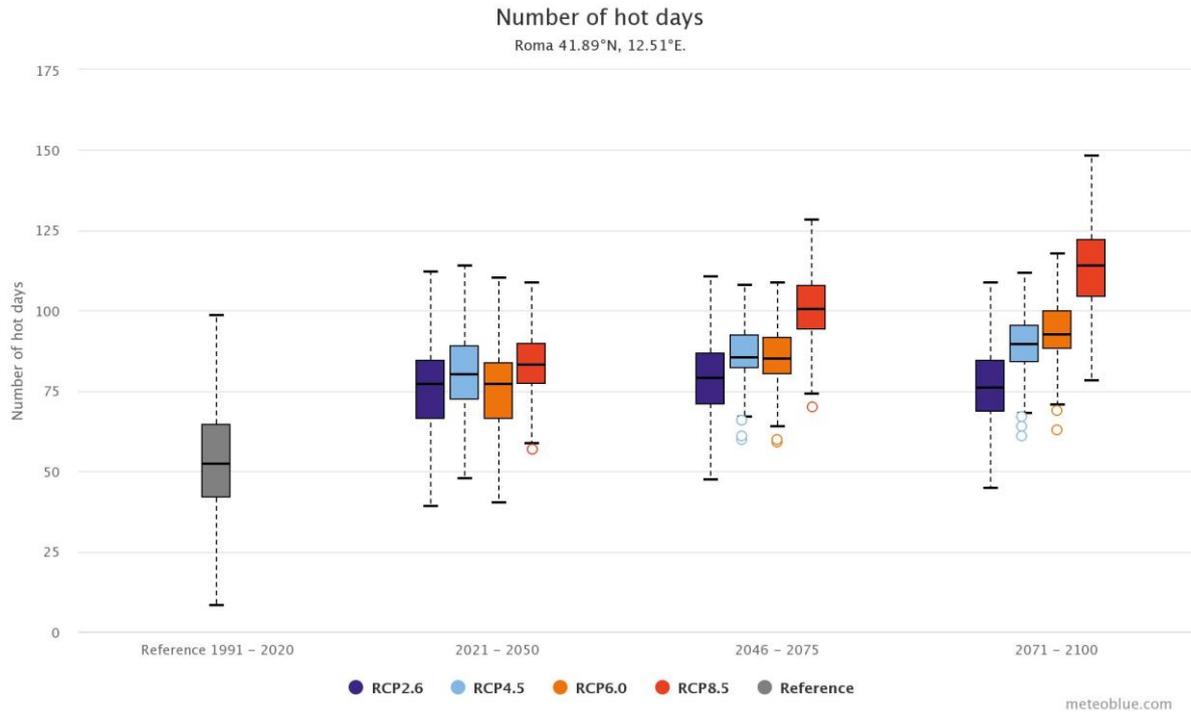
Di seguito si riporta la previsione per la città di Roma relativa alla temperatura media annuale. Nel grafico è riportata la temperatura media annuale del periodo di riferimento (1979-2019) e i valori attesi nei diversi periodi di riferimento in funzione dei diversi scenari possibili (RCP).



([https://www.meteoblue.com/it/tempo/climateplus/climateanalysis?time\\_resolution=years\\_30&emission\\_scenario=RCP8.5&locations%5B%5D=roma\\_italia\\_3169070&decades=2021-2030&aggregation=yearly&params%5B%5D=&params%5B%5D=mean\\_air\\_temperature&params%5B%5D=](https://www.meteoblue.com/it/tempo/climateplus/climateanalysis?time_resolution=years_30&emission_scenario=RCP8.5&locations%5B%5D=roma_italia_3169070&decades=2021-2030&aggregation=yearly&params%5B%5D=&params%5B%5D=mean_air_temperature&params%5B%5D=))

Come è possibile notare nello scenario riferito al RCP4.5 si attende un incremento della temperatura media compreso tra 1,7°C e 2,3 °C, mentre nello scenario più critico (RCP8.5) si attendono incrementi di temperatura media compresi tra 1.8 °C e 4,2 °C.

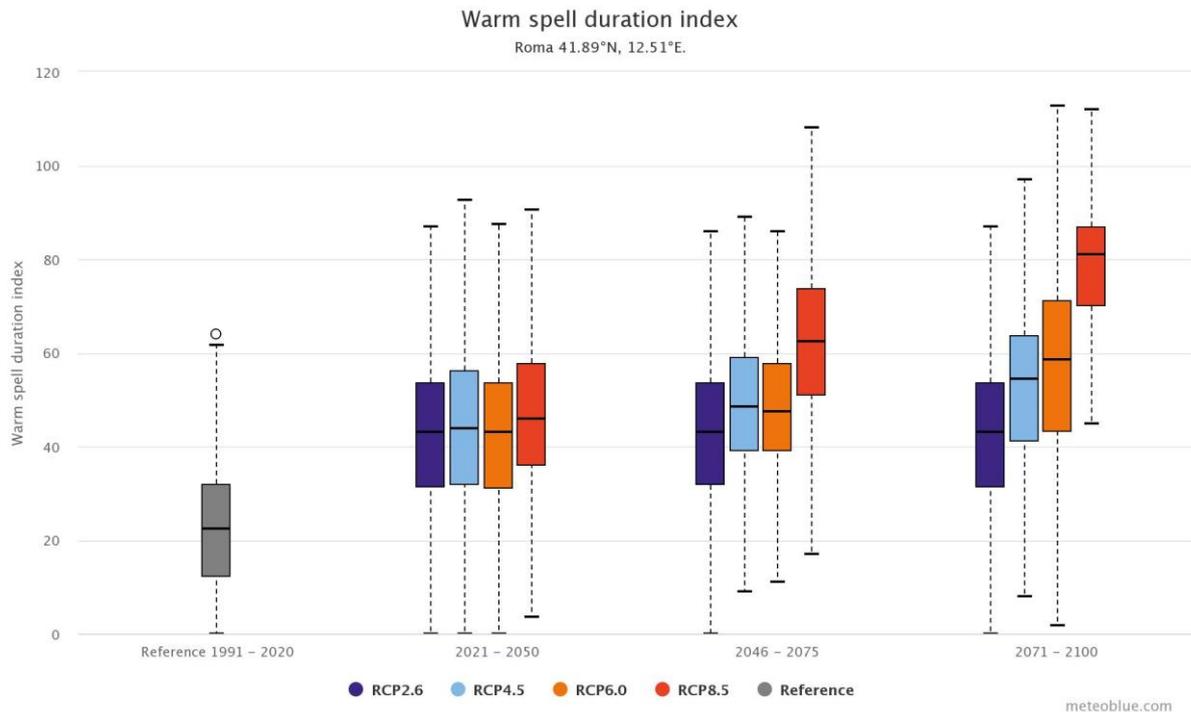
L'altro indicatore che è stato possibile acquisire è relativo al numero di giorni caldi. Anche in questo caso gli incrementi appaiono significativi, come riportato nel grafico successivo.



[https://www.meteoblue.com/it/tempo/climateplus/climateanalysis?time\\_resolution=years\\_30&emission\\_scenario=RCP8.5&locations%5B%5D=roma\\_italia\\_3169070&decades=2021-2030&aggregation=yearly&params%5B%5D=&params%5B%5D=number\\_of\\_hot\\_days&params%5B%5D=](https://www.meteoblue.com/it/tempo/climateplus/climateanalysis?time_resolution=years_30&emission_scenario=RCP8.5&locations%5B%5D=roma_italia_3169070&decades=2021-2030&aggregation=yearly&params%5B%5D=&params%5B%5D=number_of_hot_days&params%5B%5D=)

A fronte di un valore di riferimento per la città di Roma nel periodo di riferimento 1979-2019 pari a circa 52 gg si verifica un incremento che si attesta tra i 28 gg ed i 38 gg per lo scenario RCP4.5 e tra 31 e 62 per lo scenario RCP8.5.

Infine, per quanto riguarda l'Indice di durata dei periodi caldi, come riportato nel grafico successivo, a fronte di un valore di riferimento medio del periodo 1979-2019 pari a 23 nello scenario RCP4.5 l'indice presenta valori medi compresi tra un minimo di 44 ed un massimo di 55, mentre nello scenario RCP8.5 l'indice presenta valori medi compresi tra un minimo di 46 ed un massimo di 81.



[https://www.meteoblue.com/it/tempo/climateplus/climateanalysis?time\\_resolution=years\\_30&emission\\_scenario=RCP8.5&locations%5B%5D=roma\\_italia\\_3169070&decades=2021-2030&aggregation=yearly&params%5B%5D=&params%5B%5D=warm\\_spell\\_duration\\_index&params%5B%5D=](https://www.meteoblue.com/it/tempo/climateplus/climateanalysis?time_resolution=years_30&emission_scenario=RCP8.5&locations%5B%5D=roma_italia_3169070&decades=2021-2030&aggregation=yearly&params%5B%5D=&params%5B%5D=warm_spell_duration_index&params%5B%5D=)

#### 4.3.3.3 Ondate di calore (<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-health-heat-waves-projections?tab=app>)

Relativamente alle onde di calore occorre differenziare tra:

- ondate di calore climatiche
- ondate di calore per la salute umana

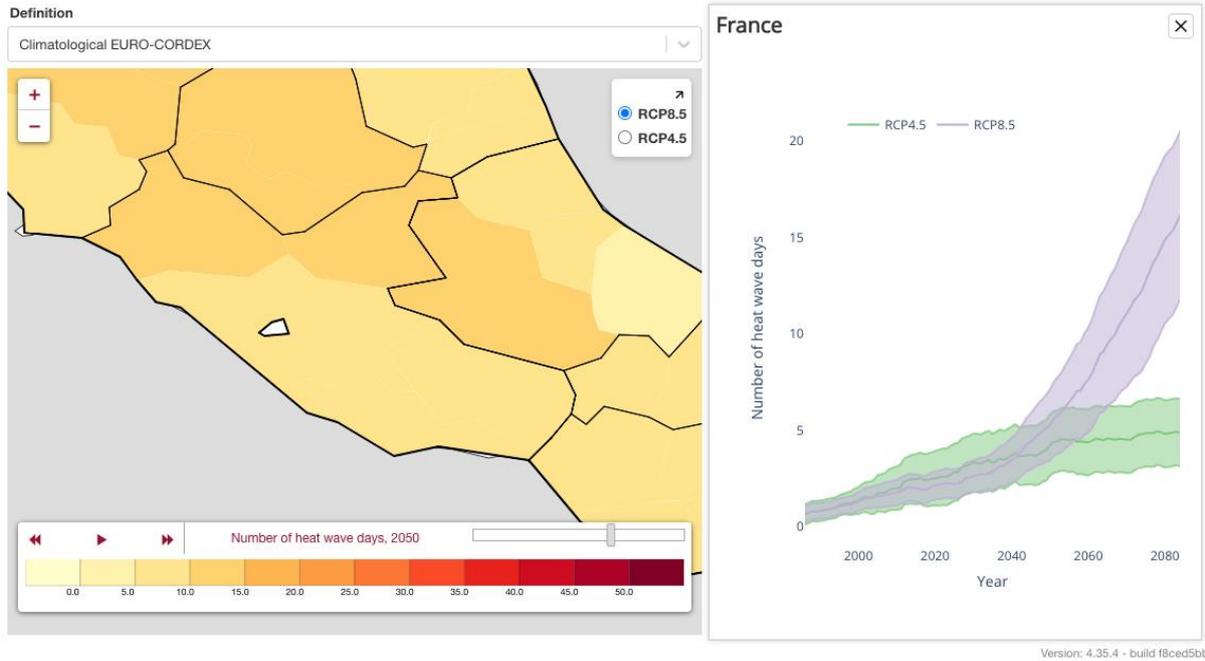
Un'ondata di calore climatica è un periodo prolungato di temperature estremamente elevate per una particolare regione, che supera una soglia massima. Le ondate di calore hanno conseguenze per la salute, l'agricoltura, l'energia, gli incendi e le infrastrutture.

Il numero annuale di giorni di ondate di calore si basa sulla definizione climatologica di ondata di calore. Si considera ondata di calore climatologica un periodo di almeno 3 giorni consecutivi in cui la temperatura massima giornaliera supera il 99° percentile delle temperature massime giornaliere della stagione da maggio a settembre per il periodo di controllo 1971-2000.

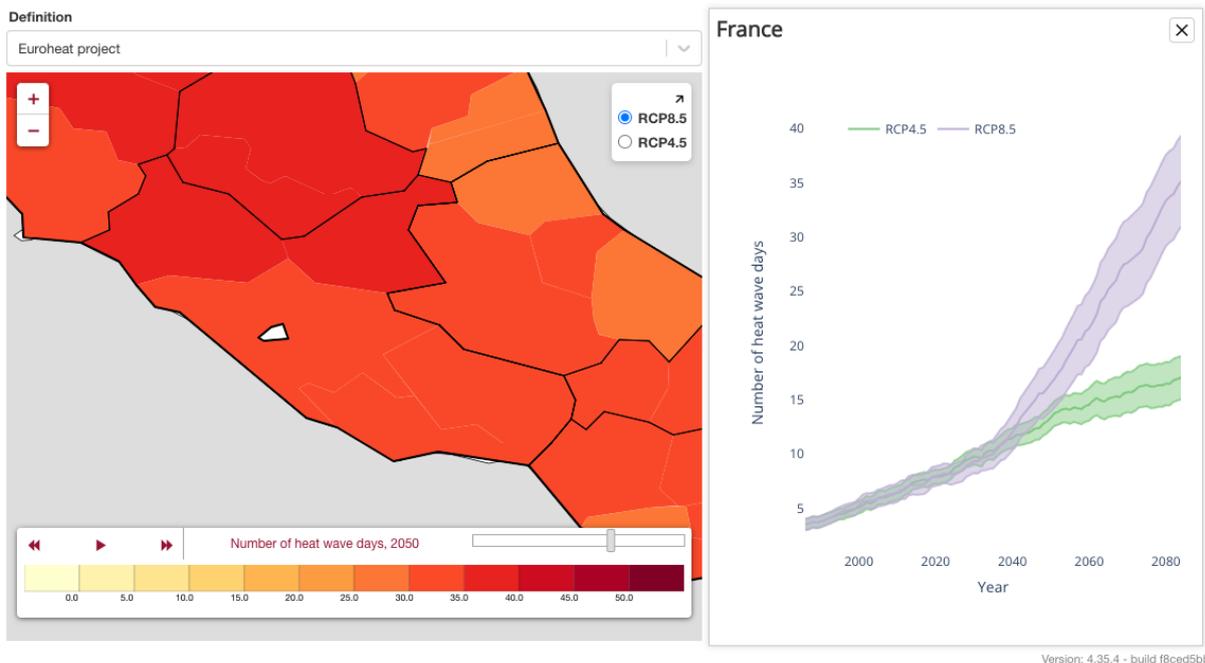
L'applicazione di [climate.copernicus.eu](https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-health-heat-waves-projections?tab=app) a cui si è fatto riferimento per l'analisi delle ondate di calore è uno strumento esplorativo che fornisce le medie mobili per 30 anni del numero di giorni di ondate di calore, basate sui risultati corretti per le distorsioni dell'ensemble di modelli climatici EURO-CORDEX.

Un'ondata di calore è un periodo prolungato di temperature elevate, relativamente alla regione. Questa applicazione presenta due definizioni a livello europeo: il progetto climatologico EURO-CORDEX ed Euroheat, e una serie di Definizioni nazionali disponibili per un numero limitato di Paesi europei, tra i quali l'Italia.

