LIFE SEC ADAPT PROJECT

Upgrading Sustainable Energy Communities in Mayor Adapt initiative by planning Climate Change Adaptation strategies

LOCAL CLIMATE ADAPTATION STRATEGY AND PLAN

Strategia e piano di adattamento climatico locale

Municipality of Senigallia

PROGRAMME	LIFE 2014 – 2020 – Climate Change Adaptation
PROJECT ACRONYM	LIFE SEC ADAPT
PROJECT CODE	LIFE14/CCA/IT/000316
TITLE	Local climate adaptation strategy and plan
ACTION/TASK RELATED	C.3
DATE OF DELIVERY	31/03/2019
VERSION	final
AUTHOR(S)	Prof. Geol. Massimiliano Fazzini Technical expert for the Municipality of Senigallia

INDICE

1. Premessa....4
1.1. Strategia EU....5
1.2. Strategia Nazionale....5
2. Sintesi delle analisi condotte sul territorio del Comune di Senigallia....6
2.1. Analisi Climatica....6
2.2. Analisi delle Vulnerabilità e dei Rischi....20
2.2.1. Erosione dei suoli agricoli....22
2.2.2. Carenza idrica in agricoltura....23
2.2.4. Dissesto idrogeologico ed infrastrutture....31
4. Strumenti di pianificazione e regolamenti esistenti....35
5. Strategia del Comune di Senigallia....38
6. Schede di Azione del Piano di Adattamento....44
7. Attuazione del Piano di Adattamento....46

1. Premessa

L'adattamento ai cambiamenti climatici è un tema di cui i governi nazionali e le comunità locali hanno iniziato a occuparsi da pochi anni come reazione all'evidenza delle modifiche in corso al clima e degli impatti che esse generano nei sistemi socio-economici.

I cambiamenti climatici hanno diverse conseguenze, a partire dalla scarsità di risorse naturali basilari come l'acqua, il suolo e prodotti agricoli primari. Molti settori economici, come ad esempio l'agricoltura, la pesca e il turismo, sono dipendenti dalle condizioni climatiche e stanno già affrontando gli impatti dei cambiamenti climatici in atto.

L'adozione preventiva di azioni di adattamento può proteggere la società dagli impatti dei cambiamenti climatici, che possono essere potenzialmente molto costosi. Come evidenziato nella Strategia Europea, investendo 1 euro oggi per la protezione delle inondazioni, se ne risparmieranno 6 nel futuro (European Commission COM(2013) 216 final). Secondo la Commissione Europea, il costo minimo di un mancato adattamento ai cambiamenti climatici a livello europeo andrebbe dai 100 miliardi di euro all'anno nel 2020 ai 250 miliardi di euro all'anno nel 2050.

Le città stanno giocando un ruolo vitale nella risposta locale ai cambiamenti climatici limitando le loro emissioni di gas serra e adattandosi agli effetti di un clima che cambia. I governi locali sono al centro di questi sforzi. Conducono l'azione per il clima elaborando strategie e programmi, integrando tali azioni nello sviluppo urbano in corso e forgiando i partenariati necessari per una risposta climatica efficace. Il successo delle politiche di adattamento dipende da valutazioni ed analisi locali e dall'integrazione delle misure previste negli investimenti, nelle politiche e nei quadri normativi comunali e regionali. Le città ben governate, dotate di infrastrutture e servizi universali, forniscono una solida base per la costruzione della resilienza climatica se i processi di pianificazione, progettazione e allocazione delle risorse umane, patrimoniali e materiali rispondono ai rischi climatici emergenti. L'adattamento urbano offre l'opportunità di un incremento della resilienza e di uno sviluppo sostenibile attraverso la gestione del rischio urbano con un approccio multilivello, l'allineamento delle politiche e degli incentivi, il potenziamento delle capacità di adattamento delle istituzioni e della comunità,

mediante sinergie con il settore privato e l'allocazione di adeguati finanziamenti.

La necessità di adeguare le aree urbane alle mutevoli condizioni climatiche è ampiamente riconosciuta. Il quinto rapporto di valutazione dell'IPCC, come in precedenti occasioni, analizza lo stato degli sforzi di adattamento e, tra l'altro, contiene il capitolo sulle aree urbane sottolineando tre fatti:

1. le grandi differenze tra le città di tutto il mondo in termini di capacità di adattamento e i fattori che influenzano questa capacità;
2. i limiti che anche i livelli territoriali sovra-ordinati incontrano senza attenuazione;
3. la necessità di un adattamento che affronti ed integri anche questioni di sviluppo e mitigazione. (Revi, A. et al., 2014). È ovvio che le iniziative di adattamento sono in ritardo rispetto ai bisogni effettivi e che gli sforzi per un migliore adattamento urbano devono essere intensificati.

L'Azione C.3 del Progetto LIFE SEC ADAPT ha come obiettivo finale l'adozione della strategia e del piano di adattamento climatico nelle città partecipanti. La strategia di adattamento al clima è composta da 4 fasi:

1) l'analisi della vulnerabilità e dei rischi;
2) la definizione di una visione politica;
3) l'identificazione delle potenziali opzioni di adattamento;
4) la definizione delle priorità e la selezione delle migliori opzioni;
5) la redazione e adozione della strategia e del piano di adattamento

1.1. Strategia EU

Il 16 aprile 2013, la Commissione Europea ha presentato la Strategia Europea di Adattamento ai cambiamenti climatici (COM(2013) 216 final), introducendo così un quadro normativo mirato a rendere l'Unione Europea sempre più pronta ad affrontare gli impatti dei cambiamenti climatici, attraverso un sostegno agli Stati Membri, alle organizzazioni transnazionali e agli operatori locali con adeguate azioni a livello regionale (https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what_en).

La strategia si basa su tre principali obiettivi:

Promuovere e supportare l'azione da parte degli Stati Membri. Oggi sono quindici i Paesi europei che hanno adottato una strategia di adattamento. La Commissione incoraggerà tutti gli Stati Membri a muoversi su questo fronte e metterà a disposizione fondi per aiutarli a migliorare le loro capacità di adattamento. Sosterrà inoltre gli sforzi delle città in tal senso, invitandole a sottoscrivere un impegno su modello del Patto dei sindaci;

Promuovere l'adattamento nei settori particolarmente vulnerabili, facendo sì che l'Europa possa contare su infrastrutture più resilienti e promuovendo l'uso delle assicurazioni e di schemi statali di copertura del rischio, per la tutela contro le catastrofi;

Assicurare processi decisionali informati, colmando le lacune nelle conoscenze in fatto di adattamento e dando maggiore impulso alla piattaforma europea sull'adattamento ai cambiamenti climatici (Climate-ADAPT).

