



# ANALISI VRV E PIANO DI ADATTAMENTO

Comune di Firenze



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant



## Sommario

<b>ANALISI DEI RISCHI E DELLE VULNERABILITÀ .....</b>	<b>3</b>
1.1 IL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN TOSCANA.....	5
1.2 IL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLA CITTÀ METROPOLITANA E A FIRENZE.....	10
1.2.1 <i>Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura</i> .....	12
1.2.2 <i>Variazioni e tendenze degli estremi di precipitazione</i> .....	15
1.2.3 <i>Considerazioni finali</i> .....	17
1.3 ANALISI DELLA PROPENSIONE AL RISCHIO .....	18
1.3.1 <i>I possibili effetti del cambiamento climatico nella macroregione 1 secondo la proposta di PNACC</i> .....	20
1.3.2 <i>I documenti consultati per l'analisi dei rischi e delle vulnerabilità del territorio</i> .....	21
1.3.3 <i>Analisi dei rischi e delle vulnerabilità per il Comune di Firenze</i> .....	23
<b>IL PIANO DI ADATTAMENTO .....</b>	<b>34</b>
AD -01.....	36
AD-02 .....	38
AD-03 .....	40
AD-04 .....	41
AD-05 .....	42
AD-06 .....	44
AD-07 .....	45

## ANALISI DEI RISCHI E DELLE VULNERABILITÀ

Il Ministero dell’Ambiente ha approvato con Decreto del Direttore Generale della Direzione per il Clima e l’Energia n. 86 del 16 giugno 2015 la Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti climatici (SNAC), con l’obiettivo di elaborare una visione nazionale sui percorsi comuni da intraprendere per far fronte ai cambiamenti climatici e di individuare prime azioni e indirizzo. L’obiettivo finale è quello di:

- ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici;
- mantenere o migliorare la resilienza e la capacità di adattamento dei sistemi naturali, sociali ed economici;
- valutare le opportunità derivanti dalle nuove condizioni climatiche.

Per dare attuazione alla Strategia, nel 2016 il Ministero dell’Ambiente ha intrapreso, con analoghe modalità partecipative della SNAC, la stesura del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC) che però, tuttavia, non è stato ancora ultimato e adottato.

Il Piano, dal carattere non prescrittivo, vuole supportare, con l’indicazione delle azioni più adeguate ed efficaci, le pianificazioni territoriali e di settore ai fini dell’integrazione di criteri di adattamento ai cambiamenti climatici nelle procedure e negli strumenti già esistenti.

I contenuti del Piano sono:

- Definizione delle aree climatiche omogenee secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5, identificate attraverso modelli ad elevata risoluzione;
- Valutazione della vulnerabilità e degli impatti settoriali;
- Identificazione di pacchetti di azioni di adattamento e individuazione della preferibilità relativamente alle diverse aree identificate;
- Individuazione dei ruoli e delle responsabilità e degli strumenti di «governance» multilivello;
- Stima delle risorse umane e finanziarie necessarie;
- Linee guida e indicatori per il monitoraggio e la valutazione dell’efficacia degli interventi.

Per la caratterizzazione degli estremi di temperatura e precipitazioni si fa normalmente riferimento ad appositi indici tra cui quelli definiti dall’Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) del CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection; gli indici ETCCDI sono largamente utilizzati per analizzare gli estremi climatici sia nelle serie storiche di osservazioni che nelle proiezioni dei modelli climatici. A livello italiano, l’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), ha pubblicato nel 2013 il Rapporto “Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura e precipitazione in Italia” che riporta i risultati emersi a livello nazionale. Per l’analisi degli estremi climatici sul territorio italiano, ISPRA ha selezionato 13 indici di temperatura e 6 indici di precipitazione tra quelli raccomandati dall’ETCCDI (riportati nella tabella seguente), ritenuti pertinenti e significativi del clima italiano e che descrivono eventi estremi moderati, con un tempo di ritorno generalmente inferiore a un anno. Alcuni degli indici selezionati, verranno utilizzati per l’analisi delle variazioni e delle tendenze nella città di Firenze, sulla base della disponibilità dei dati.

Nome dell'indice	Descrizione
<b>Giorni con gelo (FD0)</b>	Nr. giorni all'anno con temperatura minima > 0 Gradi C
<b>Giorni estivi (SU25)</b>	Nr. giorni dell'anno in cui la temperatura massima giornaliera > 25 Gradi C.
<b>Notti tropicali (TR20)</b>	Nr. di giorni all'anno con temperatura minima > 20 gradi C
<b>Massimo delle temperature massime (TXx)</b>	Valore massimo mensile delle temperature massime giornaliere
<b>Massimo delle temperature minime (TNx)</b>	Valore massimo mensile delle temperature minime giornaliere
<b>Minimo delle temperature massime (TXn)</b>	Valore minimo mensile delle temperature massime giornaliere
<b>Minimo delle temperature minime (TNn)</b>	Valore minimo mensile delle temperature minime giornaliere
<b>Notti fredde (TN10p)</b>	Percentuale di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al 10° percentile
<b>Giorni freddi (TX10p)</b>	Percentuale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è inferiore al 10° percentile
<b>Notti calde (TN90p)</b>	Percentuale di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è superiore al 90° percentile
<b>Giorni caldi (TX90p)</b>	Percentuale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile.
<b>Indice di durata dei periodi di caldo (WSDI)</b>	Numero di giorni nell'anno in cui la temperatura massima è superiore al 90° percentile per almeno 6 giorni consecutivi
<b>Indice di durata dei periodi di freddo (CSDI)</b>	Numero di giorni nell'anno in cui la temperatura minima è inferiore al 10° percentile per almeno 6 giorni consecutivi

Indici estremi di precipitazione elaborati per l'Italia	
Nome Indice	Descrizione
<b>Massima precipitazione in 1-giorno (RX1day)</b>	Valore massimo mensile di precipitazione in 1 giorno
<b>Massima precipitazione in 5-giorni (Rx5day)</b>	Valore massimo mensile di precipitazione in 5 giorni consecutivi
<b>Indice di intensità di pioggia (SDII)</b>	Totale annuale di precipitazione diviso per il numero di giorni piovosi nell'anno (definiti come giorni con precipitazione $\geq 1$ mm)
<b>Numero di giorni con precipitazione intensa (R10)</b>	Numero di gg in cui le precipitazioni superano i 10mm
<b>Numero di giorni con precipitazione molto intensa (R20)</b>	Numero di gg in cui le precipitazioni superano i 20mm
<b>Precipitazione nei giorni molto piovosi (R95p)</b>	Somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95° percentile

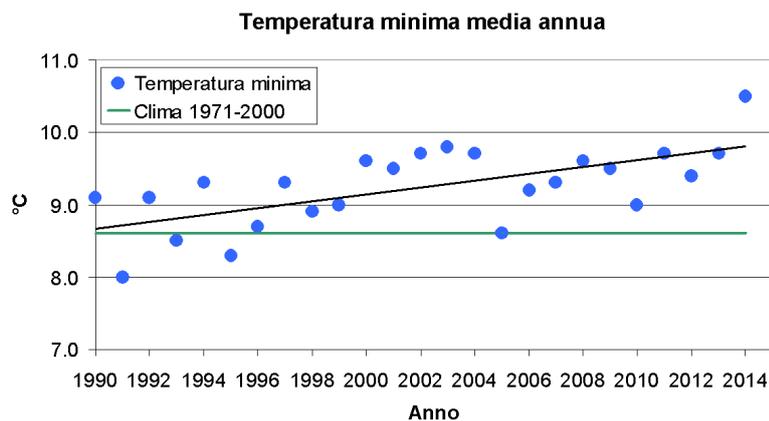
## 1.1 IL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN TOSCANA

Così come registrato a livello globale e nazionale, anche la Toscana è stata interessata dal cambiamento climatico e questo ha avuto importanti ripercussioni su alcuni aspetti socio-economici (sanitari, legati all'agricoltura, alle foreste, al turismo e alla distribuzione delle risorse).

Qui di seguito alcune delle principali tendenze climatiche emerse da alcune ricerche riguardanti la Toscana dalla metà degli anni cinquanta al 2015 (fonte Consorzio Lamma):

- le temperature aumentano soprattutto in primavera ed in estate (anche in autunno sembrano essere in aumento, soprattutto dal 2000 in poi, ma questa tendenza è da confermare in futuro);
- il numero delle ondate di calore e dei giorni di calore in estate aumenta;
- il numero delle ondate di freddo e dei giorni di freddo in inverno è stabile;
- le precipitazioni cumulate mostrano una lieve diminuzione (non significativa) a livello annuale, in primavera ed in inverno ;
- negli ultimi 25 anni le precipitazioni non mostrano tendenze particolari, ma si alternano sempre più spesso anni o periodi con forte carenza idrica ad anni o periodi con forte disponibilità idrica;
- il numero di eventi con pioggia giornaliera molto intensa è stabile (in aumento negli ultimi); aumenta però la proporzione di pioggia annua dovuta a questi eventi;
- aumenta l'irregolarità nella distribuzione temporale delle piogge sia nella stagione secca che in quella piovosa; questo favorisce un aumento degli eventi alluvionali che hanno raggiunto il picco all'inizio degli anni novanta.

Dalle immagini seguenti emerge, nel periodo preso in esame (1990-2014), una tendenza verso l'aumento della temperature giornaliere. Si noti anche come negli ultimi 25 anni la maggior parte delle osservazioni si trovi sopra la linea verde, ovvero al di sopra della media climatica. L'anno 2014 a pari merito con il 2003 è l'anno più caldo della serie.



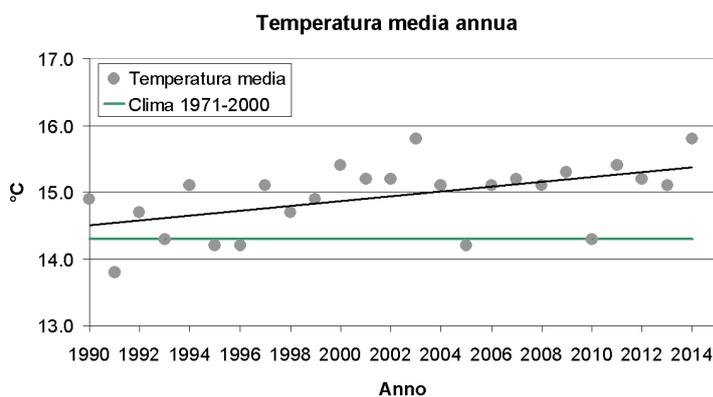
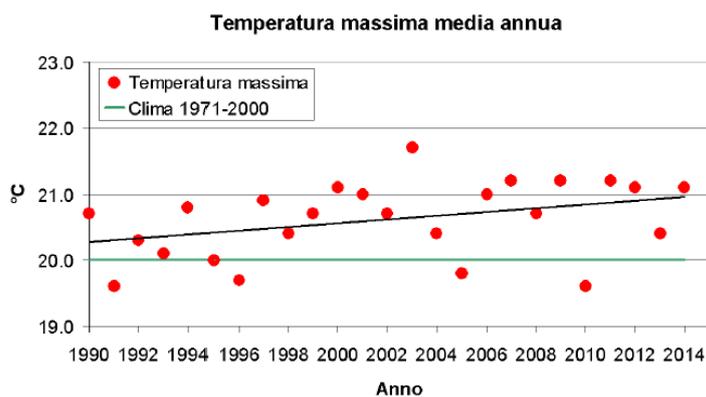


Immagine 1 temperatura minima, massima e media giornaliera media annua. È indicata la linea di tendenza nel tempo (linea nera) e la temperatura “normale” di riferimento (linea verde) relativa al periodo 1971-2000 (fonte Consorzio Lamma)

Il grafico seguente mostra il numero di giorni estivi (media tra le stazioni di Firenze, Arezzo, Grosseto e Pisa; periodo 1990-2015) con temperature massime estreme, ovvero temperature che nel periodo 1971-2000 si sono verificate solo nel 5% dei giorni estivi (per Arezzo temperature massime superiori a 35.2 °C, per Firenze 36.2 °C, per Grosseto 34.4 °C e per Pisa 33.6 °C). Emerge la tendenza verso l’aumento di questi giorni con temperature massime estreme; si noti anche come negli ultimi 26 anni la maggior parte delle osservazioni si trovi sopra la linea verde, e cioè sopra la media climatica.

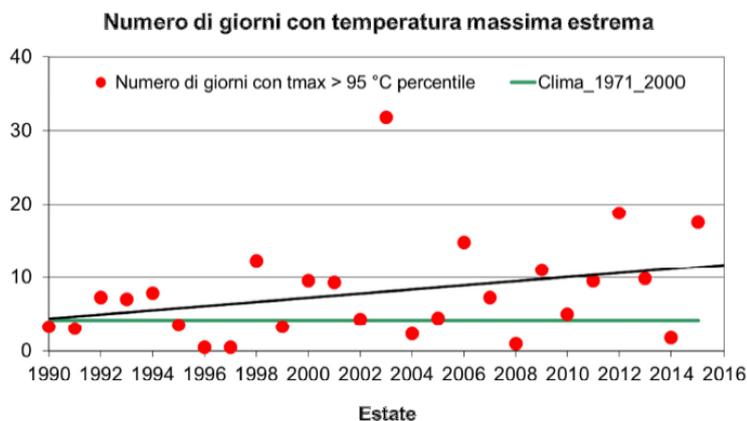


Immagine 2 andamento nel tempo del numero dei giorni con temperature massime estreme. È indicata la linea di tendenza nel tempo (linea nera) e il numero di giorni “normale” di riferimento (linea verde) relativo al periodo 1971-2000 (fonte Consorzio Lamma)

Si è invece registrata una tendenza verso una lieve diminuzione nell'indicatore relativo al numero di giorni numero dei giorni annui (media tra le stazioni di Firenze, Arezzo, Grosseto e Pisa; periodo 1990-2014) con temperatura minima inferiore a 0 °C.

Anche il numero di ondate di calore<sup>1</sup> è andato aumentando 2015 (media tra le stazioni di Arezzo, Firenze, Grosseto e Pisa) e confrontando il periodo 1990-2015 con il periodo 1971-2000 emerge come negli ultimi anni il verificarsi di ondate di calore sia più che raddoppiato.

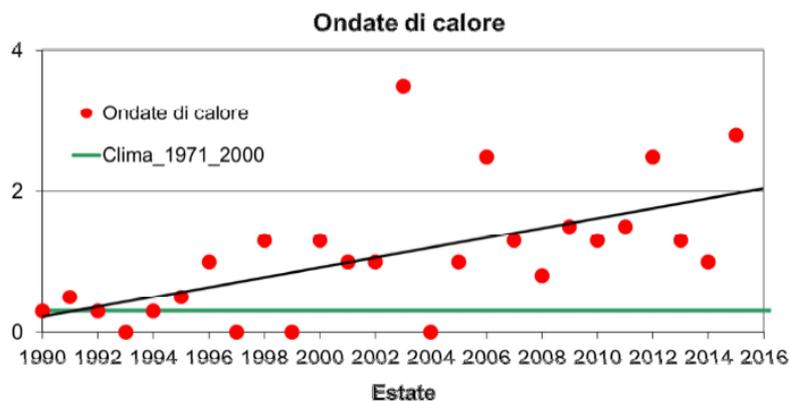


Immagine 3 andamento nel tempo del numero di ondate di calore in estate. È indicata la linea di tendenza nel tempo (linea nera) e il numero di ondate di calore “normale” di riferimento (linea verde) relativo al periodo 1971-2000 (Fonte Consorzio Lamma)

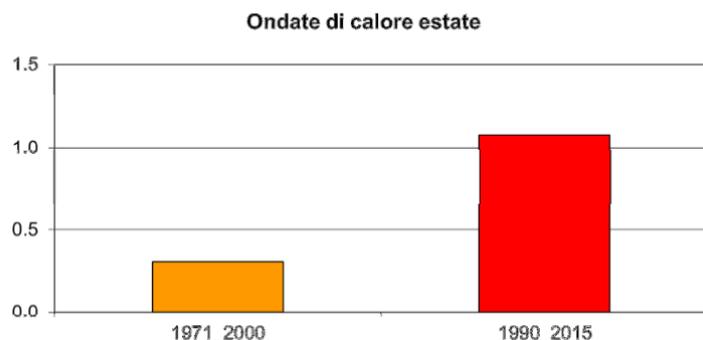


Immagine 4 numero medio di ondate di calore in estate nei due periodi 1990-2015 e 1971-2000 (fonte Consorzio Lamma)

Inoltre si è osservato come negli ultimi anni il numero di “giorni di calore” in estate sia praticamente raddoppiato. Ciò vuol dire che, se “prima” in Toscana mediamente 15 giorni dei circa 90 giorni estivi facevano registrare temperature molto elevate, nelle “estati di oggi” 30 giorni fanno registrare temperature molto elevate.

<sup>1</sup> Per l'identificazione delle ondate di calore e di freddo è stata scelta la definizione secondo la quale una ondata di calore è un evento, di durata pari ad almeno 7 “giorni di calore” consecutivi, intendendo per “giorno di calore” un giorno con temperatura media giornaliera superiore di almeno una deviazione standard (calcolata sul periodo 1971-2000), alla temperatura media giornaliera climatologica (calcolata sempre sul periodo 1971-2000) di quel giorno stesso.

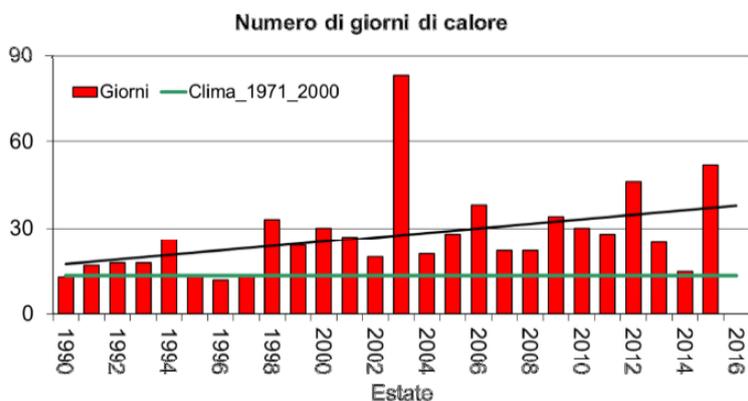


Immagine 5 numero di “giorni di calore” in estate (Fonte Consorzio Lamma)

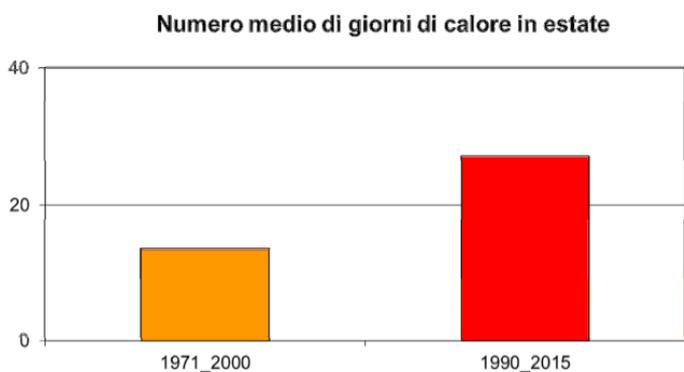


Immagine 6 fonte Consorzio Lamma

Al contrario di quanto osservato per le temperature alte, la tendenza delle ondate di freddo e dei giorni di freddo è pressochè stazionario dagli anni 70 ad oggi.

Passando ad analizzare le precipitazioni, i risultati relativi al periodo 1990-2014 non mostrano particolari tendenze per quanto riguarda il dato di precipitazione. Si nota comunque come negli ultimi anni sia aumentata la variabilità con alternanza di forti surplus e forti deficit. Ciò significa che recentemente si alternano, più di prima, anni con forte carenza idrica ad anni con forte disponibilità idrica.

