

COMMITTENTE



DIREZIONE STAZIONI - INGEGNERIA E INVESTIMENTI STAZIONI

SOGGETTO TECNICO

DIREZIONE STAZIONI - INGEGNERIA STAZIONI

PROGETTAZIONE

MANDATARIA

CODING
GENERAL ENGINEERING & PLANNING

CODING S.R.L.

MANDANTE (se presente)

POLITECNICA
BUILDING FOR HUMANS

POLITECNICA SOC. COOP.

SWS

SWS ENGINEERING S.P.A.

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA STAZIONE DI BARI CENTRALE

NUOVO HUB DI CONNESSIONE URBANA E MOBILITÀ SOSTENIBILE

AMBIENTE

Valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità

SCALA

-

PROGETTO	ANNO	SOTTOPR.	LIVELLO	NOME DOC.	TIPO DOC.	SCALA	NUM.	REV.
3 2 6 2	2 1	S 0 1	P F	B R 0 0	R T	S X	E 0 8 A	

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato Il progettista	Data	Autorizzato Il Soggetto Tecnico	Data
A	Emissione		11/07/22	D. Onorati	11/07/22		11/07/22	M. Sangiovanni	11/07/22

POSIZIONE ARCHIVIO

LINEA

L 4 5 4

SEDE TECNICA

L 0 0 5 9 5

NOME DOC.

NUMERAZIONE

Indice

1. PREMESSA.....	3
2. DEFINIZIONI	4
3. INDICATORI CLIMATICI	5
4. IL CAMBIAMENTO CLIMATICO.....	6
5. STIMA DEGLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SUL TERRITORIO NAZIONALE	9
6. PERICOLI LEGATI AL CLIMA DELL'OPERA IN ESAME	15
7. SCENARIO CLIMATICO LOCALE ATTUALE	19
8. STIMA DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULL'AREA IN OGGETTO	27
8.1 Fattore temperature.....	28
8.1.1 Scenario futuro	28
8.1.2 Compatibilità dell'opera.....	30
8.2 Fattore vento.....	31
8.2.1 Scenario futuro	32
8.2.2 Compatibilità dell'opera.....	33
8.3 Fattore acque	34
8.3.1 Scenario futuro	34
8.3.2 Compatibilità dell'opera.....	38
9. CONCLUSIONI	41

Indice delle figure

<i>Figura 1: Scenari di emissione di CO2 proposti nell'ultimo Assessment Report (AR5) dell'IPCC.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2: Schema semplificato di downscaling GCM-.RCM.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 3: RCP 4.5 – Previsione della Media annuale della temperatura media giornaliera [°C].....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4: RCP 8.5 – Previsione della Media annuale della temperatura media giornaliera [°C.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 5: RCP 4.5 - Previsione dei Giorni di Precipitazioni Intense R20.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 6: RCP 8.5 – Previsione dei Giorni di Precipitazioni Intense R20.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 7: RCP 4.5 – Previsione del 95° percentile della precipitazione</i>	<i>13</i>
<i>Figura 8: RCP 8.5 – Previsione del 95° percentile della precipitazione.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 9:Variazione della temperatura annuale Bari. Fonte: Meteoblu.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 10: Variazione della temperatura e delle precipitazioni dal 1979 al 2022 Bari. Fonte:Meteoblu</i>	<i>20</i>
<i>Figura 11: Valori medi ambientali Bari centro.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 12: Zonazione climatica sul periodo di riferimento 1981-2010.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 13: Valori medi e deviazione standard degli indicatori.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 14: Tmean-RCP8.5 (2021-2050).....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 15: SU95P-RCP8.5 (2021-2050).....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 16: Effetto isola di calore urbana</i>	<i>31</i>
<i>Figura 17: Venti prevalenti.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 18: R20-RCP8.5 (2021-2050).....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 19: WP-RCP8.5 (2021-2050)</i>	<i>35</i>
<i>Figura 20: SP-RCP8.5 (2021-2050).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 21: CDD-RCP8.5 (2021-2050).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 22: PR95-RCP8.5 (2021-2050).....</i>	<i>37</i>

1. PREMESSA

L'analisi in oggetto fa riferimento al progetto di fattibilità tecnica ed economica del nuovo hub di connessione urbana e mobilità sostenibile da realizzarsi nell'ambito della stazione di "Bari Centrale".

Al fine di ottemperare a quanto specificato dagli articoli 10 e 11 del Regolamento UE 852/2020, in termini di contributo sostanziale alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici, e garantire il perseguimento degli obiettivi ambientali (art. 9 852/2020 UE), si è proceduto all'analisi dei fattori potenzialmente connessi alla tematica in oggetto.

Nello specifico, di seguito è stata effettuata una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità, in ottemperanza a quanto indicato dai Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 6.14 (Infrastrutture per il trasporto ferroviario) nell'Allegato I al Regolamento Delegato EU C(2021) 2800 final del 4/06/21 (di seguito indicato come "Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione"), al fine di dimostrare l'applicabilità del criterio DNSH all'obiettivo ambientale "Adattamento ai cambiamenti climatici".

2. DEFINIZIONI

- Adattamento: insieme di strategie finalizzate a prevenire e ridurre uno o più rischi intervenendo sugli effetti
- Mitigazione: insieme di strategie finalizzate alla riduzione di uno o più rischi intervenendo sulle cause
- 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
- Scenari RCP: sono scenari di emissione nonché rappresentazioni plausibili del futuro sviluppo delle concentrazioni dei gas a effetto serra e degli aerosol.
- 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)
- Vulnerabilità: è la predisposizione di un elemento ad essere assoggettato a danneggiamento a seguito di forzanti indotte da un evento di una certa intensità.
- 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.

3. INDICATORI CLIMATICI

- Tmean: Media annuale della temperatura media giornaliera (°C);
- R20: Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm (giorni/anno);
- FD: Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C (giorni/anno);
- 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);
- WP: Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio) (mm);
- SP: Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (Giugno, Luglio, Agosto) (mm);
- SC: Media annuale del numero di giorni per cui l'ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm (giorni/anno);
- CDD: Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno (giorni/anno);
- PR95: 95° percentile della precipitazione (mm).

4. IL 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, a cadenza regolare - all'incirca ogni 5-6 anni - emette un report di sintesi basato su proiezioni future.

Tali previsioni vengono effettuate attraverso una serie di Modelli a Circolazione Globale (GCM – Global Circulation Model) che, attraverso la formulazione di diversi scenari di previsione, consentono di effettuare una stima futura (generalmente con un orizzonte temporale di 100 anni) delle principali grandezze fisico-atmosferiche.

Gli scenari di previsione, RCP (Representative Concentration Pathways), vengono elaborati sulla base delle previsioni di concentrazione di CO₂ (GtCO_{2eq}/anno) secondo 4 livelli (Figura 1):

- RCP2.6 corrispondente ad una forzante radiativa di 2.6 W/m². 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 CO₂ entro il 2020 al fine di raggiungere l'azzeramento il 2100;
 - che le emissioni di CH₄ raggiungano la meta dei livelli del 2020;
 - che le emissioni di SO₂ scendano a circa il 10% di quelle del 1980-1990.

Come tutti gli altri RCP, richiede emissioni negative di CO₂ (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/m². 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 CO₂ entro il 2045 circa per raggiungere circa la meta dei livelli del 2050 entro il 2100;
 - che le emissioni di CH₄ cessino di aumentare entro il 2050 e diminuiscano leggermente fino a circa il 75% dei livelli del 2040

- che le emissioni di SO₂ scendano a circa il 20% di quelle del 1980-1990.

Come tutti gli altri RCP, richiede emissioni negative di CO₂ (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/m². 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/m². 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.

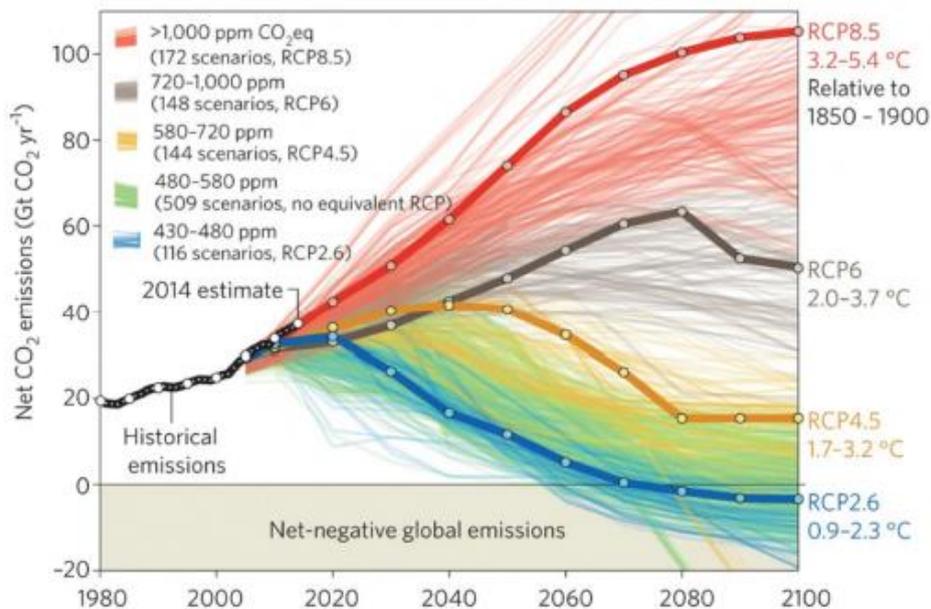


Figura 1: Scenari di emissione di CO₂ proposti nell'ultimo Assessment Report (AR5) dell'IPCC.

I dati sono espressi in Gt CO₂/Anno

Al fine di effettuare analisi di dettaglio e necessario effettuare quello che viene definito un downscaling dinamico, ovvero il passaggio dalla risoluzione grossolana 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 (Figura 2).

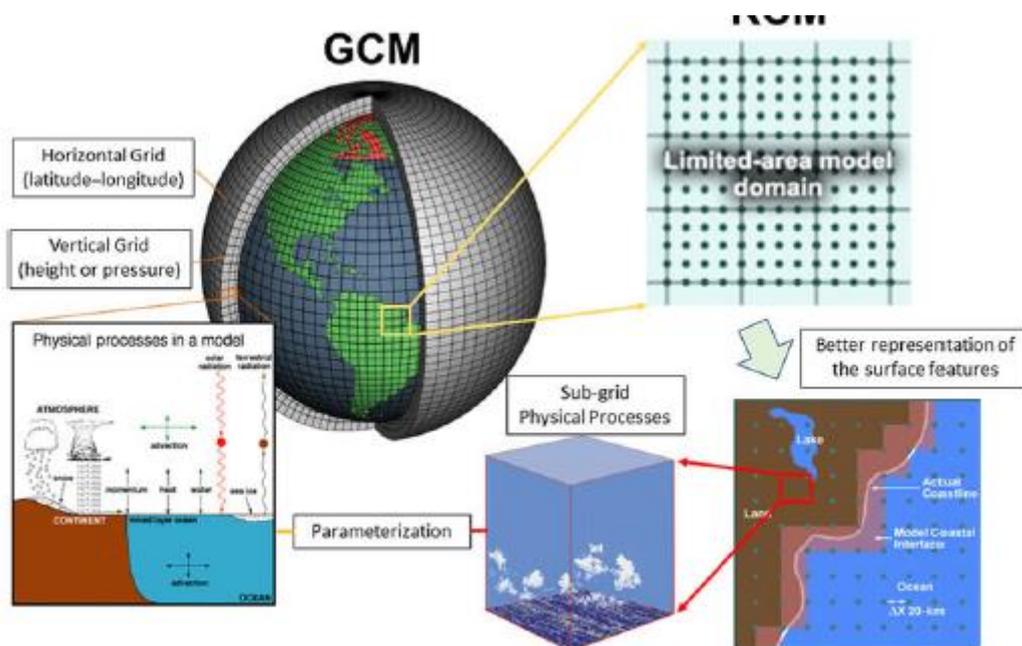


Figura 2: Schema semplificato di downscaling GCM-RCM

5. STIMA DEGLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SUL TERRITORIO NAZIONALE

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

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

Le proiezioni climatiche mostrano, sull'intero territorio nazionale, un graduale aumento di temperatura, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per ognuno dei 3 periodi previsionali.