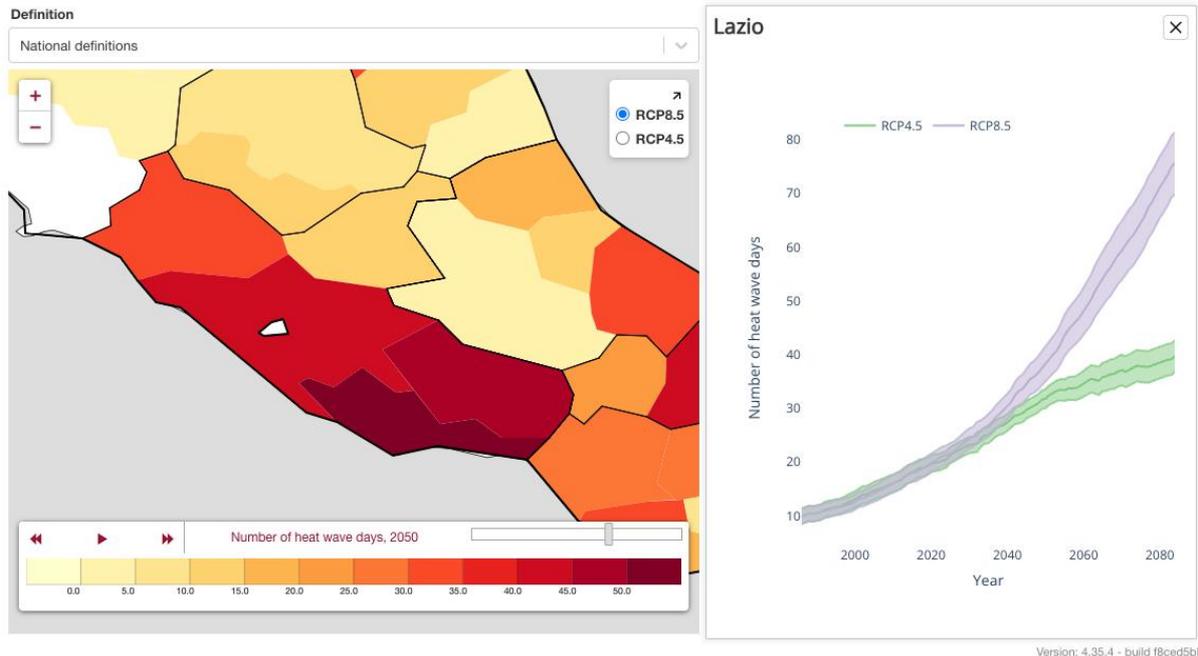
I dati della mappa interattiva sono stati mediati sulle regioni amministrative del livello NUTS 3. Le statistiche climatologiche sulle ondate di calore riportate nelle figure successive sono calcolate utilizzando i dati EURO-CORDEX, i dati Euroheat Project e le definizioni nazionali. I dati coprono il periodo dal 1986 al 2085 e le statistiche sono mediate per 30 anni in periodi di tempo sovrapposti a distanza di 10 anni l'uno dall'altro. Le mappe sono riferite all'anno 2050.



*Statistiche climatologiche sulle ondate di calore al 2050 calcolate utilizzando i dati EURO-CORDEX*

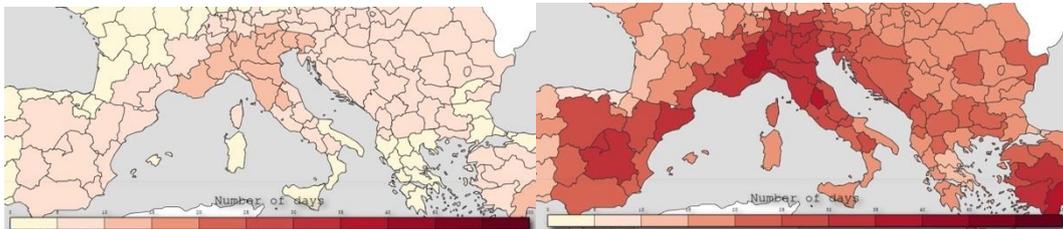


*Statistiche climatologiche sulle ondate di calore al 2050 calcolate utilizzando i dati Euroheat Project.*



*Statistiche climatologiche sulle ondate di calore calcolate utilizzando le definizioni nazionali.*

Rispetto agli standard nazionali l'area del Lazio, e quella in particolare del Lazio centrale, presenta numeri in valore assoluto coerenti, con quelli delle altre regioni dell'Italia centrale (cfr. figure successive).



*Variazione del numero medio di giorni di ondate di calore (temperatura) in funzione dello scenario di riferimento (RCP4.5 a sx, RCP8.5 a dx)*

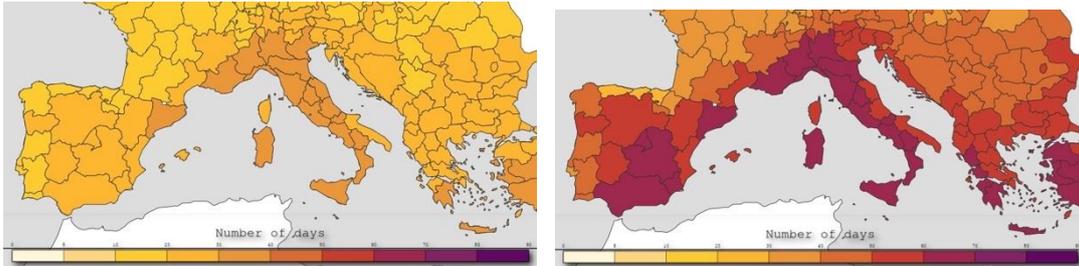
Un'ondata di calore riferita alla salute umana invece è un periodo prolungato di temperatura e umidità estremamente elevate per una particolare regione, durante il quale le minime e le massime giornaliere superano entrambe le soglie. Le ondate di calore con elevata umidità sono problematiche per la salute e il benessere umano.

Il numero annuale di giorni di ondate di calore si basa sulla definizione di ondata di calore utilizzata dalla comunità sanitaria. Si considera ondata di calore per la salute un periodo di almeno 2 giorni consecutivi in cui la temperatura massima apparente (Tappmax) supera il 90° percentile di Tappmax e la temperatura minima (Tmin) supera il 90° percentile di Tmin. La temperatura apparente è una misura del disagio relativo dovuto alla combinazione di calore e umidità elevata.

Le statistiche sulle ondate di calore legate alla salute sono calcolate utilizzando i dati EURO-CORDEX corretti per difetto per due scenari CMIP5 con diverse possibili emissioni future di gas serra: RCP4.5 (emissioni medie)

e RCP8.5 (emissioni elevate). I dati coprono il periodo dal 1971 al 2009 e le statistiche sono mediate per 30 anni in periodi di tempo sovrapposti a distanza di 10 anni l'uno dall'altro.

In questo caso, rispetto alle aspettative nazionali, l'area della regione Lazio presenta numeri in valore assoluto di grandezza confrontabile (cfr. figure successive) con il resto delle regioni italiane.



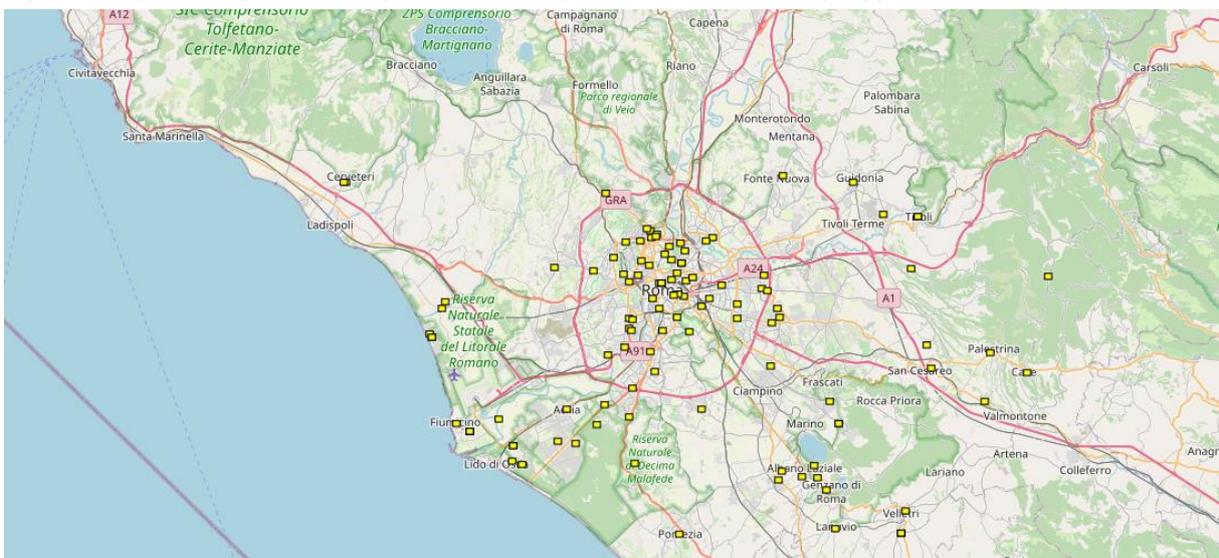
*Variazione del numero medio di giorni di ondate di calore (temperatura e umidità) in funzione dello scenario di riferimento (RCP4.5 a sx, RCP8.5 a dx)*

#### 4.3.3.4 Raffiche di vento e piogge intense

Per il sito European Severe Weather Database, consultato per questi due specifici indicatori le definizioni di raffiche di vento e piogge intense corrispondono a:

- per raffica di vento forte si intende una raffica la cui velocità è stata misurata in almeno 25 m/s o una raffica che provoca danni tali da far pensare che si sia verificata una velocità del vento di 25 m/s o superiore.
- per pioggia intensa si intende la pioggia che cade in quantità tali da provocare danni significativi, oppure non si conoscono i danni, ma sono state osservate quantità di precipitazioni eccezionali per la regione in questione.

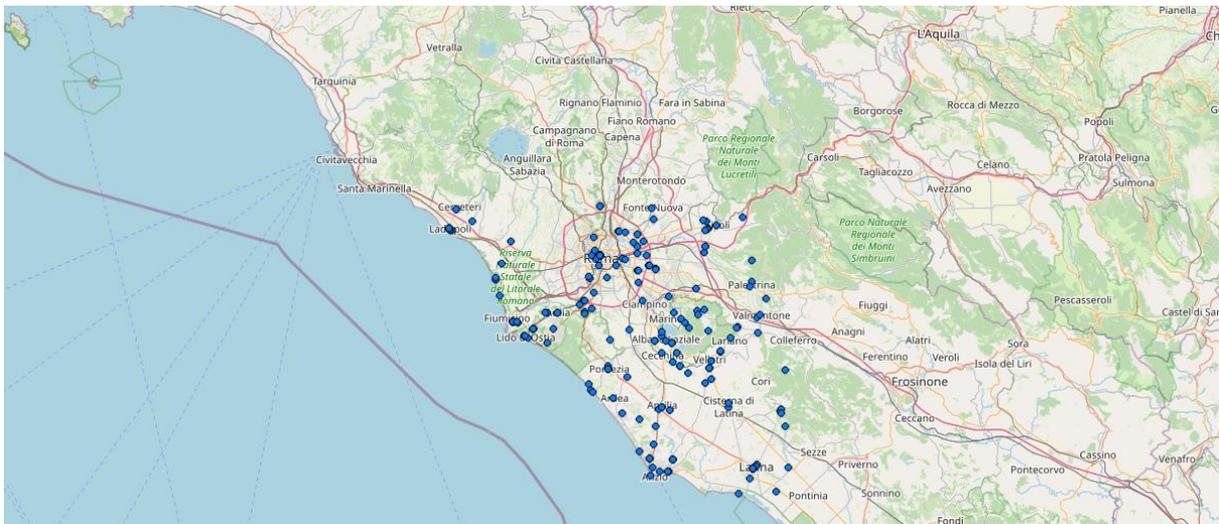
Di seguito si riportano gli eventi registrati sul sito per i due indicatori di pioggia intensa e raffiche di vento.



*Mappa relativa alle segnalazioni di forti raffiche di vento riportate sul sito European Severe Weather Database per il periodo 1963-2021*

severe wind <a href="#">to map</a> Roma Lazio Italy (41.87 N, 12.44 E) < 3 km 03-12-2022 (Saturday) 20:10 UTC (+/- 5 min.)	severe wind <a href="#">to map</a> Ardea Lazio Italy (41.61 N, 12.52 E) < 3 km 22-11-2022 (Tuesday) 03:55 UTC (+/- 1 hrs.)	severe wind <a href="#">to map</a> Albano Laziale Lazio Italy (41.72 N, 12.66 E) < 3 km 08-07-2022 (Friday) 00:00 UTC (+/- 15 min.)
severe wind <a href="#">to map</a> Fiumicino Lazio Italy (41.77 N, 12.23 E) < 3 km 23-11-2022 (Wednesday) 02:35 UTC (+/- 5 min.)	severe wind <a href="#">to map</a> Bella Farnia Lazio Italy (41.37 N, 12.97 E) < 1 km 15-08-2022 (Monday) 23:30 UTC (+/- 30 min.)	severe wind <a href="#">to map</a> Genzano di Roma Lazio Italy (41.71 N, 12.69 E) < 3 km 08-07-2022 (Friday) 00:00 UTC (+/- 5 min.)
severe wind <a href="#">to map</a> Fregene Lazio Italy (41.85 N, 12.20 E) < 3 km 22-11-2022 (Tuesday) 19:30 UTC (+/- 3 hrs.)	severe wind <a href="#">to map</a> Latina (Lungomare di Latina) Lazio Italy (41.41 N, 12.86 E) 15-08-2022 (Monday) 23:30 UTC (+/- 15 min.)	severe wind <a href="#">to map</a> Roma (Torre Angela) Lazio Italy (41.87 N, 12.63 E) < 3 km 07-07-2022 (Thursday) 23:45 UTC (+/- 15 min.)
severe wind <a href="#">to map</a> Maccarese Lazio Italy (41.88 N, 12.21 E) < 3 km 22-11-2022 (Tuesday) 19:30 UTC (+/- 3 hrs.)	severe wind <a href="#">to map</a> Sabaudia (Bella Farnia) Lazio Italy (41.37 N, 12.98 E) 15-08-2022 (Monday) 23:30 UTC (+/- 15 min.)	severe wind <a href="#">to map</a> Roma (Roma Monte Sacro) Lazio Italy (41.94 N, 12.55 E) < 1 km 06-11-2021 (Saturday) 21:20 UTC (+/- 15 min.)
severe wind <a href="#">to map</a> Rome (Nomentano) Lazio Italy (41.91 N, 12.50 E) < 1 km 22-11-2022 (Tuesday) 06:10 UTC (+/- 3 hrs.)	severe wind <a href="#">to map</a> Latina (Borgo Grappa) Lazio Italy (41.39 N, 12.95 E) 15-08-2022 (Monday) 23:30 UTC (+/- 15 min.)	severe wind <a href="#">to map</a> Pisoniano Lazio Italy (41.91 N, 12.96 E) 05-10-2021 (Tuesday) 03:00 UTC (+/- 30 min.)
severe wind <a href="#">to map</a> Zagarolo Lazio Italy (41.84 N, 12.81 E) < 3 km 22-11-2022 (Tuesday) 04:50 UTC (+/- 1 hrs.)	severe wind <a href="#">to map</a> Anzio Lazio Italy (41.45 N, 12.64 E) < 3 km 08-07-2022 (Friday) 00:50 UTC (+/- 15 min.)	severe wind <a href="#">to map</a> Pomezia Lazio Italy (41.63 N, 12.46 E) 05-10-2021 (Tuesday) 02:00 UTC (+/- 1 hrs.)
severe wind <a href="#">to map</a> San Cesareo Lazio Italy (41.82 N, 12.82 E) < 3 km 22-11-2022 (Tuesday) 04:50 UTC (+/- 1 hrs.)	severe wind <a href="#">to map</a> Ardea (Tor San Lorenzo) Lazio Italy (41.57 N, 12.54 E) < 3 km 08-07-2022 (Friday) 00:05 UTC (+/- 5 min.)	severe wind <a href="#">to map</a> Roma Lazio Italy (41.90 N, 12.50 E) 04-10-2021 (Monday) 23:43 UTC (+/- 5 min.)
severe wind <a href="#">to map</a> Rocca di Papa Lazio Italy (41.77 N, 12.70 E) < 3 km 22-11-2022 (Tuesday) 04:10 UTC (+/- 1 hrs.)	severe wind <a href="#">to map</a>	severe wind <a href="#">to map</a> Roma Lazio Italy (41.90 N, 12.61 E) 24-08-2021 (Tuesday) 14:00 UTC (+/- 1 hrs.)