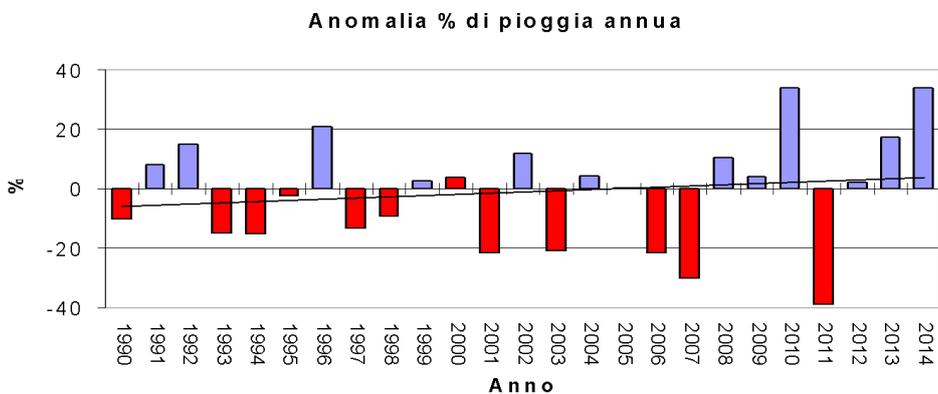


Immagine 7 anomalia (%) di pioggia annuale. Gli istogrammi blu rappresentano surplus pluviometrici, mentre gli istogrammi bianchi rappresentano anni con deficit pluviometrico (fonte Consorzio Lamma)

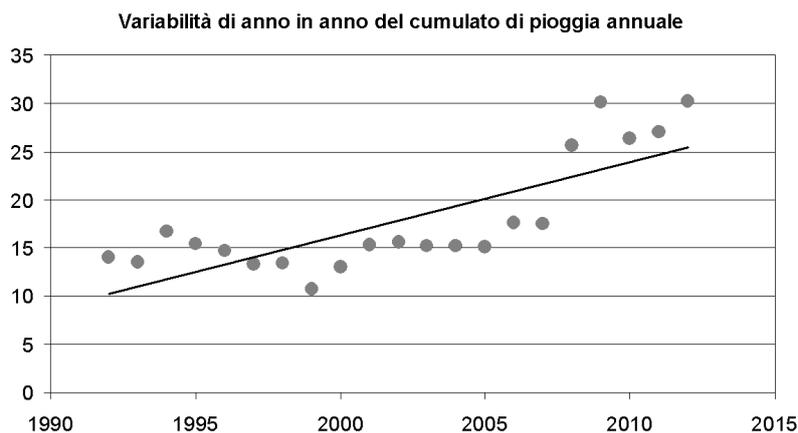


Immagine 8 deviazione standard su base quinquennale delle anomalie di pioggia annuale. È indicata la linea di tendenza nel tempo (linea nera). Fonte Consorzio Lamma

L'analisi del numero di giorni in cui si verificano cumulati giornalieri estremi non mostra variazioni significative nel periodo considerato (1990-2014). Ciò significa che l'occorrenza di questi eventi sembra non essere cambiata nel tempo; tuttavia il rischio di precipitazioni estreme continua ad essere rilevante data la particolare posizione geografica della Toscana ed il regime climatico che ne consegue. Nel periodo 2008-2014, tuttavia, 5 anni su 7 (per quanto riguarda i casi di pioggia intensa) e 6 anni su 7 (per quanto riguarda i casi di pioggia molto intensa) hanno fatto registrare un numero di casi superiore alla media 1971-2000 (vedi immagini successive).

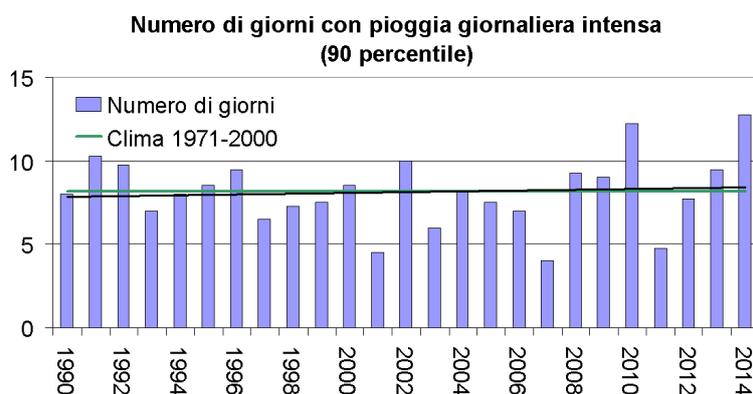


Immagine 9 numero di giorni con pioggia giornaliera superiore al 90° percentile. È indicata la linea di tendenza nel tempo (linea nera) e il numero di giorni "normale" di riferimento (linea verde) relativa al periodo 1971-2000. Fonte Consorzio Lamma

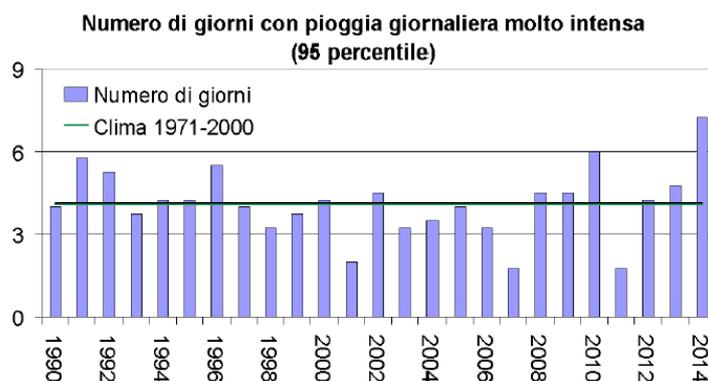


Immagine 10 numero di giorni con pioggia giornaliera superiore al 95° percentile. È indicata la linea di tendenza nel tempo (linea nera) e il numero di giorni "normale" di riferimento (linea verde) relativa al periodo 1971-2000. Fonte Consorzio Lamma

## 1.2 IL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLA CITTÀ METROPOLITANA E A FIRENZE

Il PNACC ha proposto la suddivisione del territorio italiano in sei “macroregioni climatiche omogenee” per cui i dati osservati utilizzati riportano condizioni climatiche simili negli ultimi trent’anni (1981-2010). L’individuazione delle “macroregioni climatiche omogenee” si basa su un set di 10 indicatori climatici individuato nell’ESPON CLIMATE project (Schmidt-Thomé and Greiving, 2013) che rappresentano i principali impatti meteo-indotti, a scala europea, su ambiente naturale, costruito, patrimonio culturale, sfera sociale ed economica. Gli indicatori sono riportati nella seguente tabella.

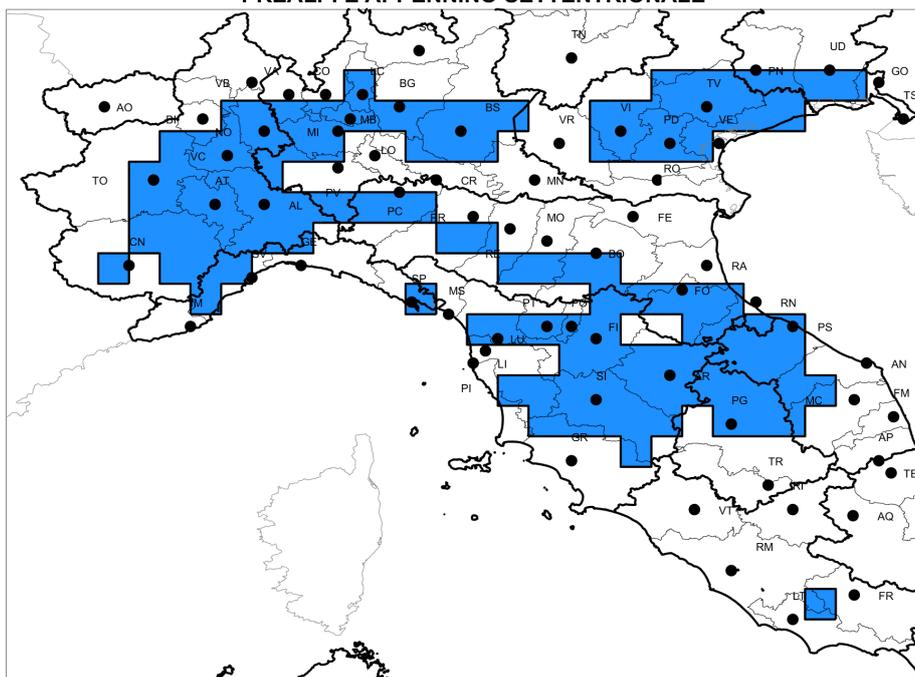
Come possiamo vedere, questi indicatori coincidono con alcuni di [quelli proposti dall’ETCCDI](#) e adottati, a livello nazionale, dall’ISPRA.

Tabella 1 Indicatori adottati nella proposta di PNACC

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

In base all’analisi del PNACC, Firenze rientra nella macroregione 1 “Prealpi e Appennino Settentrionale: l’area è caratterizzata da valori intermedi per quanto riguarda i valori cumulati delle precipitazioni invernali ed estive e da valori elevati, rispetto alle altre aree, per i fenomeni di precipitazione estremi (R20 e R95p). Dopo la macroregione 2 (Pianura Padana) risulta essere la zona del Nord Italia con il numero maggiore di summer days ovvero con il numero di giorni in cui la temperatura massima ha un valore superiore al valore di soglia considerato (95esimo percentile).

**MACROREGIONE 1  
PREALPI E APPENNINO SETTENTRIONALE**



							
Temperatura media annua Tmean (°C)	<b>Precipitazioni intense R20</b> (n. giorni/anno con precipitazioni >20mm)	Giorni con gelo FD (n. giorni/anno con Tmean <0°C)	Giorni estivi SU95p (n. giorni/anno con Tmax > 29.2 °C)	<b>Cumulata delle precipitazioni invernali</b> WP (mm)	<b>Cumulata delle precipitazioni estive</b> SP (mm)	<b>95° percentile della precipitazione</b> R95p (mm)	Numero massimo di giorni asciutti consecutivi CDD (giorni/anno)
13 (±0.6)	10 (±2)	51 (±13)	34 (±12)	187(±61)	168 (±47)	28	33 (±6)

**Tabella 2 Valori medi e deviazione standard degli indicatori per la macroregione 1. (fonte proposta PNACC)**

Il Ministero delle Politiche Agricole fornisce statistiche a livello provinciali inerenti le temperature (minima e massima) e le precipitazione dal 2009 al 2017. Si riportano nel seguito i dati per la Città Metropolitana di Firenze:

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Temp. minima</b>	8,6	7,5	8,1	8,1	8,4	9,4	8,8	8,6	8
<b>Media climatica</b>	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
<b>Scarto dal clima</b>	-1,1	-2,2	-1,6	-1,6	-1,3	-0,3	-0,9	-1,1	-1,7
<b>Temp. massima</b>	18,8	17,1	19,1	18,9	18,2	18,9	19,4	19,2	19,5
<b>Media climatica</b>	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
<b>Scarto dal clima</b>	1,4	-0,3	1,7	1,5	0,8	1,5	2	1,8	2,1
<b>Precipitazione</b>	786,3	1039,6	560,4	787,7	1018,8	1085,1	746,9	919,1	738,8
<b>Media climatica</b>	832,7	832,7	832,7	832,7	832,7	832,7	832,7	832,7	832,7
<b>Scarto dal clima</b>	-5,6	24,8	-32,7	-5,4	22,4	30,3	-10,3	10,4	-11,3
<b>Evapotraspirazione</b>	929,6	834,2	976,3	1021	929,4	797,4	939,3	805,9	892,6
<b>Media climatica</b>	857,4	857,4	857,4	857,4	857,4	857,4	857,4	857,4	857,4
<b>Scarto dal clima</b>	8,4	-2,7	13,9	19,1	8,4	-7	9,6	-6	4,1

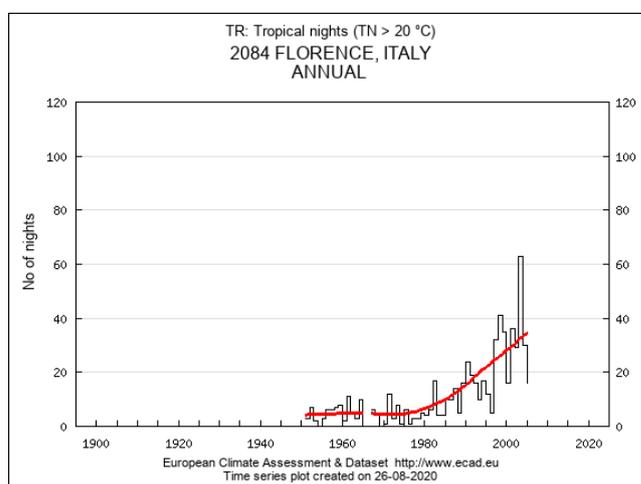
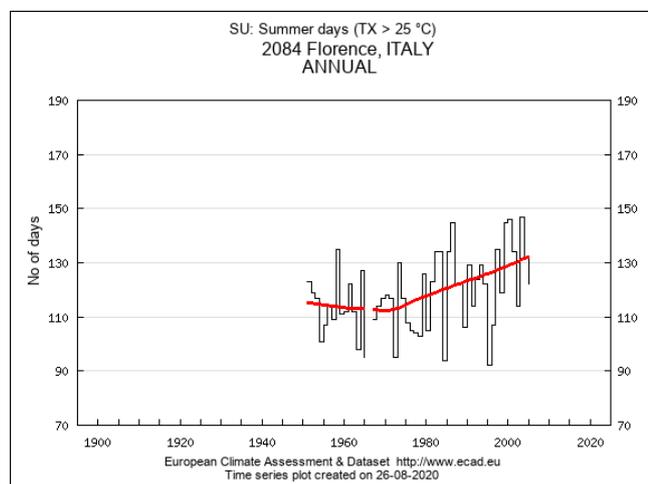
Pur essendo poco significativo l'intervallo di tempo così ridotto, possiamo osservare in generale un aumento della temperatura massimo rispetto alla media climatica e una diminuzione delle temperature minime. Non si registra invece un trend costante per le precipitazioni e l'evapotraspirazione.

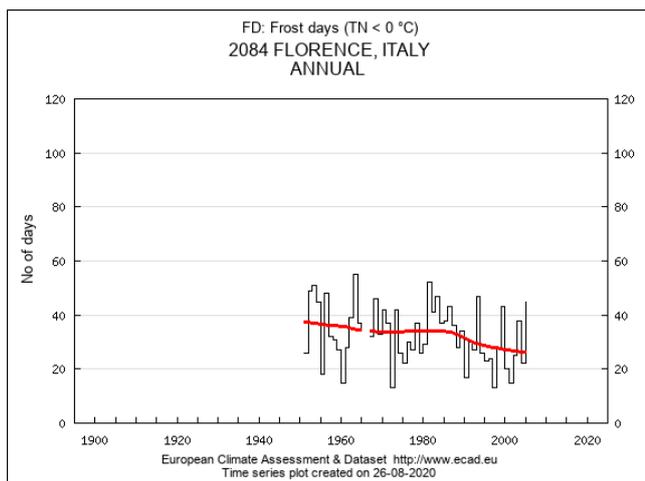
### 1.2.1 Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura

Con riferimento al Comune di Firenze sono state raccolte le serie storiche di dati relative alle temperature e alle precipitazioni nel Comune. I valori sono stati estratti dalla banca dati degli indici di estremi del sito internet del progetto European Climate Assessment&Dataset. I dati sono disponibili fino al 2005. Tuttavia, esaminando dati più recenti, nel periodo 2006 – 2019 viene confermato il trend già in atto dal 1990.

Sulla base dei dati giornalieri di temperatura massima e minima disponibili, i risultati dell'analisi indicano in generale una marcata tendenza al riscaldamento. Per il periodo estivo si assiste ad un aumento dei **giorni in cui le temperature massime superano i 25° C (SU25)**. Ancora più marcato è l'aumento delle **notte tropicali (TR20)**, ovvero le notti in cui le temperature minime superano i 20° C, che passa da un numero medio di 5,7 giorni nel periodo 1951 – 1989 a un numero medio di 25 giorni nel periodo 1990 – 2005. La tendenza al riscaldamento è confermata anche dal numero di **giorni di gelo (FD)**, per i quali si registra una chiara diminuzione costante a partire dagli anni 90 del secolo scorso.

Intervallo di tempo	1951 - 1989	1990 - 2005
<b>SU25 (giorni)</b>	115	126
<b>TR20 (giorni)</b>	5,7	25
<b>FD (giorni)</b>	35	27,7

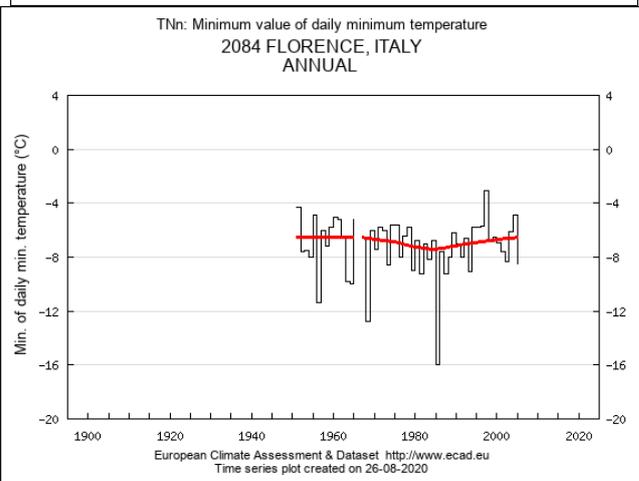
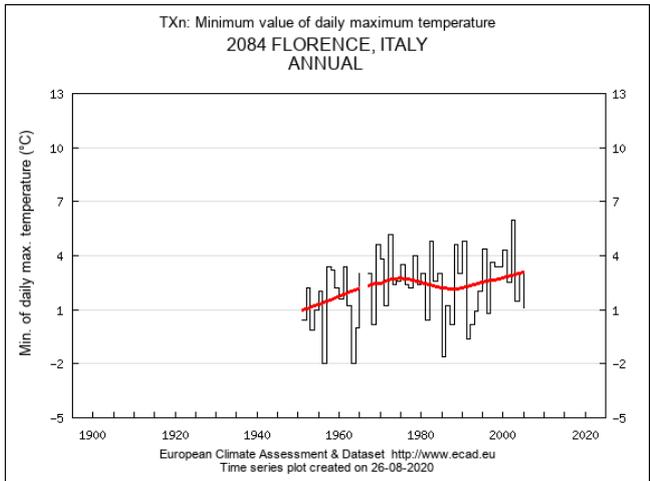
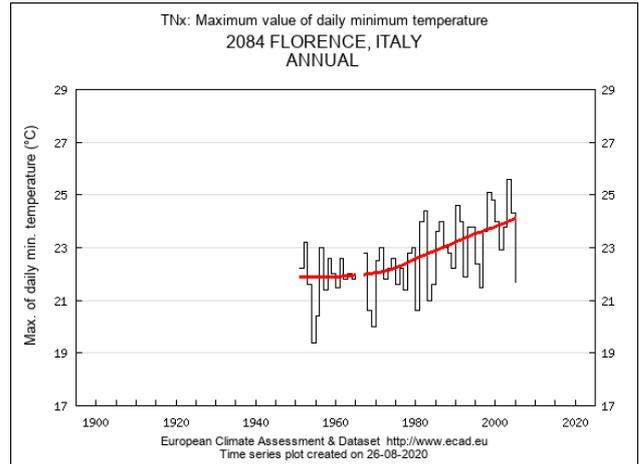
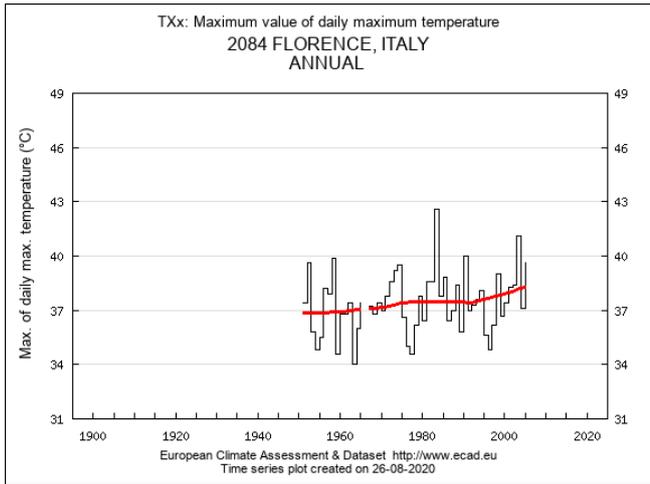




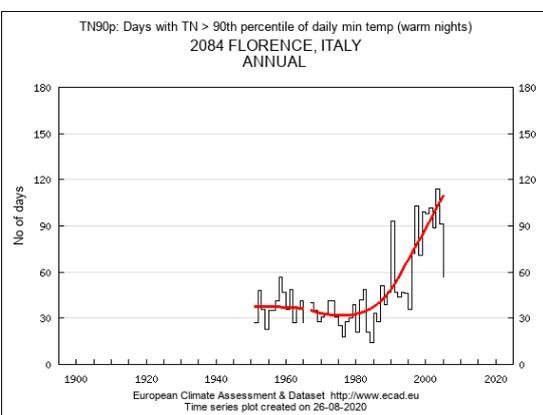
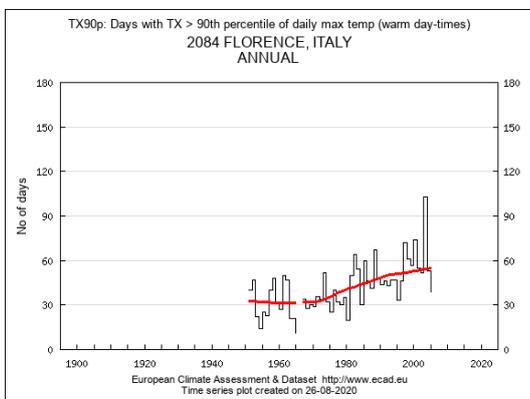
L'analisi degli indici assoluti conferma questa valutazione. Si registra infatti un trend in costante aumento dei **valori massimi annuali della temperatura massima (TXx)**, così come per l'indice che considera i **valori massimi annuali delle temperature minime (TNx)**, la cui tendenza in aumento è ancora più marcata.