Per lo scenario RCP4.5 si prevede (Figura 3):

- per il periodo 2021-2050: un aumento di temperatura compreso tra 1.0÷1.5 °C
- per il periodo 2041-2070: un aumento di temperatura compreso tra 1.7÷2.2 °C
- per il periodo 2071-2100: un aumento di temperatura compreso tra 2.5÷3.0 °C

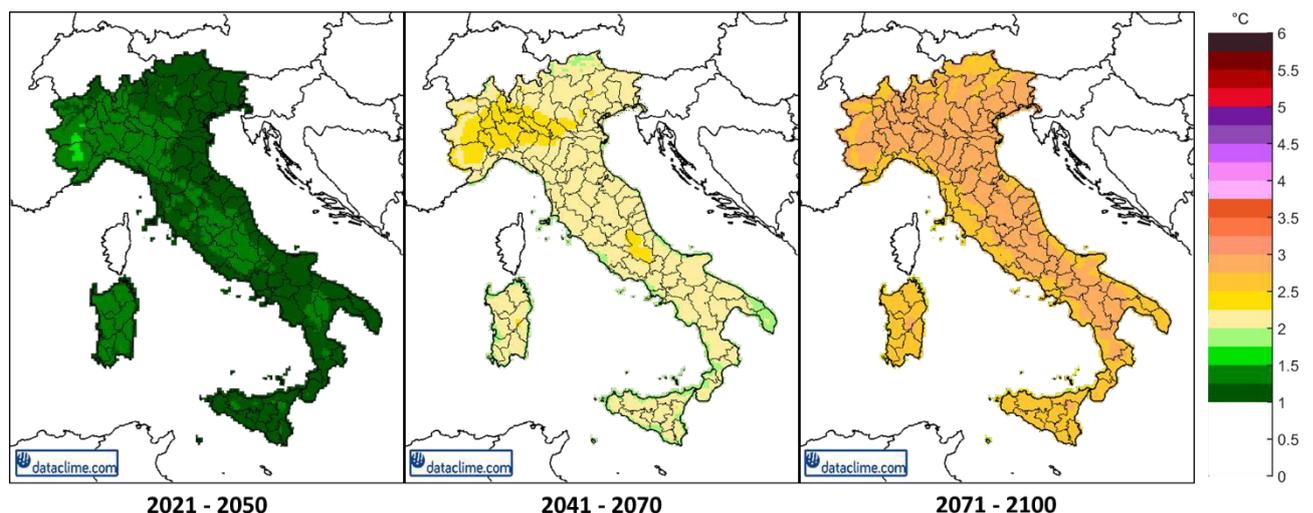


Figura 3: RCP 4.5 – Previsione della Media annuale della temperatura media giornaliera [°C].

Le mappe indicano le anomalie per i tre periodi previsionali 2021-2050, 2041- 2070, 2071-2100 in termini di valori medi rispetto al periodo di riferimento 1981-2010

Per lo scenario RCP8.5 si prevede (Figura 4):

- per il periodo 2021-2050: un aumento di temperatura compreso tra 1.5÷1.7 °C
- per il periodo 2041-2070: un aumento di temperatura compreso tra 2.0÷3.0 °C
- per il periodo 2071-2100: un aumento di temperatura oltre i 5.0 °C

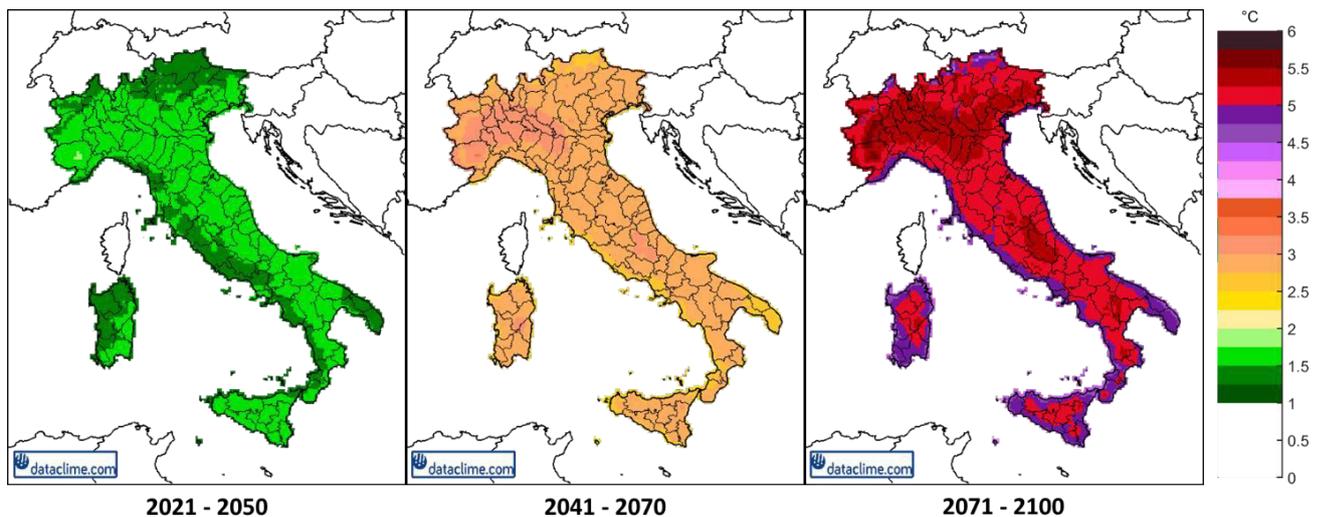


Figura 4: RCP 8.5 – Previsione della Media annuale della temperatura media giornaliera [°C].

Le mappe indicano le anomalie per i tre periodi previsionali 2021-2050, 2041- 2070, 2071-2100 in termini di valori medi rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

Le precipitazioni sono state analizzate in termini di “eventi intensi” facendo riferimento al numero di giorni all’anno con piogge uguali o superiori a 20 mm (R20). Inoltre, è stata eseguita un’analisi anche in termini di 95° percentile delle precipitazioni (PR95), ovvero il valore nella distribuzione delle precipitazioni cui corrisponde il 5% di probabilità di essere superato, al fine di effettuare una stima di “magnitudo” degli eventi. In entrambi i casi è stata analizzata la variazione percentuale per ognuno dei periodi previsionali rispetto al periodo di riferimento.

Per lo scenario RCP4.5 si prevede in termini di R20 (Figura 5):

- per il periodo 2021-2050:
 - un aumento compreso tra 1÷2 eventi/anno in media al Centro;

- una diminuzione compresa tra 4÷6 eventi/anno in media al Nord e in qualche regione di Centro- Sud.
- per il periodo 2041-2070:
 - un aumento compreso tra 1÷3 eventi/anno in media al Centro e a Nord-Ovest;
 - una diminuzione compresa tra 4÷5 eventi/anno in media al Nord e in qualche regione di Centro- Sud.
- per il periodo 2071-2100:
 - un aumento compreso tra 3÷5 eventi/anno in media su quasi tutto il territorio;
 - una diminuzione compresa tra 1÷2 eventi/anno in media nell'estremo Sud.

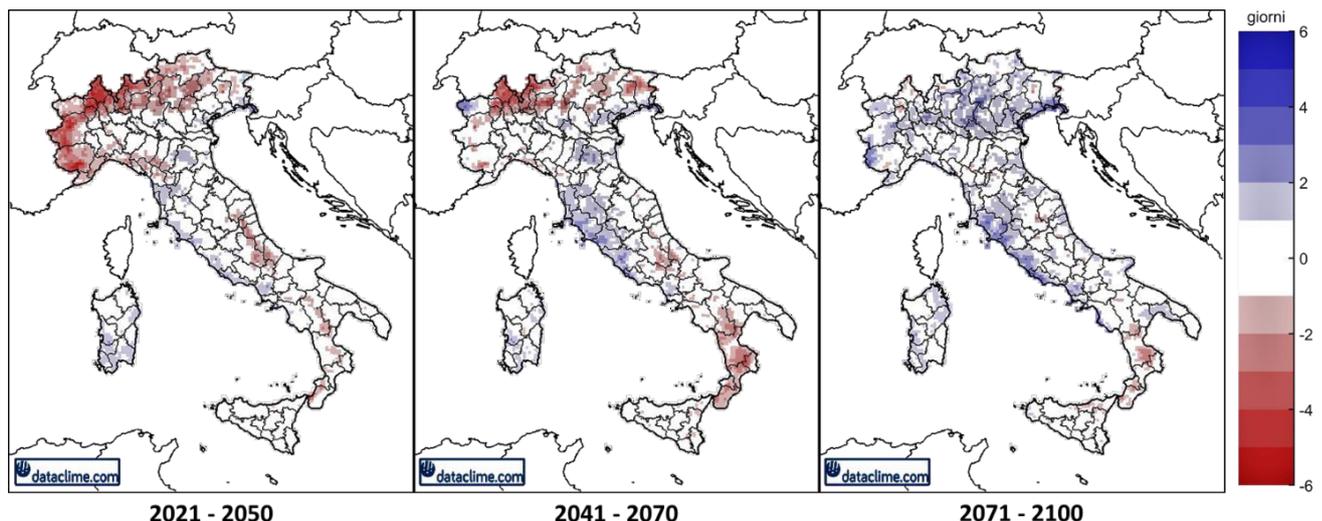


Figura 5: RCP 4.5 - Previsione dei Giorni di Precipitazioni Intense R20

(Media Annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm [unità di misura giorni/anno])
per i tre periodi previsionali 2021-2050, 2041-2070, 2071-2100. Le mappe indicano le anomalie in termini di valori medi rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

Per lo scenario RCP8.5 si prevede in termini di R20 (Figura 6):

- per il periodo 2021-2050:
 - un aumento compreso tra 5÷6 eventi/anno in media al Centro-Nord;
 - una diminuzione compresa tra ÷2 eventi/anno in media prevalentemente in qualche regione al Sud.

- per il periodo 2041-2070:
 - un aumento compreso tra 1 tra 3÷4 eventi/anno in media al Centro e a Nord-Est;
 - una diminuzione compresa tra 3÷4 eventi/anno in media nelle restanti regioni.
- per il periodo 2071-2100:
 - un aumento compreso tra 4÷6 eventi/anno in media al centro e in gran parte del Centro-Nord;
 - una diminuzione tra 5÷6 eventi/anno in media nelle restanti regioni.