Tabella di sintesi relativa alle segnalazioni di forti raffiche di vento riportate sul sito European Severe Weather Database per il periodo 1963-2021



Mappa relativa alle segnalazioni di piogge intense riportate sul sito European Severe Weather Database per il periodo 1963-2021

heavy rain <a href="#">to map</a>	Villa Adriana Lazio Italy (41.95 N, 12.77 E) < 1 km 01-09-2022 (Thursday) 12:29 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Colleverde Lazio Italy (41.97 N, 12.63 E) < 1 km 18-11-2022 (Friday) 09:54 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Torvajonica Lazio Italy (41.62 N, 12.46 E) < 1 km 03-12-2022 (Saturday) 02:44 UTC (+/- 5 min.)
heavy rain <a href="#">to map</a>	Nettuno (Centro di Nettuno) Lazio Italy (41.46 N, 12.66 E) 15-08-2022 (Monday) 23:15 UTC (+/- 15 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Fonte Nuova Lazio Italy (41.99 N, 12.62 E) < 1 km 18-11-2022 (Friday) 09:34 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Segni Lazio Italy (41.66 N, 12.98 E) < 1 km 22-11-2022 (Tuesday) 03:49 UTC (+/- 5 min.)
heavy rain <a href="#">to map</a>	Rome (Torrino) Lazio Italy (41.81 N, 12.44 E) < 1 km 09-08-2022 (Tuesday) 14:05 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Roma (Ostia) Lazio Italy (41.74 N, 12.28 E) < 3 km 03-11-2022 (Thursday) 11:00 UTC (+/- 15 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Aprilia Lazio Italy (41.59 N, 12.64 E) < 1 km 22-11-2022 (Tuesday) 02:29 UTC (+/- 5 min.)
heavy rain <a href="#">to map</a>	Rome (Torrino) Lazio Italy (41.81 N, 12.43 E) < 1 km 09-08-2022 (Tuesday) 13:54 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Tivoli Lazio Italy (41.97 N, 12.77 E) < 1 km 29-09-2022 (Thursday) 18:59 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	la Cogna Lazio Italy (41.56 N, 12.59 E) < 1 km 22-11-2022 (Tuesday) 02:19 UTC (+/- 5 min.)
heavy rain <a href="#">to map</a>	Macere Lazio Italy (41.75 N, 12.85 E) < 1 km 09-08-2022 (Tuesday) 12:54 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Latina Lazio Italy (41.74 N, 12.96 E) < 1 km 26-09-2022 (Monday) 13:34 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Macere Lazio Italy (41.75 N, 12.86 E) < 1 km 19-11-2022 (Saturday) 12:39 UTC (+/- 5 min.)
heavy rain <a href="#">to map</a>	Lariano Lazio Italy (41.73 N, 12.84 E) < 1 km 09-08-2022 (Tuesday) 12:49 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Latina Lazio Italy (41.42 N, 12.89 E) < 1 km 26-09-2022 (Monday) 12:24 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Cave Lazio Italy (41.81 N, 12.93 E) < 1 km 19-11-2022 (Saturday) 12:04 UTC (+/- 5 min.)
heavy rain <a href="#">to map</a>	Rocca di Papa Lazio Italy (41.75 N, 12.72 E) < 1 km 09-08-2022 (Tuesday) 12:34 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Lido di Latina Lazio Italy (41.41 N, 12.86 E) < 1 km 26-09-2022 (Monday) 11:54 UTC (+/- 5 min.)	heavy rain <a href="#">to map</a>	Tivoli (Villa Adriana) Lazio Italy (41.95 N, 12.78 E) < 1 km 18-11-2022 (Friday) 09:59 UTC (+/- 5 min.)
heavy rain <a href="#">to map</a>	Rocca Priora Lazio Italy (41.79 N, 12.75 E) < 1 km 09-08-2022 (Tuesday) 12:29 UTC (+/- 5 min.)				

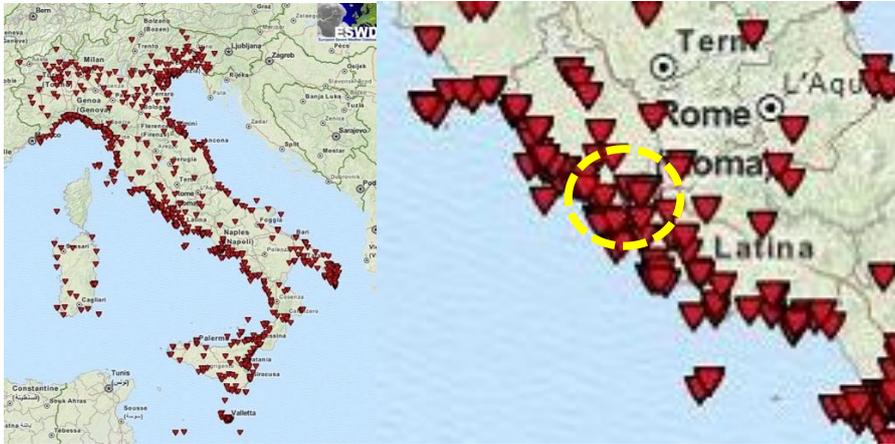
Tabella di sintesi relativa alle segnalazioni di piogge intense riportate sul sito European Severe Weather Database per il periodo 1963-2021

In relazione all’area di progetto il sito European Severe Weather Database riporta sette eventi critici per “forti raffiche di vento, e tre segnalazioni per quanto riguarda eventi critici di “pioggia intensa” nel periodo 1963-2022.

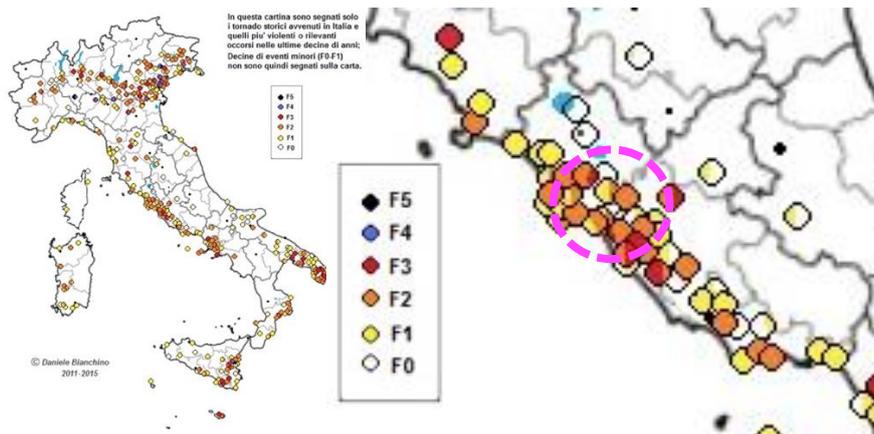
#### 4.3.3.5 Tornado ([tornadoitalia.altervista.org](http://tornadoitalia.altervista.org))

Relativamente alle probabilità di accadimento di eventi estremi relativi alla componente vento, nello specifico tornado, dalla consultazione del sito [tornadoitalia.altervista.org](http://tornadoitalia.altervista.org) emerge che il Lazio in generale non è particolarmente soggetta a fenomeni estremi di questo genere.

Di seguito si riporta una mappa dell’Italia (e la relativa zoomata sulla regione di interesse, dove sono stati riportati gli eventi registrati in Italia negli ultimi 300 anni: come appare evidente la zona di interesse progettuale presenta una densità significativa di eventi rispetto al resto della regione.

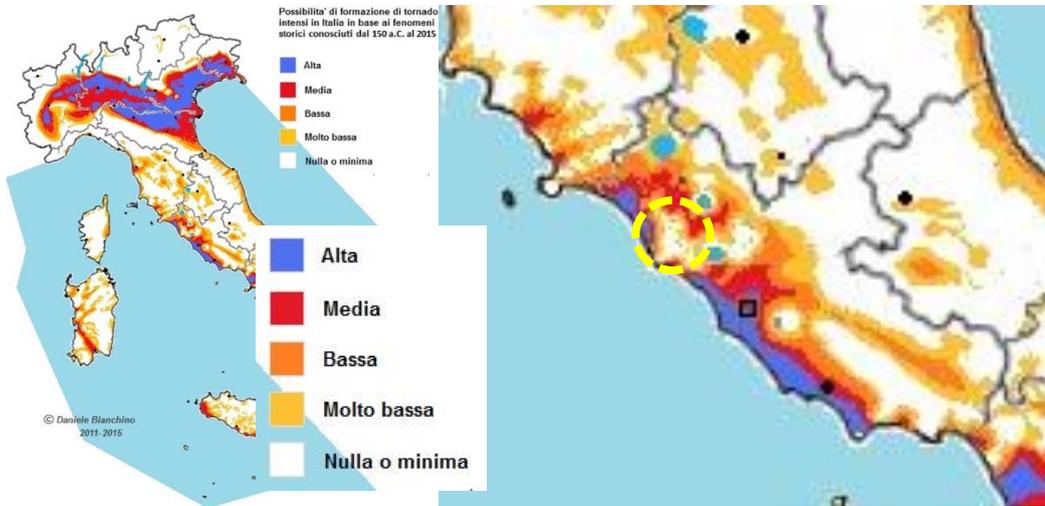


Cartina ESWD (European Severe Weather Database) - eventi degli ultimi 300 anni (Fonte: [tornadoitalia.altervista.org](http://tornadoitalia.altervista.org))

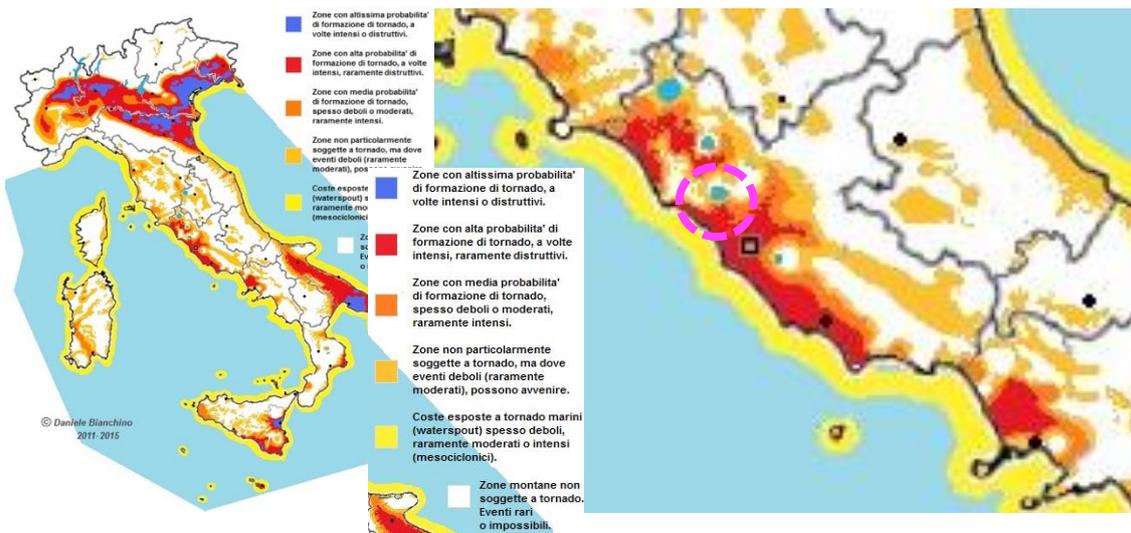


Tornado storici avvenuti in Italia e quelli più violenti o rilevanti occorsi nelle ultime decine di anni (Fonte: [tornadoitalia.altervista.org](http://tornadoitalia.altervista.org))

Anche in relazione alla probabilità di formazione di tornado dalle figure successive appare evidente come tutta la porzione costiera della regione sia caratterizzata da un livello alto di probabilità, ed in particolare la zona di Roma viene classificata come "Zona con alta probabilità di formazione di tornado a volte intensi, raramente distruttivi".



Possibilità di formazione di tornado intensi in Italia sulla base dei dati storici conosciuti dal 150 a.c. al 2015 (Fonte: [tornadoitalia.altervista.org](http://tornadoitalia.altervista.org))



Possibilità di formazione di tornado intensi in Italia (Fonte: [tornadoitalia.altervista.org](http://tornadoitalia.altervista.org))

#### 4.3.3.6 Precipitazioni intense (European Environment Agency)

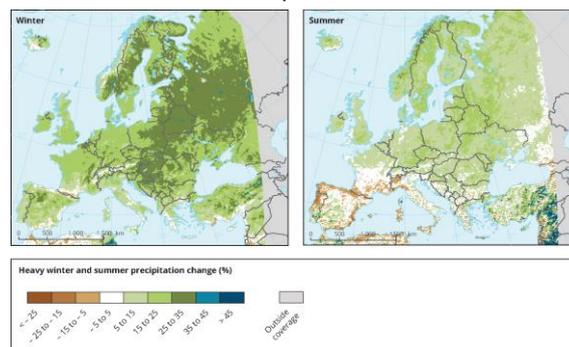
La maggior parte degli studi basati sull'osservazione che analizzano le tendenze dell'intensità delle precipitazioni estreme si basa su dati registrati su scala giornaliera. Un indice per le precipitazioni massime annuali su cinque giorni consecutivi (Rx5d) ha mostrato aumenti significativi fino a 5 mm per decennio nell'Europa settentrionale e nord-occidentale in inverno. In estate, si sono registrati aumenti significativi fino a 5 mm per decennio nell'Europa orientale e in parte di quella meridionale. Lo stesso indice mostra diminuzioni di oltre 4 mm per decennio nell'Europa meridionale, in particolare nel sud-ovest, in inverno e di oltre 3 mm in estate nell'Europa sud-occidentale e in parti dell'Europa centrale.

Una più ampia revisione della letteratura suggerisce che gli eventi di precipitazione intensa sono diventati in media più intensi e più frequenti in Europa, ma ci sono importanti differenze tra le regioni, le stagioni, i

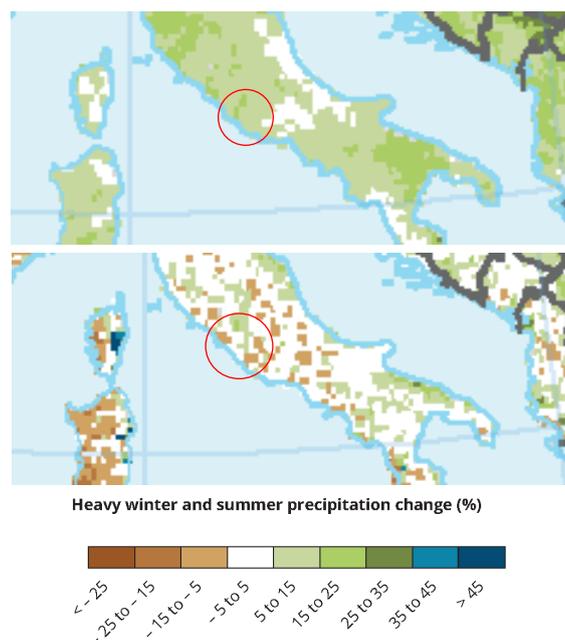
periodi di tempo, gli indici di precipitazione intensa e i set di dati sottostanti. Uno studio recente ha dimostrato che il numero di giorni con precipitazioni molto intense in Europa è aumentato in media di circa il 45% (per il periodo 1981-2013 rispetto al 1951-1980).