Le tendenze a un nuovo aumento la possiamo riscontrare anche nei **valori minimi annuali della temperatura massima (TXn)** che registra una tendenza all'aumento. Il trend dei valori minimi della temperatura minima (TNn), invece non risulta particolarmente significativo. Ciò suggerisce che le variazioni di temperatura riguardino in misura leggermente superiore il periodo estivo.

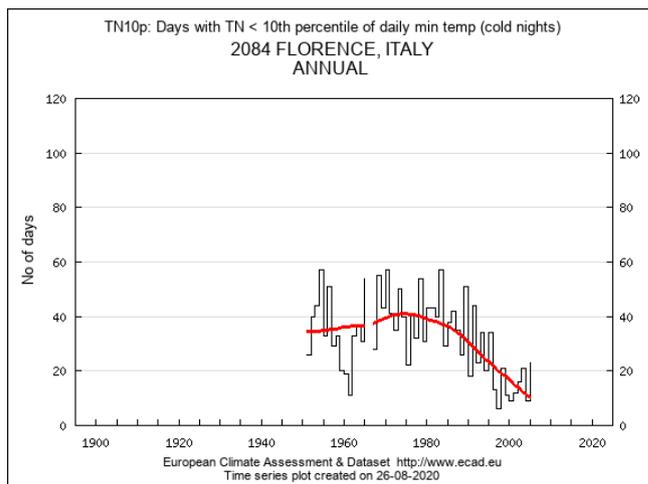
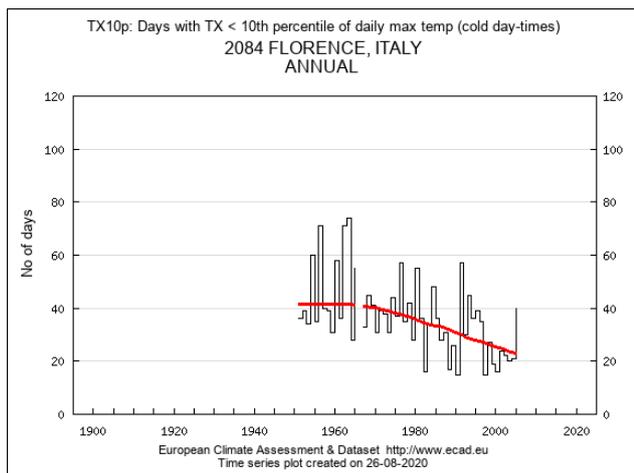
Intervallo di tempo	1951 - 1989	1990 - 2005
<b>TXx (in °C)</b>	37,3	37,8
<b>TNx (in °C)</b>	22,1	23,6
<b>TXn (in °C)</b>	2,1	2,6
<b>TNn (in °C)</b>	-7,4	-7,3
<b>TX90p (giorni)</b>	36,4	46,2
<b>TN90p (giorni)</b>	35	51
<b>TX10p (giorni)</b>	40,4	33,1
<b>TN10p (giorni)</b>	35	51



Questa tendenza è confermata anche dagli indici di temperatura basati sui percentili. L'analisi dei trend indica variazioni statisticamente significative con un aumento consistente in particolare del **numero di giorni caldi (TX90p: numero di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile)** e soprattutto delle **notte calde (TN90p: Numero di giorni nell'anno in cui la temperatura minima giornaliera è superiore al 90° percentile)** che ha registrato un'impennata dei valori a partire dalla metà degli anni '80 del secolo scorso.

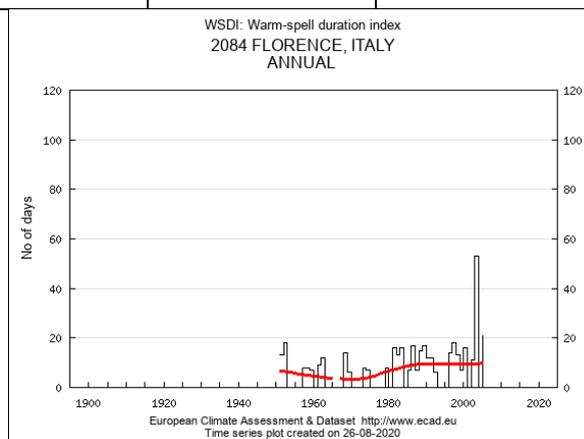
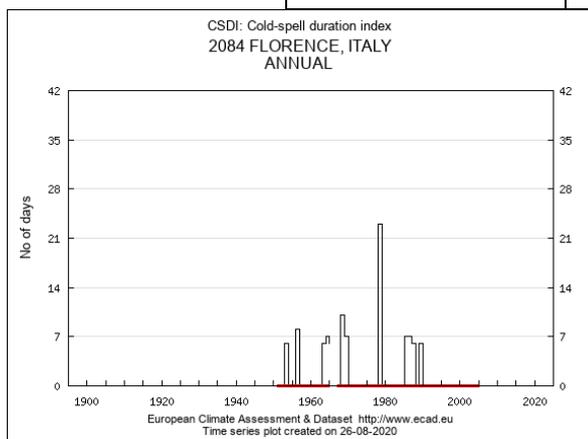


Di contro si registra una forte riduzione degli indici rappresentativi degli estremi "freddi". L'indice **TX10p (Numero di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è inferiore al 10° percentile)** mostra un trend in forte e costante discesa già a partire dagli anni '70. L'indice **TN10p (notte fredde)** mostra anch'esso una forte tendenza alla diminuzione a partire dagli anni '80.



L'andamento delle temperature non si sostanzia in questa fase in una variazione significativa dei **periodi continuati di freddo (CSDI)**. Le ondate di calore (**WSDI**) registrano un trend costante dal 1990 al 2005.

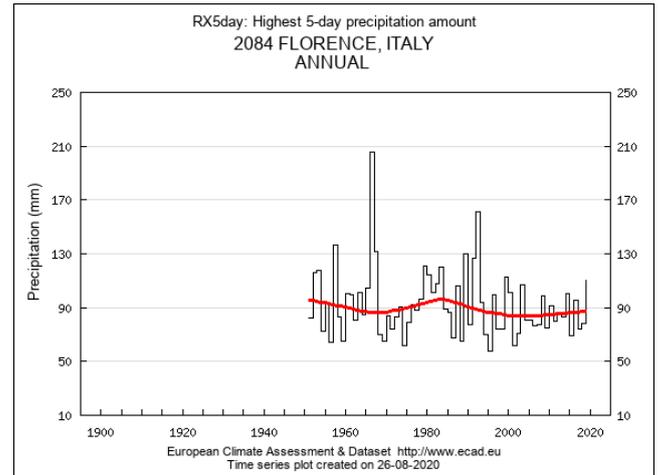
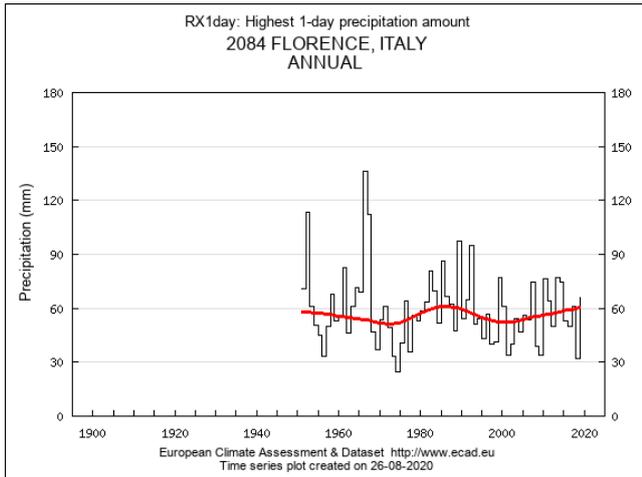
Intervallo di tempo	1951 - 1989	1990 - 2005
<b>CSDI (giorni)</b>	2,6	1,7
<b>WSDI (giorni)</b>	6	8,8



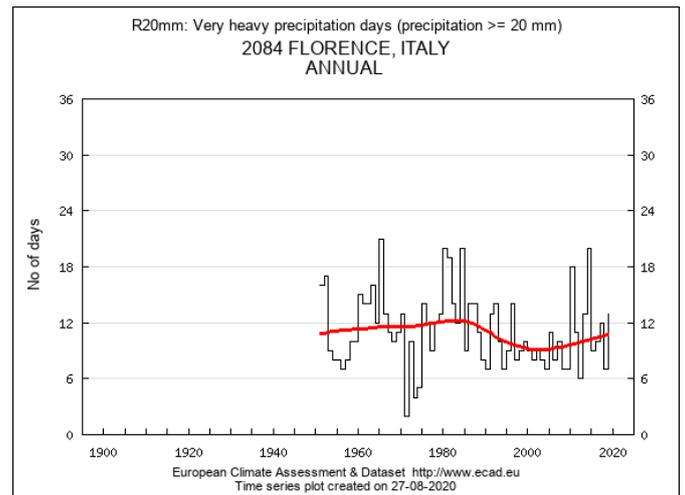
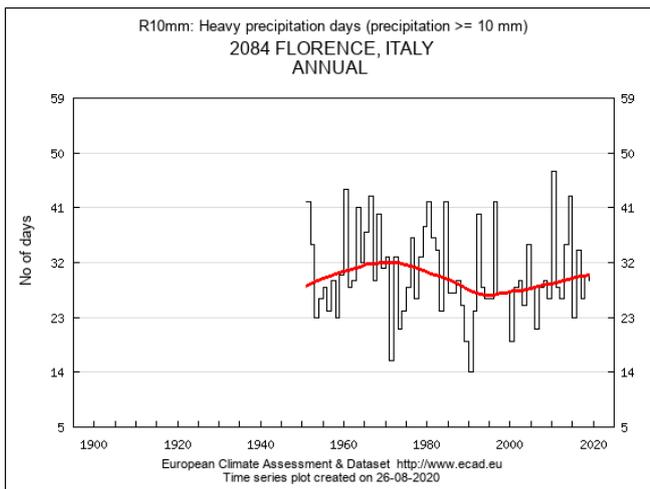
### 1.2.2 Variazioni e tendenze degli estremi di precipitazione

I risultati indicano una tendenza all'aumento delle precipitazioni cumulate e all'intensificarsi di fenomeni temporaleschi estremi. Come possiamo vedere nel seguito, le precipitazioni massime sia giornaliere (**RX1day** Valore massimo mensile di precipitazione in 1 giorno) che riferite ad un periodo di 5 giorni consecutivi (**RX5day**) hanno registrato una diminuzione a partire dagli anni 90. Solo negli ultimi 5 anni si è registrata una trend in leggero aumento dopo un periodo di stabilità.

Intervallo di tempo	1951 - 1989	1990 - 2019
<b>RX1day (mm)</b>	62	56
<b>RX5day (mm)</b>	96	88
<b>R10mm (giorni)</b>	31	29
<b>R20mm (giorni)</b>	12	10



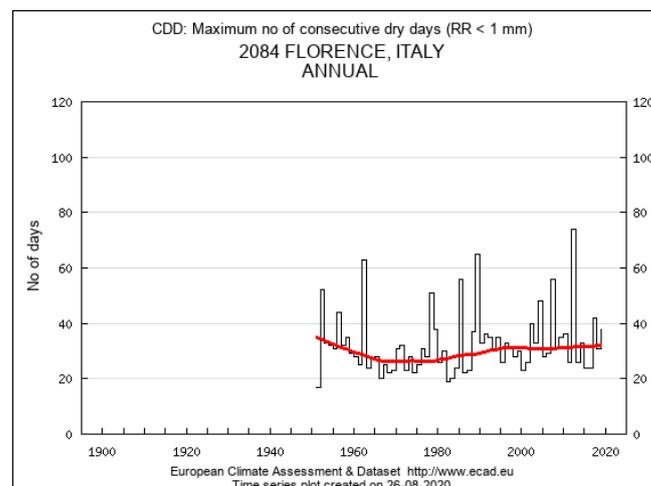
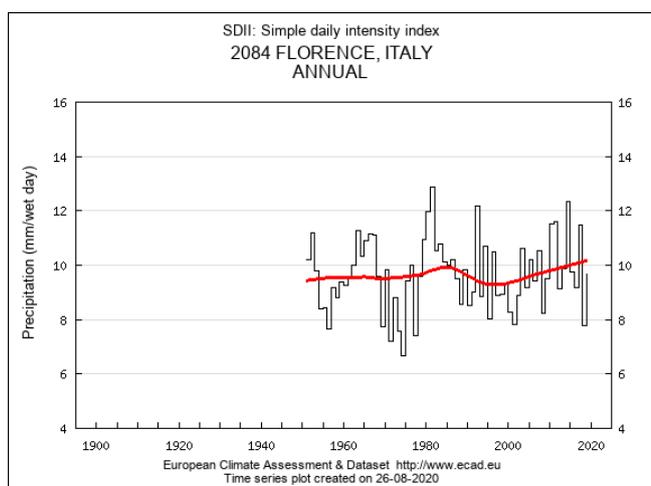
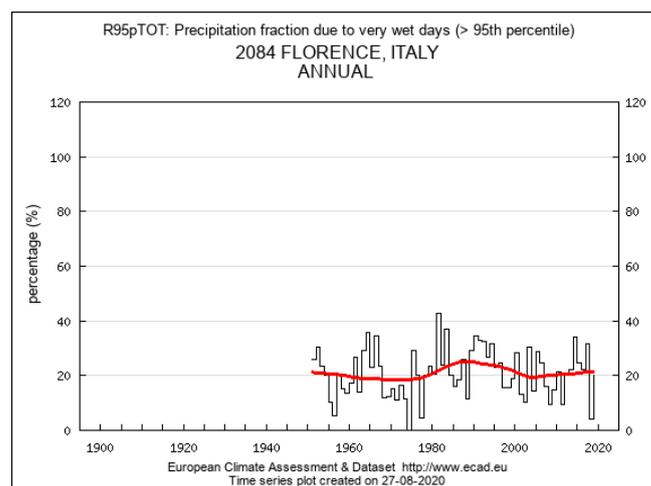
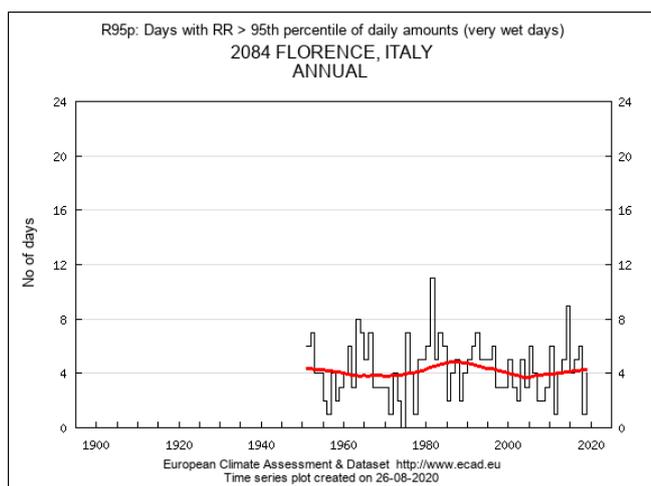
La tendenza è confermata dal trend in aumento registrato a partire dal 2000 del numero di giorni con precipitazione intensa (R10), ovvero i giorni piovosi in cui le precipitazioni superano i 10mm. Anche l'indice **dei giorni con precipitazione molto intensa (R20)**, ovvero i giorni piovosi in cui il livello delle piogge supera i 20mm ha registrato un trend in crescita negli ultimi anni, pur attestandosi a valori inferiori registrati sino agli anni 90.



Più lineare è invece il trend registrato dall'indice che misura il **livello di precipitazione nei giorni molto piovosi (R95p: il numero di giorni nell'anno in cui la precipitazione giornaliera è superiore al 95° percentile della distribuzione climatologica normale) e il trend l'indice relativo al livello di precipitazioni cumulate annue (R95pTOT: % di precipitazioni dovute a giorni molto piovosi)**, anche se per entrambi gli indici si osserva un chiaro trend in crescita a partire dal 2010. Anche per l'indice **di intensità della pioggia (SDII)**, si registra una chiara tendenza all'aumento a partire dal 2010.

Infine l'indice **l'indice CDD, il numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera <1 mm**, mostra un trend costante dagli anni '90 ad oggi, superiore rispetto al trend registrato nei decenni precedenti.

Intervallo di tempo	1951 - 1989	1990 - 2019
<b>R95p (giorni)</b>	4,3	4,3
<b>R95ptot (%)</b>	20,2	21,9
<b>SDII (mm/giorno)</b>	9,6	9,7
<b>CDD (giorni)</b>	31	34



### 1.2.3 Considerazioni finali

Il progressivo aumento delle temperature, in particolare delle temperature minime e massime, associato a un aumento dei fenomeni temporaleschi intensi conferma una tendenza al cambiamento del clima.

In linea con il resto della Regione Toscana si registra infatti un aumento dei giorni e delle notti con temperature minime e massime sopra la media, in particolare nel periodo estivo, e un generale aumento delle temperature medie annuali. A causa dell'aumento delle temperature aumenta anche il rischio della creazione di isole di calore.

Anche nel Comune di Firenze si evidenzia un numero crescente delle ondate di calore, anche se in misura contenuta; il numero delle ondate di freddo in inverno è invece stabile. Le precipitazioni non mostrano tendenze particolari, ma si alternano sempre più spesso anni o periodi con forte carenza idrica ad anni o

periodi con forte disponibilità idrica. Il numero di eventi con pioggia giornaliera molto intensa è stabile (in aumento negli ultimi); aumenta però la proporzione di pioggia annua dovuta a questi eventi.

È importante sottolineare l'aumento dei fenomeni intensi connesso all'aumento delle temperature può portare ad una riduzione complessiva della quantità di acqua a disposizione, a causa di una minore capacità di assorbimento del terreno ed una maggiore evotraspirazione rispetto al passato.