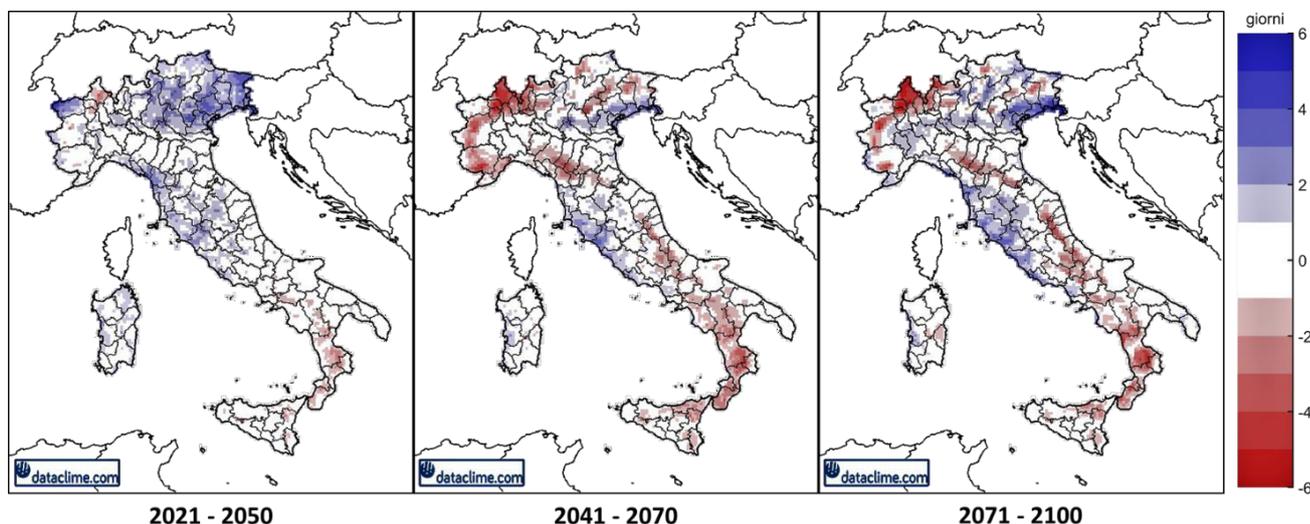


Figura 6: RCP 8.5 – Previsione dei Giorni di Precipitazioni Intense R20

(Media Annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm [unità di misura giorni/anno]) per i tre periodi previsionali 2021-2050, 2041-2070, 2071-2100. Le mappe indicano le anomalie in termini di valori medi rispetto al periodo di riferimento 1981-2010

Secondo lo scenario RCP4.5 si prevede in termini di PR95 (Figura 7): per ognuno dei tre periodi previsionali (2021-2050, 2041-2070, 2071-2100) un progressivo aumento delle precipitazioni con valore maggiore o uguale al 95° percentile calcolato rispetto alla distribuzione climatologica nel periodo di riferimento (1981-2010), su tutto il territorio nazionale.

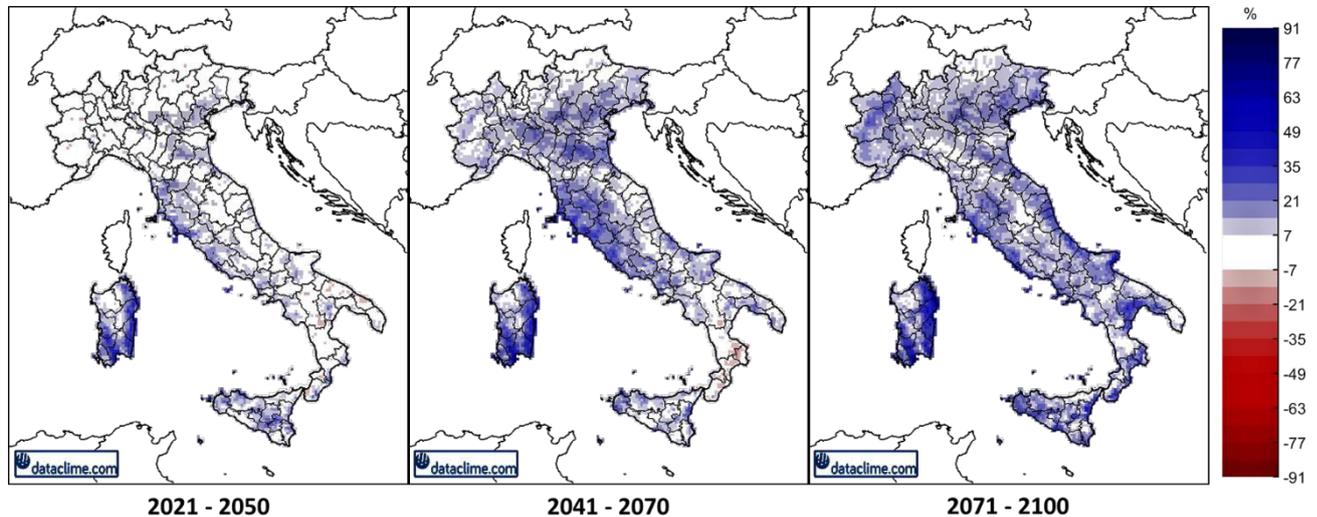


Figura 7: RCP 4.5 – Previsione del 95° percentile della precipitazione

In aggiunta all'indicatore R20, che restituisce una misura della frequenza delle precipitazioni intense (>20mm/giorno), si è considerato il 95° percentile della distribuzione delle precipitazioni giornaliere (R95p) come stima di "magnitudo" degli eventi, per i tre periodi previsionali 2021-2050, 2041-2070, 2071-2100. Le mappe indicano le anomalie in termini di valori medi rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

Secondo lo scenario RCP8.5 si prevede in termini di PR95 (Figura 8): per ognuno dei tre periodi previsionali (2021-2050, 2041-2070, 2071-2100) un progressivo aumento delle precipitazioni con valore maggiore o uguale al 95° percentile calcolato rispetto alla distribuzione climatologica nel periodo di riferimento (1981-2010), su tutto il territorio nazionale.

Rispetto allo scenario intermedio RCP4.5, sulla base delle ipotesi più gravose previste dallo scenario RCP8.5, si stima un aumento percentuale maggiore dei giorni molto piovosi nei tre periodi previsionali.

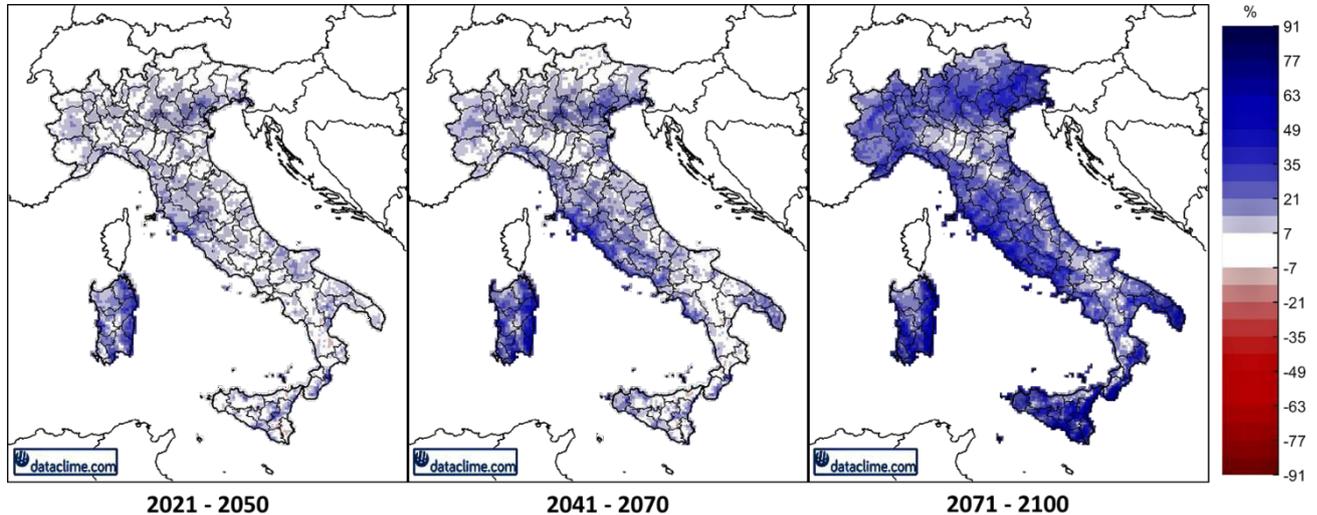


Figura 8: RCP 8.5 – Previsione del 95° percentile della precipitazione.

In aggiunta all'indicatore R20, che restituisce una misura della frequenza delle precipitazioni intense (>20mm/giorno), si è considerato il 95° percentile della distribuzione delle precipitazioni giornaliere (R95p) come stima di "magnitudo" degli eventi, per i tre periodi previsionali 2021-2050, 2041-2070, 2071-2100. Le mappe indicano le anomalie in termini di valori medi rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

Riassumendo, lo scenario RCP4.5 prevede, in media, una diminuzione della frequenza delle precipitazioni intense (> 20mm/giorno) nel primo periodo 2021-2050, un leggero aumento nel periodo 2041-2070 e un aumento generale che dovrebbe coinvolgere gran parte del territorio nazionale entro il 2100.

Lo scenario RCP8.5 prevede un iniziale aumento, in media, della frequenza delle precipitazioni intense (> 20mm/giorno) per il periodo 2021-2050 e una progressiva diminuzione per i 2 trentenni previsionali successivi.

L'analisi delle precipitazioni superiori al 95° percentile (calcolato sulla distribuzione delle precipitazioni 1981-2010) tende a sottolineare la possibilità di scenari caratterizzati da precipitazioni meno frequenti ma di intensità maggiore.

6. PERICOLI LEGATI AL CLIMA DELL'OPERA IN ESAME

Nel presente capitolo sono illustrati i pericoli legati al clima come individuati, in maniera non esaustiva, nell'Appendice A dell' Allegato 1. Per ciascun pericolo è identificata la rilevanza per l'area e il progetto in esame, evidenziando e giustificando (a seguire) i casi di non applicabilità.