Secondo le proiezioni, il riscaldamento globale porterà a una maggiore intensità delle precipitazioni e a periodi di siccità più lunghi in Europa. Le proiezioni mostrano un aumento delle precipitazioni giornaliere intense nella maggior parte dell'Europa in inverno, fino al 35% nel corso del XXI secolo. Secondo le proiezioni, le precipitazioni intense in inverno aumenteranno nella maggior parte dell'Europa, con incrementi fino al 30% nell'Europa nord-orientale, a causa dell'aumento della frequenza di cicloni extratropicali estremi. Anche per l'estate si prevede un aumento nella maggior parte dell'Europa, ma si prevede una diminuzione in alcune regioni dell'Europa meridionale e sud-occidentale, in parte a causa della prevista diminuzione della frequenza dei cicloni nel Mediterraneo.

Di seguito si riporta la mappa elaborata dall'European Environment Agency relativa agli incrementi percentuali attesi delle precipitazioni intense in Europa.



*Variazioni previste delle precipitazioni intense (in %) in inverno (a sx) e in estate (a dx) dal 1971-2000 al 2071-2100 per lo scenario RCP8.5 - Fonte: European Environment Agency*



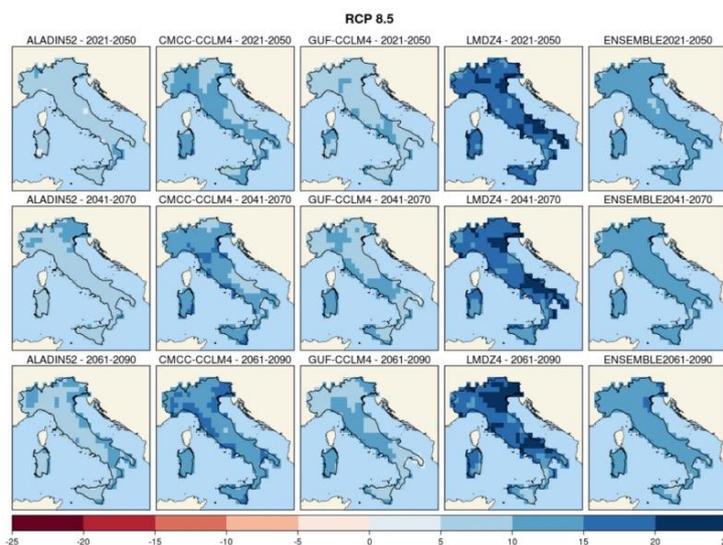
*Variazioni previste delle precipitazioni intense (in %) in inverno (in alto) e in estate (in basso) dal 1971-2000 al 2071-2100 per lo scenario RCP8.5 - Fonte: European Environment Agency*

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 51

Come si evince dalle figure precedenti nell’area di progetto è atteso un incremento delle precipitazioni intense tra il 5 ed il 15% in inverno e tra il -5 ed il +5% per il periodo estivo.

#### 4.3.3.7 Precipitazioni intense (Elaborazioni CMCC)

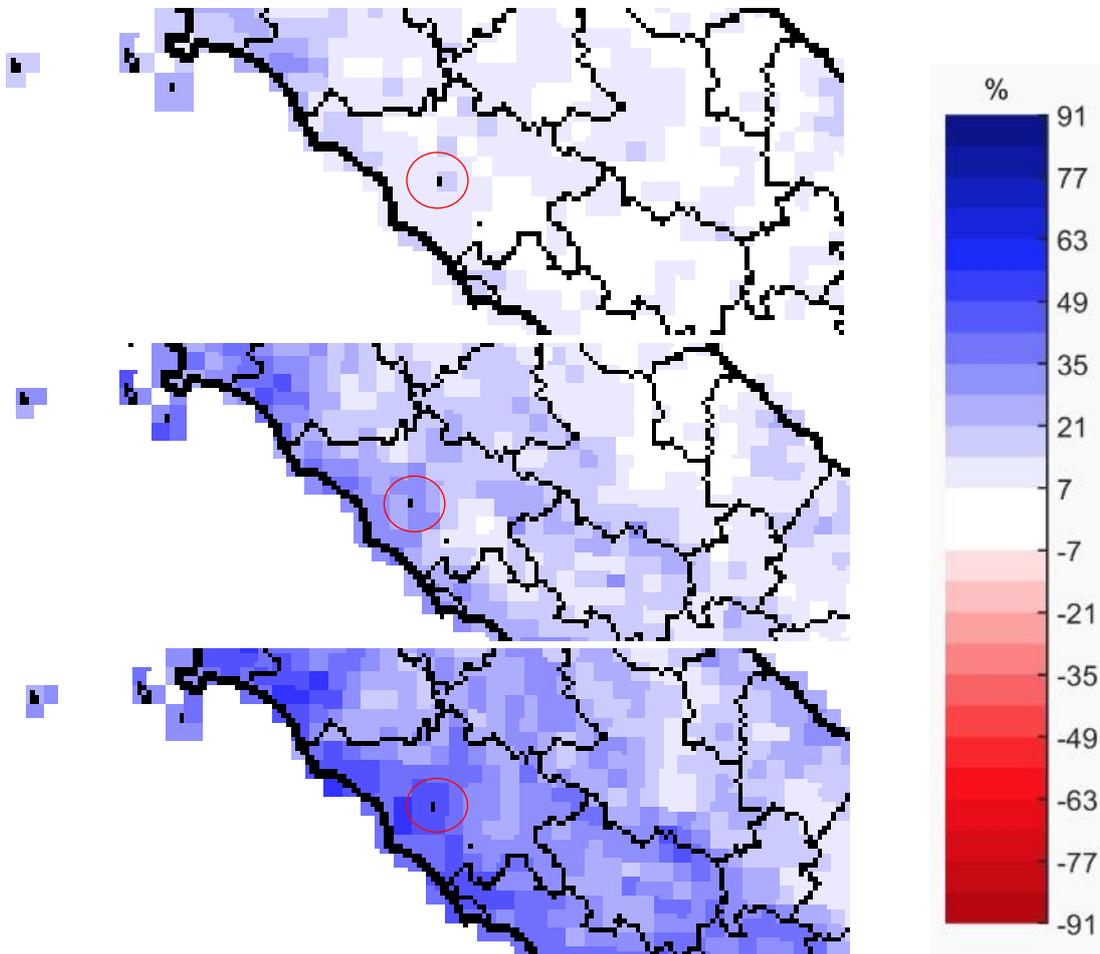
Un indicatore significativo nella lettura degli eventi intensi è l’indice R95P, somma annuale delle precipitazioni giornaliere superiori al 95° percentile. La figura successiva, tratta dal report ISPRA sui cambiamenti climatici, mostra un aumento dell’indice R95P piuttosto uniforme sul territorio nazionale, compreso fra 10 e 15 mm per tutti e tre gli orizzonti temporali analizzati.



*Variazione precipitazione nei giorni molto piovosi (mm), scenario RCP8.5. Mappe delle variazioni previste dai modelli climatici differenti ai tre orizzonti temporali 2021-2050 (prima riga), 2041-2070 (seconda riga), 2061-2090 (terza riga).*

L’aumento dell’indice R95P mette in evidenza che per il futuro, accanto alla diminuzione delle precipitazioni totali e alla tendenza all’aumento dell’intensità media delle precipitazioni, si prevede un incremento del contributo alle precipitazioni totali da parte degli eventi più intensi.

Per la città di Roma nello specifico si può fare riferimento a quanto elaborato dal CMCC per i tre periodi 2021-2050, 2041-2070 e 2071-2100 per lo scenario RCP8.5, già visti nel precedente capitolo “Stima degli effetti del Cambiamento Climatico a scala nazionale” e dei quali si riportano gli stralci di dettaglio dell’area di interesse.



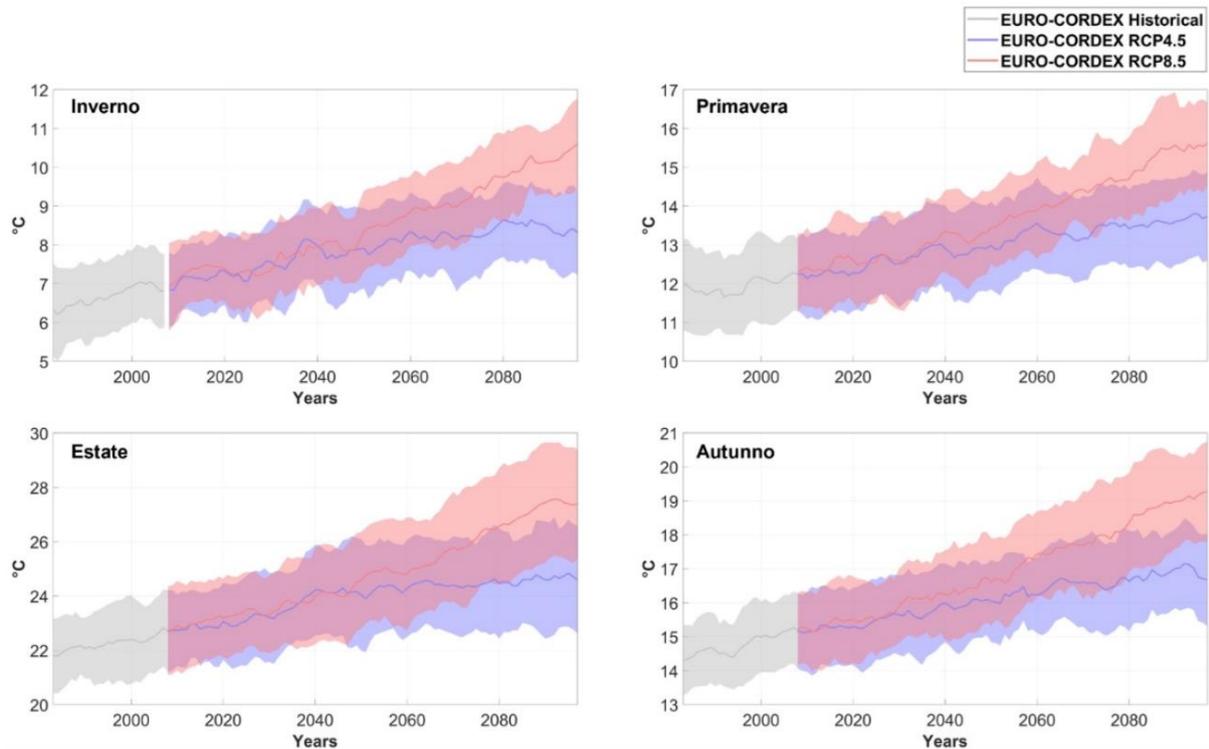
*Variazione precipitazione nei giorni molto piovosi (mm), scenario RCP8.5. Mappe relative alla zona del centro Italia delle variazioni previste dai modelli climatici differenti ai tre orizzonti temporali 2021-2050 (figura in alto), 2041-2070 (figura al centro), 2061-2090 (figura in basso).*

I valori attesi variano da un minimo tra il +7% ed il +15% nel periodo 2021-2050, tra un +20% ed un 25% nel periodo 2041-2070 e tra un +25% ed un +35% nel periodo 2071-2100.

#### **4.3.3.8 Focus sulla città di Roma (Report Roma CMCC)**

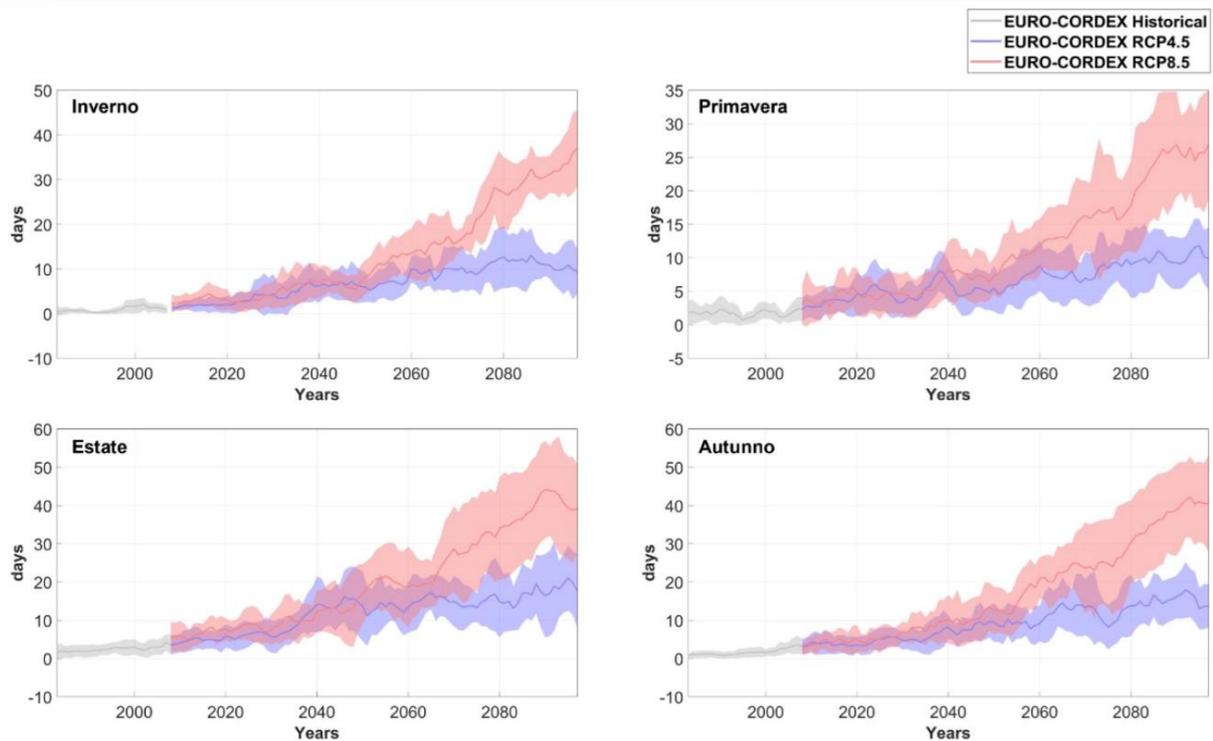
L'analisi del quadro climatico futuro sulla città di Roma è stata effettuata analizzando i medesimi modelli climatici utilizzati per l'analisi su scala regionale e nazionale riportati in precedenza.

In particolare gli scenari evidenziano un incremento della temperatura media simile sulle 4 stagioni per lo scenario RCP4.5 (trend lineare di 2°C su 100), molto maggiore e diversificato invece se si considera lo scenario RCP8.5. In particolare, gli incrementi maggiori di temperatura media sono attesi nella stagione estiva (con incrementi mediamente di circa 6 gradi su 100 anni, nell'ipotesi di un trend lineare) ed autunnale (con incrementi medi di circa 5 gradi su 100 anni, nell'ipotesi di un trend lineare). Anche l'indicatore relativo alla crescita del numero di giorni caldi denota incrementi rilevanti per lo scenario RCP8.5 sulle medesime stagioni.