Oltre a ciò l'aumento delle temperature e di fenomeni temporaleschi estremi porta con sé un aumento dei potenziali rischi legati al dissesto idrogeologico, di cui è importante tenere conto in ottica di prevenzione futura.

### 1.3 ANALISI DELLA PROPENSIONE AL RISCHIO

Nel seguito si riportano alcuni eventi climatici estremi che hanno interessato la città e la provincia di Firenze dal 1990 ad oggi:

Anno	Giorno/ periodo	Fiume	Zona	Danni/effetti	Evento meteo
1990	Primavera-estate		Tutta la Toscana	Estesi e frequenti incendi con 10831 ettari di territorio interessato	estate calda e asciutta
1990	25-nov	Pescia	Pescia/Valdinievole	3500 ettari di terreno allagato, oltre mille aziende, danneggiate, 200 abitazioni evacuate, danni alle strade	130-140 mm di precipitazione giornaliera, con punte di 80/90 mm in 4 ore
1992	30-31 Ottobre	Ombrone Pistoiese, alcuni torrenti del Pratese, Mugnone e Terzolle a Firenze	Poggio a Caiano, alcune periferie di Prato, alcuni quartieri di Firenze	Poggio a Caiano è invasa dalle acque uscite dall'argine destro dell'Ombrone. Il torrente Vella straripa, allagando i piani terra, scantinati e garage a Galceti e Villafiorita. Alcuni quartieri nord di Firenze allagati da Terzolle e Mugnone	Precipitazioni diffuse, persistenti e a tratti intense su tutta la Toscana con punte sulle zone centro-settentrionali e a ridosso dei rilievi. Valori giornalieri diffusamente oltre i 60-100 mm sia il giorno 30 che il 31 con punte fino a oltre 150 mm giornalieri il 31
1993	Anno			Estesi e frequenti incendi boschivi 6.479,52 ettari di territorio interessati.	Forte deficit idrico in tutta la regione
2003	Aprile (I decade)		Tutta la Toscana	Danni ingenti alle colture	Ondata di freddo con diffuse gelate tardive
2003	Estate		Tutta la Toscana	Numerosi decessi e ricoveri, anomali livelli di consumo di energia elettrica. Frequenti ed estesi incendi con 6773 ettari di territorio interessato	Eccezionale ondata di caldo.
2006 - 2007	Inverno e estate		Tutta la Toscana	Forte proliferazione della mosca dell'olivo e notevole calo della produzione d'olio. Altri danni alle colture.	Inverno eccezionalmente caldo, agosto molto piovoso
2010	17-dic		Toscana centro-settentrionale	Blocchi alla circolazione regionale, anche ferroviaria. Disagi notevoli anche a livello nazionale per l'interruzione della circolazione ferroviaria nell'asse Firenze-Bologna	Forte nevicata (fino a 22-25 cm a Firenze città)

2011/marzo 2012			Tutta la Toscana	Invaso del Bilancino al minimo storico (37 milioni di metri cubi); principali fiumi in secca. Danni all'agricoltura. Incendi frequenti ed estesi in estate.	Forte siccità
2012	dall'1 al 15 febb		Tutta la Toscana	Locali danni alle tubature a causa del gelo, in particolare nella zona di Firenze, Prato e Pistoia; danni all'olivicoltura in Val d'Orcia.	Persistente ondata di freddo con vento forte per più giorni sulle pianure centro-settentrionali
2013	19-20 gennaio	Serchio, Arno, Ombrone Pistoiese, Bisenzio, Albegna	Province di Pistoia, Prato, Firenze, Lucca, Massa- Carrara, Grosseto	Piene importanti dei fiumi. Tracimazione torrenti. Forti allagamenti e frane	200 mm su Apuane, 100-150 su Appennino settentrionale e Casentino, 100 mm Amiata
2013	11 e 13 Marzo	Era, Elsa, Arno	Provincia di Lucca, Firenze e Pisa	Piene importanti dei fiumi. Tracimazione torrenti. Forti allagamenti e frane.	100-150 mm
2014	31-gen	Cecina, Era, Ombrone Pistoiese, Cornia, Pecora, Elsa, Era, Egola, Ombrone Grossetano Bisenzio, Arno	Tutte le province	Piene importanti dei fiumi. Esondazione fiume Era a Ponsacco per rottura argine. Allagamenti nelle aree pianeggianti e vallive segnalati in tutte le province, in particolar modo nell'area di Ponsacco (PI) e di Cecina (LI). Esondazioni di numerosi torrenti. Frane diffuse sulle aree montane e collinari. Crollo mura a Volterra.	60-100 mm diffusi
2014	10-11 febb	Arno, Era, Elsa, Sieve Ombrone Grossetano	Tutte le province	Piene importanti dei fiumi. Allagamenti localizzati registrati su buona parte delle province settentrionali e meridionali, frane e smottamenti diffusi nelle aree montane e collinari con locali chiusura di alcune strade statali e regionali	40-50 mm diffusi
2014	19-20 settembre	Santerno	Province di Pisa e Firenze	Caduta di rami e di interi alberi allagamenti diffusi, danni a tetti, vigneti e colture agricole. Esondazione del Santerno. Devastazione a Stabbia e Lazeretto	Venti di tempesta, forti grandinate, 20 mm/15 minuti 150-170 mm in 6-7 ore in Alto Mugello
2014-	Inverno e estate		Tutta la Toscana	Forte proliferazione della mosca dell'olivo e drastico calo della produzione d'olio. Altri danni alle colture.	Inverno eccezionalmente caldo, estate molto piovosa
2015	05-mar		Gran parte della Toscana (soprattutto centro- settentrionale)	Ingenti danni diffusi a strutture, alberature stradali, interi soprassuoli	Tempesta di vento (raffiche localmente fino 130-170 km/h)
2015	01-ago		Provincia di Firenze e città	Una vittima per la caduta di un ramo. Ingenti danni a strutture, alberature stradali nella zona di Firenze sud	Forte temporale con raffiche molto violente e locali forti grandinate (50 mm in meno di un'ora)

### 1.3.1 I possibili effetti del cambiamento climatico nella macroregione 1 secondo la proposta di PNACC

Nell'ambito della proposta di PNACC sono state fatte delle proiezioni, circa gli indicatori climatici, per le diverse macroregioni. In particolare, la macroregione 1 è stata a sua volta suddivisa in aree climatiche omogenee, ossia aree con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

Al fine di calcolare tali previsioni, sono stati considerati due scenari, RCP 4.5 e RCP 8.5, che corrispondono a due dei quattro Representative Concentration Pathways (RCP) che la comunità scientifica internazionale (IPCC 2013a) ha selezionato per rappresentare l'evoluzione delle concentrazioni di gas ad effetto serra del nostro pianeta nel futuro. Gli scenari selezionati sono i due più comunemente utilizzati in quanto rappresentano rispettivamente livelli di emissioni intermedi e alti, a cui corrispondono incrementi di temperatura medi globali per la fine del secolo al di sotto dei 2 °C e dei 4 °C rispettivamente. Le proiezioni climatiche future del modello selezionato riportano le anomalie medie di temperatura e precipitazione per il periodo 2021-2050 e 2071-2100.

In base agli RCP 4.5 e RCP 8.5, Firenze è interessata dall'area 1C e 1 D. Le variazioni negli indici climatici entro il 2050 sono indicate nella tabella successiva:

							
Temperatura media annua Tmean (°C)	<b>Precipitazioni intense R20</b> (n. giorni/anno con precipitazioni >20mm)	Giorni con gelo FD (n. giorni/anno con Tmean <0°C)	Giorni estivi SU95p (n. giorni/anno con Tmax > 29.2 °C)	Cumulata delle precipitazioni invernali WP (mm)	Cumulata delle precipitazioni estive SP (mm)	95° percentile della precipitazione R95p (mm)	Numero massimo di giorni asciutti consecutivi CDD (giorni/anno)
13 (±0.6)	10 (±2)	51 (±13)	34 (±12)	187(±61)	168 (±47)	28	33 (±6)

Immagine 11 Macroregione 1 - situazione attuale

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

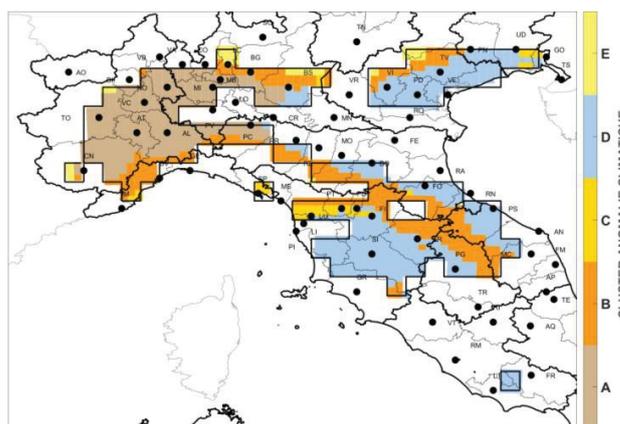


Tabella 3 Anomalie principali previste nelle aree climatiche omogenee (scenario RCP4.5)

Secondo lo scenario RCP 4.5 è previsto per Firenze un aumento della temperatura media di 1,2°C, una riduzione delle precipitazioni cumulate in estate e un aumento nel periodo invernale, e un aumento degli eventi temporaleschi e dei giorni estivi, mentre si prevede una riduzione dei giorni con gelo.

	B	C	E
Tmean (°C)	1.6	1.5	1.5
R20 (giorni/anno)	0	1	1
FD (giorni/anno)	-28	-14	-27
SU95p (giorni/anno)	8	12	14
WP (mm) (%)	2	7	16
SP (mm) (%)	-7	3	-14
SC (giorni/anno)	-18	-1	-9
Evap (mm/anno) (%)	1	2	2
R95p (mm) (%)	6	13	9

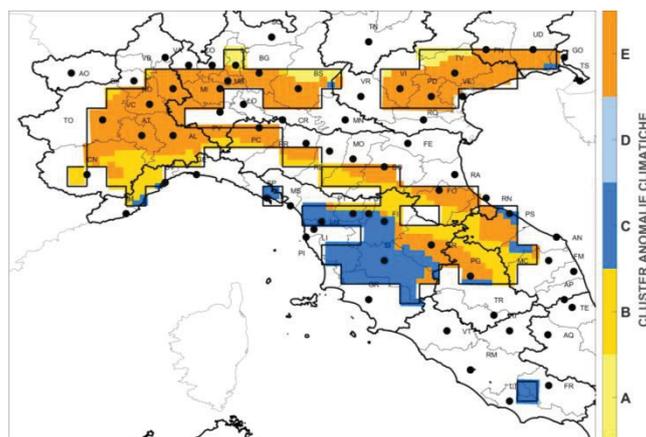
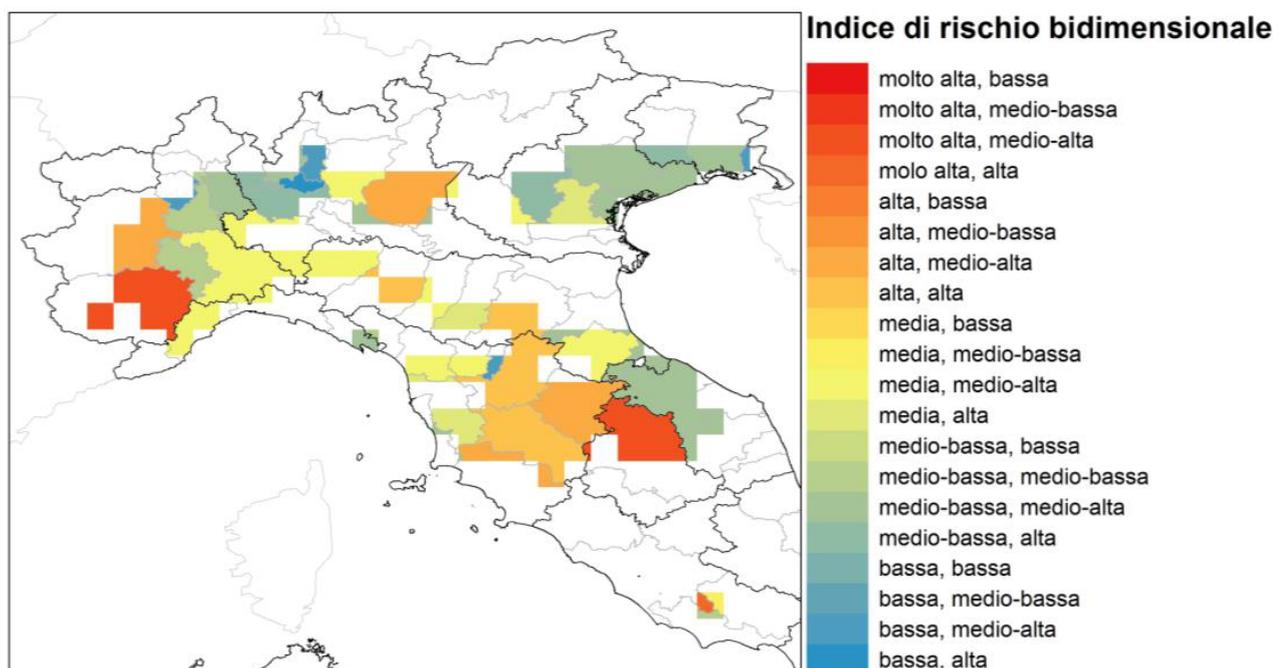


Tabella 4 Anomalie principali previste nelle aree climatiche omogenee (scenario RCP8.5)

Secondo lo scenario RCP 8.5 si assiste ad un aumento della temperatura media di 1,5°C (cluster C). Più marcata è la riduzione dei giorni di gelo (FD), mentre le piogge cumulate sia invernali che estive aumentano in misura superiore rispetto alle scenario RCP 4.5

Le aree della macroregione 1 presentano valori di propensione al rischio attesi per il periodo 2021-2050 molto eterogeni. Valori di propensione al rischio alti e medio-alti sono localizzati in prevalenza nelle province centro-settentrionali e nord-occidentali caratterizzate da impatti potenziali molto alti e bassa capacità adattativa. Per la zona di Firenze i valori di propensione al rischio sono valutati come alti e con una buona capacità di adattamento:



### 1.3.2 I documenti consultati per l'analisi dei rischi e delle vulnerabilità del territorio

Nel seguito sono descritti brevemente i documenti consultati al fine di elaborare un'analisi esaustiva dei rischi e delle vulnerabilità legate al cambiamento climatico che caratterizzano il territorio di Firenze.

- **Piano Comunale di Protezione Civile:** approvato nel 2018, il Piano definisce l'organizzazione comunale, le procedure ed i servizi necessari per fronteggiare le emergenze e tutte le altre attività

concernenti l'informazione alla popolazione e la diffusione della conoscenza di protezione civile e le attività di previsione e prevenzione non strutturali. Il piano, oltre a un'analisi territoriale, esamina principalmente i diversi rischi climatici cui è soggetto il territorio: rischio idraulico, rischio idrogeologico, rischio di neve e ghiaccio e ondate di calore, rischio incendi boschivi e di interfaccia. Per ogni tipologia di rischio vengono definiti gli scenari danno, le diverse soglie di rischio e i sistemi di monitoraggio implementati. Oltre a tali rischi collegati direttamente al fattore clima, vengono analizzate altre tipologie di rischio (sismico, sanitario, rischio chimico industriale, ambientale e incendi in ambito urbano). L'ultima parte del documento descrive l'organizzazione comunale, il modello d'intervento e le fasi operative che vengono attivate in caso di emergenza per ogni tipologia di rischio.

- **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni PGRA:** approvato nel 2016, il PGRA dell'Arno ha permesso di aggiornare e modernizzare il quadro conoscitivo esistente, renderlo coerente con i requisiti richiesti dalla Commissione europea e, quindi, di giungere ad una semplificazione delle norme e delle procedure in materia di pericolosità e rischio di alluvioni. Il PGRA definisce:
  - Il quadro di pericolosità da alluvione e relative modalità condivise per il suo aggiornamento e sviluppo;
  - direttive precise per la predisposizione degli strumenti urbanistici comunali con indicazione di cosa è opportuno prevedere e non prevedere nelle aree a pericolosità, lasciando al Comune il diritto di scelta finale;
  - norme rigorose tese ad evitare l'aumento del rischio per gli insediamenti esistenti e tese a far sì che, in ogni caso, le previsioni siano eventualmente realizzate in condizioni tali da conoscere e gestire il rischio idraulico.
- **Smart City Plan:** approvato nell'ambito del progetto FP7 "Steep", è un primo tentativo di Master Plan per la città che ha lo scopo di coordinare tutti i settori di influenza, guidando la città nell'innovazione, per ottenere risultati migliori in meno tempo e con il minore sforzo e costo possibile. Il Piano adotta un approccio integrato alla pianificazione strategica della città, dove sono presi in considerazione tutti i sistemi e le loro interconnessioni, puntando a un maggiore coinvolgimento degli stakeholder. All'interno del documento, diversi ambiti legati al cambiamento climatico sono già attualmente analizzati: incendio, trasporto, idraulico, sismico, area di emergenza, pianificazione sanitaria e piano neve. In particolare lo Smart City Plan punta a sviluppare azioni che consentano di aumentare la resilienza della città di fronte agli effetti avversi del cambio climatico. Si cita ad esempio l'applicazione di elementi ICT attraverso reti di sensori interconnesse alle centrali di controllo della Protezione Civile; interventi per aumentare la resilienza del sistema del trasporto urbano; interventi per l'efficientamento energetico del parco immobiliare urbano e lo sviluppo di impianti per la produzione di energia da FER; limitazione al consumo di suolo (città a Volumi zero).  
Allo Smart City Plan si collegheranno tutti i conseguenti aggiornamenti degli attuali regolamenti: si tratterà perciò di attuare una pianificazione dinamica che segue le evoluzioni normative, tecnologiche e gestionali sforzandosi verso una imprescindibile integrazione a tutti i livelli e verificando tutte le possibili interrelazioni con altri strumenti.
- **Rinascita Firenze:** si tratta di un documento aperto al contributo di tutta la collettività che vuole definire una strategia post-pandemia per la città di Firenze che, a partire dal disegno di alcune direttrici, raccolga idee e proposte di più ampia portata, per tracciare insieme nuove prospettive di sviluppo per la comunità. Il documento contempla nove aree tematiche tra cui vi è quello della sostenibilità. L'obiettivo è di trasformare Firenze in una città resiliente mediante azioni che prevedano la trasformazione ambientale dello spazio urbano, un'accelerazione della transizione energetica, l'introduzione di modelli di lavoro e produttivi sostenibili e la creazione di nuove

professioni legate all'ecologia. Tra le azioni proposte ritroviamo la promozione della transizione energetica, la piantumazione di nuovi alberi, l'estensione delle aree verdi, la promozione degli orti urbani e il continuo sviluppo della mobilità sostenibile.

- **Piano strutturale:** il piano strutturale regola il territorio urbano in termini di edifici, servizi e aree verdi. Questo piano, sviluppato nel 2010, è stato aggiornato più volte (2014, 2015, 2019, 2020) per includere ulteriori aspetti. Vengono analizzati e mappati i principali rischi naturali (terremoto, alluvioni, ondate di caldo, rischio geologico, ecc.) e gli edifici regolati adeguatamente. La caratteristica principale è legata alla mitigazione, in quanto non sono consentite volumetrie aggiuntive, ma solo adeguamenti di edifici esistenti o volumi traslati.

### 1.3.3 Analisi dei rischi e delle vulnerabilità per il Comune di Firenze

Nel seguito si riporta il quadro dei rischi cui è soggetto il territorio del Comune di Firenze, delineato sulla base dei documenti in precedenza citati.