Fattore	Tipologia	Pericolo	Rilevanza
Temperatura	Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	E' stata analizzato il cambiamento termico dell'aria. Relativamente alle acque dolci/marine, l'opera non ha un'inteferenza diretta né indiretta con la falda né con l'ecosistema marino.
		Stress termico	Parametro analizzato
		Variabilità della temperatura	Parametro analizzato
		Scongelamento del permafrost	Non Applicabile
	Acuti	Ondata di calore	Parametro analizzato
		Ondata di freddo/gelata	Non Applicabile
		Incendio di incolto	Parametro analizzato
Venti	Cronici	Cambiamento del regime dei venti	Parametro analizzato
	Acuti	Ciclone, uragano, tifone	Non Applicabile
		Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Non Applicabile
		Tromba d'aria	Parametro analizzato

Acque	Cronici	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	E' stata analizzata la variazione del regime pluviometrico. Tenuto conto dell'area climatologica in cui insiste l'opera, non sono state considerate le altre tipologie di precipitazione.
		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Parametro analizzato
		Acidificazione degli oceani	Non Applicabile
		Intrusione salina	Parametro analizzato
		Innalzamento del livello del mare	Non Applicabile
		Stress idrico	Parametro analizzato
	Acuti	Siccità	Parametro analizzato
		Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	E' stata analizzato il regime pluviometrico. Tenuto conto dell'area climatologica in cui insiste l'opera, non sono state considerate le altre tipologie di precipitazione.
		Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Non Applicabile
		Collasso di laghi glaciali	Non Applicabile
Massa solida	Cronici	Erosione costiera	Non Applicabile
		Degradazione del suolo	Non Applicabile
		Erosione del suolo	Non Applicabile
		Soliflusso	Non Applicabile

	Acuti	Valanga	Non Applicabile
		Frana	Non Applicabile
		Subsidenza	Non Applicabile

Relativamente all'aspetto termico, sono stati esclusi dall'analisi i parametri non pertinenti (quali scongelamento del permafrost e ondata di freddo/gelata) con riferimento all'area climatologica barese, caratterizzata da inverni brevi e miti ed estati calde e secche. Non è stata valutata la variazione di temperatura delle acque dolci e marine, in quanto l'opera non interferisce con la falda e, pertanto, non è responsabile di eventuali variazioni termiche ad essa connessa.

Con riferimento al fattore vento, le proiezioni meteorologiche a lungo termine, ottenute dal modello COSMO, non fanno esplicito riferimento alla variabile vento. Tuttavia, essendo l'intensità di tale fattore strettamente connessa all'energia interna del sistema "atmosfera" e, quindi, all'effetto serra e tenuto conto che la città di Bari è colpita da costanti venti, è stata fatta una valutazione volta a verificare la compatibilità dell'opera con un incremento dell'intensità dei fenomeni.

Per quello che concerne l'aspetto idrico, è stata condotta un'analisi delle variazioni di intensità e volume del regime pluviometrico al fine di valutare le condizioni locali e i possibili pericoli per l'opera e la sua resilienza nonché gli eventuali effetti dell'opera stessa nel generale pericoli per l'area circostante. In particolare, il progetto prevede una serie di elementi tecnologici atti, da un lato, affinché l'opera non generi pericolo, dall'altro a ottimizzare la gestione delle acque anche in un'ottica di risparmio di utilizzo delle medesime. I dati derivanti dalla presente analisi sono stati utilizzati in progetto per dimensionare in maniera corretta la vasca di irrigazione e quella di laminazione, sulla base di una serie storica significativa di dati. La soluzione progettuale che ha previsto lo stoccaggio e il riutilizzo (a seguito di trattamento) delle acque piovane è stata adottata sia per minimizzare l'impiego della risorsa idrica, importantissima per la Regione Puglia data la sua scarsità, sia per evitare le interferenze con la falda. Difatti, essendo la zona caratterizzata dalla presenza di un acquifero calcareo cretaceo e da intensi fenomeni di intrusione salina, un eventuale emungimento di acqua avrebbe richiesto un trattamento di desalinizzazione, oltre a poter eventualmente costituire un'interferenza indiretta con l'ecosistema marino e con la relativa ZCS IT9120009-Posidonieto San Vito-Barletta.

Il fattore cronico “innalzamento del livello del mare” è stato valutato come *non applicabile*, considerata la distanza tra l’opera in progetto e la costa (circa 900 metri) e la quota altimetrica del sito di intervento (circa 20 metri).

La stessa valutazione è stata fatta per il fattore acuto “inondazione”, tenuto conto che l’opera non ricade in aree a rischio idrogeologico e che non vi sono interferenze con le aree ad alta e media pericolosità nelle vicinanze né con la falda.

Per quanto riguarda la massa solida, l’esito dell’analisi è stato quello della non applicabilità. Infatti l’opera in progetto non insiste direttamente sul suolo, ma verrà realizzata al di sopra dell’infrastruttura ferroviaria esistente, coprendo buona parte del piano del ferro e delle banchine. Inoltre, la zona di intervento non è un’area a rischio idrogeologico, pertanto sono esclusi dall’analisi fenomeni quali valanghe, frane, subsidenza. Inoltre, il sito è classificato come “zona 3” e, dunque, area a basso rischio sismico e l’intervento non prevede, come già detto, un’interazione diretta con la falda.

Nel seguito si sviluppa l’analisi per i pericoli individuati per l’opera in esame, alla luce degli scenari di previsione.

7. SCENARIO CLIMATICO LOCALE ATTUALE

I dati che sono stati impiegati per caratterizzare il clima nella città di Bari derivano da analisi condotte a livello nazionale, le quali non mostrano le condizioni in un luogo esatto, non identificano esattamente le differenze locali o microclimi. Pertanto, le temperature reali sono spesso più alte di quelle visualizzate soprattutto nelle città, come Bari, per via dell'effetto noto come "isola urbana di calore", e le precipitazioni possono variare localmente, secondo, ad esempio, la topografia.

Il trend della media annuale di temperatura degli ultimi 40 anni (Figura 9) è in costante crescita. L'aumento registrato è stato di circa 1°C.

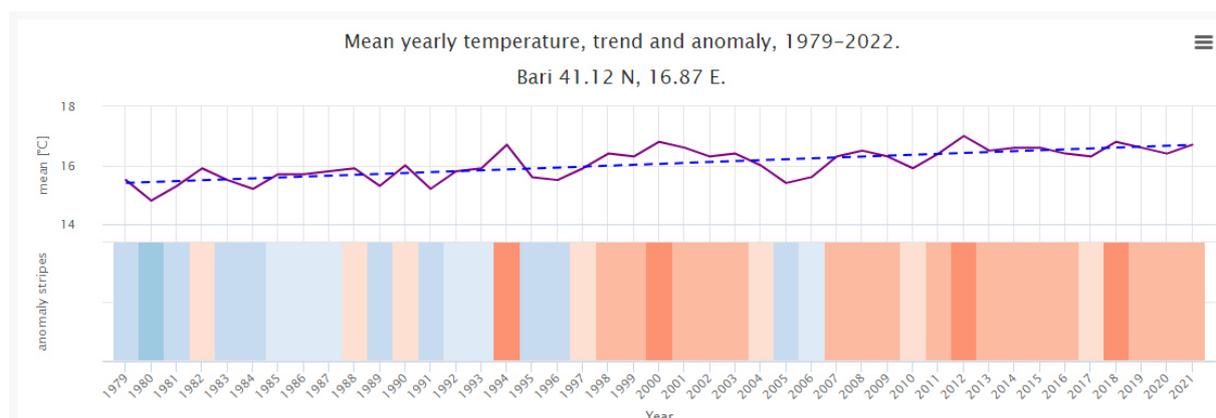


Figura 9: Variazione della temperatura annuale Bari. Fonte: Meteoblue

Il grafico in alto in Figura 10 mostra l'anomalia della temperatura per ogni mese dal 1979 ad oggi. L'anomalia vi dice di quanto è stato più caldo o più freddo rispetto alla media climatica trentennale del 1980-2010. Quindi, i mesi rossi sono stati più caldi e quelli blu più freddi del normale. A Bari, così come nella maggior parte delle località, è stato registrato un aumento dei mesi più caldi nel corso degli anni, che riflette il riscaldamento globale associato al cambiamento climatico.

Il grafico in basso, invece, mostra l'anomalia delle precipitazioni per ogni mese dal 1979 ad oggi. L'anomalia indica se un mese ha avuto più o meno precipitazioni rispetto alla media climatica di 30 anni del 1980-2010. Pertanto, i mesi verdi erano più piovosi e i mesi marroni erano più secchi del normale.

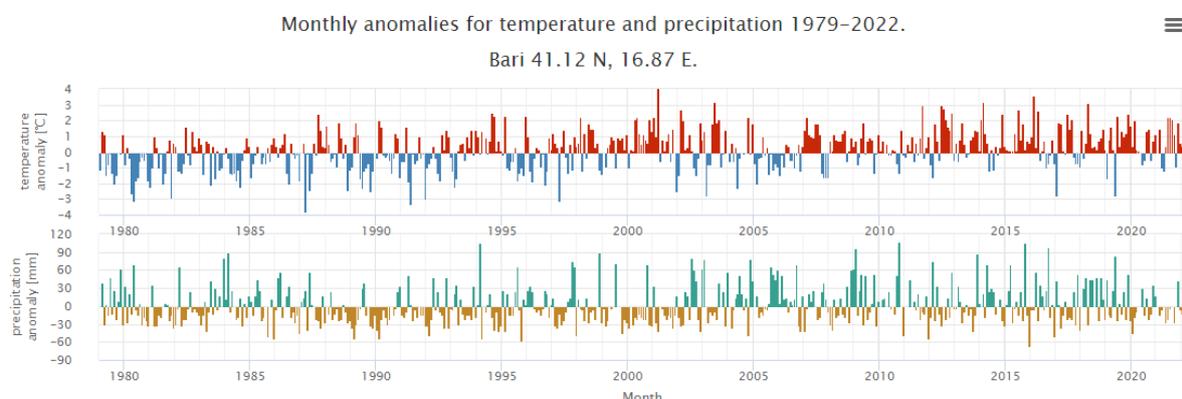


Figura 10: Variazione della temperatura e delle precipitazioni dal 1979 al 2022 Bari. Fonte: Meteoblu

In aggiunta ai valori riportati nei grafici di cui sopra, si riportano a seguire dei dati puntuali, caratterizzanti il clima della città di Bari, i quali sono il risultato di un'analisi climatica, svolta con il software Meteororm attraverso la geolocalizzazione, relativi alle registrazioni dell'anno 2019 della stazione meteorologica di Bari.

Il clima mediterraneo che caratterizza il capoluogo pugliese vede estati abbastanza calde e poco piovose ed inverni non eccessivamente freddi e mediamente piovosi, con abbondanza di precipitazioni durante la stagione autunnale.

Le temperature medie estive sono di circa 25°C - 30°C con punte di oltre 40°C nelle giornate più calde mentre gli inverni sono relativamente temperati e la temperatura media scende di rado sotto i 5°C. Il mese più secco ha una differenza di pioggia di 56 mm rispetto al mese più piovoso mentre le temperature hanno una variazione di 16,2 °C nel corso dell'anno.

Le precipitazioni che interessano la città di Bari sono legate in prevalenza a perturbazioni di origine adriatica, provenienti da Nord e dall'area balcanica. Le precipitazioni sono in gran parte concentrate nel periodo autunnale (Novembre – Dicembre) e invernale, mentre le estati sono relativamente secche, con precipitazioni nulle anche per lunghi intervalli di tempo o con piogge intense ma di breve durata. Questo clima fa sì che alla ricarica degli acquiferi contribuiscano significativamente solo le precipitazioni del tardo periodo autunnale e quelle invernali. Nella zona della Puglia centrale prevalgono precipitazioni di tipo convettivo che hanno, a parità di pioggia totale, un impatto meno rilevante sull'alimentazione delle falde idriche, in ragione della forte intensità. Si tratta di precipitazioni la cui reale distribuzione spaziale non è sempre colta dalla rete pluviometrica. In questa zona, pur dotata di precipitazioni totali annue comparabili con quelle di altre zone della

Puglia, si hanno precipitazioni di maggiore intensità, proprio in virtù della presenza di precipitazioni di tipo convettivo. Queste possono dar luogo a fenomeni di deflusso improvviso e occasionale, senza riuscire a contribuire in maniera sempre rilevante alla ricarica degli acquiferi.