Nei grafici sono riportati i cambiamenti della temperatura media stagionale per i modelli EURO-CORDEX. Il colore rosso è associato allo scenario RCP8.5, il colore blu allo scenario RCP4.5. La linea spessa indica l'ensemble mean (la media dei risultati prodotti da diversi modelli) a parità di scenario considerato. L'area colorata rappresenta la deviazione standard, ovvero la dispersione dei modelli che costituiscono l'insieme dei modelli EURO-CORDEX, attorno al valore medio, a parità di scenario. (Fonte: Lazio, Regione partecipata e sostenibile – Il contributo dell'adattamento ai cambiamenti climatici - Gruppo di lavoro tecnico – Gruppo di Pilotaggio, con il supporto specialistico della Fondazione Centro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici – CMCC e con il coordinamento della Cabina di Regia per l'attuazione delle politiche regionali ed europee 2021-2027)

Per quanto riguarda la tendenza stagionale attesa per l'indicatore del numero di giorni molto caldi (WSDI) si evidenzia una crescita generalizzata molto maggiore per lo scenario RCP8.5, come riportato nella figura successiva.



Nei grafici sono riportati i cambiamenti dell'indicatore WSDI (numero di giorni molto caldi) per i modelli EUROCORDEX. Il colore rosso è associato allo scenario RCP8.5, il colore blu allo scenario RCP4.5. La linea spessa indica l'ensemble mean (la media dei risultati prodotti da diversi modelli) a parità di scenario considerato. L'area colorata rappresenta la deviazione standard, ovvero la dispersione dei modelli che costituiscono l'insieme dei modelli EURO-CORDEX, attorno al valore medio, a parità di scenario. (Fonte: Lazio, Regione partecipata e sostenibile – Il contributo dell'adattamento ai cambiamenti climatici - Gruppo di lavoro tecnico – Gruppo di Pilotaggio, con il supporto specialistico della Fondazione Centro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici – CMCC e con il coordinamento della Cabina di Regia per l'attuazione delle politiche regionali ed europee 2021-2027)

Per quanto attiene al trend di precipitazione, sia per i valori cumulati che per gli estremi giornalieri su base stagionale, bisogna tenere in considerazione che esso rappresenta un parametro molto complesso da valutare, dipendente da molteplici fattori, per il quale l'influsso dei cambiamenti climatici risulta meno evidente rispetto a quello che emerge analizzando le tendenze della temperatura. Di conseguenza, sia le variazioni della precipitazione stagionale che di quelle estreme sono caratterizzate da notevole incertezza (come riportato nella figura successiva). L'unica eccezione è data dalla pioggia cumulata estiva RCP4.5, per la quale vi è un buon accordo tra i modelli nell'indicare un decremento di tale variabile (quindi una diminuzione dell'intensità delle piogge).

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 55

Stagione	RCP 4.5		RCP 8.5	
	Variazione attesa [%] (media EURO-CORDEX)	Range di incertezza [%]	Variazione attesa [%] (media EURO-CORDEX)	Range di incertezza [%]
Inverno	+1	±7	+1	±8
Primavera	-6	±9	-6	±9
Estate	-17	±15	-8	±20
Autunno	+2	±12	+7	±16

*Variazione media attesa sul dominio di interesse come fornito dall'ensemble EURO-CORDEX e relativa stima dell'incertezza, per i due scenari di concentrazione e le diverse stagioni, per la precipitazione cumulata stagionale. (Fonte: Lazio, Regione partecipata e sostenibile – Il contributo dell'adattamento ai cambiamenti climatici - Gruppo di lavoro tecnico – Gruppo di Pilotaggio, con il supporto specialistico della Fondazione Centro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici – CMCC e con il coordinamento della Cabina di Regia per l'attuazione delle politiche regionali ed europee 2021-2027)*

#### **4.3.3.9 Focus sulle criticità riscontrabili nelle aree urbane**

L'impatto del cambiamento climatico delle aree urbane è connesso essenzialmente alla pressione esercitata dall'urbanizzazione che a sua volta aumenta le pressioni a danno dell'ambiente e delle risorse. L'ONU stima che nel 2050 la popolazione delle aree urbane crescerà di 2,5 miliardi di persone, principalmente in Cina, India e Nigeria, mentre in Europa e nelle Americhe la crescita potrebbe rallentare.

Il Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC) identifica tre principali tipologie di rischio per le aree urbane:

- rischi connessi alle temperature elevate e l'effetto isola di calore a causa della quale entro la fine del XXI secolo una percentuale compresa tra metà e tre quarti della popolazione mondiale potrà essere esposta a rischi per la salute e per la produttività del lavoro. Questi impatti avranno effetti diversi in base alle caratteristiche socioeconomiche locali;
- rischi connessi agli allagamenti, causati dalla presenza di ampie superfici impermeabilizzate che riducono la capacità drenante del terreno e il sovraccarico del sistema fognario, rischio accentuato inoltre dall'aumento dell'intensità delle precipitazioni e che, nelle città costiere, potranno sommarsi all'aumento del livello del mare;
- rischi connessi alle interazioni dinamiche con ondate di gelo, frane, vento, fuoco e inquinamento dell'aria: in Europa l'aumento del rischio di frane a causa delle variazioni di frequenza e intensità delle precipitazioni riguarda attualmente circa 48 milioni di persone e il cambiamento climatico può inoltre determinare un aumento della frequenza e dell'intensità degli incendi forestali, che possono interessare anche le zone periurbane

Rispetto a tali rischi, le azioni di adattamento a scala urbana possono riguardare:

- l'adattamento attraverso l'infrastruttura sociale, ovvero la pianificazione territoriale e urbanistica e le analisi di rischio climatico per attenuare le conseguenze del verificarsi di eventi disastrosi, le

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 56

politiche di protezione sociale e sanitaria per ridurre l'esposizione al rischio delle fasce più vulnerabili, l'adozione di piani di emergenza per la gestione del rischio e le azioni di informazione e formazione rivolte alla cittadinanza per diffondere la cultura dell'adattamento;

- l'adattamento attraverso le soluzioni basate sulla natura: alberature, tetti o pareti verdi, aree naturali, foreste, aree umide urbane etc. possono aumentare la termoregolazione degli ambienti costruiti e adattarli alle ondate di calore;
- l'adattamento attraverso infrastrutture fisiche: interventi sulla morfologia urbana, edifici progettati per ridurre gli effetti negativi del clima atteso, integrazione con i sistemi ICT delle principali infrastrutture di trasporto e distribuzione dell'acqua e dell'energia e di raccolta/depurazione delle acque reflue.

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 57

## 5 PERICOLI LEGATI AL CLIMA ED AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

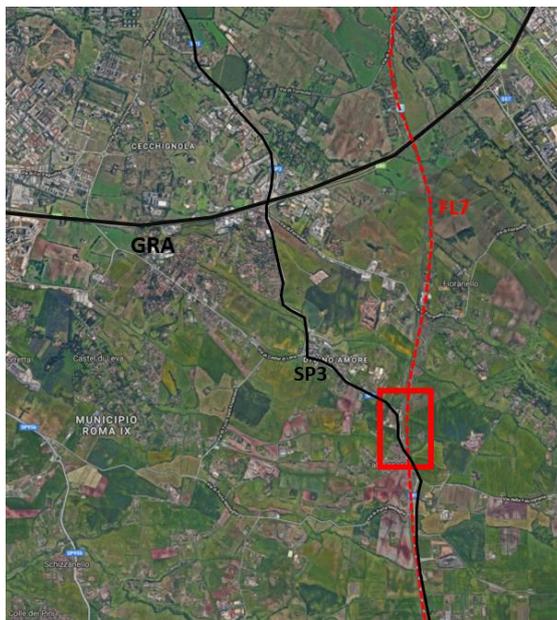
Il presente capitolo è redatto al fine di valutare i possibili scenari di pericolosità, correlabili direttamente o indirettamente al cambiamento climatico, e valutare la possibile vulnerabilità dell'opera ai sensi di quanto prescritto nell'Appendice A del Regolamento Delegato EU C(2021) 2800 final del 4/06/2021 per l'Obiettivo Adattamento, limitatamente a quanto applicabile per l'opera in oggetto.

Gli interventi in progetto rientrano nel territorio della Regione Lazio, nel territorio del Comune di Roma, nella porzione sud-occidentale della città.

Nei successivi paragrafi vengono indicati i potenziali pericoli a cui potrebbero essere esposte le opere. Tali pericoli sono dapprima espressi in termini di fattori scatenanti e successivamente analizzati in termini di misure di adattamento.

### 5.1 BREVE E SINTETICA DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La soluzione progettuale ribatte la posizione della fermata ipotizzata nel PRG (e confermata dal PUMS), nel punto di congiunzione tra la via Ardeatina ed il tracciato ferroviario; si tratta di un'area diffusamente occupata, sia da costruzioni a carattere residenziale, che legate alla logistica o alla ristorazione (compresa l'area ove sorge l'antico edificio di stazione). Durante gli approfondimenti progettuali è emersa la necessità di prevedere, in accordo con gli standard progettuali ferroviari di sicurezza, interventi di adeguamento del tracciato per garantire la compatibilità e l'inserimento della nuova fermata sulla linea.



	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 58



*Figura - Vista satellitare generale con ubicazione della zona in oggetto (origine Google Maps)*

Il lotto ha carattere geometrico fortemente irregolare, racchiuso tra la ferrovia ad est, la via Ardeatina ed una strada locale ad ovest, e lotti privati a nord e sud.

Il progetto prevede la realizzazione del manufatto di fermata in posizione baricentrica rispetto ai due marciapiedi di 250 m di lunghezza; il piazzale antistante, dalla forma allungata, prevede la realizzazione di un grande parcheggio di scambio ed una viabilità pedonale che porti ad un piccolo piazzale di accesso nell'aree antistanti il fabbricato viaggiatori.

I collegamenti con il TPL sono garantiti da due stalli ricavati sulla via Ardeatina.

Si evidenzia la mancanza di collegamenti pedonali con i due centri abitati serviti dalla fermata, in particolare con la zona del “Divino Amore”.



L'accesso e l'uscita all'area esterna della fermata è garantito da due accessi separati carrabili (ingresso a sud e uscita a nord).

L'accesso pedonale è garantito da marciapiedi e attraversamenti pedonali che portano l'utente all'atrio di stazione.

Con la presente soluzione sono garantiti:

- N° 178 posti auto (di cui n° 2 Sosta breve),
- N°4 stalli per portatori di handicap
- N° 2 punti di ricarica SlowQuick
- N° 1 stallo bus

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 60

La fermata si presenta come uno spazio permeabile, delimitato rispetto al piazzale da una cancellata, ma coperto da un tetto che si ricollega con la pensilina del primo marciapiede. Il tetto è parzialmente piano e parzialmente a falde, come riferimento alle caratteristiche architettoniche della zona.

Dall'atrio si può accedere ai servizi igienici oppure ai marciapiedi di fermata: per accedere alla banchina direzione Roma è possibile utilizzare una scala a rampa unica di larghezza lorda pari a 2,50 m oppure utilizzando l'ascensore. Per accedere alla banchina in direzione Formia, invece, è possibile usare la scala alla sinistra dell'ascensore, di larghezza lorda pari a 2,55 m, attraversare il sottopasso e risalire attraverso un'altra scala, anch'essa di larghezza lorda pari a 2,50 m, oppure usando l'ascensore (gli ascensori previsti sono di Tipo 2).

Il sottopasso presente una larghezza pari a 4,35 m, un'altezza netta di 2,70 m e una lunghezza di circa 30 m. Alle spalle dei sistemi di connessione verticale è stato progettato un volume per i locali tecnici, i quali avranno un accesso riservato dall'esterno dell'atrio.

## 5.2 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 si riporta un'analisi qualitativa dei pericoli presenti nel territorio oggetto di intervento e pertinenti rispetto all'intervento stesso.

Tale analisi sarà da confermarsi, verificarsi e da approfondirsi in fase di progetto definitivo.

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 interessato dal progetto. Nello specifico si escludono:

- i pericoli legati a condizioni glaciali (scongelo del permafrost, collasso di laghi glaciali, valanga);
- i pericoli acuti di ciclone/uragano/tifone in quanto non pertinenti al territorio in oggetto ed all'area geografica/climatica in oggetto;
- l'erosione costiera, l'innalzamento del mare, l'acidificazione degli oceani e l'intrusione salina in quanto non pertinenti al territorio in oggetto ed all'area geografica in oggetto.

Classificazione dei pericoli legati al clima			
Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
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	ciclone, uragano, tifone	Variabilità idrologica o delle precipitazioni	degradazione del suolo
variabilità della temperatura	tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	acidificazione degli oceani	erosione del suolo
scongelamento del permafrost	tromba d'aria	intrusione salina	soliflusso
ondata di calore		innalzamento del livello del mare	valanga
ondata di freddo/gelata		stress idrico	frana
incendio di incolto		siccità	subsidenza
		forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	
		inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	
		collasso di laghi glaciali	

pericoli presenti sul territorio	pericoli NON presenti sul territorio
----------------------------------	--------------------------------------

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

Per ciascuna delle categorie di pericoli di cui sopra (temperatura, venti, acqua, massa solida) viene condotta la Fase 1 secondo gli “Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027”, ovvero vengono eseguite le analisi di **sensibilità, esposizione e vulnerabilità** (quest’ultima come combinazione delle due verifiche precedenti).

Per l’analisi di sensibilità si considerano i seguenti punteggi determinanti una “gerarchia di pericolo”:

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

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 62

Per l'analisi di esposizione si considerano i seguenti punteggi determinanti una “gerarchia di pericolo”:

- **Bassa**: il pericolo climatico non ha alcun impatto (o tale impatto è insignificante)
- **Medio/Bassa**: il pericolo climatico può avere un leggero/basso impatto in base al clima
- **Medio**: il pericolo climatico può avere un impatto in base al clima
- **Alta**: il pericolo climatico può avere un impatto significativo in base al clima

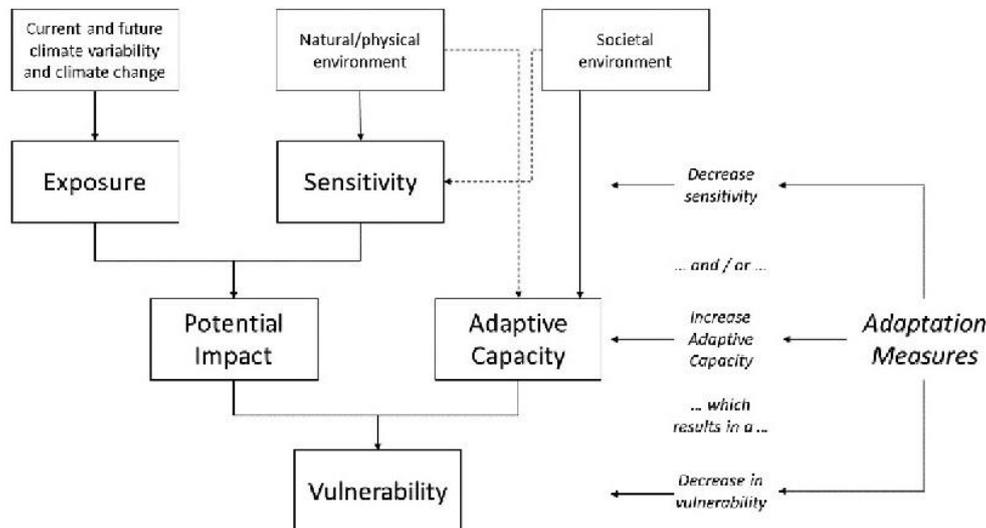
Secondo gli Orientamenti Tecnici *“La valutazione della vulnerabilità mira a individuare i potenziali pericoli significativi e i rischi a essi correlati e costituisce la base per la decisione di procedere alla fase di valutazione dei rischi. In genere essa pone in evidenza i pericoli più rilevanti per la valutazione dei rischi (si pensi a questi come alle vulnerabilità classificate come «alte» ed eventualmente «medie», a seconda della scala). Se la valutazione della vulnerabilità conclude che tutte le vulnerabilità sono giustificatamente classificate come basse o insignificanti, potrebbe non essere necessaria un'ulteriore valutazione dei rischi (climatici) (qui si concludono lo screening e la fase 1). Tuttavia, la decisione sulle vulnerabilità da sottoporre a un'analisi dettagliata dei rischi dipenderà dalla valutazione motivata del promotore del progetto e del gruppo incaricato della valutazione climatica.*

*L'ubicazione di un'infrastruttura, insieme alla capacità di adattamento delle imprese, dei governi e delle comunità locali, può influenzare la sensibilità e la vulnerabilità climatiche di un bene. La vulnerabilità a più pericoli climatici può anche essere strettamente legata al settore e alla tecnologia utilizzata per la costruzione e il funzionamento.”*

Pertanto, per i soli rischi medi e alti, sarà prevista la fase 2 secondo gli Orientamenti tecnici ovvero l'analisi del rischio; in ogni caso anche per i rischi medio/bassi verranno mostrate le soluzioni di adattamento previste. Gli approcci tra il *Fourth Assessment Report (AR4 - IPCC 2007)* ed il *Fifth Assessment Report (AR5 - IPCC 2014)* sono infatti differenti: nel più recente report si propone di integrare l'adattamento nel concetto di vulnerabilità assumendo che l'adattamento riduce la vulnerabilità abbassando la sensibilità e/o aumentando la capacità di adattamento.