La strategia è costituita da una serie di documenti: il documento principale è la Comunicazione della Commissione Europea "An EU Strategy on adaptation to climate change", che specifica le azioni da intraprendere nelle tre aree prioritarie sintetizzate in precedenza. La Comunicazione è accompagnata da dodici documenti che affrontano il tema dell'adattamento in specifici settori e aree politiche (migrazioni, aree marine e costiere, salute, infrastrutture, agricoltura, politiche di coesione e assicurazioni) e da linee guida per la preparazione delle strategie nazionali e locali di adattamento.

.

1.2. Strategia Nazionale

A livello nazionale il Ministero dell'Ambiente (MATTM) ha presentato nel 2017 la Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC - http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/documento_SNAC.pdf). Obiettivo principale della SNAC è quello di elaborare una visione nazionale sui percorsi comuni da intraprendere per far fronte ai cambiamenti climatici contrastando e attenuando i loro impatti. A tal fine la SNAC individua le azioni e gli indirizzi per ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici, proteggere la salute il benessere e i beni della popolazione, preservare il patrimonio naturale, mantenere o migliorare la resilienza e la

capacità di adattamento dei sistemi naturali, sociali ed economici nonché trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si potranno presentare con le nuove condizioni climatiche.

Per conseguire tale obiettivo la SNAC definisce 5 assi strategici d'azione rivolti a:

migliorare le attuali conoscenze sui cambiamenti climatici e sui loro impatti;

descrivere la vulnerabilità del territorio, le opzioni di adattamento per tutti i sistemi naturali ed i settori socio-economici rilevanti, e le opportunità eventualmente associate;

promuovere la partecipazione ed aumentare la consapevolezza dei portatori di interesse nella definizione di strategie e piani di adattamento settoriali attraverso un ampio processo di comunicazione e dialogo, anche al fine di integrare l'adattamento all'interno delle politiche di settore in maniera più efficace;

supportare la sensibilizzazione e l'informazione sull'adattamento attraverso una capillare attività di comunicazione sui possibili pericoli, i rischi e le opportunità derivanti dai cambiamenti climatici;

specificare gli strumenti da utilizzare per identificare le migliori opzioni per le azioni di adattamento, evidenziando anche i co-benefici.

2. Sintesi delle analisi condotte sul territorio del Comune di Senigallia

2.1. Analisi Climatica

Il clima al quale appartiene il territorio senigalliese è ascrivibile al tipo designato "temperato sublitoraneo" dal climatologo tedesco W. Köppen, caratteristico delle zone collinari medio-basse centro-meridionali delle Marche e della parte costiera fra Senigallia e Cupra marittima. Tale tipologia di clima è di transizione tra quello propriamente "mediterraneo" (clima Csa secondo Köppen-Geiger) e quello "sublitoraneo" (clima Cfa di Köppen-Geiger o clima temperato piovoso). Secondo Fazzini (2006), il tipo pluviometrico è SUBLITORANEO ADRIATICO, CARATTERIZZATO DA PRECIPITAZIONI PIUTTOSTO MODESTE – INFERIORI A 800 MM/ANNO - BIMODALE CON UN MASSIMO NON PRONUNCIATO IN AUTUNNO, UN SECONDO MASSIMO ALL'INIZIO DELLA PRIMAVERA E DUE MINIMI NELLE STAGIONI SOLSTIZIALI, DI CUI QUELLO ESTIVO E' IL PRINCIPALE PUR NON MOSTRANDO CARATTERI DI SICCITOSITA'.

In sintesi il clima è di tipo Cfa – temperato caldo, con precipitazioni sufficienti in tutti i mesi e clima estivo molto caldo, con media di luglio > 22°C.

Occorre evidenziare che, in relazione alle caratteristiche che deve possedere una serie storica per essere analizzata, il territorio comunale di Senigallia, non dispone di una serie storica caratterizzata da estensione temporale del dato e da omogeneità dello stesso. Pertanto per definirne le caratteristiche climatologiche, vista la disponibilità estremamente limitata di serie storiche adatte allo studio in un suo limitato intorno geografico, è stata selezionata la serie storica termometrica di **Fano** – altamente rappresentativa delle vicende climatiche locali perche situata in posizione simile a circa 15 km a WNW mentre per ciò che concerne la serie meteorica è stata analizzata quella locale.

L'analisi climatica (Current Baseline Assessment Report – Action project A1) è stata effettuata a partire dai dati giornalieri di temperatura e precipitazione per l'arco temporale 1961-2015 (dati forniti dal Centro Funzionale di Protezione Civile della Regione Marche), ed assumendo come base di riferimento il CLINO 1971-2000.

Analizzando il periodo 1961-2015, la temperatura media annuale è pari a 13°C (media invernale di 4.6°C, media primaverile di 11.7°C, media estiva di 20.9°C e media autunnale di 14°C), con una temperatura media minima di 7.9°C e una media massima di 17.8°C. Le temperature più basse si registrano nel trimestre invernale - dicembre gennaio e febbraio - mentre le più alte in luglio e agosto.

Le precipitazioni medie annuali sono comprese fra 540 e 1080 mm (valore medio periodo 1961-2015 pari a 767.3 mm) e i giorni nevosi per anno sono circa 4.

Dal calcolo del diagramma di Bagnouls e Gaussen (fig. 2.1) risulta evidente che, relativamente al periodo oggetto dello studio non vi sono prolungati periodi caratterizzati da deficit idrico.

VALORI MEDI DI TEMPERATURA E PRECIPITAZIONI – Stazioni di Fano - Senigallia (Periodo 1961-2015)				
Mese	Media Pr (mm)	MediaTx (°C)	Media Tn (°C)	Media Tm (°C)
Gennaio	59	7,2	0,2	3,7
Febbraio	51	8,8	1,5	5,0
Marzo	61	12,7	3,6	8,1
Aprile	61	16,5	6,5	11,5
Maggio	58	20,9	9,8	15,4
Giugno	57	25,2	13,4	19,3
Luglio	47	28	16,2	22,1
Agosto	60	28,2	16,1	22,1
Settembre	74	24,4	12,8	18,6
Ottobre	81	18,4	9,2	13,8
Novembre	84	13,3	5,7	9,5
Dicembre	74	9,1	1,7	5,4
Inverno	61	8,4	0,8	4,6
Primavera	60	16,7	6,6	11,65
Estate	55	27,1	14,6	20,85
Autunno	80	18,7	9,2	13,95
ANNUALE	**767**	**17.8**	**7.9**	**12.8**