- Alluvioni / inondazioni. Il reticolo idraulico del comune di Firenze si può suddividere in 4 principali categorie:
  - Reticolo Principale : Fiume Arno
  - Reticolo Secondario: Ema, Mugnone, Terzolle, Greve, Mensola (in parte tombinato), Fosso Dogaia, Fosso Dogaione, Fosso Macinante, Canale dell'Aeroporto
  - Reticolo Tombinato<sup>2</sup>: Fosso di San Gervasio, Torrente Affrico, Fosso dell'Arcovada, Fosso della Lastra, Fosso del Gelsomino, Fosso di Gamberaia, Fosso di Ricorboli, Fosso di Carraia, Fosso di San Rocco, Fosso del Pellegrino, Fosso dell'Erta Canina, Legnaia, Soffiano e fossi minori.
  - Canali : Goricina e Macinante

In base alle statistiche Istat, circa il 2% della popolazione residente a Firenze vive in zona ad alto rischio allagamenti, il 48% in zone a rischio medio e il 50% in zone a rischio basso.

POP RES AREA PERICOL IDRAULICA MEDIA	POP RES AREA PERICOL IDRAULICA ELEVATA	POP RES AREA PERICOL IDRAULICA BASSA
182.966	8.595	189.387
48%	2%	50%

Tabella 5 Popolazione residente soggetta ai diversi livelli di rischio idraulico - Fonte Istat

Causa principale delle piene con allagamenti dell'area urbana di Firenze avvenute nel corso dei secoli risiede nell'inadeguatezza delle opere idrauliche, nella scarsità di opere di regimazione e laminazione delle piene. Tale situazione porta a considerare quello idraulico il rischio di maggior rilievo per la città.

Nella mappa che segue sono indicate le aree a rischio allagamento e il relativo livello di pericolosità.

<sup>2</sup> I corsi d'acqua tombinati sono tali in quanto coperti dall'uomo e, possono rappresentare un rischio per rigurgiti idraulici a seguito di fenomeni di pioggia. Nel Comune di Firenze i corsi d'acqua di questa tipologia non sempre sono completamente coperti, ma solo in tratti specifici e frequentemente sottostanti strade, giardini, edifici e piazze pubbliche.

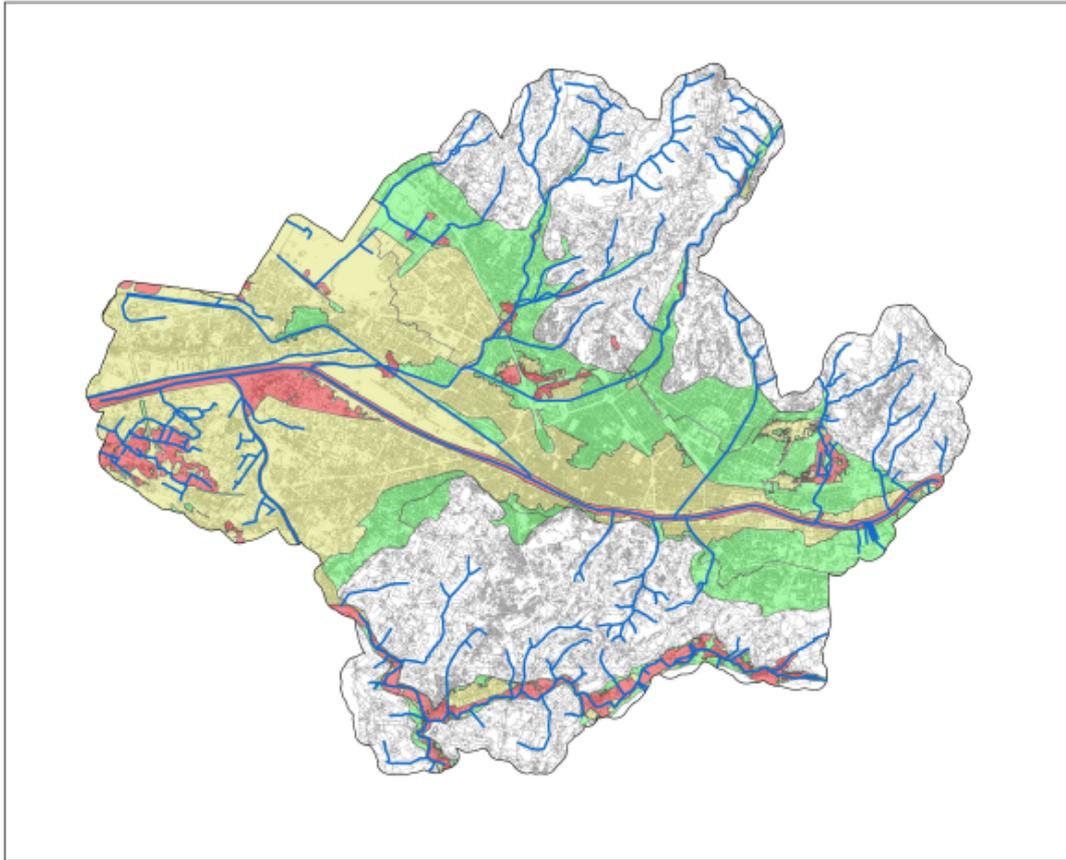


Immagine 12 Aree a rischio allagamento

### Legenda

Pericolosità Idraulica da P.G.R.A.

- P1 : Pericolosità bassa, caratterizzate da aree che risultano allagabili per eventi con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni
- P2 : Pericolosità media, caratterizzate da aree che risultano allagabili per eventi con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni
- P3: Pericolosità elevata, caratterizzate da aree che risultano allagabili per eventi con tempo di ritorno fino a 30 anni

Gli scenari di pericolo presi in considerazione nel piano di protezione civile, che si basa a sua volta sui contenuti del **Piano Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) redatto dall'autorità di bacino**, sono così classificati:

1. piogge intense in breve periodo: criticità del sistema smaltimento acque meteoriche e innalzamento repentino del reticolo minore in particolar modo l'area urbana del Mugnone e dell'Enza;
2. piogge intense a scala locale: innalzamento del reticolo secondario e principale con scenario TR30 anni e interessamento delle aree per allagamenti dovuto a criticità del sistema di smaltimento acque meteoriche – interessamento del reticolo secondario per previsioni di scala locale, interessamento del reticolo principale per previsioni di scala di bacino;
3. piogge a scala di Bacino TR 200 – principalmente per criticità connesse a previsioni di scala di bacino.

Il piano prevede avvisi di allertamento per il secondo e terzo scenario è fornito dal CFR della Regione Toscana con indicazioni, rispettivamente, di previsioni di scala locale o di bacino. Per il primo scenario la previsione risulta, allo stato attuale, molto difficile, ma la regione Toscana è in fase di attivazione del nuovo sistema di allertamento che consentirà una migliore gestione di questa criticità.

- Rischio idrogeologico: sul territorio di Firenze, prevalentemente pianeggiante, sono state individuate e perimetrare numerose aree a rischio frane. Seppur la maggior parte di esse è a rischio basso – medio, sono tuttavia presenti aree a rischio elevato e molto elevato, dettagliate nella cartografia in basso.

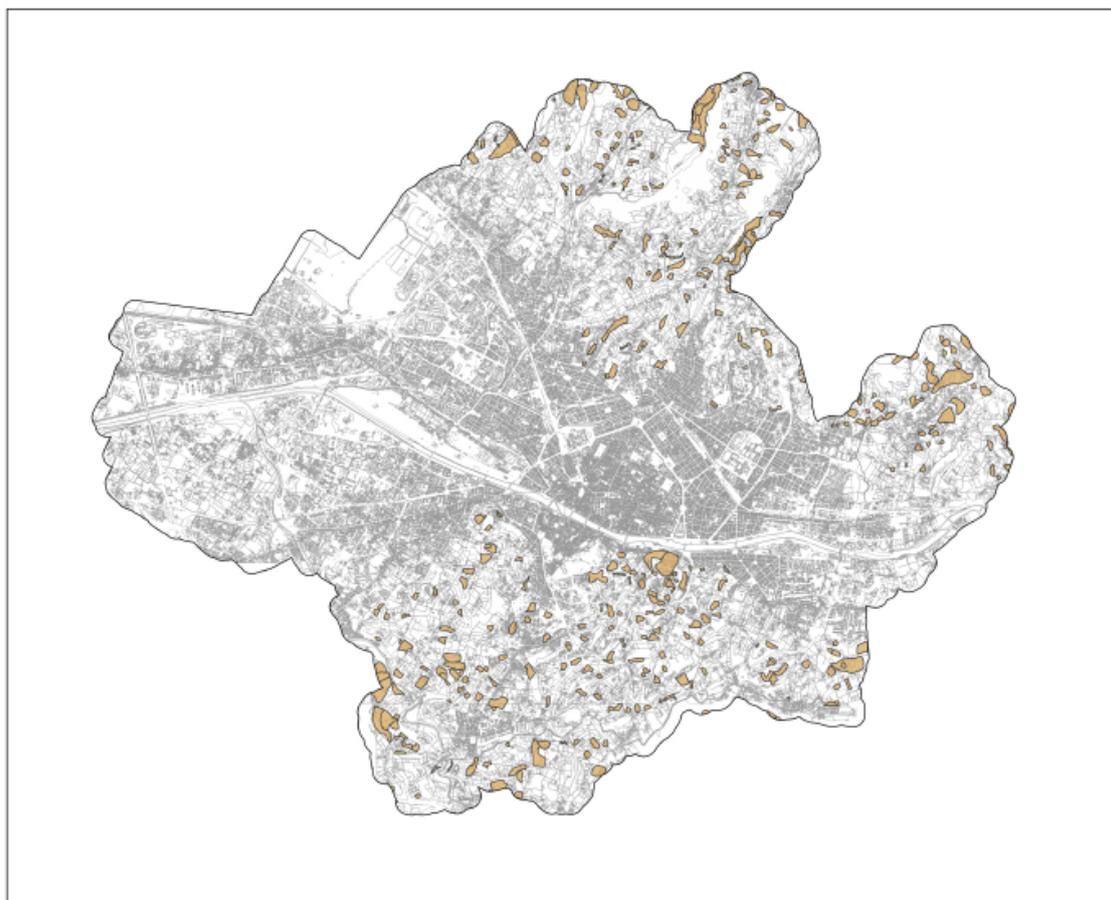
Tale rischio è stato valutato sulla base del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), aggiornato dall’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Settentrionale, e dall’Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI). L’acquifero fiorentino è rappresentato dalle ghiaie alluvionali dell’Arno che raggiungono uno spessore di 20 m nel centro di Firenze e alle Cascine. La zona più ricca di acque è quella adiacente all’Arno, sia per la buona permeabilità delle ghiaie sia perché i pozzi usufruiscono della ricarica indotta dalla depressione. La registrazione del livello nei pozzi dell’Osservatorio Freatimetrico di Firenze mostra, oltre alle variazioni stagionali, delle pronunciate escursioni pluriennali che sono ben correlate con l’entità delle precipitazioni annuali. Per effetto del mancato pompaggio dei pozzi comunali, che si è aggiunto al progressivo abbandono dei pozzi privati, varie zone della città registrano negli ultimi anni un rialzo del livello medio di falda. La falda presente nel sottosuolo della città sembra mostrare in questi ultimi anni, un saldo attivo fra la ricarica e le estrazioni d’acqua. Nella zona ad ovest di Firenze, fra l’Osmanoro, Sesto Fiorentino e Calenzano, si registra, al contrario, un progressivo abbassamento del livello piezometrico, relativo agli acquiferi confinati presenti nella successione fluviolacustre, per effetto del pompaggio dei numerosi pozzi presenti nell’area industriale.



**Legenda**

- PF1** Pericolosità moderata da processi geomorfologici di versante, aree apparentemente stabili ed interessate da litologie con caratteri favorevoli alla stabilità dei versanti che, talora, possono essere causa di rischio reale o potenziale moderato.
- PF2** Pericolosità media da processi geomorfologici di versante, aree apparentemente stabili, interessate da litologie con caratteri intrinsecamente sfavorevoli alla stabilità dei versanti.
- PF3** Pericolosità elevata da processi geomorfologici di versante, aree interessate da fenomeni di dissesto attivi o quiescenti e da condizioni geomorfologiche marcatamente sfavorevoli.
- PF4** Pericolosità molto elevata da frana, pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi che siano anche causa di rischio molto elevato.

**Immagine 13 Zone soggette a rischio frana nel Comune di Firenze**



**Immagine 14 Fenomeni franosi nel Comune di Firenze**

In base alle statistiche Istat, il 4% della superficie comunale a un rischio elevato di frane. Meno dell'1% della popolazione però vive in zone ad alto rischio.

POPOLAZ RES AREA PERICOL FRANA MOLTO ELEVATA	POPOLAZ RES AREA PERICOL FRANA ELEVATA	POPOLAZ RES AREA PERICOL FRANA MEDIA	POPOLAZ RES AREA PERICOL FRANA MODERATA	AREA COMUNALE SOGGETTA A RISCHIO ELEVATO E MOLTO ELEVATO (in mq)
516	1.055	3.141	26.750	4,04
0,1%	0,3%	0,8%	7%	4%

Tabella Popolazione residente soggetta ai diversi livelli di rischio frana - Fonte Istat

- Temperature estreme. Come osservato nel precedente paragrafo 1.2, nella città di Firenze si è registrata una chiara e forte tendenza in aumento delle temperature minime e massime, tanto nella stagione estiva come in quella invernale. Le ondate di calore nel periodo estivo rappresentano un fenomeno prioritario anche a livello sanitario per gli effetti diretti e indiretti sulla popolazione.
- Neve e ghiaccio. Il territorio non è caratterizzato in modo costante e prevedibile da fenomeni nevosi tuttavia, quando l'evento si presenta, può provocare pesanti ricadute sulla comunità. In particolare i danni possono riguardare problemi alla circolazione stradale, interruzioni della viabilità, danneggiamenti delle strutture, black-out elettrici e telefonici e caduta rami o alberi. Occorre peraltro considerare che la rete stradale del comune di Firenze si estende, tra strade urbane, extraurbane e vicinali ad uso pubblico centinaia di chilometri non può pertanto essere garantito un servizio di sgombero della neve immediato e contemporaneo su tutta la viabilità di competenza. Nella seguente matrice viene specificato il diverso livello di rischio a seconda della quantità di neve caduta e della zona interessata. Il verde indica un rischio inesistente o molto basso, mentre il rosso un rischio molto elevato.

		Codice Colore "Neve" (cm)			
Probabilità di occorrenza	Alta				
	Bassa				
Pianura: 0-200 metri s.l.m.		Non previsto	0-2	2-10	>10
Collina: 200-600 metri s.l.m.		<2	2-10	10-30	>30
Montagna: 600-1000 metri s.l.m.		<5	5-30	90-80	>80

**Matrice codice colore**

Per quanto riguarda il ghiaccio, in questo caso esso può provocare diffusi e prolungati problemi alla circolazione stradale e ferroviaria, pericoli per gli spostamenti e diffusi e prolungati problemi alla fornitura di servizi (acqua, telefono, elettricità). Tuttavia, la tendenza ad aumentare delle temperature minime invernali, ci permette di dire che il rischio di relativa formazione vada riducendosi.

- Incendi d'interfaccia. Per incendio d'interfaccia si intende qualsiasi incendio interessi le "aree d'interfaccia", cioè quelle porzioni del territorio comunale nelle quali l'interconnessione fra strutture antropiche ed aree naturali, essendo molto stretta, possono venire rapidamente in contatto con la probabile propagazione di un incendio originato da vegetazione combustibile. Nel territorio comunale sono presenti varie zone soggette a tale rischio, in cui sono presenti anche strutture rilevanti e precisamente:
  - Settignano/Ponte a Mensola
  - Bolognese/Massoni
  - Marignolle
  - Arcetri
  - Piazzale Michelangelo/San Miniato

- San Michele Monteripaldi/Santa Margherita a Montici
- Cascine (parco urbano).

Nella mappa nel seguito sono indicate in verde le aree boschive e verdi.



Immagine 15 Aree soggette a rischio incendi

Il Piano Operativo Antincendi Boschivi 2019/2021 della Regione Toscana determina, sulla base di dati territoriali e statistici, l'indice di rischio per i territori di tutti i comuni. L'indice di rischio esprime la potenzialità di un singolo territorio comunale ad essere interessato da incendi boschivi e, a tal fine, sono stati individuati (DGR n. 458 del 25.06.07) tre gradi di rischio, basso, medio e alto. **Per il Comune di Firenze il rischio di incendi boschivi è valutato come alto.**

- Invasione di insetti. Per via dell'aumento generalizzato delle temperature si è osservato un aumento esponenziale degli insetti durante la stagione estiva. Inoltre la presenza di corsi d'acqua e di aree verdi all'interno del Comune causa un peggioramento del fenomeno. Tra le specie di insetti che interessa il territorio fiorentino si cita in particolare la zanzara tigre oltre ad altri insetti di origine tropicale e subtropicale che provocano diversi danni alle colture, attaccano le specie autoctone e possono provare anche danni alla salute umana.

Sulla base dei contenuti del Piano di Protezione Civile e dei documenti ad esso collegati, nonché dei dati disponibili relativi alle temperature e alle precipitazioni, è stato possibile compilare un'apposita tabella predisposta dall'Ufficio del Patto dei Sindaci che offre una panoramica generale dei rischi climatici attuali o previsti. In tale schema è possibile specificare il livello di rischio del pericolo attuale, la variazione attesa nel livello di rischio, la variazione attesa nelle frequenze dei fenomeni e il periodo di tempo in cui si prevede che la frequenza/intensità del rischio cambi. I periodi di tempo tra i quali si può scegliere è attuale (ora), breve

termine (0-5 anni), medio termine (5-15 anni) e lungo termine (oltre 15 anni). Di seguito si riporta la tabella di riferimento.

	<< Rischi attuali >>		<< Rischi previsti >>	
Tipo di pericolo climatico	Livello attuale del pericolo	Variazione attesa nell'intensità	Variazione attesa nella frequenza	<u>Periodo di tempo</u>
<u>Caldo estremo</u>	Alto	Aumento	Aumento	Attuale
<u>Freddo estremo</u>	Basso	Diminuzione	Diminuzione	Attuale
<u>Precipitazioni estreme</u>	Moderato	Aumento	Aumento	Breve termine
<u>Inondazioni</u>	Alto	Aumento	Aumento	Breve termine
<u>Siccità</u>	Moderato	Aumento	Aumento	Medio termine
<u>Tempeste</u>	Alto	Aumento	Aumento	Attuale
<u>Frane</u>	Moderato	Aumento	Aumento	Breve termine
<u>Incendi forestali</u>	Alto	Aumento	Aumento	Breve termine
<u>Invasione di insetti</u>	Alto	Aumento	Aumento	Attuale

A partire dai rischi climatici definiti come sopra descritto, si sono individuati i settori impattati sul territorio comunale. Ciascun pericolo climatico può declinarsi in impatti potenziali più o meno accentuati, anche a seconda del livello di sensibilità del sistema in esame, e quindi delle caratteristiche del contesto; i principali fattori socio-economici e fisico-ambientali che possono rappresentare elementi di sensibilità sono evidenziati nel seguito:

- **Vulnerabilità Socio – Economica**

- Invecchiamento della popolazione: Il progressivo invecchiamento della popolazione rende la stessa più suscettibile a un incremento delle temperature. Difatti, l'indice di vecchiaia<sup>3</sup> del Comune è pari a 214,38, contro il 196,87 a livello provinciale e il 201,42 a livello regionale. L'indice di dipendenza strutturale invece, che rappresenta il numero di individui non autonomi per ragioni demografiche (età≤14 e età≥65), pari a 60,94 in linea con i valori a livello provinciale e regionale. Infine, il Comune di Firenze ha un indice di vulnerabilità sociale e materiale<sup>4</sup> pari a 99,6, superiore alla media italiana

<sup>3</sup> Rapporto di coesistenza tra la popolazione anziana (65 anni e oltre) e la popolazione più giovane (0-14 anni). Gli indici citati sono stati reperiti dalle statistiche dell'Istat.