L'analisi condotta nel presente documento assume di seguire tale metodo: stimate sensibilità ed esposizione si combinano nell'impatto potenziale, il quale unito alle misure di adattamento determina la vulnerabilità climatica dell'opera.

L'immagine sottostante spiega questo approccio (immagine tratta dall'articolo *“The vulnerability sourcebook and climate impact chains – a standardized framework for a climate vulnerability and risk assessment”* degli autori Marc Zebisch, Stefan Schneiderbauer, Kerstin Fritzsche, Philip Bubeck, Stefan Kienberger, Walter Kahlenborn and Susanne Schwan and Till Below.



Concetto di vulnerabilità secondo il Fifth Assessment Report (Tratto da "The vulnerability sourcebook and climate impact chains – a standardized framework for a climate vulnerability and risk assessment")

### 5.3 VALUTAZIONE SUL FATTORE TEMPERATURA

Di seguito si riporta l'analisi di sensibilità ed esposizione dei pericoli legati al fattore temperatura e valutati come collegati all'attività.

Le attività analizzate sono rappresentate nello specifico da: Edificio (compreso il sottopasso) e Aree esterne (compresi i marciapiedi e le relative pensiline).

#### 5.3.1 Analisi di sensibilità

Individuazione dei pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione geografica.

**ATTIVITA':** Edificio

**GERARCHIA DI PERICOLO:** **Bassa**

Il **cambiamento della temperatura** e la sua variabilità non sono valutati come particolari pericoli per la tipologia di opera, in quanto l'edificio ed il suo involucro sono in generale resilienti rispetto ad escursioni termiche più o meno accentuate.

Lo **stress termico** potrebbe impattare creando per esempio crepe del fabbricato.

Le alte temperature inoltre possono influire sui sistemi elettrici e sulle attrezzature presenti aumentando la probabilità di guasti dei controlli di temperatura e di surriscaldamento delle apparecchiature elettroniche.

L'incendio di incolto non è strettamente legato agli edifici ma più che altro alle aree esterne che potrebbero essere in contatto con l'incolto.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità dell'opera abbiano un impatto trascurabile o non significativo.

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 64

**ATTIVITA'**: Aree esterne

**GERARCHIA DI PERICOLO: Medio/Bassa**

La **variabilità della temperatura** nonché lo stress termico si valuta possano impattare maggiormente le aree esterne come i piazzali o i marciapiedi, le pensiline, i parcheggi, le dotazioni di verde, e dove le strutture e talvolta porzioni impiantistiche sono maggiormente esposti alle condizioni atmosferiche piuttosto che gli edifici.

Anche per **l'incendio di incolto** sia valuta possa determinare impatto sulle aree esterne che potrebbero essere in contatto con l'incolto.

**L'ondata di gelo** potrebbe portare a presenza di grandine o ghiaccio che potrebbero rappresentare una difficoltà di accessibilità e sicurezza per gli utenti della struttura. Le basse temperature possono incrementare la probabilità di inciampi e cadute per il personale e gli utenti.

**L'ondata di calore, anche** associata ad elevata umidità potrebbe portare a difficoltà per gli utenti nelle loro attività di transito e attesa nelle aree subito fuori l'edificio.

Le alte temperature possono influire significativamente sulla dotazione verde delle aree esterne nonché sulla predisposizione delle condizioni tali da innescare incendi di incolto in aree limitrofe alle aree esterne.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità dell'edificio e delle relative aree esterne abbiano sì un impatto sulla attività, ma comunque di tipo medio/basso.

**ANALISI DI SENSIBILITA' RISPETTO AL FATTORE TEMPERATURA**

Pericoli da allegato A legati alla TEMPERATURA	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	stress termico	variabilità della temperatura	ondata di calore	ondata di freddo/gelata	incendio di incolto
Edificio	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa
Aree esterne	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa
<b>Punteggio più alto</b>	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa

**5.3.2 Analisi di esposizione**

Individuazione dei pericoli climatici pertinenti per l'ubicazione geografica del progetto, indipendentemente dalla tipologia di progetto.

**CLIMA ATTUALE**

**GERARCHIA DI PERICOLO: 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 temperature medie per buona parte dell'anno.

**GERARCHIA DI PERICOLO: Medio/Bassa**

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 65

Come detto in precedenza 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 temperature medie per buona parte dell'anno.

Da evidenziare comunque, rispetto agli indicatori Cooling and Heating Degree Days (CDD e HDD) significative anomalie registrate già a partire dall'inizio degli anni 2000.

Possibili **ondate di calore** (con possibili incendi ad esse legate e disconforting per il personale di servizio e gli utenti) potrebbero verificarsi nei mesi estivi, così come **ondate di freddo/gelo** nei mesi invernali.

In relazione alle ondate di calore come si è evidenziato negli specifici paragrafi di analisi climatica, si evidenzia come il territorio laziale e romano, rispetto agli standard nazionali, presenti numeri in valore assoluto minori rispetto ad altre porzioni del Paese (Italia settentrionale), probabilmente legati al fatto che il suo territorio risente dell'azione mitigatrice del mare.

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

## CLIMA FUTURO

### GERARCHIA DI PERICOLO: **Bassa**

Dal momento che rispetto all'analisi del clima futuro i frost-days saranno in netta diminuzione, si valuta che l'impatto dell'ondata di freddo/gelata sull'attività si evolverà da medio-basso a basso.

Possibili ondate di calore (solo temperatura) nei mesi estivi, e pericoli legati quindi ad incendio di incolto, potrebbero essere causate dall'incremento di lunghezza ed intensità dei periodi caldi come da previsione del clima futuro, che però non presentano significative variazioni, partendo già da valori piuttosto bassi attuali.

### GERARCHIA DI PERICOLO: **Medio/Bassa**

I **cambiamenti e la variabilità delle temperature** (e lo stress termico ad essi legato), come evidenziato nell'analisi climatica esposta nei paragrafi precedenti, conferma, anche per il futuro, il costante aumento dei valori legati all'indicatore CDD che, pur continuando a non essere di tipo estremo presenta però degli incrementi. L'adozione di specifici interventi potrà permettere, quindi, di conservare il livello medio-basso di pericolo per questo indicatore, scongiurando un suo peggioramento.

Dal momento che rispetto all'analisi del clima futuro i frost-days saranno in netta diminuzione, si valuta che l'impatto dell'ondata di freddo/gelata sull'attività si evolverà da medio-basso a basso.

Altro indicatore significativo verificato per la città di Roma è rappresentato dal numero di giorni caldi (Tx90p) che, nel caso specifico della città di Roma, a fronte di un valore di riferimento nel periodo di riferimento 1979-2019 pari a circa 52 gg si verifica un incremento che si attesta tra i 28 gg ed i 38 gg per lo scenario RCP4.5 e tra 31 e 62 per lo scenario RCP8.5.

Si valuta quindi che tale impatto rispetto alla funzionalità dell'edificio sia presente.

Si valuta che l'impatto del clima futuro valutato rispetto alla funzionalità dell'edificio e delle aree esterne ed analizzato rispetto al fattore temperatura e ai pericoli di cui sopra, resti anche nel futuro non particolarmente significativo.

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 66

**ANALISI DI ESPOSIZIONE RISPETTO AL FATTORE TEMPERATURA**

Pericoli da allegato A legati alla TEMPERATURA	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	stress termico	variabilità della temperatura	ondata di calore	ondata di freddo/gelata	incendio di incolto
Clima attuale	Bassa	Medio/Bassa	Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa
Clima futuro	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Bassa	Bassa
<b>Punteggio più alto</b>	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa

### 5.3.3 Analisi di vulnerabilità

Di seguito (cfr. tabella seguente) vengono combinati i risultati dell'analisi di sensibilità ed esposizione per definire la vulnerabilità (impatto potenziale).

**ANALISI DI VULNERABILITA' RISPETTO AL FATTORE TEMPERATURA**

IMPATTO POTENZIALE: SENSIBILITA' + ESPOSIZIONE	Alta	Media	Medio/Bassa	Bassa
Alta				
Media				
Medio/Bassa			variabilità della temperatura - stress termico - ondata di freddo/gelata - ondata di calore incendio di incolto - cambiamento della temperatura	
Bassa				



### 5.3.4 Soluzioni di adattamento

Anche se l'analisi non ha evidenziato la presenza di pericoli con valori di vulnerabilità media o alta, al fine di garantire una maggior resilienza delle aree esterne sono state individuate alcune soluzioni di adattamento per ridurre la vulnerabilità prevista nel progetto da medio bassa a bassa.

Di seguito si riportano le soluzioni di adattamento per ridurre la vulnerabilità previste nel progetto.

Rispetto all'ondata da calore nel presente progetto sono state previste le seguenti soluzioni progettuali:

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 67

- Aree esterne: si prevede una pavimentazione di colore chiaro al fine di ridurre l'effetto di isola di calore;
- Aree esterne: realizzazione di aree ombreggiate con messa a dimora di essenze arboree;

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 di adattamento predisposte che avranno efficacia per tutta la durata della 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 della vulnerabilità che ne deriva è la seguente:

**ANALISI DI VULNERABILITA' RISPETTO AL FATTORE TEMPERATURA - POST SOLUZIONI DI ADATTAMENTO**

IMPATTO POTENZIALE: SENSIBILITA' + ESPOSIZIONE	Alta	Media	Medio/Bassa	Bassa
Alta				
Media				
Medio/Bassa			ondata di freddo/gelata	
Bassa			Cambiamento della temperatura - ondata di calore incendio di incolto - variabilità della temperatura - stress termico	



Si evidenzia quindi che per il fattore TEMPERATURA non emergono rischi alti o medi.

#### 5.4 VALUTAZIONE SUL FATTORE VENTO

Di seguito si riporta l'analisi di sensibilità ed esposizione dei pericoli legati al fattore vento e valutati come collegati all'attività.

Le attività analizzate sono rappresentate nello specifico da: Edificio (compreso il sottopasso) e Aree esterne (compresi i marciapiedi e le relative pensiline).

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 68

#### 5.4.1 Analisi di sensibilità

Individuazione dei pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione geografica.

**ATTIVITA'**: Edificio ed aree esterne

**GERARCHIA DI PERICOLO**: **Bassa**

Il **cambiamento del regime dei venti** non è valutato come particolare pericolo per gli edifici e le aree esterne, in quanto l'edificio ed il suo involucro sono in generale resilienti rispetto a tale aspetto.

Per quanto sopra esposto si valuta che tale pericolo rispetto alla funzionalità della stazione abbiano un impatto trascurabile o non significativo.

**ATTIVITA'**: Edificio ed aree esterne

**GERARCHIA DI PERICOLO**: **Medio/Bassa**

Il fattore vento declinato nella **possibilità di tempesta**, che sia di neve o polvere/sabbia, può essere definito un elemento di pericolosità diretta o indiretta per l'edificio, parti di esso e per le aree esterne.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità dell'edificio abbiano sì un impatto sulla attività ma comunque di tipo medio-basso.

**ATTIVITA'**: Edificio ed aree esterne

**GERARCHIA DI PERICOLO**: **Media**

Il fattore vento declinato nella 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 alberi e detriti.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità dell'intervento abbiano un impatto di cui tener conto.

#### ANALISI DI SENSIBILITA' RISPETTO AL FATTORE VENTO

Pericoli da allegato A legati alla VENTO	cambiamento del regime dei venti	tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	tromba d'aria
Edificio	Bassa	Medio/Bassa	Media
Aree esterne	Bassa	Medio/Bassa	Media
<b>Punteggio più alto</b>	Bassa	Medio/Bassa	Media

#### 5.4.2 Analisi di esposizione

Individuazione dei pericoli climatici pertinenti per l'ubicazione geografica del progetto, indipendentemente dalla tipologia di progetto.

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 69

## CLIMA ATTUALE

### GERARCHIA DI PERICOLO: **Bassa**

Il **cambiamento del regime dei venti** non sembrano un pericolo caratterizzante il clima attuale di Roma e del Lazio.

Dall'analisi riportata nello specifico paragrafo è emerso che si sono registrati numerosi casi di forti raffiche di vento su un periodo che va dal 1963 al 2021 (fonti: database dello European Severe Weather Database).

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

In base ai dati climatici attuali, anche **le tempeste**, che siano di neve o polvere/sabbia si valutano come pericoli molto poco probabili rispetto all'ubicazione dell'attività.

Si valuta quindi che l'impatto del clima attuale valutato rispetto alla funzionalità dell'edificio e delle aree esterne ed analizzato rispetto al fattore vento e a tali pericoli, sia presente anche se basso.

### GERARCHIA DI PERICOLO: **Media**

In relazione alla **tromba d'aria** è emerso che questa porzione dell'Italia centrale tirrenica, e quindi l'area della zona di Roma risulta essere soggetta a fenomeni ad alta intensità considerando i dati storici disponibili.

Si valuta quindi che l'impatto del clima attuale valutato rispetto alla funzionalità della stazione e delle aree esterne ed analizzato rispetto al fattore tromba d'aria sia presente e di livello medio.

## CLIMA FUTURO

### GERARCHIA DI PERICOLO: **Bassa**

Il **cambiamento del regime dei venti** non sembra un pericolo caratterizzante il clima futuro di Roma e dintorni.

Le **tempeste di neve**, già molto poco probabili, saranno ulteriormente in netta diminuzione vista la riduzione significativa dei frost-days.

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

### GERARCHIA DI PERICOLO: **Medio-bassa**

Le proiezioni meteorologiche a lungo termine per i due scenari rappresentativi RCP4.5 e RCP8.5 non fanno esplicito riferimento alla variabile vento. Tuttavia, come è noto, 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 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 via via maggiori (trombe d'aria appunto) confermando quindi il livello medio nella gerarchia di pericolo.

Si valuta quindi che tale impatto rispetto alla funzionalità della stazione sia presente passando da una esposizione bassa ad una esposizione medio-bassa.

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 70

**ANALISI DI ESPOSIZIONE RISPETTO AL FATTORE VENTO**

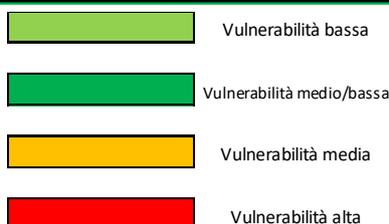
Pericoli da allegato A legati alla VENTO	cambiamento del regime dei venti	tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	tromba d'aria
Clima attuale	Bassa	Bassa	Media
Clima futuro	Medio/Bassa	Bassa	Media
<b>Punteggio più alto</b>	Medio/Bassa	Bassa	Media

**5.4.3 Analisi di vulnerabilità**

Di seguito (cfr. tabella seguente) vengono combinati i risultati dell'analisi di sensibilità ed esposizione per definire la vulnerabilità (impatto potenziale).