L'umidità relativa più bassa nel corso dell'anno è a luglio (65 %) mentre i mesi con la più alta umidità sono Novembre e Dicembre (77 %).

Il periodo più luminoso dell'anno dura 3,2 mesi, dal 10 maggio al 18 agosto, con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato di oltre 6,6 kWh. Il mese più luminoso a Bari è Luglio, con una media di 7,6 kWh. Il periodo più buio dell'anno dura 3,6 mesi, dal 29 Ottobre al 16 Febbraio, con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato di meno di 3,0 kWh. Il mese più buio dell'anno a Bari è Dicembre, con una media di 1,9 kWh. La zona di intervento ha enormi potenzialità energetiche, grazie alle favorevoli condizioni esposte in questa analisi. La principale fonte di energia è quella solare che consente, in tutte le stagioni, di avere un costante apporto solare ed un approvvigionamento energetico continuo e da fonti rinnovabili. Risulta pertanto opportuna e vincente la scelta di creare una "copertura tecnologica", ovvero un'area tecnica di circa 971 mq con installazione di pannelli fotovoltaici, che garantisce la copertura totale dell'assorbimento del sistema di climatizzazione.

Infine, per quanto riguarda il fattore vento, la velocità oraria media e la direzione a Bari significative variazioni stagionali durante l'anno. Nel periodo più ventoso dell'anno si registrano velocità medie di 16,8 km/h, con picchi intorno ai 20 km/h. Nel periodo più calmo è stata registrata una velocità oraria media del vento di 14,3 km/h. Per maggiori dettagli si rinvia al Paragrafo 8.2.

STAZIONE DI BARI CENTRALE

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA NUOVO HUB DI
CONNESSIONE URBANA E MOBILITÀ SOSTENIBILE

**Valutazione del rischio climatico e della
vulnerabilità**

326221S01PFBR00RTSXE08A

22 di 41

i valori medi derivanti dall'analisi puntuale.

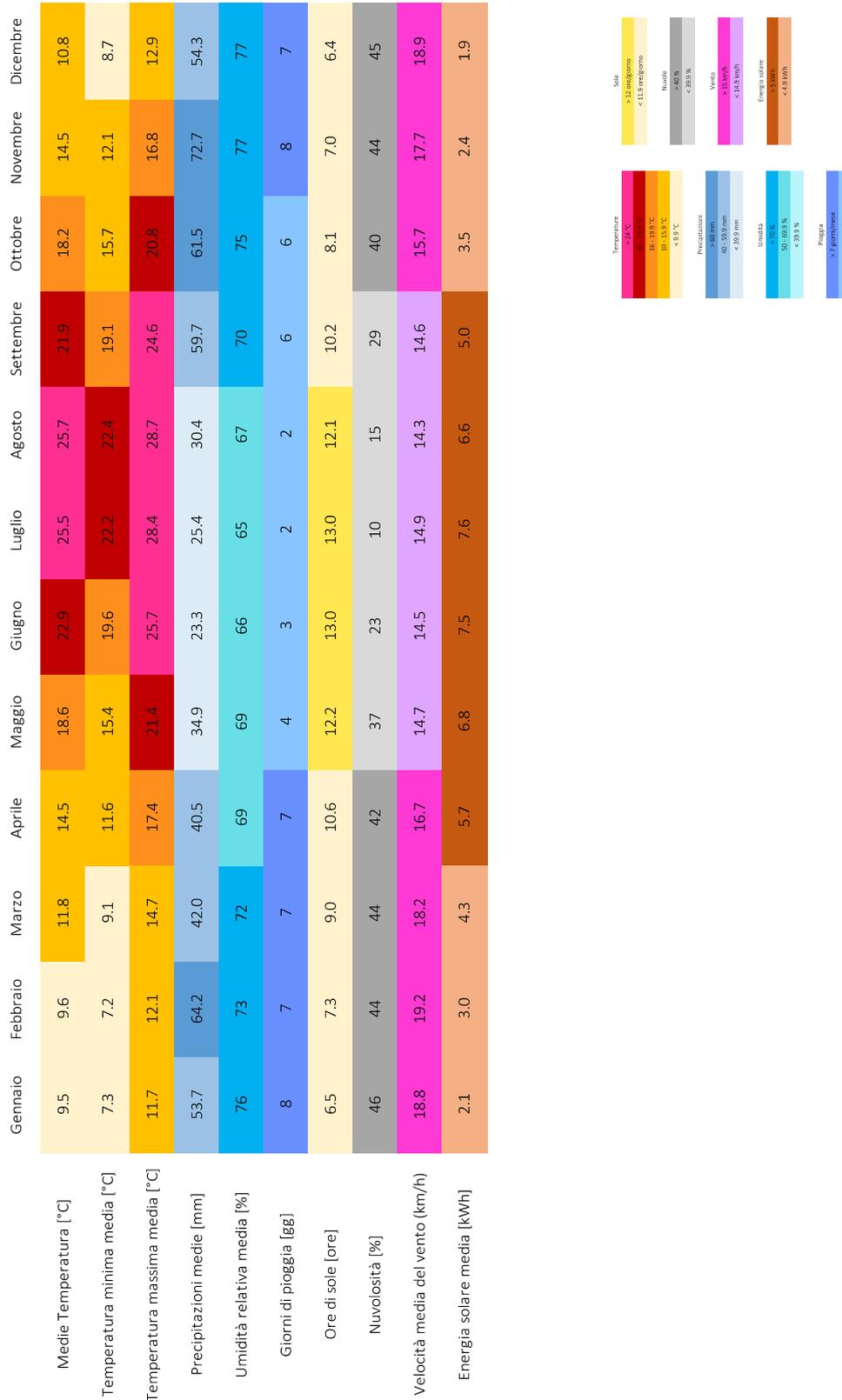


Figura 11: Valori medi ambientali Bari centro

STAZIONE DI BARI CENTRALE

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA NUOVO HUB DI
CONNESSIONE URBANA E MOBILITÀ SOSTENIBILE

**Valutazione del rischio climatico e della
vulnerabilità**

326221S01PFBR00RTSXE08A

25 di 41

In aggiunta alla suddetto studio che ha permesso di definire in maniera puntuale i parametri in

, è stata eseguita un'ulteriore disamina più accurata e significativa, in termini temporali, dei dati pluviometrici ISTAT relativi al periodo 2010-2020, considerando anche le anomalie con riferimento al periodo 1970-2000.

Tali valori sono stati impiegati per estrapolare utili informazioni per valutare la compatibilità della disponibilità locale con le necessità irrigue e il dimensionamento di una vasca di laminazione delle acque meteoriche, la cui presenza oltre ad azzerare la necessità di emungimento, minimizzerà il rischio di contaminazione per le acque sotterranee e l'impatto sul costruito, poiché sarà realizzata al di sotto del piano di calpestio. E' prevista anche una vasca di raccolta per antincendio. Si vedano le relazioni tecniche impiantistiche (326221S01PFBR00RTSXE01A, 326221S01PFBR00RTSXE02A) per maggiori dettagli.

8. STIMA DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULL'AREA IN OGGETTO

I dati riportati nel capitolo 5 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 ed hanno condotto agli indicatori climatici (vedi par. 3) riportati nell'Allegato 1 (“Analisi della condizione climatica attuale e futura”) del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamento Climatici (versione 2018).

Le sei macroregioni climatiche definite (Figura 11) sono rappresentative del clima attuale e sono state costruite sulla base dell'andamento degli indicatori climatici nel periodo di riferimento 1981-2010 con una risoluzione di 25 km.

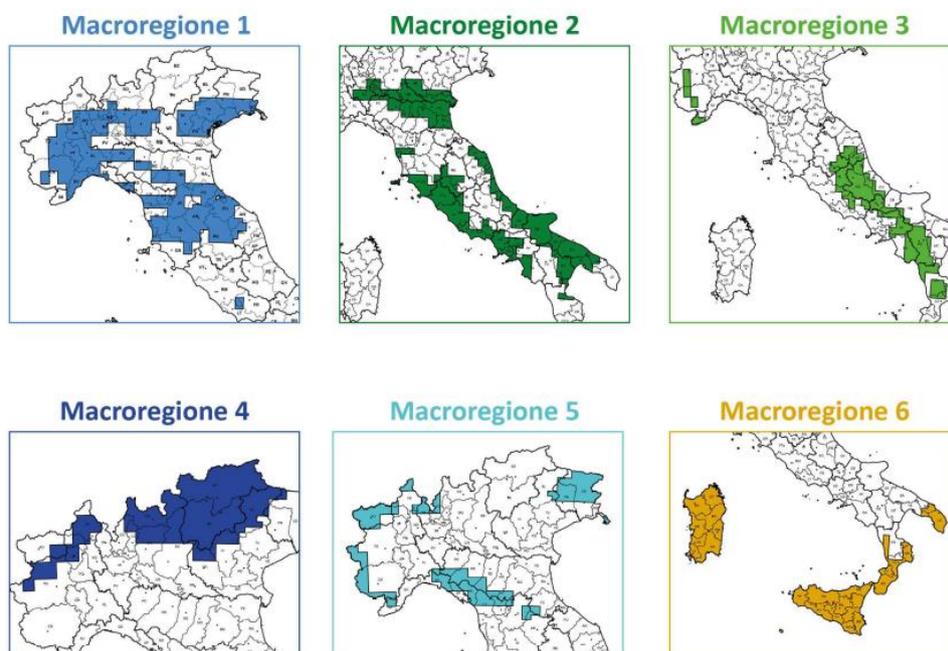


Figura 11: Zonazione climatica sul periodo di riferimento 1981-2010

La Provincia di Bari rientra nella Macroregione 2. I valori medi (con relativa deviazione standard) degli indicatori sono riportati in Figura 12.

	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)
								
Macroregione 1 Prealpi e Appennino settentrionale	13 (±0.6)	10 (±2)	51 (±13)	34 (±12)	187 (±61)	168 (±47)	28	33 (±6)
Macroregione 2 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)
Macroregione 3 Appennino centro-meridionale	12.2 (±0.5)	4 (±1)	35 (±12)	15 (±8)	182 (±55)	76 (±28)	19	38 (±9)
Macroregione 4 Area alpine	5.7 (±0.6)	10 (±3)	152 (±9)	1 (±1)	143 (±47)	286 (±56)	25	32 (±8)
Macroregione 5 Italia centro-settentrionale	8.3 (±0.6)	21 (±3)	112 (±12)	8 (±5)	321 (±89)	279 (±56)	40	28 (±5)
Macroregione 6 Aree insulari ed estremo sud Italia	16 (±0.6)	3 (±1)	2 (±2)	35 (±11)	179 (±61)	21 (±13)	19	70 (±16)

Figura 12: Valori medi e deviazione standard degli indicatori

Gli output cui si fa riferimento nella presente analisi, a livello locale, sono le precipitazioni e le temperature medie annuali previste nello scenario peggiore, ovvero RCP 8.5, nel periodo previsionale 2021-2050 rispetto al periodo storico di riferimento 1981-2010.