<sup>4</sup> Si tratta di uno strumento capace di esprimere con un unico valore i diversi aspetti di un fenomeno di natura multidimensionale, e che, per la sua facile lettura, agevola i confronti territoriali e temporali. L'indice è costruito attraverso la combinazione di sette indicatori elementari che descrivono le principali dimensioni "materiali" e "sociali" della vulnerabilità. Gli indicatori considerati sono i seguenti: • incidenza percentuale della popolazione di età compresa fra 25 e 64 anni analfabeta e alfabeto senza titolo di studio; • incidenza percentuale delle famiglie con 6 e più componenti; • incidenza percentuale delle famiglie monogenitoriali giovani (età del genitore inferiore ai 35 anni) o adulte (età del genitore compresa fra 35 e 64 anni) sul totale delle famiglie; • incidenza percentuale delle famiglie con potenziale disagio assistenziale, ad indicare la quota di famiglie composte solo da anziani (65 anni e oltre) con almeno un componente ultraottantenne; • incidenza percentuale della popolazione in condizione di affollamento grave, data dal rapporto percentuale tra la popolazione residente in abitazioni con superficie inferiore a 40 mq e più di 4 occupanti o in 40-59 mq e più di 5 occupanti o in 60-79 mq e più di 6 occupanti, e il totale della popolazione residente in abitazioni occupate; • incidenza percentuale di giovani (15-29 anni) fuori dal mercato del lavoro e dalla formazione scolastica; •

che è di 99,3. Tanto più ampie sono le categorie a rischio, tanto più è alta la possibilità che le stesse soffrano le conseguenze negative degli effetti avversi legati al cambiamento climatico.

- Alta Densità abitativa e estesa urbanizzazione: Firenze registra 3.702,6 ab/kmq contro una media nazionale di 206 ab./kmq. L'area urbanizzata occupa circa il 50% della superficie comunale totale. Ciò provoca un aumento del rischio legato alle isole di calore.
- Vocazione turistica: Firenze è la quarta città italiana per movimento turistico (oltre 10 milioni di presenze all'anno). Fenomeni metereologici intensi potrebbero aver ripercussioni negative sul numero di presenze e arrivi annuali.
- Patrimonio artistico: Nel comune di Firenze, i beni architettonici, archeologici e monumentali (Banca dati VIR – ISCR) esposti a rischio idraulico nello scenario attuale di pericolosità media P2 risultano 1.259, tra cui la Basilica di Santa Croce, la Biblioteca Nazionale, il Battistero e la Cattedrale di Santa Maria del Fiore, che furono, insieme a tanti altri beni culturali, duramente colpiti durante l'alluvione del 1966.
- Spostamenti: le tempeste possono causare caduta di alberi con conseguente taglio di strade e interruzione delle linee ferroviarie con disagi per le migliaia di persone che giornalmente si spostano all'interno e fuori dal Comune per motivi di studio e lavoro.
- Allagamenti, alluvioni e black out possono provocare sospensione alle attività produttive e terziarie.

#### - **Vulnerabilità fisica – ambientale**

- Rischio di allagabilità. Come visto in precedenza, esistono diversi punti con rischio elevato di allagabilità per presenza dell'Arno e altri corsi d'acqua e canali.
- L'abbandono dei pozzi privati e il mancato pompaggio dei pozzi comunali ha fatto sì che in varie zone della città negli ultimi anni si sia registrato un rialzo del livello medio di falda.
- La crescente impermeabilizzazione dei suoli legata alla progressiva urbanizzazione del territorio aumenta il rischio di dissesto idrogeologico.
- Presenza di aree a interesse naturalistico: 2 aree naturali protette (Terzolle e Mensola)
- L'aumento di specie di insetti invasive ha delle ricadute sui raccolti nonché mette in pericolo la sopravvivenza delle specie autoctone.

La tabella successiva descrive tutte le valutazioni di rischio e vulnerabilità (VRV) effettuate sulla base dello scenario attuale. La VRV stabilisce la natura e la misura del rischio attraverso l'analisi dei pericoli potenziali e valutando la vulnerabilità che può costituire una minaccia o un danno potenziale per le persone, i beni, i mezzi di sostentamento e l'ambiente da cui essi dipendono.

Alcuni eventi vengono esclusi a priori, come ad esempio l'innalzamento del livello del mare/dei laghi e le mareggiate/inondazioni costiere in quanto non compatibili con le caratteristiche del territorio oggetto di analisi. Ad ogni impatto potenziale identificato è associato un indice sintetico e qualitativo di rilevanza che tiene in considerazione da un lato il grado di esposizione e dall'altro la sensibilità del territorio.

L'analisi viene proposta sotto due diversi punti di vista: nella prima tabella verranno elencati, ad ogni fenomeno legato al cambiamento climatico, i possibili impatti. Nella seconda tabella invece per ogni settore vengono indicati gli impatti potenziali a cui può essere soggetto, secondo tabella predisposta dalla CoM.

---

incidenza percentuale delle famiglie con potenziale disagio economico, ad indicare la quota di famiglie giovani o adulte con figli nei quali nessuno è occupato o è ritirato da lavoro.

Minaccia	Impatto potenziale	Settore interessato	Livello di impatto potenziale
Precipitazioni intense	Danni a edifici	Edifici	Medio
	Disagi alla circolazione	Trasporti	Medio
	Black out elettrici e telefonici	Energia	Medio - Alto
	Riduzione presenze turistiche	Turismo	Medio - basso
	Danni alle colture	Agricoltura	Medio - Alto
Tempeste/precipitazioni nevose	Danni a edifici	Edifici	Alto
	Interruzione strade e linee ferroviarie	Trasporti	Alto
	Black out elettrici e telefonici	Energia	Alto
	Blocco attività produttive	Industria	Medio - Alto
	Danni alle colture	Agricoltura	Alto
	Danni alle persone (per caduta alberi, cadute dovute alla neve, ecc.)	Salute	Alto
Riduzione delle precipitazioni cumulate/siccità	Minor disponibilità di acqua	Acqua	Medio
	Effetti sulla resa agricola	Agricoltura	Medio - Alto
	Effetti sulla flora e la fauna locale	Biodiversità	Medio - Alto
	Riduzione della produzione di energia da fonte idroelettrica	Energia	Medio
Aumento della temperatura media annua/ondate di calore	Maggior domanda di energia per raffrescamento	Energia	Alto
	Rischio black-out elettrici per sovraccarico linee	Energia	Medio - Alto
	Aumento di patologie e di morti legate alle nuove condizioni climatiche.	Salute	Medio - Alto
	Riduzione delle presenze turistiche	Turismo	Medio - basso
	Maggior domanda di acqua	Acqua	Alto
	Alterazione dell'equilibrio dell'ecosistema	Biodiversità	Medio - Alto
	Diffusione specie invasive	Biodiversità	Medio - Alto
Ondate di freddo	Calo delle rese agricole	Agricoltura	Alto
	Maggior domanda di energia per riscaldamento	Energia	Alto
	Rischio danni a infrastrutture e reti	Energia	Medio - Alto
	Danni alle colture	Agricoltura	Alto
Inondazioni/allagamenti	Danni agli impianti idrici	Acqua	Medio
	Danni a edifici	Edifici	Medio-alto
	Danni alle infrastrutture e alle reti	Infrastrutture	Medio-alto
	Interruzione strade e linee ferroviarie	Trasporti	Alto
	Aumento danni alla salute delle persone e morti	Salute	Medio - Alto
	Danni / riduzione nella produzione.	Settore produttivo	Medio - Alto
	Danni a edifici industriali e fuoriuscita materiale tossico	Salute/Ambiente	Medio - Alto
Incendi	Black out elettrici	Energia	Medio - Alto
	Danni ad edifici	Edifici	Medio
	Danni alle infrastrutture e alle reti	Infrastrutture	Medio - Alto

	Danni / riduzione nella produzione	Settore produttivo	Medio
	Danni a edifici industriali e fuoriuscita materiale tossico	Salute/Ambiente	Medio
	Disagi alla circolazione dei mezzi di trasporto	Trasporti	Medio - Basso
	Conseguenze per l'equilibrio naturale	Ambiente e Biodiversità	Medio
	Instabilità dei versanti	Ambiente e Biodiversità	Medio

Tabella 6 Identificazione e valutazione degli impatti climatici potenziali a Firenze

Settore politico impattato	Impatto(i) atteso	Probabilità dell'evento	Livello atteso dell'impatto	Periodo di tempo
<u>Edifici</u>	Danni a case, impianti produttivi e infrastrutture; perdita del patrimonio immobiliare. Maggior domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento. Competizione per uso dell'acqua con altri settori (agricoltura e turismo) derivanti da condizioni di scarsità idrica e diminuzione nella qualità delle acque.	Probabile	Alto	Breve termine
<u>Trasporti</u>	Danni alle infrastrutture, allagamenti strade, blocco vie comunicazione e rete ferroviaria per grandi precipitazioni /nevicata /frane /caduta alberi. Aumento del rischio per pavimentazioni bagnate; Cedimento di argini e terrapieni; erosione alla base dei ponti; impatti indiretti legati alla stabilità dei versanti. Diminuzione del mantenimento dei livelli di qualità ambientale (raffrescamento) nel trasporto pubblico su gomma e ferroviario in seguito ad ondate di calore.	Probabile	Alto	Attuale
<u>Energia</u>	La fornitura di energia elettrica può essere interrotta a causa di rotture delle linee di alimentazione, provocate da caduta di alberi sulle linee, da tempeste di neve o da frane. Aumento dei CDD (Cooling Degree Days) per aumento delle ondate di calore. Incremento della punta di domanda energetica estiva. Difficoltà per il raffreddamento degli impianti di generazione elettrica a causa dell'aumento delle temperature e la diminuzione delle risorse idriche.	Probabile	Moderato	Medio termine
<u>Acqua</u>	La fornitura idrica potabile può essere interrotta da rotture di condutture, provocate da frane oppure guasti. Difficoltà impianti fognari a gestire acqua durante precipitazioni estreme. Maggior domanda d'acqua da parte del settore agricolo. Danni alla rete idrica in caso di gelate.	Probabile	Moderato	Attuale
<u>Pianificazione Territoriale</u>	Incertezza nella pianificazione dell'uso del suolo a lungo termine e nella progettazione di infrastrutture derivanti da alluvioni urbane.	Probabile	Moderato	Medio termine

<b><u>Patrimonio culturale</u></b>	Riduzione del dilavamento delle superfici del patrimonio culturale tangibile esposto all'aperto. Aumento dell'annerimento e del soiling di edifici e monumenti nei siti urbani. Modifiche nei processi di biodegrado. I rischi indicati possono portare ad un aumento dei costi di manutenzione e restauro di monumenti, edifici storici e siti archeologici. Aumento dei costi per la tutela del paesaggio culturale.	Probabile	Medio	Attuale
<b><u>Agricoltura &amp; Silvicoltura</u></b>	Riduzione dei raccolti, riduzione della qualità dei raccolti. Diffusione specie invasive parassitarie. Possibile incremento della pericolosità di incendi boschivi nel periodo primaverile ed estivo.	Probabile	Alto	Attuale
<b><u>Ambiente &amp; Biodiversità</u></b>	Diffusione di specie invasive. Proliferazione di parassiti che colpiscono le piante. Aumento della frequenza e durata dei periodi di secca e magra nel periodo estivo. Peggioramento della qualità delle acque e perdita di habitat.	Probabile	Moderato	Attuale
<b><u>Salute</u></b>	Problemi di salute legati alle più alte temperature tra le persone anziane. Allergie legate a stagione dei pollini anticipate. Aumento del rischio di danni diretti alla popolazione nelle alluvioni. Aumento del rischio di malattie cardiorespiratorie per sinergia tra inquinamento atmosferico e variabili microclimatiche. Rischio di aumento di malattie infettive da insetti vettori. Aumento del rischio di crisi allergiche e/o asmatiche per condizioni climatiche favorevoli specie infestanti, allungamento stagione pollinica e sinergie con inquinanti atmosferici irritativi per le vie aeree.	Probabile	Moderato	Medio termine
<b><u>Protezione Civile</u></b>	Un incremento nella frequenza e nell'intensità degli eventi climatici estremi può sottoporre i sistemi di emergenza a forte stress e provocare ritardi nell'intervento.	Possibile	Moderato	Medio termine
<b><u>Turismo</u></b>	Riduzione del movimento turistico a seguito delle variazioni nelle condizioni climatiche.	Probabile	Basso	Medio termine
<b><u>Altro</u></b>	Industria Maggiori rischi di allagamenti e frane determinati da modifiche del regime delle precipitazioni, con eventi più frequenti ed intensi che influenzeranno la stabilità dei terreni e, di conseguenza, delle infrastrutture e delle componenti principali delle attività industriali (serbatoi, apparecchiature di processo, tubazioni, ecc.) localizzate in contesti instabili o vulnerabili.	Probabile	Moderato	Breve termine

Tabella 7 Impatti attesi per settore

## IL PIANO DI ADATTAMENTO

Lavulnerabilità ed i rischi indicati nel presente piano sono coordinati con:

- ✓ Politiche e dati ministeriali e regionali
- ✓ Piano Operativo regionale Antincendi Boschivi 2019/2021
- ✓ Piano Protezione Civile (2018)
- ✓ Piano di Gestione del Rischio Alluvioni PGRA (2016)

Le 13 azioni individuate sono state/stanno per essere inserite nella rispettiva pianificazione di competenza:

- Volumi zero (utilizzo del suolo)
- Piano del verde (piantumazioni)
- Smart City Plan (smart watering, IoT e sensoristica, SCCR e smart grid...)
- Sicurezza acque (Water safety plan)
- Rinasce Firenze
- REACT EU

Di seguito l'elenco delle azioni attivate.

SETTORE	N. AZIONE	TITOLO	STATO DI IMPLEMENTAZIONE
ACQUA	AD-01	Sistemi di monitoraggio per il fiume Arno	IN CORSO
ACQUA	AD-02	Casse di espansione lungo il fiume Arno	IN CORSO
ACQUA	AD-03	Messa in sicurezza delle condotte fognarie e dell'acquedotto	IN CORSO
ACQUA	AD-04	Razionalizzazione dell'uso delle risorse idriche	IN CORSO
TUTTI	AD-05	Smart City Control Room per una migliore gestione delle emergenze	IN CORSO
ENERGIA	AD -06	Smart Grid – infrastrutture energetiche resilienti	IN CORSO
TRASPORTI	AD-07	Resilienza delle vie di comunicazione	IN CORSO
PIANIFICAZIONE URBANA	AD-08	Limite all'insediamento urbano e tetti verdi	IN CORSO
PIANIFICAZIONE URBANA	AD-09	Piano del Verde e nuove piantumazioni contro le isole di calore	IN CORSO
TURISMO	AD-10	Turismo Sostenibile	IN CORSO
PATRIMONIO ARTISTICO	AD-11	Tutela del patrimonio artistico	IN CORSO
PROTEZIONE CIVILE	AD-12	Sistema di Gestione delle Emergenze	IN CORSO
TUTTI	AD-13	Comunicazione e governance	IN CORSO

Come analizzato nel precedente paragrafo relativo all'analisi delle vulnerabilità, i principali rischi che interessano il territorio di Firenze riguardano la chiara tendenza in aumento delle temperature sia minime che massime e gli eventi meteorologici estremi. L'intensificarsi di tali eventi comporta da un lato il verificarsi di isole di calore, con effetti negativi sulla salute umana, dall'altro un aggravio del dissesto idrogeologico, con

particolare riferimento agli allagamenti e alle alluvioni nonché alle frane che interessano diverse zone dell'area comunale.

Nell'ambito del presente PAESC sono individuate 13 azioni di adattamento, illustrate nelle schede che seguono; le azioni proposte prendono spunto dalle vulnerabilità e dai rischi individuati per il territorio di Firenze, tenendo nella necessaria considerazione l'ambito di azione dell'Amministrazione comunale in termini diretti o indiretti, cioè includendo anche le azioni di indirizzo, influenza, sensibilizzazione che la stessa Amministrazione può esercitare.

Le azioni di adattamento proposte sono state elaborate anche in accordo alle indicazioni contenute nella Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, adottata e approvata con Decreto Direttoriale Prot. 86/CLE del 16 giugno 2015, nonché con le indicazioni delle disposizioni regionali, e al Piano di Protezione Civile Comunale, nonché alle disposizioni contenute nei regolamenti dell'Autorità di Bacino dell'Arno.

SETTORE	N. AZIONE	TITOLO	STATO DI IMPLEMENTAZIONE
ACQUA	AD-01	Sistemi di monitoraggio per il fiume Arno	IN CORSO
ACQUA	AD-02	Casse di espansione lungo il fiume Arno	IN CORSO
ACQUA	AD-03	Messa in sicurezza delle condotte fognarie e dell'acquedotto	IN CORSO
ACQUA	AD-04	Razionalizzazione dell'uso delle risorse idriche	IN CORSO
TUTTI	AD-05	Smart City Control Room per una migliore gestione delle emergenze	IN CORSO
ENERGIA	AD -06	Smart Grid – infrastrutture energetiche resilienti	IN CORSO
TRASPORTI	AD-07	Resilienza delle vie di comunicazione	IN CORSO
PIANIFICAZIONE URBANA	AD-08	Limite all'insediamento urbano e tetti verdi	IN CORSO
PIANIFICAZIONE URBANA	AD-09	Piano del Verde e nuove piantumazioni contro le isole di calore	IN CORSO
TURISMO	AD-10	Turismo Sostenibile	IN CORSO
PATRIMONIO ARTISTICO	AD-11	Tutela del patrimonio artistico	IN CORSO
PROTEZIONE CIVILE	AD-12	Sistema di Gestione delle Emergenze	IN CORSO
TUTTI	AD-13	Comunicazione e governance	IN CORSO

<b>AD -01</b>	
<b>Sistemi di monitoraggio per il fiume Arno</b>	
<b>Rischio</b>	Precipitazioni estreme/inondazioni allagamenti
<b>Settore di impatto</b>	Acqua
<b>Ufficio Responsabile</b>	Ambiente
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Regione Toscana, Città Metropolitana di Firenze, Comune di Firenze, Autorità di bacino del fiume Arno, Comuni situati lungo il fiume Arno, Protezione civile, consorzio di Bonifica, Consorzio Lamma.
<b>Descrizione azione</b>	<p>La Regione Toscana, con la creazione del Centro Funzionale Regionale (CFR), come previsto dal DPCM 15/12/98 per il potenziamento e l'uniformità delle reti di monitoraggio meteo e dalla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 febbraio 2004: "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile", ha unificato la rete di monitoraggio idro-pluviometrica regionale.</p> <p>Tale struttura permette di monitorare in tempo reale (con uno scarto di circa 15 minuti per la trasmissione dei dati) l'evoluzione dei fenomeni meteorologici sia dal punto di vista previsionale, sia di nowcasting.</p> <p>Il sistema permette la consultazione di dati relativi a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idrometria: livello e portata, con soglie di criticità fissate dall'AdB specifiche per singoli idrometri</li> <li>• Pluviometria: con cumulati di dettaglio ogni 15 minuti e visualizzazione tempi ritorno</li> <li>• Termometria ed Igmometria: con grafici di andamento giornalieri</li> <li>• Anemometria: con direzione, velocità media e di raffica</li> <li>• Mappa fulminazioni</li> <li>• Meteosat e radar meteo con diverse risoluzioni.</li> </ul> <p>Il CFR fornisce bollettini di monitoraggio in caso di eventi in corso.</p> <p>Nel triennio 2005 - 2008 l'Autorità di Bacino ha sviluppato una prima versione del modello Quantitative Risk Forecast 24 (QRF) realizzato appositamente per la simulazione, in tempo reale, di scenari di inondazione conseguenti a sollecitazioni meteoriche estreme.</p> <p>Nell'ambito della convenzione stipulata con il Dipartimento della Protezione Civile Nazionale, il modello di preannuncio QRF è stato significativamente rivisto ed aggiornato, sia per quanto attiene il codice di calcolo, sia per quanto riguarda i dati territoriali di riferimento. Il sistema è concepito in modo da costituire una piattaforma di supporto decisionale che permetta ai diversi livelli di autorità, attraverso l'accesso ad internet, di fornire indicazioni ed informazioni utili e sintetiche per assumere decisioni strategiche ed operative in caso del verificarsi di eventi meteorici intensi.</p> <p>Il Servizio Idrologico regionale si è dotato, nel corso degli ultimi anni, di un Modello di Bilancio Idrologico distribuito e continuo per effettuare analisi e simulazioni dei bilanci idrologici a scala di bacino idrografico, quale strumento di supporto alle attività di pianificazione e programmazione ambientale proprie del sistema di difesa del suolo e di simulazione al fine di prevedere possibili scenari di criticità idrogeologica-idraulica.</p> <p>Si prevede un continuo aggiornamento e miglioramento dei sistemi di monitoraggio e allerta sviluppati ad oggi.</p>
<b>Periodo attuazione</b>	2005 - 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	Dimostrazione dell'impatto delle azioni e dell'efficacia dei metodi e degli strumenti proposti.