**ANALISI DI VULNERABILITA' RISPETTO AL FATTORE VENTO**

IMPATTO POTENZIALE: SENSIBILITA' + ESPOSIZIONE	Alta	Media	Medio/Bassa	Bassa
Alta				
Media		tromba d'aria		
Medio/Bassa			cambiamento del regime dei venti	
Bassa			tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	



**5.4.4 Soluzioni di adattamento**

Come evidenziato in precedenza non ci sono particolari criticità relativamente al fattore vento con una vulnerabilità variabile da medio/bassa a bassa ad eccezione dell'indicatore tromba d'aria (tornado) per il quale il livello è medio.

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 71

Le proiezioni meteo climatiche a lungo termine per i due scenari rappresentativi RCP4.5 e RCP8.5 non fanno esplicito riferimento alla variabile vento. Tuttavia, come è noto, 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 tende a produrre, con frequenza crescente, condizioni ideali per il verificarsi di fenomeni estremi.

Ciò premesso, pur tenendo in considerazione lo scenario più gravoso, si ritiene che per le motivazioni sopra esposte, le caratteristiche del progetto, si prestino ad offrire misure di mitigazione rispetto alla potenziale vulnerabilità dell'opera nei confronti dei rischi connessi ai cambiamenti climatici.

In particolare:

- Aree esterne: l'utilizzo di essenze vegetali con equilibrato sviluppo di chioma e apparato radicale;
- Aree esterne: la posa in opera con sistema di tutori ed ancoraggi adeguati alle dimensioni della pianta stessa;

permettono di garantire la stabilità delle stesse.

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

<b>ANALISI DI VULNERABILITA' RISPETTO AL FATTORE VENTO - POST SOLUZIONI DI ADATTAMENTO</b>
--------------------------------------------------------------------------------------------

IMPATTO POTENZIALE: SENSIBILITA' + ESPOSIZIONE	Alta	Media	Medio/Bassa	Bassa
Alta				
Media				
Medio/Bassa		tromba d'aria		
Bassa			tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia) - cambiamento del regime dei venti	

La vulnerabilità quindi in termini assoluti non è cambiata ad eccezione di una minore esposizione dell'opera al pericolo tromba d'aria. Si evidenzia che per il fattore VENTO comunque non emergono rischi alti o medi.

## 5.5 VALUTAZIONE SUL FATTORE ACQUA

Di seguito si riporta l'analisi di sensibilità ed esposizione dei pericoli legati al fattore acqua e valutati come collegati all'attività.

Le attività analizzate sono rappresentate nello specifico da: Edificio (compreso il sottopasso) e Aree esterne (compresi i marciapiedi e le relative pensiline).

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 72

### 5.5.1 Analisi di sensibilità

Individuazione dei pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione geografica.

**ATTIVITA'**: Edificio

**GERARCHIA DI PERICOLO:** **Bassa**

La **sicurezza e lo stress idrico** non sono valutati come un particolare pericolo per gli edifici, in quanto l'attività non è direttamente legata alla presenza o meno di precipitazioni (esistono edifici anche in climi secchi, come ad esempio nel mondo arabo).

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità dell'edificio abbiano un impatto trascurabile o non significativo.

**ATTIVITA'**: Aree esterne

**GERARCHIA DI PERICOLO:** **Medio/Bassa**

La **sicurezza e lo stress idrico** sono valutati come un particolare pericolo per le aree esterne, in quanto possono portare al deperimento della vegetazione di arredo.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità della stazione abbiano un impatto significativo.

**ATTIVITA'**: Edificio e aree esterne

**GERARCHIA DI PERICOLO:** **Medio/Bassa**

Le **precipitazioni intense**, nonché la loro variabilità ed il loro cambiamento di regime possono essere la causa di problemi di accesso nonché allagamento localizzato delle aree esterne (piazzale, marciapiedi, aree parcheggio). Generalmente gli edifici ed i parcheggi sono dotati sempre di sistemi di raccolta e smaltimento acque.

La **presenza di grandine o ghiaccio** può rappresentare una difficoltà di accessibilità e sicurezza per gli utenti dell'edificio e delle aree esterne antistanti.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità della stazione abbiano un impatto medio/basso.

**ATTIVITA'**: Edificio e aree esterne

**GERARCHIA DI PERICOLO:** **Media**

Le **inondazioni** nel caso specifico di tipo pluviale o fluviale possono avere un impatto sulla funzionalità delle aree pedonali esterne e delle aree a parcheggio, in quanto possono limitare potenzialmente l'accessibilità e la funzionalità dell'edificio.

Le inondazioni inoltre possono rendere inaccessibili le aree esterne (marciapiedi, zone di attesa) e rendere difficoltoso l'accesso o l'uscita dall'edificio.

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

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 73

**ANALISI DI SENSIBILITA' RISPETTO AL FATTORE ACQUE**

Pericoli da allegato A legati alla ACQUE	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)	inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)
Edificio	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Bassa	Bassa	Medio/Bassa	Media
Aree esterne	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Media
<b>Punteggio più alto</b>	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Media

### 5.5.2 Analisi di esposizione

Individuazione dei pericoli climatici pertinenti per l'ubicazione geografica del progetto, indipendentemente dalla tipologia di progetto.

#### CLIMA ATTUALE

**GERARCHIA DI PERICOLO: Bassa**

Le precipitazioni non sono in generale di tipo estremo pur con normali episodi di precipitazioni intense seppur in numero molto limitato nell'anno. L'area presenta una piovosità mediamente distribuita nelle stagioni, con valori medi di circa 675 mm all'anno.

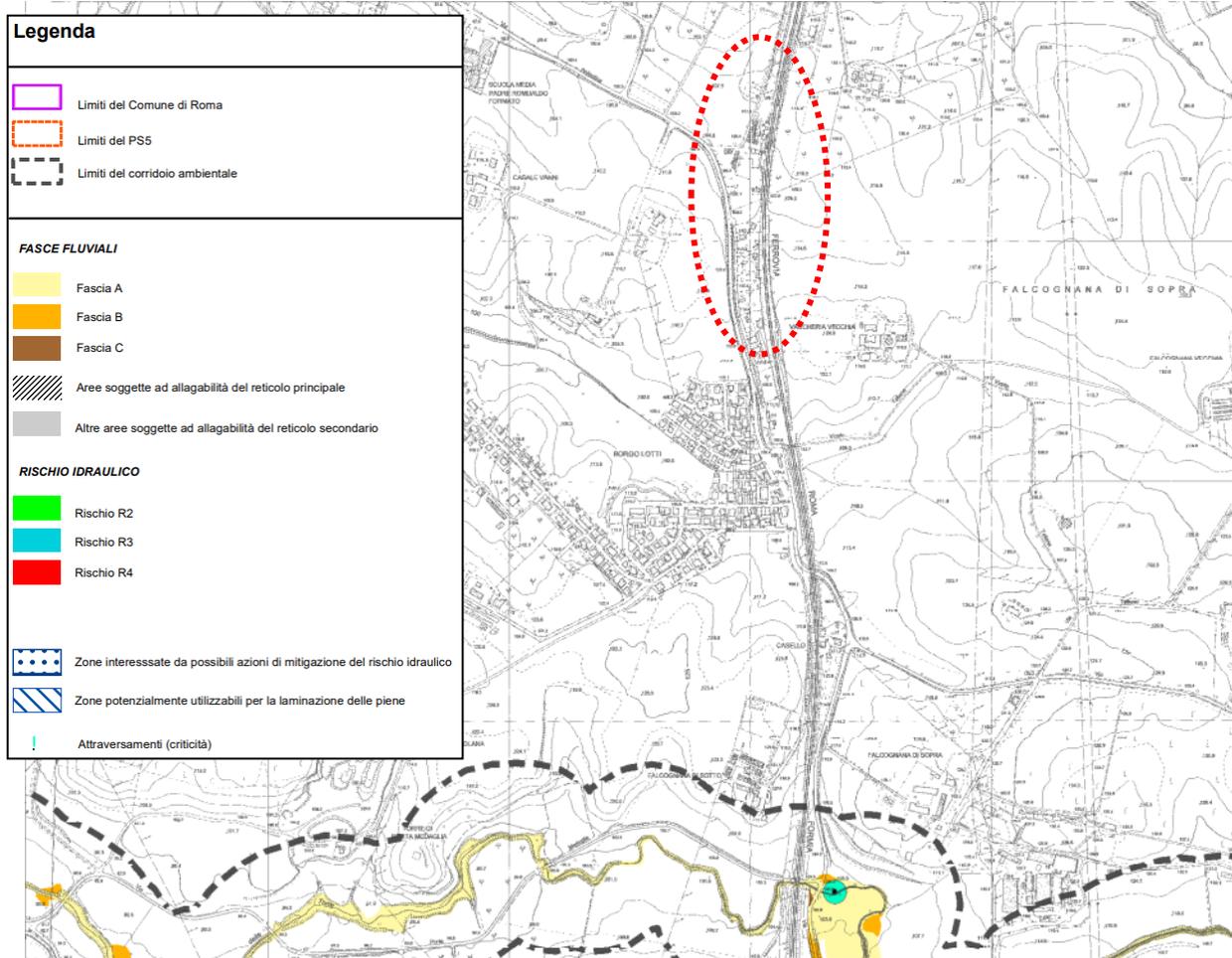
Si valuta quindi che l'impatto del clima attuale rispetto alla funzionalità della stazione sia trascurabile o non significativo.

Sono stati segnalati solamente due episodi particolari legati a fenomeni intensi o a precipitazioni copiose nel 2012 e nel 2013.

**GERARCHIA DI PERICOLO: Medio/Bassa**

Nell'ambito della pericolosità e del rischio idraulico, a livello normativo è possibile fare riferimento al Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) e al Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA), in entrambi i casi per l'area di studio redatti dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale (ex Autorità di Bacino del Fiume Tevere).

Per quanto concerne il Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI), questo contiene all'interno di una unica carta le Fasce fluviali e le Zone a rischio idraulico. Si riporta di seguito uno stralcio della Tavola P8-Ca delle Fasce fluviali e le Zone a rischio idraulico del reticolo secondario: fosso di Vallerano.



*Stralcio della Tavola P8-Ca (Assetto idraulico: fasce fluviali e zone a rischio del reticolo secondario: fosso di Vallerano) del PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino centrale*

Com'è possibile apprezzare dalla cartografia del PAI, l'area interessata dal progetto ricade esternamente da perimetrazioni per fasce fluviali o zone a rischio idraulico. In maniera quasi del tutto analoga, il Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA) contiene due differenti elaborati cartografici che definiscono le perimetrazioni per aree a pericolosità e a rischio idraulico. Si valuta quindi che tale impatto rispetto alla funzionalità della stazione sia nullo.

## CLIMA FUTURO

### GERARCHIA DI PERICOLO: **Medio/Bassa**

Le precipitazioni estreme presentano incrementi che possono variare da un minimo tra il +7% ed il +15% nel periodo 2021-2050, tra un +20% ed un 25% nel periodo 2041-2070 e tra un +25% ed un +35% nel periodo 2071-2100, come visto nello specifico capitolo dell'analisi climatica. Anche se le precipitazioni complessivamente tenderanno nell'arco dell'anno a diminuire in quantità totale (coerentemente con il resto del territorio nazionale), si potranno avere significativi incrementi legati alle precipitazioni di maggiori intensità e concentrazione. Come già detto in precedenza l'aumento dell'indice R95P (quello delle

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 75

precipitazioni più intense) mette in evidenza che per il futuro, accanto alla diminuzione delle precipitazioni totali e alla tendenza all'aumento dell'intensità media delle precipitazioni, si prevede un incremento del contributo alle precipitazioni totali da parte degli eventi più intensi e più critici.

L'area continuerà a presentare una piovosità distribuita nelle stagioni, tuttavia essendo il numero dei giorni caldi estivi in aumento e le precipitazioni estive in diminuzione pericoli come la siccità e lo stress idrico potrebbero aumentare di impatto rispetto alla situazione di clima attuale.

Si valuta quindi che l'impatto del clima futuro rispetto alla funzionalità della stazione sia in futuro innalzato a medio.

#### GERARCHIA DI PERICOLO: **Medio/Bassa**

Visto il possibile incremento del contributo alle precipitazioni totali da parte degli eventi più intensi e più critici si potranno avere **possibili inondazioni** pluviali localizzate per piogge intense. L'incremento di episodi di rovesci temporaleschi forti o bombe d'acqua eleva il pericolo di possibili allagamenti – inondazioni pluviali. Nessuna criticità invece deriva dalle eventuali inondazioni di tipo fluviale in quanto, dal punto di vista della pericolosità idraulica, l'area di progetto e le aree limitrofe, sono caratterizzate dall'assenza di perimetrazioni di pericolosità idraulica.

Si valuta quindi che l'impatto del pericolo inondazioni rispetto al clima futuro continuerà ad esporre l'infrastruttura ad un livello medio-basso.

#### ANALISI DI ESPOSIZIONE RISPETTO AL FATTORE ACQUE

Pericoli da allegato A legati alla ACQUE	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)	inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)
Clima attuale	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Medio/Bassa
Clima futuro	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Media	Media
<b>Punteggio più alto</b>	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Media	Media

#### 5.5.3 Analisi di vulnerabilità

Di seguito (cfr. tabella seguente) vengono combinati i risultati dell'analisi di sensibilità ed esposizione per definire la vulnerabilità (impatto potenziale).

**ANALISI DI VULNERABILITA' RISPETTO AL FATTORE ACQUE**

IMPATTO POTENZIALE: SENSIBILITA' + ESPOSIZIONE	Alta	Media	Medio/Bassa	Bassa
Alta				
Media		inondazione	Forti precipitazioni	
Medio/Bassa			Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni Variabilità idrologica, Siccità Stress idrico	
Bassa				



#### 5.5.4 Soluzioni di adattamento

Data la natura dell'intervento, l'assetto idrogeologico presente ed il livello medio-basso di vulnerabilità determinatosi nell'analisi, ad eccezione dell'indicatore "inondazione" che presenta valore medio, saranno applicate particolari soluzioni di adattamento legate ad una corretta progettazione idraulica delle opere di smaltimento delle acque.

Il progetto ha voluto comunque prevedere degli interventi che possano avere un ritorno positivo sulla adattabilità climatica del nuovo edificio e delle relative aree esterne.

A tal fine, in relazione al fattore "acqua" sono stati previsti i seguenti interventi:

- Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche tenendo conto degli incrementi attesi per le precipitazioni intense
- Installazione di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata dell'acqua: rubinetteria temporizzata con interruzione del flusso d'acqua per lavabi e a basso consumo d'acqua (6 l/min

misurati secondo le norme UNI EN 816, UNI EN 15091) e l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri.

Con riferimento alle proiezioni meteorologiche a lungo termine per lo scenario più critico (RCP8.5) e in riferimento agli indicatori connessi al Fattore Acque si osservano infatti incrementi delle precipitazioni estreme che possono variare da un 7% ad un massimo del 35%, mentre il totale delle precipitazioni sull'anno tende a diminuire.

Le opere idrauliche sono state quindi dimensionate considerando tali incrementi, al fine di tenere conto dell'evoluzione climatica di cui sopra.

Per quanto riguarda lo stress idrico il progetto delle sistemazioni a verde ha visto l'utilizzo di essenze autoctone a ridotta esigenza idrica al fine di garantire una adeguata resilienza della dotazione verde prevista a progetto.