Tabella 2.1 –

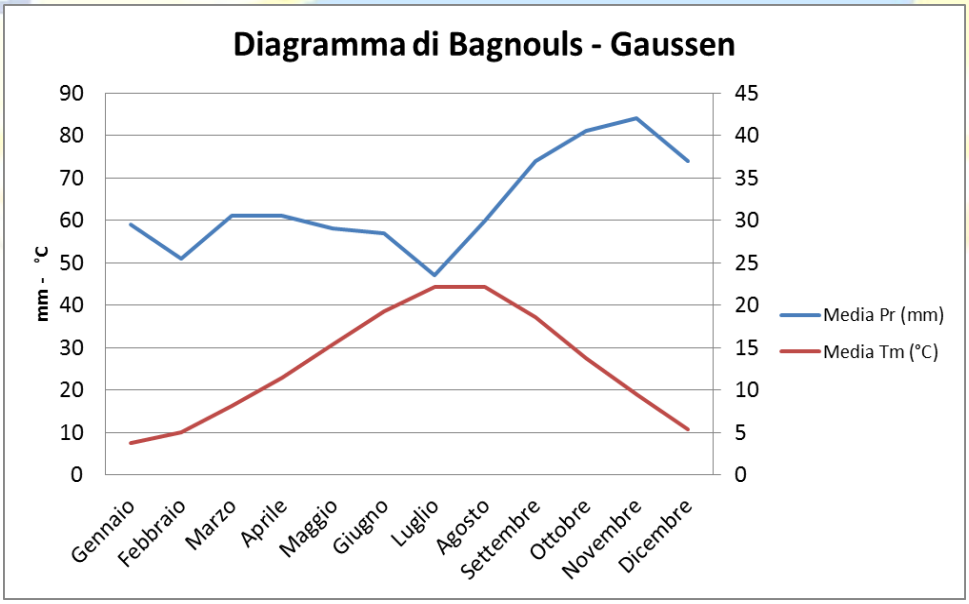


Figura 2.1 -

I risultati dell'analisi climatica locale, sviluppata tramite l'elaborazione di **trend climatici** (anomalie annuali e stagionali di precipitazioni e temperature) e di **indici climatici estremi**, conferma complessivamente la maggiori parte delle tendenze riscontrate in altre aree europee, ed in particolare a livello di bacino Mediterraneo, con chiari segnali di variazione climatica osservati in particolare per le temperature:

- **aumento delle temperature** (in particolare delle temperature massime);
- **aumento dei periodi caldi durante la stagione estiva** (ondate di calore);
- **estremizzazione del regime precipitativo locale** (a una modesta riduzione della quantità di precipitazioni annuali si accompagna un notevole cambiamento dei regimi di pioggia nel corso dell'anno, con prolungati periodi siccitosi nella stagione estiva e aumento della frequenza e dell'intensità delle precipitazioni e conseguente aumento dei fenomeni di dissesto idrogeologico).

Trend Temperature

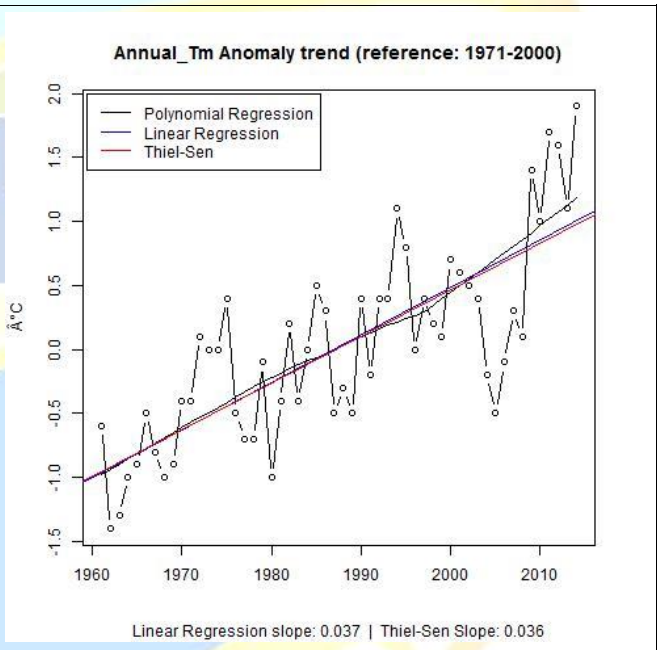
	Mann-Kendall Tau	Mann-Kendall 2-sided p_value	Thiel-Sen's slope
Annual_Tm	0.412	0.000	0.037
Autumn_Tm	0.311	0.002	0.031
Spring_Tm	0.314	0.001	0.032
Summer_Tm	0.420	0.000	0.049
Winter_Tm	0.246	0.014	0.031
Annual_Tn	0.292	0.004	0.032
Autumn_Tn	0.237	0.017	0.028
Spring_Tn	0.246	0.013	0.025
Summer_Tn	0.306	0.002	0.043
Winter_Tn	0.186	0.062	0.025
Annual_Tx	0.503	0.000	0.045
Autumn_Tx	0.367	0.000	0.033
Spring_Tx	0.359	0.000	0.041
Summer_Tx	0.501	0.000	0.057
Winter_Tx	0.322	0.001	0.038

Tabella 2.2 - Coefficienti statistici considerati per l'analisi dei trend delle anomalie annuali e stagionali delle temperature medie, minime e massime.

Dalla disamina della tabella termometrica, il segnale relativo al periodo oggetto dello studio – calcolato sull'anomalia relativa al CLINO 1971-2000 – mostra un intenso incremento generalizzato delle temperature, a conferma di un segnale riconosciuto anche a livello di bacino mediterraneo. Gli incrementi termici medi annui variano tra 0.032 °C per i valori medi minimi e 0.045 °C per quelli massimi, con una media annua pari a circa 0.037 °C. Se si considera l'intero periodo, l'aumento delle temperature medie varia tra 1.6 °C in autunno e inverno e 2.6 °C in estate. La temperatura media annua è incrementata di circa 1.9 °C. Le temperature minime mostrano un segnale positivo compreso tra 1.3 °C in autunno e inverno e 2.3 °C in estate. L'incremento annuo delle minime si attesta a circa 1.7 °C. La temperatura massima rappresenta la variabile interessata da un incremento maggiore (0.4 °C/10 anni), che va dai 1.6 °C in autunno ai 3.1 °C in estate. A livello annuale, le temperature massime mostrano un incremento di 2.4 °C.