8.1 FATTORE TEMPERATURE

Un aspetto di fondamentale importanza nella valutazione dell'adattabilità dell'opera ai cambiamenti climatici è la valutazione delle anomalie di temperatura previsionali.

8.1.1 SCENARIO FUTURO

Gli indicatori che tengono in conto l'aspetto termico sono:

- Temperatura media giornaliera-Tmean;
- Giorni estivi-SU95P.

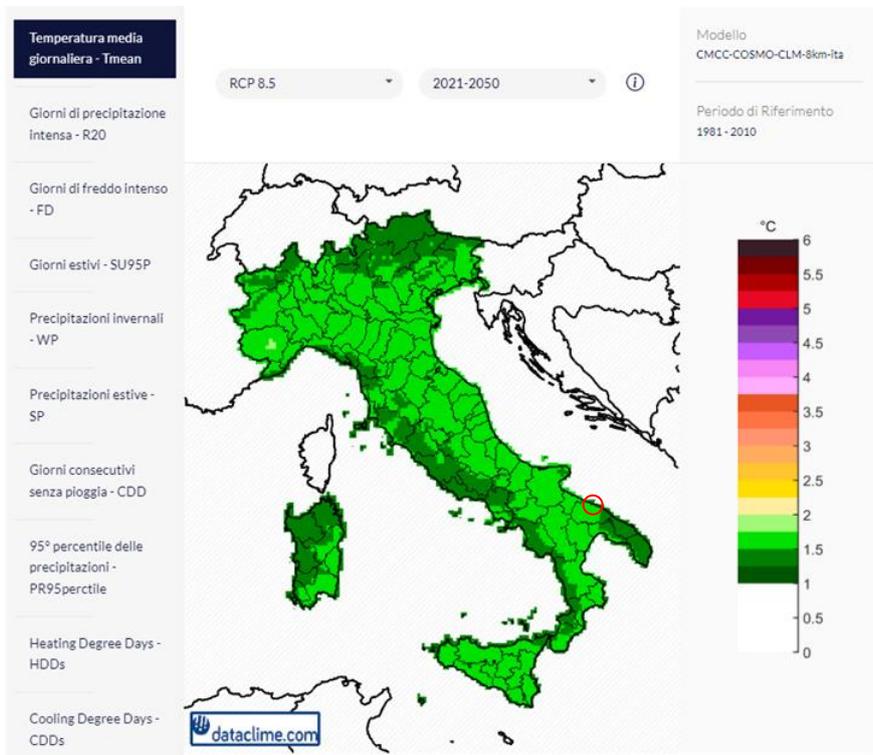


Figura 13: Tmean-RCP8.5 (2021-2050)

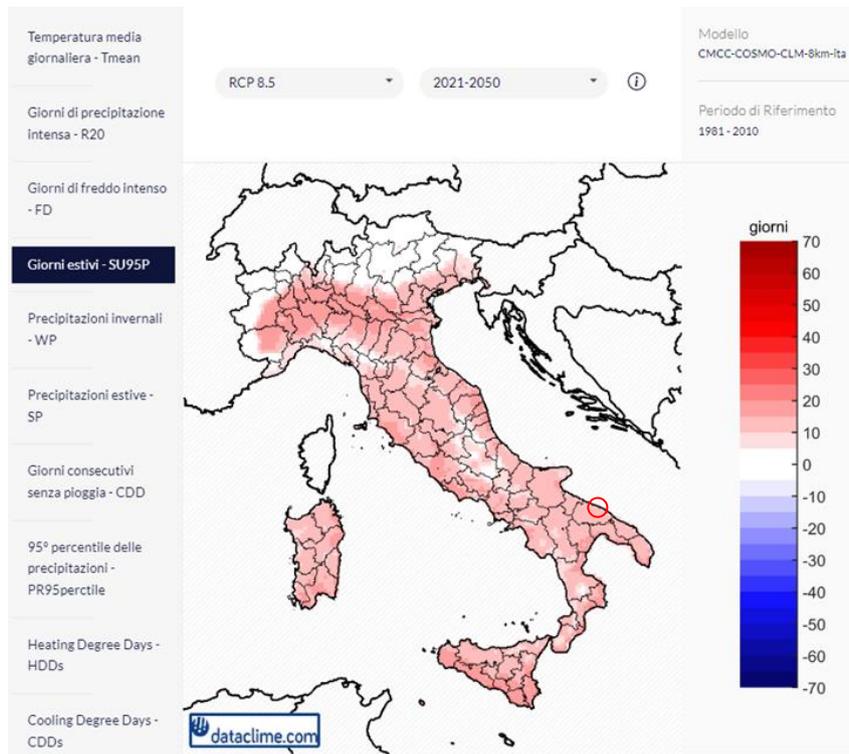


Figura 14: SU95P-RCP8.5 (2021-2050)

Come era prevedibile, nello scenario climatico peggiore tra tutti quelli previsti, si avrà un aumento delle temperature (circa +1,7°C) e dei giorni estivi (summer days) in cui si supera la temperatura di 29,2 °C (circa + 15 giorni).

8.1.2 COMPATIBILITA' DELL'OPERA

A causa dell'aumento delle temperature e, di conseguenza, dell'umidità, la nuova opera sarà sottoposta ad uno stress termico maggiore.

Tuttavia, le specie arboree scelte essendo autoctone, hanno un'esigenza irrigua esigua e sono tolleranti alle temperature piuttosto elevate che caratterizzano l'area.

Inoltre, l'incremento sostanziale delle piogge estive permetterà di avere una riserva di acque congrua a sopperire ad eventuali necessità di surplus irriguo rispetto a quello preventivato.

In aggiunta a questo, si sottolinea l'importanza della realizzazione di un giardino urbano nel cuore di un'area fortemente urbanizzata quale quella della stazione di Bari Centrale: gli alberi e le piante garantiscono una riduzione delle radiazioni a onde corte che raggiungono la superficie tra il 60% e il 90% e raffreddano l'ambiente attraverso il processo di traspirazione, in cui l'acqua viene assorbita dalle radici degli alberi e spostata attraverso lo stelo e quindi evapora attraverso gli stomi delle foglie. L'energia (cioè il calore latente) utilizzata per far evaporare l'acqua dagli alberi consuma energia termica (cioè, calore sensibile) nell'ambiente locale che altrimenti aumenterebbe la temperatura dell'aria e, invece, raffredda le superfici fogliari e le temperature dell'aria vicine.

Simile all'ombreggiatura, l'estensione del raffreddamento fornita dalla traspirazione è fortemente influenzata dalle caratteristiche morfologiche degli alberi.

In linea con gli obiettivi condivisi a livello europeo relativi all'Accordo di Parigi e a quelli esplicitati nel protocollo LEED, si prevede che l'intervento in progetto ridurrà l'effetto isola di calore e, pertanto, minimizzerà gli effetti sul microclima e sugli habitat umani e naturali attraverso:

- Rivestimento delle terrazze di colore chiaro (preferibilmente bianco);
- Tetto verde;
- Pannelli fotovoltaici.

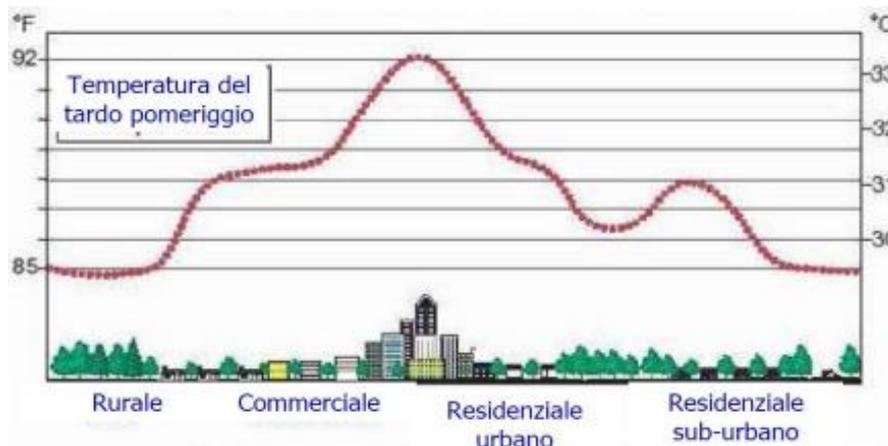


Figura 15: Effetto isola di calore urbana

8.2 FATTORE VENTO

La velocità oraria media e la direzione del vento a Bari subiscono significative variazioni stagionali durante l'anno. Il periodo più ventoso dell'anno dura 5,3 mesi, dal 5 novembre al 15 aprile, con velocità medie del vento di oltre 16,8 km/h. Il mese più ventoso a Bari è febbraio, con una velocità oraria media del vento di 19,2 km/h. Il periodo dell'anno più calmo dura 6,7 mesi, dal 15 Aprile al 4 Novembre. Il mese più calmo dell'anno a Bari è Agosto, con una velocità oraria media del vento di 14,3 km/h.

A Bari il vento proviene da Sud/Est prevalentemente da marzo a maggio e da ottobre a dicembre, mentre proviene da Nord/Ovest prevalentemente da maggio a settembre e da gennaio a febbraio (Figura 16).

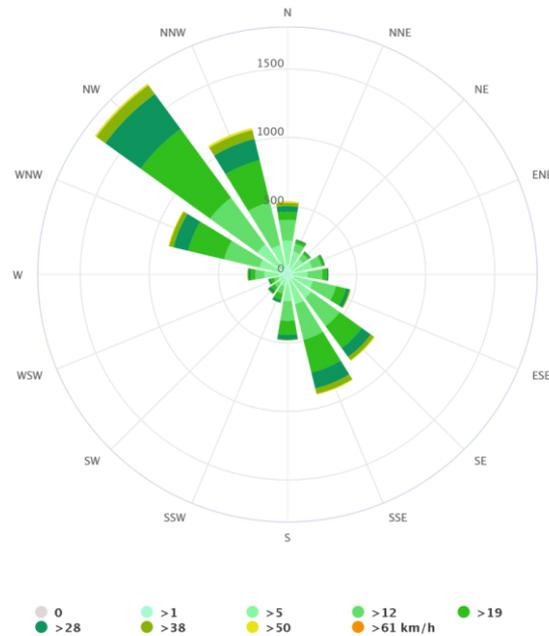


Figura 16: Venti prevalenti

Bisogna considerare che la zona di Piazza Moro è molto riparata dai venti di Maestrale, accentuando il surriscaldamento estivo e riducendo il beneficio che il vento da nord fornisce in estate al territorio della città di Bari. Al contrario, con venti caldi dai versanti sud-sud est, la percezione del caldo è maggiore a causa dell'elevato fattore solare e la scarsa presenza di verde della zona.

Pertanto, la realizzazione del giardino pensile risulterà apportare dei benefici anche in tal senso, mitigando la percezione del vento caldo in estate.

8.2.1 SCENARIO FUTURO

Le proiezioni meteo-climatiche a lungo termine riportate per lo scenario rappresentativo 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.