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

**ANALISI DI VULNERABILITA' RISPETTO AL FATTORE ACQUE - POST SOLUZIONI DI ADATTAMENTO**

IMPATTO POTENZIALE: SENSIBILITA' + ESPOSIZIONE	Alta	Media	Medio/Bassa	Bassa
Alta				
Media				
Medio/Bassa		inondazione	Forti precipitazioni, cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni Variabilità idrologica	
Bassa			Siccità Stress idrico	



	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 78

Si evidenzia quindi che anche per il fattore ACQUE non emergono rischi alti o medi.

## 5.6 VALUTAZIONE SUL FATTORE MASSA SOLIDA

Di seguito si riporta l'analisi di sensibilità ed esposizione dei pericoli legati al fattore massa solida e valutati come collegati all'attività.

Le attività analizzate sono rappresentate nello specifico da: Edificio (compreso il sottopasso) e Aree esterne (compresi i marciapiedi e le relative pensiline).

### 5.6.1 Analisi di sensibilità

Individuazione dei pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione geografica.

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 così sintetizzare (fonte Un contributo per gli “Stati Generali dei cambiamenti climatici e l'arte della difesa del territorio” – Claudio Margottini - ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale):

- il trend 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.

**ATTIVITA':** Edificio

**GERARCHIA DI PERICOLO:** **Bassa**

La **degradazione del suolo e l'erosione del suolo** non sono valutate come un particolare pericolo per gli edifici, in quanto gli edifici stessi non sono direttamente influenzati da fenomeni di degradazione/erosione del suolo.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità della stazione abbiano un impatto trascurabile o non significativo.

**ATTIVITA':** Aree esterne

**GERARCHIA DI PERICOLO:** **Medio/Bassa**

La **degradazione del suolo e l'erosione del suolo** sono valutate come un particolare pericolo per le aree esterne, influenzate da fenomeni di degradazione/erosione del suolo.

Per quanto sopra esposto si valuta che tali pericoli rispetto alla funzionalità delle aree esterne abbiano un impatto leggero/basso.

**ATTIVITA':** Edificio ed Aree esterne

	<b>FERMATA "DIVINO AMORE"</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 79

**GERARCHIA DI PERICOLO: Medio/Bassa**

Il **soliflusso**, così come la **subsidenza** sono invece pericoli e movimenti del terreno che possono avere un impatto sull'edificio e sulle aree esterne andando a modificare nel tempo i livelli, si stima tuttavia che il fabbricato abbia una resilienza residua rispetto a tali pericoli.

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

**ATTIVITA'**: Edificio ed Aree esterne

**GERARCHIA DI PERICOLO: Media**

La **frana del tipo colate rapide** di fango/detrito potrebbe avere un impatto sulle opere di un edificio, comprese le aree esterne, un impatto classificabile come medio.

**ANALISI DI SENSIBILITA' RISPETTO AL FATTORE MASSA SOLIDA**

Pericoli da allegato A legati alla MASSA SOLIDA	degradazione del suolo	erosione del suolo	soliflusso	frana	subsidenza
Edificio	Bassa	Bassa	Medio/Bassa	Media	Medio/Bassa
Aree esterne	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Media	Medio/Bassa
<b>Punteggio più alto</b>	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa	Media	Medio/Bassa

**5.6.2 Analisi di esposizione**

Individuazione dei pericoli climatici pertinenti per l'ubicazione geografica del progetto, indipendentemente dalla tipologia di progetto.

**CLIMA ATTUALE E CLIMA FUTURO**

**GERARCHIA DI PERICOLO: Bassa**

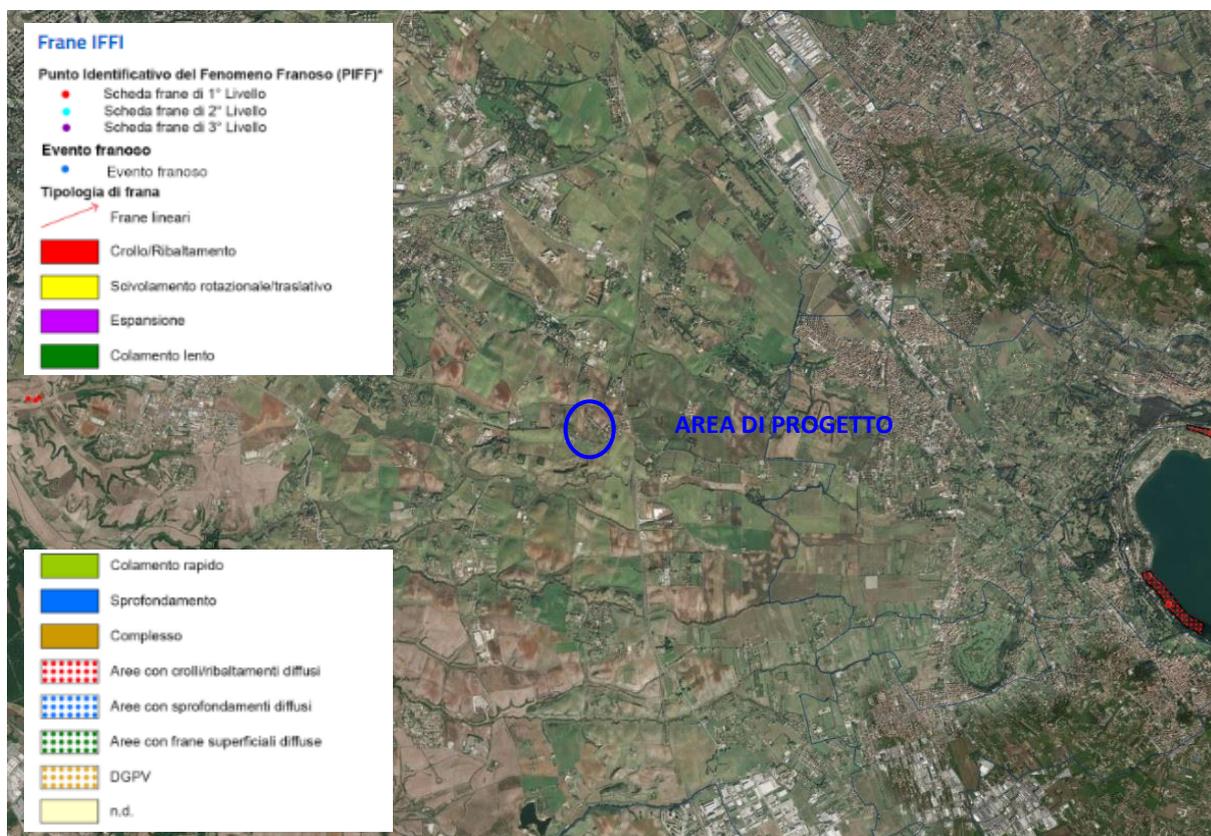
Come anticipato, i pericoli legati alla massa solida sono una conseguenza dei fattori citati nei paragrafi precedenti.

Gli attuali livelli di precipitazione uniti alla geologia ed alla geomorfologia dell'area (cfr. figura e considerazioni successive) non determinano situazioni di particolare criticità in relazione ai potenziali fenomeni di frana, soliflusso, erosione, subsidenza e degradazione del suolo e quindi allo stato attuale l'impatto può ritenersi nullo o poco significativo.

L'aumento futuro delle precipitazioni invernali, ma soprattutto quello significativo dei giorni di pioggia estrema, potrebbe potenzialmente incrementare l'esposizione dell'opera a fenomeni franosi e/o erosivi, o di soliflusso e a fenomeni quali la subsidenza.

A fronte di ciò però va evidenziato che l'area sulla quale sorge il fabbricato viaggiatori e quelle occupate dalle aree esterne non risultano interessate da fenomeni franosi potenziali o in atto (cfr. figura successiva).

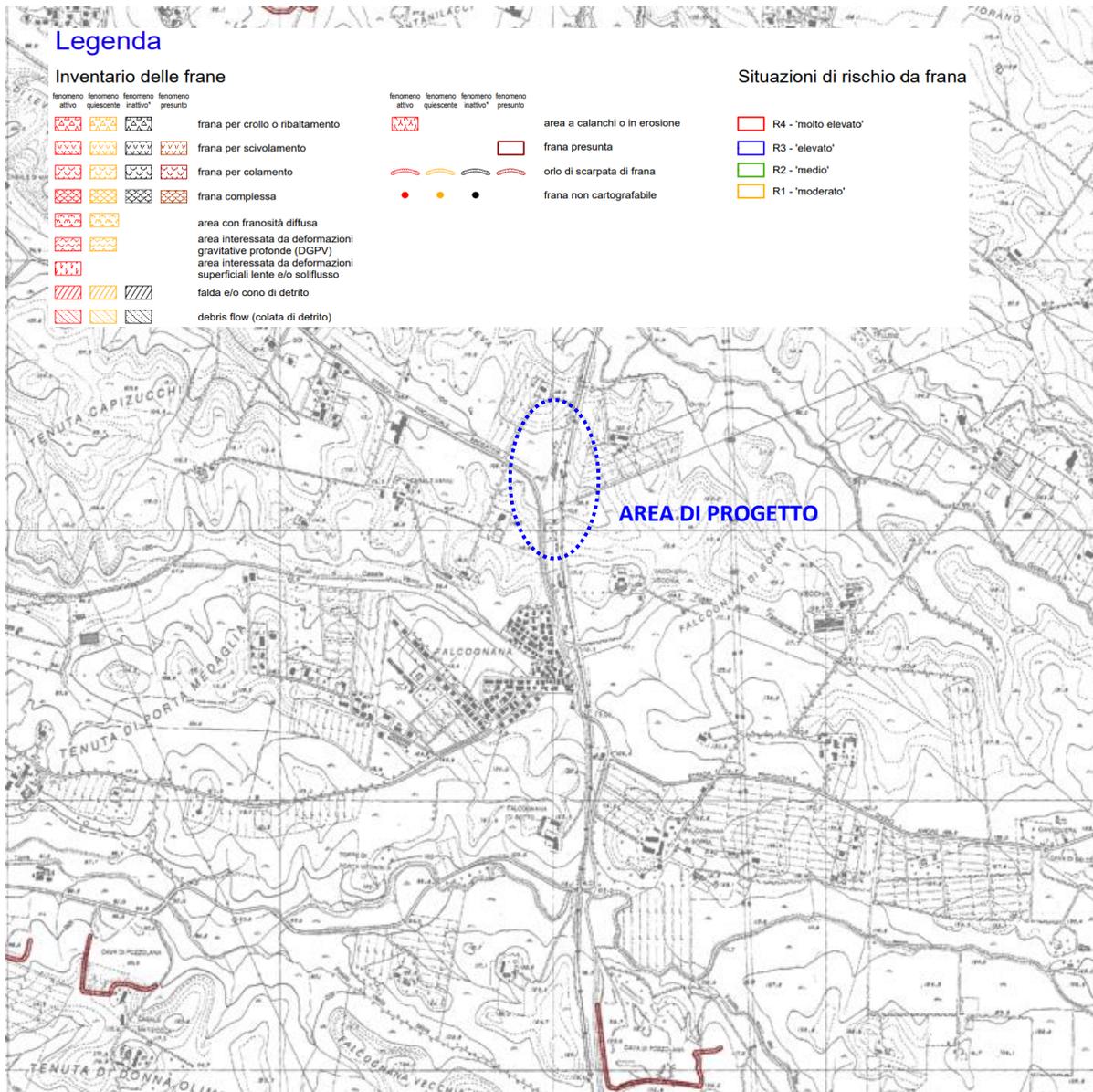
Il consulto della piattaforma IdroGEO (La piattaforma italiana sul dissesto idrogeologico), che contiene l'Inventario Frane del Progetto IFFI, ha permesso di definire come nell'area interessata dal progetto, e in prossimità della stessa, non è cartografata alcuna frana.



Stralcio della Carta dell'Inventario dei Fenomeni Frano in Italia (IFFI) (da Cart@net-Iffi - webGIS contenete la cartografia tematica del Progetto IFFI)

Una fonte di riferimento istituzionale, in merito all'analisi geomorfologica ed idraulica dell'area in questione, è rappresentata dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale (ex Autorità del Bacino del fiume Tevere).

Nell'ambito dell'attività dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale sono state prodotte le carte "Inventario dei fenomeni franosi e situazioni a rischio di frana".



Stralcio della Carta dell'Inventario dei fenomeni franosi e situazioni a rischio di frana n. 11 del PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino centrale

Dall'analisi della carta dell'Inventario dei fenomeni franosi e situazioni a rischio di frana del PAI, l'area di progetto non interferisce con aree perimetrate per pericolosità o rischio da frana. A conclusione di ciò si valuta che l'impatto del clima futuro rispetto a quello attuale non determini variazioni nel futuro per ciò che riguarda l'esposizione dell'opera che resta quindi basso.

**ANALISI DI ESPOSIZIONE RISPETTO AL FATTORE MASSA SOLIDA**

Pericoli da allegato A legati alla MASSA SOLIDA	degradazione del suolo	erosione del suolo	soliflusso	frana	subsidenza
Clima attuale	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa
Clima futuro	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa
<b>Punteggio più alto</b>	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa

### 5.6.3 Analisi di vulnerabilità

Di seguito (cfr. tabella seguente) vengono combinati i risultati dell'analisi di sensibilità ed esposizione per definire la vulnerabilità (impatto potenziale).

**ANALISI DI VULNERABILITA' RISPETTO AL FATTORE MASSA SOLIDA**

IMPATTO POTENZIALE: SENSIBILITA' + ESPOSIZIONE	Alta	Media	Medio/Bassa	Bassa
Alta				
Media				
Medio/Bassa				
Bassa		frana	soliflusso subsidenza	degradazione del suolo erosione del suolo



### 5.6.4 Soluzioni di adattamento

Data la natura dell'intervento, l'assetto geologico e geomorfologico presente ed il livello basso di vulnerabilità determinatosi nell'analisi precedente non si ritiene necessario applicare particolari soluzioni di

adattamento se non quelle legate ad una corretta progettazione geotecnica ed idraulica delle opere, per quest'ultimo aspetto tenendo conto di quanto riportato nella precedente analisi del fattore acque.

A fronte di quanto sopra la tabella di classificazione delle vulnerabilità che ne deriva resta invariata:

**ANALISI DI VULNERABILITA' RISPETTO AL FATTORE MASSA SOLIDA - POST SOLUZIONI DI ADATTAMENTO**

IMPATTO POTENZIALE: SENSIBILITA' + ESPOSIZIONE	Alta	Media	Medio/Bassa	Bassa
Alta				
Media				
Medio/Bassa				
Bassa		frana	soliflusso subsidenza	degradazione del suolo erosione del suolo



Si evidenzia quindi che per il fattore MASSA SOLIDA non emergono rischi alti o medi.

	<b>FERMATA “DIVINO AMORE”</b> PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICO ECONOMICA Analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici	
	3507-24-S09-PF-00-AM-RT-00-004-A	pg. 84

## 6 CONCLUSIONI

L’analisi sviluppata fa riferimento al Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economica della nuova fermata “Divino Amore”, che sorgerà sulla linea ferroviaria regionale FL7/FL8 (Roma – Napoli via Formia), per il quale è stata effettuata una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità.

Tale analisi è stata organizzata in una prima sezione nella quale sono stati analizzati i dati climatici storici e stimati quelli connessi ai cambiamenti climatici in atto con particolare riferimento all’area. Le proiezioni climatiche sono state riportate utilizzando metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico.

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

Tale analisi, effettuata tenendo conto di elementi previsti dalla Progettazione, non ha rilevato profili di criticità.

Tutte e quattro le verifiche di vulnerabilità in relazione ai quattro fattori Temperatura, Vento, Precipitazioni e Massa solida, ha restituito valori di vulnerabilità finale, a valle della adozione di eventuali soluzioni adattative, da bassa a medio/bassa.