<b>Fonti di finanziamento</b>	Risorse regionali
-------------------------------	-------------------

<b>AD-02</b> <b>Casse di espansione lungo il fiume Arno</b>	
<b>Rischio</b>	Precipitazioni estreme/inondazioni allagamenti
<b>Settore di impatto</b>	Acqua
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Regione Toscana, Città Metropolitana di Firenze, Comune di Firenze, Autorità di bacino del fiume Arno, Comuni situati lungo il fiume Arno, Protezione civile, consorzio di Bonifica, Alia, Ordini professionali (architetti, ingegneri, geometri), Attori Economici del territorio.
<b>Descrizione azione</b>	<p>Le casse di espansione di Pizzicone e Restone sono uno degli interventi strutturali di mitigazione del rischio idraulico connesso alle piene del fiume Arno individuati all’Autorità di Bacino negli strumenti di governo del territorio nel bacino idrografico del fiume Arno. Si tratta di un’opera idraulica grazie alla quale si riduce la portata durante un evento di piena di un corso d’acqua tramite lo stoccaggio temporaneo di parte del volume dell’onda di piena, solitamente per mezzo di una soglia sfiorante ed arginature.</p> <p>L’obiettivo di una cassa d’espansione è quello di accumulare parte del volume di acqua in aree non urbanizzate sottraendolo al fiume per poi restituirlo nella fase calante della piena o comunque finita l’emergenza.</p> <p>L’estensione delle casse ed il volume invasato fanno sì che queste opere rivestano importanza di salvaguardia sia nei confronti della popolazione locale sia per la città di Firenze.</p> <p>La cassa di Restone riesce ad accumulare un volume di 5,80 Mm<sup>3</sup> su un’area di 115ha mentre la cassa di Pizziconi accumula un volume di 4,30 Mm<sup>3</sup> su un’area di 120ha, riducendo la portata dell’onda di piena di circa 300 m<sup>3</sup> /s, per un tempo di ritorno di 200 anni (con il termine tempo di ritorno si indica la probabilità statistica che si verifichi un determinato evento).</p> <p>Sono inoltre stati avviati i lavori per altre 4 casse di espansione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la seconda cassa d’espansione di Figline (Pizziconi 2) invaserà circa 4,5 milioni di metri cubi di acqua e verrà conclusa entro luglio 2021.</li> <li>• La terza cassa d’espansione di Figline (Prulli) accoglierà 6,52 milioni di metri cubi e sarà pronta nel dicembre 2022.</li> <li>• La quarta cassa d’espansione di Figline (Leccio), invaserà 10,34 milioni di metri cubi d’acqua e anch’essa verrà ultimata nel dicembre 2022.</li> <li>• L’ultima cassa d’espansione (Restone), prima dell’abitato di Figline, invaserà 5,5 milioni di metri cubi di acqua: i lavori si concluderanno nel marzo.</li> </ul> <p>È inoltre previsto il rialzo della Diga di Levane dalla quota attuale di 169 metri a 174 metri al fine di consentire l’invaso di circa 16 milioni di metri cubi d’acqua, 10 in più rispetto a ora. Il costo stimato è di 25 milioni di euro (di cui solamente 16 finanziati). Il progetto definitivo è all’approvazione del Consiglio superiore dei lavori pubblici, con fine lavori prevedibile in tre anni dal via libera del ministero.</p> <p>Il torrente Mensola è stato inoltre oggetto di manutenzione e sistemazione idraulica: dopo il consolidamento dello sbocco in Arno e la grande opera idraulica delle tre casse di espansione a Coverciano, tutto il tratto è stato completamente ripulito, risistemato e dunque riqualificato. I lavori hanno interessato il tratto compreso tra l’uscita del tombamento a valle di via Generale Dalla Chiesa e lo sbocco in destra idraulica del fiume Arno con un rivestimento di fondo in massi di scogliera regolari al centro, intasati con materiale di piccola pezzatura e la sistemazione con massi di scogliera</p>

	irregolari nella parte restante fino ai muri di contenimento laterali, anch'essi mantenuti e consolidati.
<b>Periodo di attuazione</b>	2010 - 2025
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	Numero e capacità delle casse di espansione Numero di segnalazioni inviate dai cittadini Andamento del numero di danni e vittime da alluvioni % di infrastrutture su cui si è intervenuto per aumentarne la resilienza
<b>Fonti di finanziamento</b>	Risorse Regionali e provinciali

<b>AD-03</b>	
<b>Messa in sicurezza delle condotte fognarie e dell'acquedotto</b>	
<b>Rischio</b>	Precipitazioni estreme/inondazioni allagamenti
<b>Settore di impatto</b>	Acqua
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Comune di Firenze, Publiacqua.
<b>Descrizione azione</b>	<p>Negli ultimi anni si sono moltiplicati in tutta la Toscana e nella zona di Firenze fenomeni di pioggia molto localizzata e intensa per i quali la rete fognaria esistente non sono risulta essere opportunamente configurata. Ne sono conseguite inondazioni di strade, piani sotterranei di edifici e scantinati. Si rende perciò necessario avviare lavori di messa in sicurezza di diverse condotte fognarie. Le fognature dovranno essere dimensionate in modo adeguato al fine di far fronte alle piogge torrenziali.</p> <p>La rete acquedottistica e la rete fognaria di Firenze sono regolarmente sottoposte a lavori di manutenzione e sostituzione di tratti tubature quando necessario.</p> <p>Altri interventi riguarderanno il mantenimento della qualità della risorsa idrica, attraverso il corretto smaltimento dei reflui e la gestione delle reti fognarie.</p> <p>Nello specifico, sono possibili le seguenti azioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività di riduzione delle perdite di rete attraverso la ricerca sistematica con tecniche acustiche, la distrettualizzazione della rete e una politica di regolazione delle pressioni;</li> <li>- Adattare la gestione degli impianti di trattamento delle acque reflue e dei relativi sedimenti per una maggiore frequenza degli eventi estremi (alluvioni, siccità, etc.);</li> <li>- Attività di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'acquedotto</li> <li>- Gestione dei deflussi di pioggia in aree urbane e loro utilizzo;</li> <li>- Azione di comunicazione e sensibilizzazione per promuovere l'adozione di comportamenti sostenibili da parte dell'utenza.</li> <li>- Attività di ricognizione sulle autorizzazioni agli scarichi in essere nel territorio del Comune di Firenze.</li> </ul>
<b>Periodo di attuazione</b>	2010 - 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	% di infrastrutture interessate da interventi per aumentarne la resilienza; % di variazione in perdita d'acqua.
<b>Fonti di finanziamento</b>	Risorse private, risorse comunali

<b>AD-04</b> <b>Razionalizzazione dell'uso delle risorse idriche</b>	
<b>Rischio</b>	Siccità
<b>Settore di impatto</b>	Acqua
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Regione Toscana, Città Metropolitana di Firenze, Comune di Firenze, Publiacqua.
<b>Descrizione azione</b>	<p>La crescente richiesta di acqua da parte del settore civile e produttivo, si scontra con la futura diminuzione della portata dei corsi d'acqua dovuta ai cambiamenti climatici. Occorre quindi promuovere un consumo consapevole della risorsa idrica.</p> <p>A tal proposito il Comune di Firenze, nell'ambito del progetto Replicate, ha sviluppato e applicato un <b>sistema di irrigazione intelligente</b> dei parchi cittadini e delle aree verdi, volto a evitare gli sprechi d'acqua: decine di sensori misurano la temperatura, l'umidità del terreno, la bagnatura, e attraverso il cloud si connettono a internet per recepire le previsioni meteo decidendo come e quando irrigare. Le stime dei benefici sono importanti: fino al 30% di litri di acqua erogati in meno all'anno, ottimizzazione dei sopralluoghi da parte degli operatori ambientali con conseguente riduzione degli spostamenti grazie alla rilevazione automatica delle perdite o all'invio di alert per sensori e irrigatori guasti.</p> <p>Altre azioni a tutela della risorsa idrica che il Comune potrà portare avanti sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sviluppo di programmi integrati per migliorare l'efficienza degli usi irrigui, potabili e industriali per ottimizzare i consumi e ridurre contestualmente il prelievo dai corpi idrici naturali;</li> <li>- Inserire nuovi codici per il risparmio idrico nel settore delle costruzioni;</li> <li>- Adeguamento tecnologico (strumenti di misurazione di prelievi, usi e restrizioni, telecontrollo, separazione acque nere e grigie, etc.);</li> <li>- Creazione/Incremento delle capacità dei bacini e serbatoi artificiali che permettono di pianificare la gestione pluriennale della risorsa;</li> <li>- Proseguire con le campagne di sensibilizzazione sull'uso dell'acqua.</li> </ul>
<b>Periodo di attuazione</b>	2010 - 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	Riduzione del consumo di acqua; % di variazione di stoccaggio di acqua piovana (per il riutilizzo)
<b>Fonti di finanziamento</b>	Finanziamenti europei, risorse comunali

<b>AD-05</b>	
<b>Smart City Control Room per una migliore gestione delle emergenze</b>	
<b>Rischio</b>	Tutti
<b>Settore di impatto</b>	Tutti
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Comune di Firenze, Protezione Civile, Operatori telecomunicazioni, Autorità Bacino dell'Arno
<b>Descrizione azione</b>	<p>In un periodo di grande incertezza anche per i temi ambientali, il fattore 'resilienza' diviene decisivo per una pubblica amministrazione e le città dovranno sempre più lavorare sugli aspetti <i>Smart</i> per poter reagire in modo efficace a situazioni di emergenza non prevedibili.</p> <p>La <i>smart city control room</i>, creata nell'ambito del progetto H2020 Replicate, rientra senz'altro negli strumenti per rendere sempre più resiliente la macchina comunale di fronte alle emergenze che saremo chiamati anche in futuro a fronteggiare</p> <p>La Smart City Control Room è un sistema di raccolta ed elaborazione di dati in tempo reale: sfruttando i dispositivi di sicurezza e i sensori posizionati lungo le vie della città, la control room, che si basa sull'utilizzo del modello della piattaforma SCC1 Replicate, consente di elaborare una grande quantità di informazioni per fornire una visione di sintesi e indicatori utili a effettuare previsioni o evidenziare anomalie. Grazie all'IoT, la control room permette dunque di sfruttare una mole di dati da sempre potenzialmente presenti in ogni città, ma troppo complessa per la gestione e la rapida elaborazione.</p> <p>La realizzazione della Smart City Control Room consente perciò di connettere i diversi sistemi di raccolta delle informazioni, di condividere un omogeneo modello di analisi e valutazione delle stesse, di individuare e implementare procedure rapide, contestuali e chiare per l'assunzione di decisioni che tengano conto delle possibilità e delle necessità di ciascuno. La sua attivazione farebbe scendere i tempi di intervento per eventi imprevisti dai 45 minuti attuali a 15 minuti, diminuendo notevolmente (soprattutto se affiancata da un omogeneo e tempestivo sistema di comunicazione ai cittadini) gli effetti di congestionamento della mobilità e rendendo più facile, perché coordinata a monte, l'azione di ogni operatore coinvolto. Anche rispetto agli eventi programmati (l'apertura di un cantiere o una temporanea modifica della circolazione dovuta a un evento) l'esistenza della SCCR consentirebbe di fluidificare e rendere più complete le valutazioni preventive e le conseguenti decisioni.</p> <p>La Control Room Smart City sta aprendo la strada a una proficua collaborazione tra utilities, enti pubblici, settore privato e Comune (soluzione win-win). L'intera piattaforma smart city è open source.</p> <p>Relativamente al verificarsi di eventi estremi legati al cambiamento climatico, la SCCR consente di avere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maggiore consapevolezza da parte dei decisori sull'evoluzione della città e sui molteplici problemi che possono verificarsi. In caso di eventi, possono sfruttare una chat room virtuale per la discussione allegata alla dashboard.</li> <li>- Risposta più efficace agli eventi. Incremento della reattività ai problemi.</li> </ul>
<b>Periodo di attuazione</b>	2019 - 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	Quantità di dati raccolti Tempo di attivazione dei meccanismi di emergenza in caso di evento estremo

<b>Fonti di finanziamento</b>	Finanziamenti europei, risorse comunali
-------------------------------	---

<b>AD-06</b>	
<b>Smart Grid – infrastrutture energetiche resilienti</b>	
<b>Rischio</b>	Eventi meteorologici estremi
<b>Settore di impatto</b>	Energia
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Comune di Firenze, e-Distribuzione,
<b>Descrizione azione</b>	<p>I fenomeni metereologici estremi rendono necessario tutelare le infrastrutture elettriche. Per garantire la continuità della fornitura elettrica a tutti non basterà semplicemente avere reti capillari, macchinari evoluti e componenti avanzati ma è necessario che gli stessi siano pronti e adeguati a questo scenario climatico in evoluzione, in cui eventi eccezionali sono destinati a diventare le normalità.</p> <p>Una casualità sistematica dunque da gestire con l'ausilio delle tecnologie più avanzate e con investimenti mirati per prevenire e ridurre al massimo l'impatto dei cambiamenti climatici sul servizio elettrico. In questo contesto, incrementare la resilienza della rete, ovvero la sua capacità di assorbire le perturbazioni, di resistere anche a sollecitazioni estremamente intense, diventa un tema chiave.</p> <p>Essere in grado di sopportare gli eventi climatici avversi, significa, però, non solo rinforzare le reti elettriche e renderle più robuste e resistenti, ma rivedere i criteri di progettazione e gestione dei sistemi elettrici.</p> <p>Il maggiore cambio si avrà con il passaggio a un mix di generazione composto da impianti di produzione di dimensioni contenute, decentralizzati e alimentati da fonti rinnovabili, che contribuiranno a incrementare sensibilmente la resilienza del sistema, nonché sullo sviluppo di elementi innovativi in grado di trasformarle in Smart Grid.</p> <p>Le Smart Grid sono reti elettriche in cui vengono implementati sistemi con intelligenza artificiale in grado di gestire al meglio e con la massima efficienza i flussi i energia elettrica. In questo modo, viene massimizzato l'utilizzo delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica garantendo gli stessi standard di affidabilità e qualità che si ottengono con le reti elettriche tradizionali.</p> <p><b>Nell'ambito del progetto "Replicate" e-distribuzione ha installato, in un'area pilota del Comune di Firenze, diversi dispositivi innovativi per trasformare la rete esistente in una intelligente, consentendo il controllo remoto e l'automazione avanzata.</b></p> <p>Le nuove tecnologie hanno migliorato le prestazioni della rete in termini di affidabilità, resilienza, qualità del servizio. Inoltre, le Smart Grid consentono di abilitare nuovi servizi innovativi per i cittadini (accesso dati, connessione FER, ricarica EV).</p> <p>Il Gestore del Sistema di Distribuzione, ha implementato soluzioni innovative che rendono possibili funzionalità avanzate per: il monitoraggio e il controllo a distanza degli apparati nelle cabine AT / MT e MT / BT; l'implementazione di funzionalità avanzate di automazione per ridurre le interruzioni di rete; il miglioramento della qualità del servizio per i cittadini.</p>
<b>Periodo di attuazione</b>	2019 – 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	<p>% di infrastrutture del settore energia per aumentarne la resilienza</p> <p>Andamento nel numero di black out/interruzioni nella fornitura di energia</p> <p>Numero o % di infrastrutture energia danneggiate da condizioni meteorologiche / eventi estremi</p>
<b>Fonti di finanziamento</b>	Finanziamenti europei, risorse comunali

<b>AD-07</b> <b>Resilienza delle vie di comunicazione</b>	
<b>Rischio</b>	Eventi meteorologici estremi
<b>Settore di impatto</b>	Trasporti
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Regione Toscana, Città Metropolitana, Comune di Firenze, Azienda TPL, Ferrovie dello Stato
<b>Descrizione azione</b>	<p>Gli eventi estremi associati ai cambiamenti climatici, per esempio frane e precipitazioni eccezionali, rendono il sistema viabile maggiormente vulnerabile.</p> <p>L'effetto più evidente sono le interruzioni della circolazione: frane, massi e alberi possono invadere la carreggiata ostacolando la circolazione. Le precipitazioni intense danneggiano inoltre le strade non pavimentate: le piogge dilavano il fondo e spesso le rendono impraticabili.</p> <p>Negli ultimi anni nel Comune di Firenze sono stati realizzati diversi interventi di ripristino stradale per la messa in sicurezza e interventi di rifacimento con fresatura e asfalto a caldo di piccole porzioni di carreggiata., ripulitura pozzetti occlusi e taglio ed asportazione materiale vegetale. Sono stati realizzati anche interventi strutturali per la stabilizzazione delle aree soggette a movimento franoso.</p> <p>Si ricorda inoltre che la città di Firenze si è dotata di un innovativo sistema di monitoraggio grazie alla installazione di sensori e alla creazione della Smart City Control Room.</p> <p>Alcune misure che potranno essere messe in atto al fine di migliorare le performance delle infrastrutture per adattarsi ai cambiamenti climatici sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protezione delle infrastrutture del trasporto pubblico dalle inondazioni</li> <li>- intervalli più brevi di manutenzione delle infrastrutture e del parco veicolare circolante;</li> <li>- velocità di percorrenza più ridotte lungo le infrastrutture e limiti di carico più bassi;</li> <li>- adozione di piani di rischio, in grado di valutare ex-ante le parti di infrastruttura maggiormente soggette a rischio in caso di eventi estremi, nonché le misure necessarie per ripristinare una condizione di funzionalità della rete;</li> <li>- al fine di evitare la caduta di alberi lungo le vie di trasporto, è necessaria una gestione ottimale del verde con taglio degli alberi "stramaturati";</li> <li>- installazione di pareti protettive o reti di sicurezza in prossimità di specifici punti dove il rischio frane viene considerato più elevato;</li> <li>- agire sulla comunicazione e informazione e promuovere l'uso del trasporto pubblico, meno pendolarismo, più telelavoro, orari di lavoro flessibili, gestione della mobilità aziendale e car pooling;</li> <li>- puntare su forme di mobilità alternative, creare ulteriori spazi e infrastrutture per i pedoni e le biciclette.</li> </ul> <p>Relativamente al trasporto ferroviario:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interventi di stabilizzazione del sedime ferroviario e di modifica delle tecniche di costruzione dei binari, con l'utilizzo di strutture che non cedano alle variazioni di temperatura;</li> <li>- Assegnare un'adeguata priorità alla manutenzione delle strade ferrate;</li> </ul> <p>Relativamente alle infrastrutture aeroportuali</p>

	- Assicurare il drenaggio delle piste aeroportuali a seguito di eventi di pioggia, grandine o neve per garantire l'operabilità
<b>Periodo di attuazione</b>	2019 - 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	% di infrastrutture coinvolte per aumentarne la resilienza Andamento nel numero di interruzioni/disagi Numero o % di infrastrutture danneggiate da condizioni meteorologiche / eventi estremi
<b>Fonti di finanziamento</b>	Finanziamenti europei, risorse comunali