	STAZIONE DI BARI CENTRALE PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA NUOVO HUB DI CONNESSIONE URBANA E MOBILITÀ SOSTENIBILE	
	Valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità	33 di 41
326221S01PFBR00RTSXE08A		

8.2.2 COMPATIBILITÀ DELL'OPERA

L'art. 52 del D.P.R. 753/80 sancisce il divieto di far crescere piante, siepi, alberi lungo i tracciati ferroviari (ciascuno con le specifiche riportate), in considerazione di rischi di:

- caduta di alberi, soprattutto di alto fusto, che, non rientrando nei limiti delle distanze di cui al D.P.R. 753/1980, potrebbero invadere la sede ferroviaria, con conseguente pericolo per la circolazione ferroviaria, per i viaggiatori e comunque interferenza sulla regolarità della stessa;
- pericolo d'incendio delle aree adiacenti la sede della ferrovia che può provocare oltre ad interferenza con la circolazione ferroviaria, possibile propagazione degli incendi, qualora proveniente dalla sede ferroviaria, ad aree più vaste;

Poiché il giardino pensile si svilupperà al di sopra del tracciato ferroviario (binari, rotaie), le specie arboree che verranno piantate non hanno particolari prescrizioni ai sensi dell'art. 52 del D.P.R. 753/80.

Per quanto riguarda gli eventi acuti, quali trombe d'aria, la Puglia, pur essendo caratterizzata da forti e costanti venti, data la sua orografia, non rientra tra le regioni italiane più colpite. Negli ultimi due secoli sono stati registrati due eventi di intensità F4 tra il brindisino (21.09.1897) e il leccese (10.09.1832) e uno di intensità F2 sempre in provincia di Lecce (25.11.2018).

In ogni caso, pur non registrando fenomeni acuti, essendo Bari una zona particolarmente ventosa, caratterizzata da alte temperature e tenendo conto della presenza sul giardino pensile di alberi ad alto fusto (anche 10-15 metri), verranno comunque rispettate le Direzioni Territoriali Produzione di RFI che prevedono di:

- adottare ogni azione possibile, in particolare monitorando la stabilità delle piante, al fine di prevenire eventuali rischi;
- verificare ed eliminare i fattori di pericolo per caduta rami ed alberi che possano mettere a rischio la pubblica incolumità e comportare l'eventuale interruzione degli esercizi ferroviari;
- verificare ed eliminare i fattori di rischio di pericolo incendio e loro propagazione provvedendo alla costante pulizia, cura e manutenzione delle aree.

Inoltre, il dimensionamento di tutte le strutture è stato eseguito tenendo conto dell'azione esercitata dal vento, variabile nel tempo e nello spazio, ai sensi della normativa tecnica vigente (NTC 2018).

Pertanto, ai fini della presente analisi climatica, in relazione al fattore vento, pur tenendo in considerazione lo scenario più gravoso, si ritiene che per le motivazioni sopra esposte le caratteristiche del progetto si prestano ad offrire misure di mitigazione rispetto alla potenziale vulnerabilità dell'opera nei confronti dei rischi connessi ai cambiamenti climatici.

8.3 FATTORE ACQUE

Un fattore significativo in termini di valutazione della vulnerabilità dell'opera al cambiamento climatico è quello delle precipitazioni.

Oltre l'89% dei comuni pugliesi (230 su 257) è a rischio frane e smottamenti. A causa dei cambiamenti climatici, è emersa una tendenza regionale alla tropicalizzazione che si manifesta con una più elevata frequenza di manifestazioni violente, sfasamenti stagionali, precipitazioni brevi e intense.

Il Comune di Bari, pur non essendo un'area sottoposta a vincolo idrogeologico, rientra tra i 230 comuni a rischio. L'area di intervento non ricade neppure parzialmente all'interno della zona classificata "a rischio", tuttavia è stato ritenuto opportuno valutare le conseguenze che un eventuale aumento di volume e intensità di piogge potrebbe avere sull'opera.

premessa

8.3.1 SCENARIO FUTURO

Gli indicatori che tengono in conto l'aspetto pluviometrico sono:

- Giorni di precipitazione intensa-R20
- Precipitazione invernali-WP
- Precipitazioni estive-SP
- Giorni consecutivi senza pioggia-CDD
- 95° percentile delle precipitazioni- PR95.

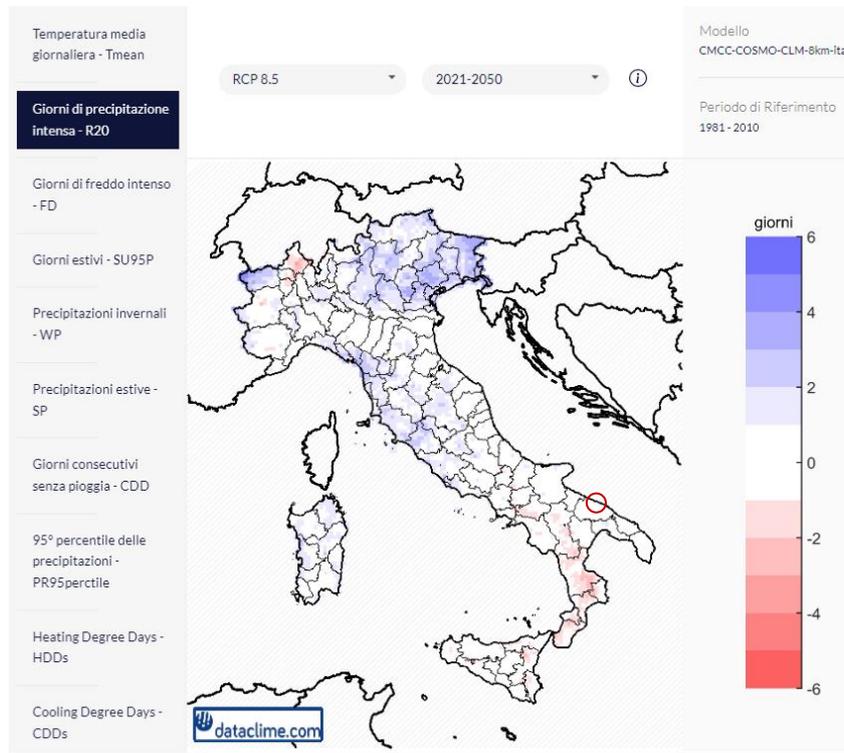


Figura 17: R20-RCP8.5 (2021-2050)

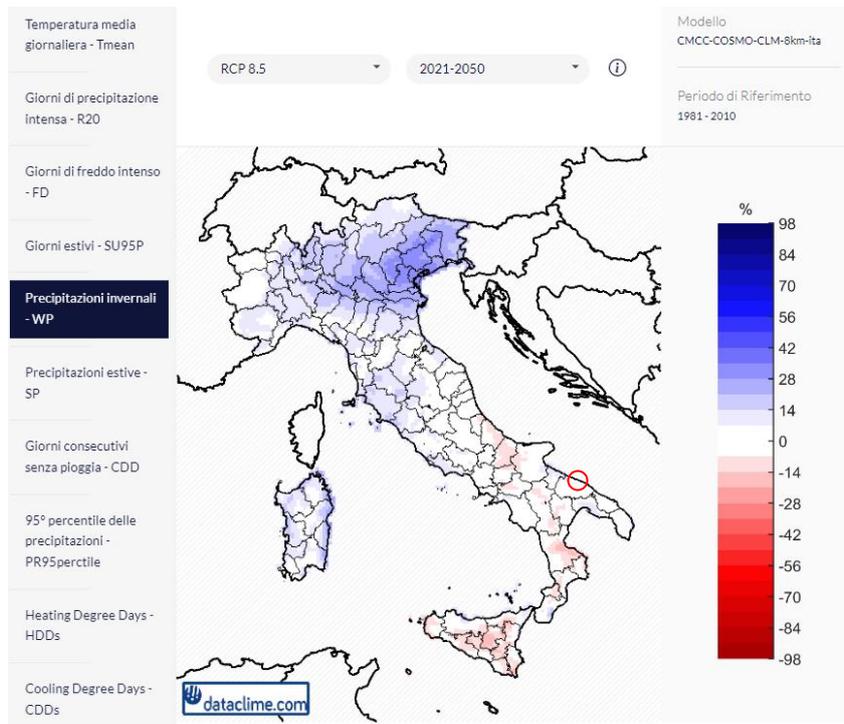


Figura 18: WP-RCP8.5 (2021-2050)

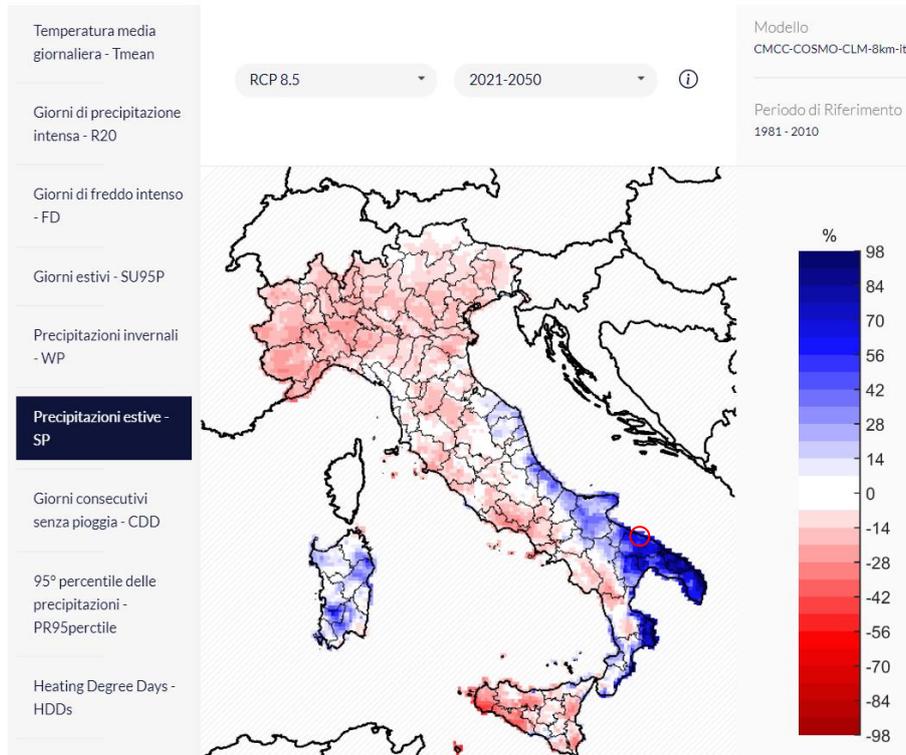


Figura 19: SP-RCP8.5 (2021-2050)