Trend Temperature Medie

Dall'analisi della figura 4b.1, si osserva una quasi assoluta identità nel comportamento delle rette interpolanti mentre le funzioni interpolanti di ordine superiore tendono ad evidenziare per le stagioni equinoziali, un incremento del segnale a partire dalla metà degli anni '90 rispetto a quelli caratteristici del ventennio precedente, con una tendenza ad un flesso nella stagione estiva. Relativamente al segnale che caratterizza la stagione invernale, si nota una quasi totale assenza di tendenza, lievemente modificata, analizzando la funzione polinomiale, da un lieve minimo alla meta degli anni '80.



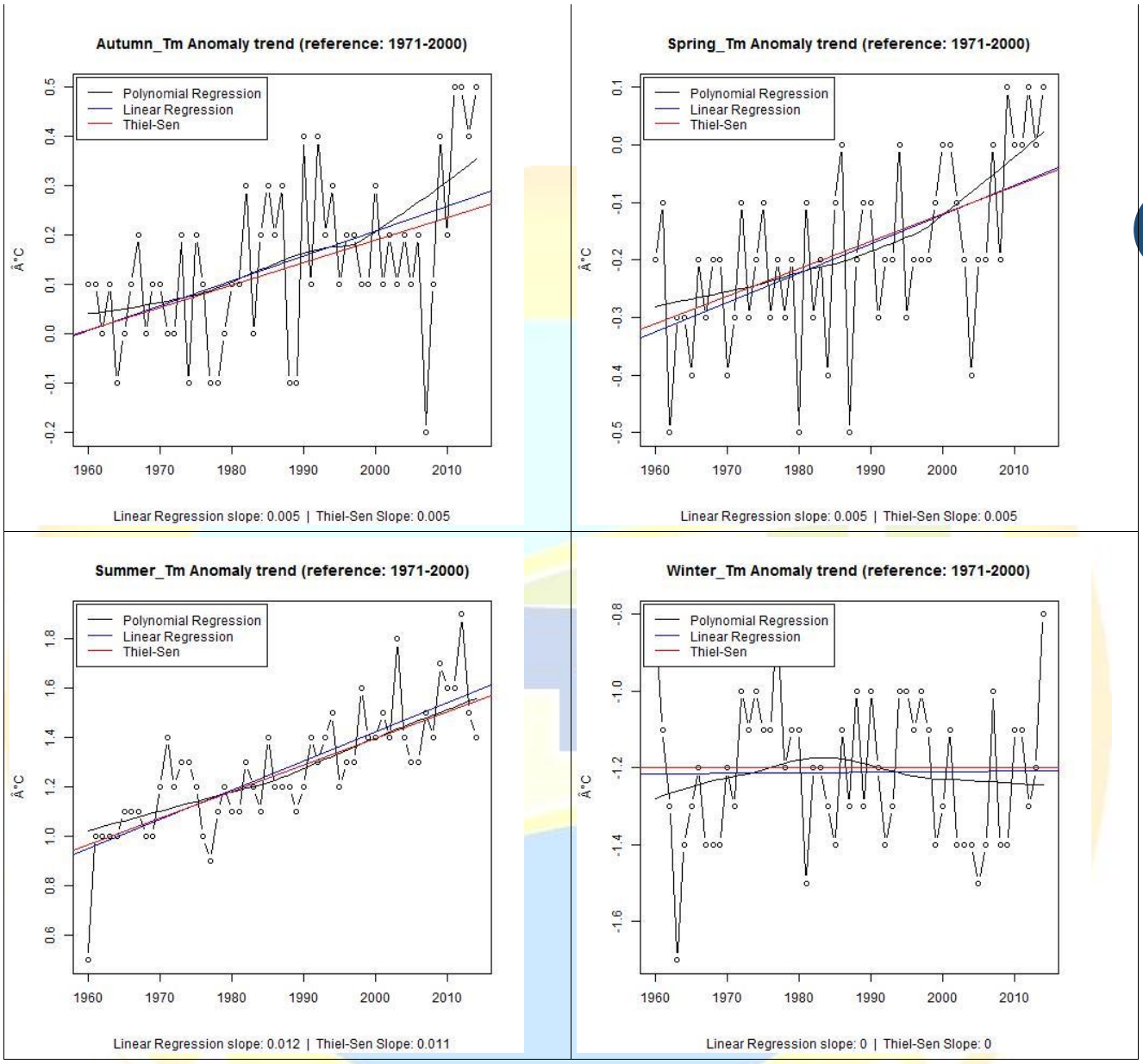


Figura 2.2 – trend termometrico annuale e stagionale

I risultati emersi dallo studio statistico mostra un andamento in parte contrastante con quello osservato nel Rapporto ISPRA 37/2013 - Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura e precipitazione in Italia - benché questi consideri un periodo di osservazione più breve (1961 – 2012) e la normale climatica sia riferita al 1961 – 1990.

L'analisi da una parte conferma quanto evidenziato nel rapporto ISPRA - vale a dire una

tendenza nel territorio fisico italiano ad un generale "*global warming*", con un aumento del valore degli indici che descrivono gli estremi di caldo (SU25, TN90, TX90, WSDI), del numero di notti tropicali (TR20), con una netta prevalenza di anomalie positive soprattutto a partire dalla metà degli anni '80.

Viceversa, nella stazione meteorologica di Fano, il numero di giorni con gelo (FD0), il numero di notti fredde (TN10P) e il numero di giornate fredde (TN10P), mostrano, per lo stesso periodo una prevalenza di anomalie negative in contrasto con quelle positive riferite al territorio nazionale