<b>AD-08</b> <b>Limiti all'insediamento urbano e creazione di tetti/pareti verdi</b>	
<b>Rischio</b>	Temperature estreme, dissesto idrogeologico
<b>Settore di impatto</b>	Pianificazione urbana
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Comune di Firenze, Operatori settore immobiliare, imprese di costruzione, amministratori di condominio
<b>Descrizione azione</b>	<p>La qualità del suolo è fondamentale nella lotta al cambiamento climatico: ad esempio, i terreni permeabili offrono protezione dalle ondate di calore, immagazzinando ingenti quantità di acqua e mantenendo basse le temperature. L'urbanizzazione, al contrario, genera non solo un aumento degli impatti, ma anche la frammentazione della armatura ecologica essenziale nel mitigare il rischio dovuto ai cambiamenti climatici e facilitare i processi di adattamento.</p> <p>Già nel 2010 il Comune di Firenze aveva approvato il piano "Volumi Zero", introducendo, di fatto, il divieto di costruire su terreni vergini e consentendo unicamente il recupero del costruito.</p> <p>L'obiettivo è stato quello di avviare perciò una capillare rigenerazione del patrimonio dismesso tramite progetti di restauro e ristrutturazione edilizia. In linea con tale principio, il Regolamento Urbanistico di Firenze individua alcune Aree di Trasformazione (AT) che si riferiscono a complessi del patrimonio storico in disuso, spesso in grave stato di abbandono, ma anche ad edifici del Novecento in zone nevralgiche del tessuto cittadino. È quindi possibile ristrutturare gli edifici, abbattere gli stabili più fatiscenti e in disuso, che potranno essere ricostruiti altrove, ma sempre mantenendo uguale il totale delle volumetrie.</p> <p>Oltre a limitare l'occupazione di nuovo suolo, il Comune di Firenze potrà promuovere la modificazione diffusa dell'ambiente urbano, volta alla ri-permeabilizzazione dei suoli, ai fini di limitare al massimo i fenomeni di deflusso accelerato delle acque piovane sui suoli impermeabili urbani.</p> <p>I documenti di pianificazione territoriale prevedono misure volte a migliorare le prestazioni idrauliche delle superfici urbanizzate: in particolare il regolamento edilizio dispone l'obbligo, nella realizzazione di Nuovi edifici, anche con demolizione e ricostruzione, di garantire il reimpiego delle acque pluviali per usi non pregiati e comunque compatibili con la loro qualità (irrigazione aree verdi, cisterne di accumulo, cassette per scarico wc e similari), oppure la dispersione delle medesime, mediante processi lenti, negli spazi verdi, salvo i casi in cui si presentino condizioni di dimostrata impossibilità.</p> <p>Il comune dovrà inoltre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• intervenire nelle aree idraulicamente critiche degli insediamenti attraverso la manutenzione e il rafforzamento delle reti drenanti e degli impianti connessi, attraverso la sostituzione di aree asfaltate con materiali permeabili nonché attraverso la realizzazione di vasche di accumulo multifunzionali;</li> <li>• Selezionare e programmare la spesa per opere pubbliche, soprattutto infrastrutturali, privilegiando la messa in sicurezza di quelle esistenti di importanza strategica e la loro funzionalità nel corso di eventi estremi;</li> <li>• Favorire la sperimentazione di nuovi modelli insediativi capaci di far fronte ai cambiamenti climatici (es: eco-quartieri, case-clima, riqualificazione climatica)</li> </ul> <p>Il Comune di Firenze potrà inoltre promuovere la creazione dei cosiddetti "tetti o pareti verdi", seguendo l'esempio di altre città europee e come già</p>

	sperimentato su edifici di proprietà. Da un punto di vista del micro-clima urbano, i tetti verdi attenuano gli effetti delle Isole di Calore urbane, isolano gli ambienti sottostanti proteggendoli dall'escursione termica e contribuiscono sensibilmente al risparmio energetico. I tetti verdi sono inoltre sistemi ideali per la gestione dell'acqua meteorica e il contenimento dei rischi di allagamento, poichè impedendone il deflusso immediato, permettono di reimmettere e riutilizzare nella macchina-edificio le acque reflue, favorendo un riassorbimento fino a 2/3 della pioggia caduta durante un temporale in un'ora.
<b>Periodo di attuazione</b>	2015 - 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	% di variazione della superficie asfaltata livello di umidità del suolo % di variazione nel deflusso della pioggia (causata dal variare dell'infiltrazione dell'umidità) % di variazione di cementificazione (& relative effetto dell'isola di calore) Numero di edifici con tetti verdi
<b>Fonti di finanziamento</b>	Risorse comunali e private

<b>AD-09</b> <b>Piano del verde contro le isole di calore e nuove piantumazioni</b>	
<b>Rischio</b>	Temperature estreme, dissesto idrogeologico
<b>Settore di impatto</b>	Pianificazione urbana
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Comune di Firenze, Università
<b>Descrizione azione</b>	<p>Come visto nel capitolo relativo la VRV, il principale rischio legato al cambiamento climatico che interessa la città di Firenze è l'aumento generalizzato delle temperature. Di conseguenza, è sempre più frequente il verificarsi delle cosiddette "isole di calore", che comporta un surriscaldamento locale nelle aree urbanizzate con un aumento delle temperature fino a 4- 5° rispetto alle zone periferiche o alle campagne.</p> <p>Con il fine di attenuare tale fenomeno, il Comune di Firenze ha deciso di puntare sull'estensione delle aree verdi. Il PAES, approvato nel 2011, includeva già un'azione per la piantumazione di nuovi alberi lungo strade e marciapiedi. Inoltre, dal 2014 al 2019 sono stati piantati 13.200 alberi. Poco meno della metà serviva a sostituire le piante abbattute a causa dei violenti temporali, nonché quelle abbattute perché malate, secche o in pericolo di caduta. Sono stati inoltre realizzati 105.000 controlli di stabilità su 16.000 fogliame. Tutti i dati e i numeri sono memorizzati nella mente del Comune, un sistema informatico recentemente rinnovato, che ora rende disponibile online la mappa verde della città, accessibile a tutti e dove ogni albero è dotato di carta d'identità georeferenziata.</p> <p>Ora, con la delibera del 24 dicembre 2019, l'amministrazione comunale ha dato l'avvio al percorso che porterà all'adozione del 'Piano del Verde'. Il percorso verso l'adozione si svolgerà in modo partecipato.</p> <p>I lavori per il piano provvederanno a mappare le isole di calore presenti in città per definire le azioni di contrasto, individuando anche gli hot spot inquinanti, aggiornando la mappatura del rischio arboreo e definendo un piano-progetto degli spazi aperti e delle infrastrutture verdi e blu.</p> <p>Nella redazione del piano è coinvolta l'Università degli Studi di Firenze (dipartimento di Scienze e tecnologie Agrarie, alimentari, ambientali e forestali e dipartimento di Architettura) e sono state avviate collaborazioni con altri enti e associazioni come la Società toscana di Orticoltura, il Cnr, l'Accademia dei Georgofili.</p> <p>I due dipartimenti, attraverso personale docente specializzato, ricercatori e consulenti esperti, svolgono già attività di ricerca su tematiche di valutazione ambientale, forestazione urbana, progettazione paesaggistica e di verde urbano, trasformazione sostenibile degli spazi aperti, integrazione paesaggistica di opere e infrastrutture, progettazione partecipata.</p> <p>Il Dagri supporterà il Comune di Firenze nei seguenti ambiti tematici: isole di calore (mappatura, analisi e definizione di macroazioni di contrasto); indicatori di biomassa arborea/copertura arborea; hot spot inquinanti; aggiornamento mappatura del rischio; schianti naturali (mappatura, analisi e definizione di macroazioni di prevenzione).</p> <p>Il Dida supporterà il Comune di Firenze nei seguenti ambiti tematici: lettura interpretativa del sistema degli spazi aperti, delle strutture vegetali e del paesaggio del territorio comunale; definizione di strategie e linee guida per un piano-progetto degli spazi aperti e delle infrastrutture verdi e blu; elaborazione di criteri e linee guida per la progettazione di spazi aperti, parchi e giardini.</p> <p>Inerentemente alle nuove piantumazioni, l'attuale amministrazione si è posta un obiettivo di 15mila nuovi alberi che entro il 2024 verranno piantati a Firenze</p>

	<p>in giardini, parchi e aiuole per aumentare il patrimonio arboreo cittadino, ma anche per mandare in pensione quelli malati o troppo vecchi, a rischio di crollo. Si è partiti dalle Cascine, dove sono arrivate 680 piante per rinnovare, tra gli altri, i filari storici lungo le sponde.</p> <p>Per migliorare l'invasione verde, è stata inoltre lanciata una campagna di crowdfunding "donare un albero" per aumentare il numero di alberi.</p>
<b>Periodo di attuazione</b>	2011 - 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	Numero di nuovi alberi piantumati Riduzione della temperatura nelle aree urbane
<b>Fonti di finanziamento</b>	Risorse Regionali e comunali

<b>AD- 10</b> <b>Turismo Sostenibile</b>	
<b>Rischio</b>	Tutti
<b>Settore di impatto</b>	Turismo
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Comune di Firenze, operatori di settore, strutture ricettive
<b>Descrizione azione</b>	<p>Il cambiamento climatico può avere effetti negativi sul turismo per via dell'aumento delle temperature, con conseguente concentrazione delle presenze turistiche in determinati mesi dell'anno.</p> <p>Negli ultimi tempi è diventato quindi sempre più evidente come sia oramai indispensabile individuare nuovi modelli di gestione dei flussi turistici favorendo un turismo meno fugace, più consapevole, responsabile e sostenibile basato su un rinnovato patto di convivenza tra il mondo turistico e la città</p> <p>Nel luglio del 2020 è stato lanciato il portale <b>Feel Florence</b> e la relativa app collegata. Il progetto è pensato per turisti e cittadini con l'obiettivo di governare i flussi turistici tanto nei quartieri di Firenze, quanto in tutta l'area metropolitana, promuovendo una forma di turismo sempre più sostenibile e offrendo al cittadino uno strumento per restare aggiornato su eventi e iniziative in tutta l'area metropolitana. L'applicazione, inoltre, rileva le presenze in tempo reale, avvertendo su quali sono le aree più congestionate ed evitando così il sovraffollamento turistico.</p> <p>Tra le altre azioni rivolte al turismo, il Comune potrà proporre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campagne di comunicazione, sensibilizzazione e di educazione ambientale, rivolte sia agli operatori turistici, che ai turisti stessi e alla popolazione in generale;</li> <li>• Diversificazione e destagionalizzazione;</li> <li>• Favorire progetti di sviluppo turistico "quattro stagioni";</li> <li>• Valutare la possibilità di attivare un sistema di regolamentazione degli accessi in città dei day users, facilitando la distribuzione dei flussi per orario e territorio, incentivando la fruizione di percorsi culturali meno frequentati.</li> </ul>
<b>Periodo di attuazione</b>	2020 - 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	% di variazione del flusso e delle attività turistiche
<b>Fonti di finanziamento</b>	Risorse Regionali e provinciali

<b>AD-11 TUTELA DEL PATRIMONIO ARTISTICO</b>	
<b>Rischio</b>	Tutti
<b>Settore di impatto</b>	Patrimonio culturale/Turismo
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Regione Toscana, Città Metropolitana di Firenze, Comune di Firenze, Musei, operatori di settore
<b>Descrizione azione</b>	<p>Un aspetto che riveste particolare importanza nel caso di una città d'arte come Firenze, è la fragilità del patrimonio artistico in caso di calamità naturali. La grande alluvioni del 1966 arrecò diversi danni a edifici e palazzi storici della città. Tuttavia, un nuovo evento alluvionale non risparmierebbe tanti luoghi di cultura come Palazzo Vecchio, la Biblioteca Nazionale, il Museo dell'Opera di Santa Maria del Fiore o il Museo Nazionale del Bargello, come dal dirigente dell'Unità di bacino dell'Arno Appenino Superiore. La posizione di questi e altri siti fiorentini, infatti, collocati in gran parte a piano terra, è tale da esporli pericolosamente a un eventuale nuovo straripamento e, soprattutto, non si può escludere che un evento simile accada di nuovo e senza margine di previsione utile.</p> <p>Per la salvaguardia del patrimonio culturale di Firenze sono già state messe in campo misure non strutturali: già nel 2010 è stato firmato un protocollo per proteggere le opere d'arte di Firenze da una nuova rovinosa esondazione dell'Arno tra Prefettura, Regione Toscana, Provincia e Comune di Firenze, Direzione Regionale dei beni culturali e paesaggisti e Autorità di Bacino del Fiume Arno, per coordinare le azioni degli enti coinvolti nella messa in sicurezza dei beni culturali. Il piano contiene una valutazione del rischio idraulico per le singole opere e la loro vulnerabilità, nonché le procedure da attivare in caso di emergenza.</p> <p>I musei hanno inoltre definito piani di salvaguardia dei beni artistici in caso di allarme.</p> <p>Oltre alle alluvioni, sono però altri i fenomeni che possono danneggiare seriamente il patrimonio artistico: il report redatto dall'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del CNR elenca, oltre alle alluvioni e alle inondazioni, anche piogge abbondanti, colate di fango e di detriti, siccità e conseguenti possibili incendi e creazione di microclima dove l'umidità o la secchezza locale creano le condizioni ottimali per attacchi chimici o fisici in superficie o più in profondità.</p> <p>Il Comune di Firenze, assieme alle autorità competenti, dovrà quindi mettere in campo una serie di azioni volte a prevenire il deterioramento del patrimonio artistico quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoraggio continuo;</li> <li>• Manutenzione ordinaria (da preferire ad interventi di restauro);</li> <li>• Raccolta di dati per supportare le decisioni ;</li> <li>• Valutazione dello stato di conservazione dei manufatti in relazione alle condizioni ambientali di conservazione rilevate</li> <li>• Riprogettare opportunamente i sistemi di drenaggio delle acque;</li> <li>• Protezione delle superfici e delle strutture storiche contro l'eccessivo irraggiamento solare;</li> <li>• Cambiare l'approccio tradizionale del restauro mirato a salvaguardare gli elementi o strutture originali, a favore di un approccio volto a migliorare la durabilità di una struttura o di un elemento in considerazione della vulnerabilità ai cambiamenti climatici;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definire pianificazioni a lungo termine per la gestione dei siti a rischio.</li></ul>
<b>Periodo di attuazione</b>	2010 – 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	% di variazione nei costi per il recupero e la ricostruzione dopo eventi climatici estremi
<b>Fonti di finanziamento</b>	Fondi europei, nazionali, regionali, provinciali e comunali

<b>AD-12</b> <b>SISTEMA DI GESTIONE DELLE EMERGENZE</b>	
<b>Rischio</b>	Tutti
<b>Settore di impatto</b>	Protezione Civile
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Regione Toscana, Città Metropolitana di Firenze, Comune di Firenze, Autorità di Bacino, Protezione Civile, VV.FF.
<b>Descrizione azione</b>	<p>Il Comune di Firenze di strumenti per la gestione degli eventi calamitosi legati ai cambiamenti climatici e la prevenzione dei rischi connessi.</p> <p>In particolare il Piano di Protezione Civile, adottato nel 2018, definisce l'organizzazione comunale, le procedure ed i servizi necessari per fronteggiare le emergenze e tutte le altre attività concernenti l'informazione alla popolazione e la diffusione della conoscenza di protezione civile e le attività di previsione e prevenzione non strutturali.</p> <p>Relativamente all'organizzazione comunale, Il Centro Situazioni (CeSi) è un aggregato fondamentale della Sala Operativa Comunale, operante h24, a cui compete attività continua di monitoraggio. Il CeSi utilizza, in ordinario ed in emergenza, numerosi strumenti software che consentono una gestione completa di tutte le informazioni alfanumeriche e cartografiche disponibili. Il software di gestione del sistema comunale, permette, in particolare, la gestione della base dati del sistema comunale, dettagliandone, con la relativa localizzazione sul territorio, riferimenti, risorse e strutture.</p> <p>Il piano di protezione civile elenca inoltre sia le procedure operative generiche, che devono essere attuate sempre in qualunque tipologia di emergenza, sia specifiche per i diversi tipi di fenomeni (rischio idraulico, rischio neve-ghiaccio, rischio sismico, ecc.)</p> <p>Sulla base dei dati forniti dai sistemi di monitoraggio e dal centro funzionale vengono diffuse le informazioni alla popolazione attraverso i vari canali di comunicazione come:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sito web comunale</li> <li>• Portale della protezione civile</li> <li>• Sito web della Regione Toscana</li> <li>• Canali social del Comune</li> </ul> <p>Come inoltre già accennato nella precedente azione, l'attivazione di una Smart City Control Room consentirà di raccogliere in maniera organizzata una maggior quantità di dati e di informazioni che permetteranno di gestire meglio e più velocemente le emergenze.</p> <p>L'obiettivo di questa azione è perfezionare oltre al sistema di monitoraggio, anche il sistema di prevenzione, gestione e comunicazione del rischio.</p> <p>L'azione prevede innanzitutto un'analisi degli attuali sistemi di comunicazione on line, al fine di individuare gli strumenti più efficaci per far arrivare le notizie a residenti e turisti. Il secondo passo prevede la razionalizzazione degli strumenti di comunicazione web e creazione di un unico portale ufficiale di riferimento da cui poi veicolare le notizie sugli altri canali di comunicazione comunali.</p>
<b>Periodo di attuazione</b>	2018 - 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	Investimenti in euro nei sistemi di emergenza da parte della città Tempo di risposta medio (in min.) dei servizi di emergenza, polizia e vigili del fuoco in caso di eventi meteorologici estremi

<b>Fonti di finanziamento</b>	Risorse Regionali e provinciali
-------------------------------	---------------------------------

<b>AD-13 COMUNICAZIONE E GOVERNANCE</b>	
<b>Rischio</b>	Tutti
<b>Settore di impatto</b>	Tutti
<b>Ufficio Responsabile</b>	
<b>Stakeholders coinvolti</b>	Regione Toscana, Città Metropolitana di Firenze, Comuni dell'area Fiorentina, operatori di settore, strutture ricettive
<b>Descrizione azione</b>	<p>Per la realizzazione di misure di difesa del paesaggio è essenziale la partecipazione dei cittadini. Uno sviluppo sostenibile del paesaggio può riuscire solo se le misure previste vengono sostenute dalla popolazione.</p> <p>Il Comune di Firenze già da alcuni anni organizza incontri e iniziative volte a sensibilizzare la popolazione e i turisti sui temi del cambio climatico. L'amministrazione locale continuerà a impegnarsi in tal senso, sviluppando un programma esaustivo di comunicazione e informazione rivolta ai cittadini relativamente ai rischi legati al cambiamento climatico con l'obiettivo di rendere la popolazione consapevole degli impatti sulla vita urbana ad esso legati, e coinvolgere gli attori locali per proporre nuove iniziative di adattamento.</p> <p>Il Comune potrà farsi promotore anche della creazione di orti urbani per progetti di agricoltura urbana come forma di sussistenza e di riscoperta per il cittadino del rapporto con la terra.</p> <p>L'orto urbano infatti, oltre a favorire le relazioni sociali, permette di riciclare la maggior parte dei rifiuti domestici organici che possono essere convertiti in compost e utilizzati come fertilizzanti naturali per il terreno, promuove la cultura del riuso e può favorire pratiche di innovazione sociale, facendo leva sulle conoscenze locali dei cittadini, sulle reti informali di scambio e solidarietà, sull'utilizzo reale degli spazi urbani.</p>
<b>Periodo di attuazione</b>	2020 - 2030
<b>Stato dell'azione</b>	In corso
<b>Indicatori di monitoraggio</b>	Numero di eventi per sensibilizzare cittadini e stakeholder % popolazione coinvolta nelle campagne di sensibilizzazione
<b>Fonti di finanziamento</b>	Risorse Regionali e provinciali