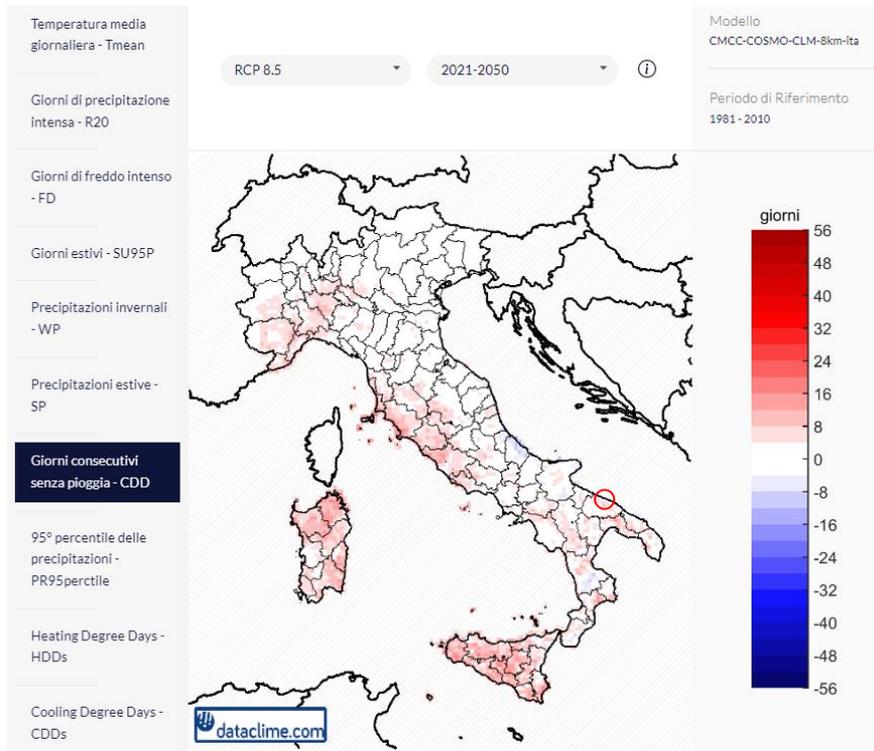


Figura 20: CDD-RCP8.5 (2021-2050)

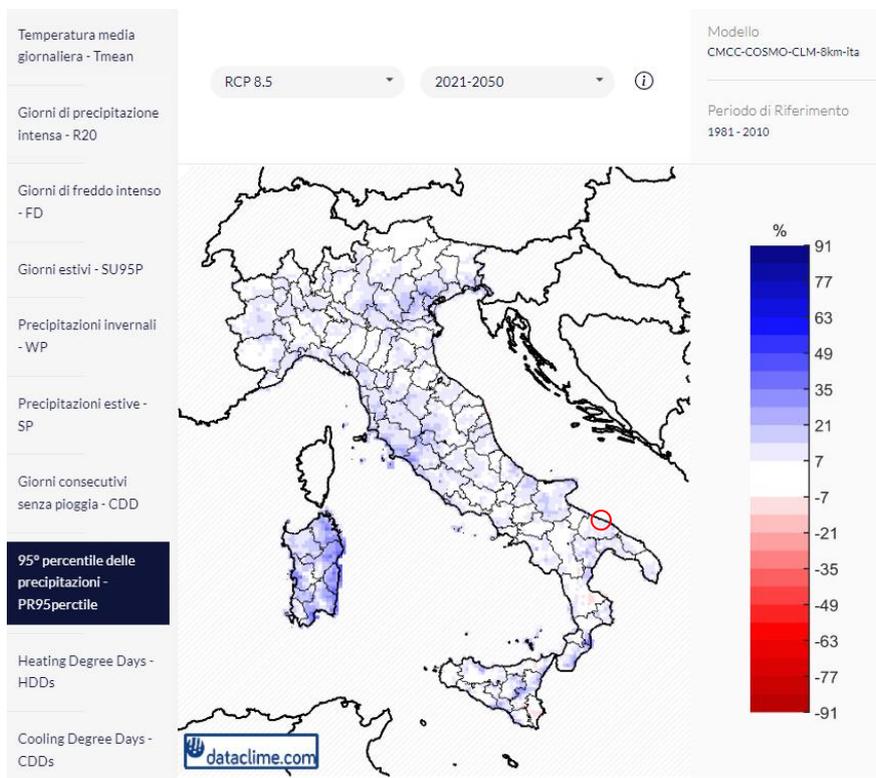


Figura 21: PR95-RCP8.5 (2021-2050)

Con riferimento al trentennio 1981-2010, nell'area di intervento (evidenziata con un cerchio rosso) nel periodo previsionale 2021-2050:

- Non si avranno variazioni in termini di giorni di forte pioggia, ovvero con un'intensità superiore ai 20 mm (Figura 17)
- Non si avranno variazioni in termini di cumulata di pioggia nei mesi invernali (dicembre-gennaio-febbraio) (Figura 18);
- Si avrà un aumento accentuato delle precipitazioni (oltre il 60%) nei mesi estivi (Figura 19);
- Si avrà un aumento di giorni consecutivi senza pioggia dell'ordine di 8-10 giorni per anno (Figura 20);
- Si avrà un'anomalia positiva, circa pari al 10%, in termini di superamento del 95° percentile della distribuzione delle precipitazioni giornaliere (Figura 21).

I dettagli di cui ai punti precedenti sono esplicitati numericamente nel paragrafo successivo.

8.3.2 COMPATIBILITA' DELL'OPERA

Al fine di valutare la compatibilità dell'opera con le previsioni climatologiche riferite al periodo 2021-2050, sono stati analizzati gli indicatori rispetto ai quali è stata individuata un'anomalia dal modello COSMO

In fase progettuale, al fine di eliminare la necessità di emungimento di acqua dall'acquifero, considerata la natura dello stesso e la scarsità di acqua a livello locale, è stata prevista la realizzazione di apposite vasche in cui stoccare l'acqua piovana, da destinare ad un secondo riutilizzo (irrigazione) a seguito di trattamento.

Le vasche sono state dimensionate sulla base dei dati pluviometrici ISTAT relativi al trentennio 1981-2010. La vasca di laminazione avrà un volume di 1250 mc e servirà a stoccare il surplus di acque di dilavamento captate dalla copertura, considerata, in termini cautelativi, totalmente impermeabile. Il dimensionamento è effettuato sulla base dei dati pluviometrici con $Tr = 100$ anni, considerate le cumulate dei mesi peggiori (invernali).

La vasca di irrigazione avrà un volume di 1320 mc e sarà dotata di un sistema di recupero e filtrazione delle acque piovane al fine di reimpiegare le stesse per irrigare le specie arboree del giardino pensile.

Il dimensionamento è effettuato sulla base delle necessità di irrigazione nell'ipotesi di 3 mesi di siccità.

La vasca per antincedio avrà un volume di 250 mc.

Per maggiori dettagli circa i dimensionamenti si veda Elaborato 326221S01PFBR00RTSXE01A.

Nell'ottica dell'adattabilità dell'opera ai cambiamenti climatici, sono state analizzate le anomalie individuate dal modello riportate nel precedente paragrafo.

L'incremento di precipitazioni nei mesi invernali (in termini di cumulata) è risultato nullo (Figura 19).

Analogamente, lo scenario RCP 8.5, con riferimento al periodo 2021-2050, non presenta variazioni in termini di giorni di forte pioggia, ovvero con un'intensità superiore ai 20 mmm (Figura 18).

Il parametro che subirà una variazione maggiore nel trentennio considerato sono le piogge (in termini di cumulata) nei mesi di giugno, luglio e agosto. E' stato previsto infatti un aumento significativo "superiore al 60%" (secondo quanto riportato nel "Piano Nazionale di Adattamento ai

cambiamenti climatici”). Con riferimento alla Figura 20, è stato considerato, a vantaggio di sicurezza, un aumento pari al 70%.

Il valore cumulato delle precipitazioni estive, incrementato del 70% è risultato pari a 142,48 mm. I valori mensili e cumulati nei tre mesi sono coerenti con il dimensionamento eseguito: le precipitazioni estive mensili maggiorate sono risultate comunque inferiori ai valori medi mensili registrati nel periodo autunnale ed invernale. I volumi di progetto della vasca di laminazione e della vasca di irrigazione sono idonei allo stoccaggio delle quantità meteoriche previsionali calcolate.

Precipitazioni mensili Bari 1981-2010		
Gennaio	58,5	mm
Febbraio	54,9	mm
Marzo	55,0	mm
Aprile	52,9	mm
Maggio	36,9	mm
Giugno	30,4	mm
Luglio	27,1	mm
Agosto	26,9	mm
Settembre	57,6	mm
Ottobre	66,8	mm
Novembre	74,4	mm
Dicembre	75,7	mm
Cumulata annuale	617,1	mm
Cumulata precipitazione estive (1981-2010)	84,4	mm
Cumulata precipitazione estive (RCP 8.5-2021-2050, aumento 70%)	143,48	mm
Cumulata mensile precipitazione estive (RCP 8.5-2021-2050)	47,83	mm
Cumulata mensile precipitazione mese giugno (RCP 8.5-2021-2050)	51,85	mm

Per quanto riguarda il numero di giorni consecutivi senza pioggia (CDD), i dati ISTAT relativi al periodo 2006-2015, riportano, per la città di Bari, una media annuale pari a 26 giorni.

Nel valutare le dimensioni della vasca di irrigazione e di laminazione, è stato considerato, a vantaggio di sicurezza, un numero di giorni asciutti consecutivi pari a 90 (tutto il periodo estivo). Pertanto, anche considerando un aumento di 10 giorni (Figura 20) e, dunque, un periodo di circa 36 giorni di asciutto consecutivi si riuscirebbe comunque a garantire la copertura del fabbisogno irriguo delle specie arboree, senza aver alcun problema di siccità.

Infine, relativamente all'indicatore PR95, che fornisce una stima di "magnitudo" degli eventi, è previsto un aumento circa pari al 10% delle precipitazioni con valore maggiore o uguale al 95% percentile calcolato rispetto alla distribuzione climatologica nel periodo di riferimento 1981-2010. I volumi a disposizione per lo stoccaggio tra vasca di irrigazione (1320 mc), vasca di laminazione (1250 mc) e vasca antincendio (250 mc) sono sufficienti a fronteggiare tale aumento. Inoltre, è stato previsto il collegamento della vasca di laminazione ad una condotta esistente di acque bianche: lo svuotamento della vasca di laminazione alla massima capienza ha una portata di svuotamento di 124 l/s verso il recettore fognario in 5 giorni successivi all'evento. E' stata effettuata una verifica preliminare della compatibilità dello scarico con la portata di acqua che la condotta e i corpi ricettori finali possano accogliere. Il progetto prevede, nelle successive fasi di progettazione, la verifica puntuale della condotta di scarico e del corpo recettore per evitare interferenze a valle, con le dovute interazioni con le Autorità competenti.

9. CONCLUSIONI

L'analisi sviluppata fa riferimento ai lavori di realizzazione del giardino pensile e dei fabbricati annessi alla stazione di Bari Centrale.

Nel documento è stata effettuata una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità, in ottemperanza a quanto indicato dai Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 6.14 (Infrastrutture per il trasporto ferroviario) dell'Allegato 1 al Regolamento EU C(2021) 2800 final del 4/06/2021 per l'Obiettivo Mitigazione, al fine di dimostrare l'applicabilità del criterio DNSH all'obiettivo Adattamento ai cambiamenti climatici.

Tale analisi è stata organizzata in una prima sezione nella quale è stata fatta una disamina relativa alle metodologie di analisi del cambiamento climatico e ai pericoli ad esso connessi con riferimento all'opera in progetto, in funzione di quelli illustrati nell'Appendice A del sovracitato Allegato 1, individuando la rilevanza per l'area e il progetto in esame.

Nella seconda sezione sono stati analizzati i dati 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 terza 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 sia dalla Progettazione sviluppata che dalle Procedure/istruzioni operative in uso presso il gestore della infrastruttura Ferroviaria, non ha rilevato profili di criticità.