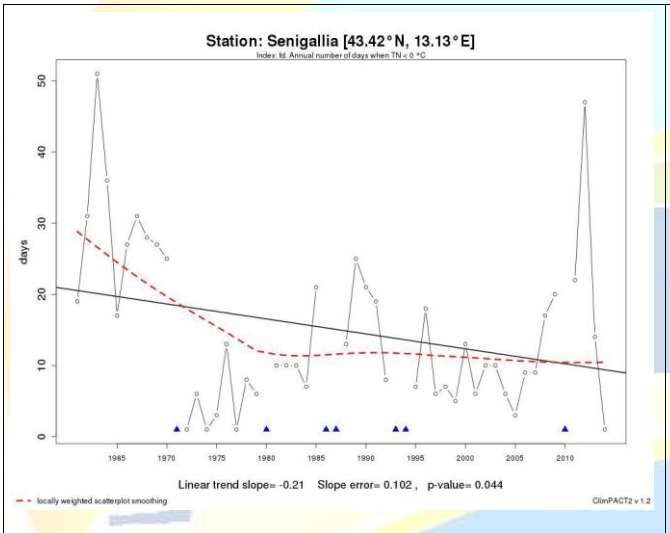
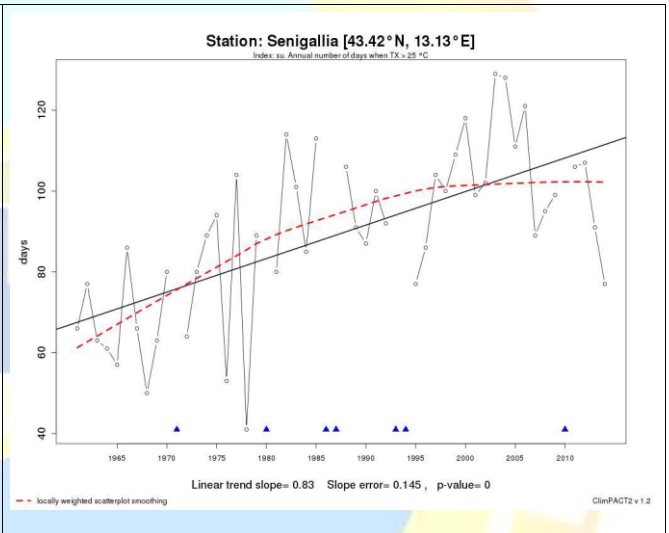
<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>Il trend relativo al numero di giorni con temperatura minima inferiore agli 0 °C mostra un decremento statisticamente significativo (p_value = 0.044). Attraverso la retta di interpolazione polinomiale possiamo notare un punto di flesso in corrispondenza del consistente riscaldamento verificatosi negli anni '70. Una sostanziale seppur isolata interruzione del decremento dei giorni gelo, può essere notato in corrispondenza dell'anno 2012, caratterizzato da un'intensa ondata di freddo continentale che interessò l'intero territorio marchigiano durante le prime due settime del mese di febbraio.</td>
<td>Contrariamente ai giorni di gelo, i giorni estivi caratterizzati da Tx > di 25 °C mostrano un segnale in deciso aumento (0.8 giorni/anno), statisticamente significativo con pendenza della retta interpolante pari a 0.83 e un p_value approssimato a 0 (figura 5b.2). Si può notare come il più consistente incremento si sia manifestato dagli anni '80 e i picchi relativi agli anni 2003 e 2004 con un numero di giorni estivi ≈ 125.</td>
</tr>
</table>

Figura 2.3 – andamento di indicatori termometrici medi

Pertanto, complessivamente, questi risultati confermano per gli estremi di temperatura quanto era stato rilevato per la temperatura media (Toreti e Desiato, 2007), vale a dire un cambiamento dei trend (changepoint) che si colloca all'inizio degli anni '80, periodo in cui ha inizio una fase di riscaldamento più marcato.

Trend Precipitazioni

Dalla disamina della tabella, si evince che le precipitazioni tendono ad aumentare in tutte le stagioni, eccezion fatta per quella estiva. Tuttavia, risulta evidente come i trend appena citati non siano statisticamente significativi (p_value sempre >> 0,05) sebbene i segnali relativi alla stagione invernale e primaverile siano relativamente al di sopra del valore limite prima citato. Gli incrementi percentuali precipitativi più significativi sembrerebbero verificarsi proprio in primavera e secondariamente in inverno mentre moderato appare il decremento estivo.

Per quanto riguarda il trend delle precipitazioni, dall'analisi della figura di seguito, risultano sostanziali differenze, ad esclusione dell'inverno, tra i valori dei coefficienti angolari calcolati con metodo parametrico (linear regression) e non parametrico (Thiel-Sen slope); questo fatto evidenzia l'importanza di considerare regressioni non parametriche per l'analisi di variabili climatiche con distribuzione diversa dalla normale sul quale è basata la formulazione del modello di regressione lineare. Osservando la regressione polinomiale, su base annuale, si nota un'oscillazione del regime precipitativo, con un deciso punto di flesso tra gli anni '80 - '90.

	Mann-Kendall Tau	Mann-Kendall 2-sided p_value	Thiel-Sen's slope
Annual_Pr	-0.070	0.475	-0.172
Autumn_Pr	-0.021	0.833	-0.088
Spring_Pr	0.002	0.994	0.011
Summer_Pr	-0.081	0.403	-0.383
Winter_Pr	-0.029	0.776	-0.171

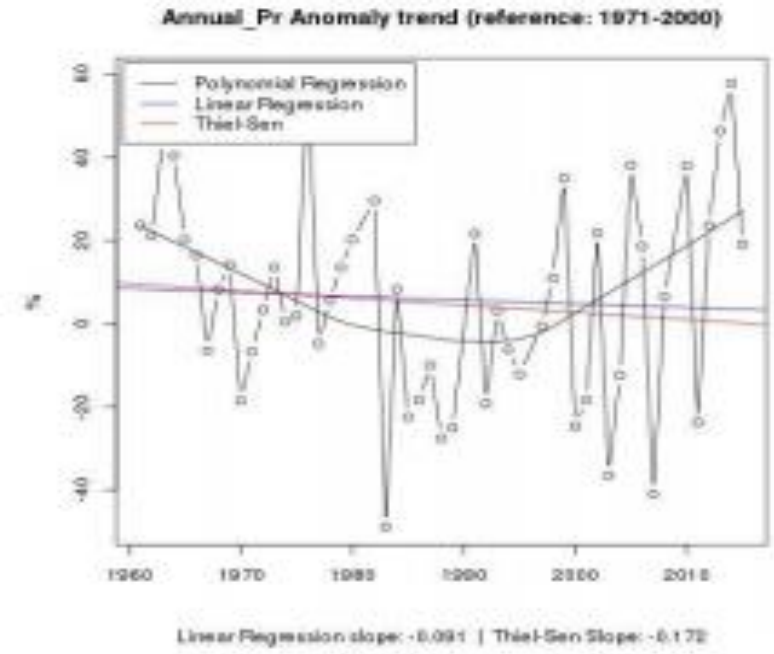


Figura 2.3 - Trend delle Precipitazioni Annuali calcolate per la serie 1961-2015 riferita al CLINO 1971-2000

Dall'analisi della figura sovrastante, risulta evidente che modeste siano le differenze tra i valori dei coefficienti angolari calcolati con metodo parametrico (linear regression) e non parametrico (Thiel-Sen slope); essi mostrano una quasi perfetta identità per l'inverno; sempre per il segnale annuale si nota un comportamento piuttosto articolato della polinomiale che mostra un lieve flesso del segnale a metà degli anni '90 ed un notevole incremento meteorico a partire dal 2000, determinati dalle abbondanti precipitazioni dell'ultimo quinquennio, con un forte outlaier nell'anno solare 2013. Tale segnale caratterizza anche la stagione primaverile ed in misura minore quella invernale. Significativo si conferma il calo meteorico estivo L'evidenza relativa ai trend delle precipitazioni a non essere statisticamente significativi vengono confermati anche relativamente agli indici estremi appena evidenziati (p_value compresi tra 0.12 e 0.65)

Index	Definition	Units	Indices Climpact2	Slope	STD of slope	p_value
RX1day (Max 1-day precipitation amount)	Maximum value of 1-day precipitation	mm	rx1day	-0.196	0.253	0.441
R95p (Very wet days)	Annual total precipitation when daily PRCP > 95th percentile of the base period	mm	r95p	-0.638	1.13	0.575
SDII (Simple Daily Intensity Index)	Annual total precipitation divided by the number of wet days (defined as daily PRCP ≥ 1.0 mm) in the year	mm/day	sdii	0.004	0.014	0.755
CDD (Consecutive Dry Days)	Maximum number of consecutive days with daily PRCP < 1mm	mm	cdd	0.082	0.076	0.29
R20 (Very heavy precipitation days)	Annual count of days when daily PRCP ≥ 20 mm	days	r20mm	-0.004	0.036	0.924

Tabella 2.4 – indicatori pluviomentrici e loro tendenze

L'assenza di significatività statistica risultata in riferimento ai trend delle anomalie annuali e stagionali viene confermata anche dall'analisi statistica applicata agli indici estremi. Tutti gli indici considerati mostrano infatti p_value > 0.05. Non si osservano dunque tendenze ben definite sia per quanto riguarda l'indice relativo alla precipitazione massima giornaliera (RX1day) sia per quello che riguarda l'accumulo annuale che deriva da fenomeni particolarmente intensi (R95p). Essi, infatti, mostrano una lieve diminuzione e oscillazioni riconducibili alla normale variabilità climatica interannuale con ciclicità attorno ai 25 anni. Simili risultati riguardano l'indice di intensità di pioggia (SDII) e l'indice di precipitazioni > di 20 mm (R20) che mostrano trend praticamente nulli rispettivamente con pendenza di 0.004 e -

0.004. L'indice dei giorni consecutivi senza precipitazione
(CDD), anche se risulta leggermente in crescita, non mostra una tendenza significativa. Si potrebbe sinteticamente concludere che nell'arco di tempo considerato, come constatato per i valori medi annuali e stagionali, non si assiste a un cambiamento significativo dei caratteri "estremi" del regime precipitativo locale. Questo sottolinea come la risposta alla forzante antropogenica delle precipitazioni sia differente da quello delle temperature che al contrario mostrano severi incrementi. Una risposta "latente" delle precipitazioni è comunque attesa, dovuta all'intrinseca maggior complessità che ne determina la variabilità (sia per quanto riguarda valori medi che estremi), governata da meccanismi fisici e oscillazioni che si manifestano lungo periodi considerevolmente lunghi (Quadrelli et al. 2001; Toreti et al. 2009; Toreti et al. 2010; Seager et al. 2012). In ogni caso è possibile notare per la maggior parte degli indici considerati, un incremento della variabilità inter annuale negli ultimi 30 anni.

L'indice di intensità di pioggia (SDII) quantifica l'intensità meteorica media giornaliera, dove la sommatoria annuale dell'accumulo giornaliero viene divisa per il numero di giorni nei quali la precipitazione si è manifestata. Può essere considerato quindi come l'intensità media della precipitazione caduta durante i giorni di pioggia. Il trend è in leggero aumento, di circa 0.004 mm/anno, pari a circa 0.22 mm nell'intero periodo che comunque non rappresenta un cambiamento statisticamente significativo (p_value = 0.75).

L' indice dei giorni non piovosi consecutivi (CDD) quantifica la lunghezza massima annuale dei periodi "secchi" e si rivela un ottimo indicatore del climatic change in atto relativamente al bacino mediterraneo, caratterizzando l'evoluzione di periodi potenzialmente siccitosi. Il segnale mostra un contenuto incremento, quantificabile in poco più di 4 giorni per l'intero periodo. Si passa da fasi secche estese temporalmente circa 27 giorni negli anni '60 a circa 30 negli ultimi anni. Rispetto all'indice R95p, precedentemente analizzato, si può vedere l'interpolante polinomiale mostrare un'onda con andamento simmetrico e di simile ampiezza e come anche in questo caso la variabilità inter-annuale tenda a incrementare dagli anni '80. Un allungamento dei periodi secchi è comunque atteso, dato il maggior tempo richiesto per il

raggiungimento del punto di saturazione al cospetto di un'atmosfera più calda (Trenberth et al. 2003; Giorgi et al. 2011) . Ad ogni modo, i risultati non consentono di assegnare significatività statistica a tale dinamica, riconducibile quindi alla normale variabilità climatica inter-annuale.

L'indice del numero di giorni con precipitazioni abbondanti (R20) evidenzia una sostanziale assenza di tendenza. Anche l'andamento di eventi particolarmente intensi segue l'oscillazione circa ventennale osservata per gli altri indici. Da notare infine un'onda dell'interpolante polinomiale simmetrica al precedente indice. Come per gli ultimi tre indici considerati è possibile notare un incremento della variabilità inter-annuale dagli anni '80.
La totalità degli indici relativi alle temperature minime e massime risultano statisticamente significativi, con valori p_value < 0.05; si specifica che i valori di p_value nella precedente tabella pari a "0" indicano in realtà un valore inferiore ad una certa soglia che viene così approssimata. L'indice giorni di gelo (FD0), segna una tendenza alla diminuzione, con riduzione di circa 11 giornate di gelo nell'intero periodo. Tale trend mostra significatività statistica con un p_value di 0.044. Di intensità ancor maggiore risulta la tendenza di aumento dell'indice di giorni estivi (SU25), circa 8 giornate in più ogni 10 anni. Segna una tendenza in aumento anche l'indice di notti tropicali (TR20), circa 4 ogni 10 anni. La tendenza dei giorni freddi (TX10P) segna un significativo calo leggermente più intenso di quello che caratterizza le notti fredde (TN10P), ad ogni modo anch'esso statisticamente significativo. Un aumento deciso viene mostrato dall'indice dei giorni caldi (TX90P) con una percentuale di occorrenza annuale che passa dal 5 a quasi il 20% durante tutto l'arco di tempo considerato. Un significativo incremento riguarda anche le notti calde (TN90P), la cui frequenza, su base annua, è raddoppiata. Un altro interessante indice riporta l'allungamento dei periodi caldi (WSDI), in rapida crescita dagli anni '90 con un allungamento dei periodi caldi pari a 3 giorni ogni 10 anni. Infine, l'ultimo indice considera l'evoluzione temporale del numero annuale dei giorni molto caldi (SU30), ovvero giornate con temperatura massima maggiore o uguale di 30 °C; da questo si desume che dal 1961 al 2014 tali giornate siano aumentate di circa 6 ogni 10 anni, vale dire quasi 33 giorni in più in 54 anni.

Index	Definition	Units	Indices Climpact2	Slope	STD_of_Slope	P_Value
FD0 (Frost Days)	Annual count of days when TN (daily minimum) < 0ºC	days	fd	0.683	0.133	0.000
SU25 (Summerdays)	Annual count of days when TX (daily maximum) > 25ºC	days	su	1.339	0.130	0.000
TR20 (Tropicalnights)	Annual count of days when TN (daily minimum) > 20ºC	days	tr	0.024	0.013	0.058
TN10P (Coldnights)	Percentage of days when TN<10th percentile of the base period	%	tn10p	0.173	0.044	0.000
TN90P (Warmnights)	Percentage of days when TN>90th percentile of the base period	%	tn90p	0.026	0.035	0.471
TX10P (Colddays)	Percentage of days when TX<10th percentile of the base period	%	tx10p	-0.259	0.028	0.000
TX90P (Warmdays)	Percentage of days when TN>90th percentile of the base period	%	tx90p	0.596	0.048	0.000
WSDI (Warm Spell Duration Index)	Annual count of days with at least 6 consecutive days when TX > 90th percentile of the base period	days	wsdi	1.027	0.118	0.000
SU30* (Hot days)	Annual count when TX ≥ 30°C	days	TXge30	1.404	0.123	0.000

Tabella 2.5 – Indicatori termometrici e loro tendenza

Il trend relativo al numero di giorni con temperatura minima inferiore agli 0 °C (giorni di gelo,FD0) mostra un decremento statisticamente significativo (p_value = 0.044). Attraverso la retta di interpolazione polinomiale possiamo notare un punto di flesso in corrispondenza del consistente riscaldamento verificatosi negli anni '70. Una sostanziale seppur isolata interruzione del decremento dei giorni gelo, può essere notato in corrispondenza dell'anno 2012, caratterizzato da un'intensa ondata di freddo continentale che interessò l'intero territorio marchigiano durante le prime due settime del mese di febbraio.

Contrariamente ai giorni di gelo, i giorni estivi SU25 caratterizzati da Tx > di 25 °C mostrano un segnale in deciso aumento (0.8 giorni/anno), statisticamente significativo con pendenza della retta interpolante pari a 0.83 e un p_value approssimato a 0 (figura 5b.2). Si può notare come il più consistente incremento si sia manifestato dagli anni '80 e i picchi relativi agli anni 2003 e 2004 con un numero di giorni estivi ≈ 125

Un trend significativamente in incremento caratterizza anche il numero annuale di notti tropicali (TR20) definite come giorni nei quali la Tn non scende sotto i 20 °C. Spesso sinonimo di un mancato rilascio notturno del calore accumulato durante la giornata (in special modo se al cospetto di un'umidità relativa elevata), questo indice è di particolare rilevanza per lo studio dell'impatto delle ondate di calore sulla salute umana. L'incremento di tale parametro risulta deciso (p_value = 0.017) dove le ≈18 notti tropicali caratterizzanti gli anni '60 e '70 sono passate mediamente a 30 dalla metà degli anni '80 con un incremento annuo di 0.4 notti tropicali/anno. Da notare i valori estremamente alti (fino a 80 notti tropicali/anni nel 2003) durante i primi anni '00. L'evidente punto di discontinuità della serie in corrispondenza dell'anno 2007 è principalmente riconducibile alle probabili sostanziali modifiche (spaziali o di strumentazione) apportate alla stazione di misura.

Il trend relativo le notti fredde (TN10P), notti dove la temperatura minima è inferiore al 10° percentile del trentennio di riferimento, con una slope di -0.24, testimonia un decremento statisticamente significativo con un p_value approssimato a 0. Specularmente a quanto visto

prima per l'indice delle notti tropicali, il numero di notti fredde vede i valori più bassi in corrispondenza dei primi anni '00 e un incremento che si manifesta in corrispondenza degli ultimi anni della serie presa in considerazione per le stesse ragioni precedentemente citate.

L'indice di giornate con temperatura minima superiore al 90° percentile del periodo di riferimento (TN90P), è risultato in significativo aumento, ≈ +1.8 notti calde/anno. Si assiste ad un deciso incremento di tale fenomenologia, orientativamente triplicata rispetto ai primi anni della serie storica. Interessante notare come l'incremento delle notti calde sia di intensità minore se comparato con il decremento delle notti fredde (indici TN10p). Questo indica, un'asimmetria dell'incremento riferito alle temperature minime dove i valori elevati hanno subito un incremento maggiore rispetto ai valori bassi.

L'andamento dei giorni freddi (TX10P) mostra un calo nettamente significativo p_value approssimato a 0. Si può notare che anche se con oscillazioni orientativamente di 10 anni, le percentuali annue di giornate fredde sono attualmente attorno al 5% contro un valore attorno al 20% che caratterizza il primo decennio della serie.

L'indice delle giornate calde (TX90P) mostra un incremento deciso, anche in questo caso più consistente a cavallo del decennio '00. Si passa da una percentuale annua di giornate calde attorno al 5% durante gli anni '60 all'attuale 18%, con un aumento complessivo attorno al 13%. Grazie all'utilizzo di indici che applicano soglie ai percentili piuttosto che a valori fisici delle variabili possiamo confrontare gli incrementi relativi alle Tn e Tx, constatando come siano le Tx a mostrare una maggiore diminuzione della frequenza di valori bassi e un maggior incremento della frequenza di valori alti.
Per quanto riguarda la durata di periodi con temperature particolarmente elevate (WSDI), il trend dell'indice relativo il numero di giorni consecutivi (almeno 6) con Tx > 90° percentile (figura 5b.8). evidenzia uno slope di 0.3 e un p_value = 0.002 il trend è risultato significativamente in aumento, sostanzialmente grazie ai valori registrati nel decennio '00.

L'ultimo indice relativo alle temperature riporta l'evoluzione temporale del numero di giorni caratterizzati da Tx ≥ 30 °C (SU30). Con un incremento di 0.6 giorni/anno (slope = 0.611) l'indice risulta significativamente in aumento. Confrontando il numero di giornate estive (Tx > 25 °C, con slope = 0.83) con quello delle giornate molto calde (Tx ≥ 30 °C) possiamo vedere come quest'ultimo indice abbia fatto segnare l'incremento meno rilevante.

I risultati emersi dalla serie di Senigallia, in linea con quello che si riscontra a scala nazionale e di bacino del Mediterraneo, evidenziano una chiara tendenza al riscaldamento, con un aumento del valore degli indici che descrivono intensità e durata di estremi di caldo (SU25, TN90, TX90, WSDI) e del numero di notti tropicali (TR20). Temporalmente si può individuare la metà degli anni '80 come "punto di rottura" (Toreti e Desiato, 2007), con un forte incremento della frequenza di anomalie positive relative non solo agli indici estremi ma anche ai valori medi analizzati nel precedente capitolo. Coerentemente, il numero di giorni con gelo (FD0), il numero di notti fredde (TN10P) e il numero di giornate fredde (TN10P) mostrano una prevalenza di anomalie negative dall'inizio degli LIFE SEC ADAPT LIFE14 CCA/IT/000316 41 anni '80 ad oggi. Ad ogni modo l'intensità della diminuzione degli estremi freddi è minore all'incremento degli estremi caldi

2.2. Analisi delle Vulnerabilità e dei Rischi

Grazie ai risultati dell'analisi climatica ed agli incontri effettuati con l'Amministrazione Comunale, sono stati identificati i settori di governo maggiormente interessati dagli effetti e dagli impatti del cambiamento climatico a livello locale. I settori sono stati selezionati tenendo conto della rilevanza sociale, economica e ambientale all'interno del territorio comunale, della dipendenza dal fattore climatico e del grado di competenza che riveste l'amministrazione comunale sul settore stesso.

Le indagini e le valutazioni condotte, all'interno dell'Analisi di Vulnerabilità e Rischio, sui settori strategici per il Comune di Senigallia (agricoltura – erosione del suolo, turismo e dissesto idrogeologico) hanno rilevato diversi livelli di criticità in virtù delle variazioni climatiche in corso, come riportato in tabella e riassunto di seguito.

Settore	Impatti		Variabileclimatica	ValoreVulnerabilità	ValoreRischio
Agricoltura	A	Erosione dei suoli agricoli	Aumentopiogge intense	Alto	Molto Alto
			Aumento periodi siccitosi	Medio-alto	Alto
Turismo	C	Calo dei turisti	Variazione indice TCI	Medio-alto	Medio
Ambiente ed infrastrutture	D	Dissesto idrogeologico	Incremento periodi siccitosi	Basso	Medio
			Aumentopiogge intense		

Tabella 2.6 – settori strategici selezionati per lo studio

Per ogni settore è stata dapprima analizzata la Vulnerabilità, così come previsto dalla metodologia sviluppata da IDA, ovvero in funzione di tre componenti: (a) Esposizione; (b) Sensitività; (c) Capacità Adattiva. Parallelamente è stata valutata la probabilità di accadimento dei fenomeni climatici causanti gli impatti indicati in tabella e la magnitudo degli impatti. L'incrocio di queste due variabili (vulnerabilità e pericolosità) determina il valore finale di rischio.

Le valutazioni di vulnerabilità e di rischio, congiuntamente all'analisi climatica locale, costituiscono una fondamentale base di conoscenze necessarie per individuare le strategie, le misure e le azioni di adattamento che andranno a comporre il Piano.

Sector - Potential Impact	Components of Vulnerability and Risk	Indicators	Climate Change variations					Value		
			Raising T	Heat waves	Water shortage	Extreme prcp	Drought	Scale 0 - 5	Scale 0 - 1	
Agriculture - Soil erosion	**Vulnerability**	**Soil erosion index**	×	×	✓	✓	✓	**3,2**	**0,7**	High
	Hazard	**Hazard index**	×	×	✓	✓	✓	**3,0**	**0,6**	Low
	Risk	**Risk index**	×	×	✓	✓	✓	-	-	High
Agriculture - Drought	Exposure	Drought (SPI-SPEI)	×	×	✓	×	✓	3,0	0,6	Moderate
	Sensitivity	Agricultural land	-	-	-	-	-	4,0	0,8	High
		Average water consumption	-	-	-	-	-	3,6	0,7	Moderate
		Source of water supply	-	-	-	-	-	1,0	0,4	Very low
		Employment in agriculture	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Very low
		High quality crops	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Very low
		Irrigation areas	-	-	-	-	-	1,0	0,4	Very low
	Adaptive capacity	Age of the farm head	-	-	-	-	-	2,0	0,40	Moderate
		Level of education of head of farm	-	-	-	-	-	2,0	0,40	Low
		Level of farm computerization	-	-	-	-	-	2,0	0,40	Low
		Land ownership	-	-	-	-	-	4,0	0,80	High
		Type of irrigation	-	-	-	-	-	3,0	0,60	High
		Irrigation consulting	-	-	-	-	-	1,0	0,20	Very low
	Vulnerability	**Vulnerability index**	×	×	✓	×	✓	**2,20**	**0,45**	Moderate
	Hazard	**Hazard index**	×	×	✓	×	✓	**2,3**	**0,44**	Moderate
	Risk	**Risk index**	×	×	✓	×	✓	-	-	High
Critical infrastructure - Hydrogeological risk	Exposure	% of hydrogeological risk areas	×	×	×	✓	✓	1,5	2,9	Low
	Sensitivity	Population	-	-	-	-	-	1,1	0,2	Low
		Industrial buildings	-	-	-	-	-	0,0	0,0	Null
		Main roads	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Low
		Secondary roads	-	-	-	-	-	2,0	0,4	Moderate
		Strategic buildings	-	-	-	-	-	0,0	0,0	Null
	Adaptive capacity	Land maintenance	-	-	-	-	-	3,7	0,7	High
	Vulnerability	**Vulnerability index**	×	×	×	✓	✓	**1,27**	**0,25**	Low
	Risk	**Risk index**	×	×	×	✓	✓	-	-	High
Tourism - Socio-economic effects	Exposure	Tmax (summer)	✓	✓	×	×	×	3,5	0,7	Moderate
		Flood areas	✓	×	×	×	×	5	1	Very high
		Distribution of tourist segments	✓	✓	×	×	×	5	1	Very high
		Modified TCI index	✓	✓	×	✓	✓	3	0,6	Moderate
	Sensitivity	Number of tourism sector employees	-	-	-	-	-	4	0,8	High
		Tourist presence in the summer months	-	-	-	-	-	3	0,6	Moderate
		Tourist facilities in coastal areas	-	-	-	-	-	5	1	Very high
	Adaptive capacity	Added value of the tourism sector	-	-	-	-	-	5	1	Very high
		Institutional commitments of the municipalities	-	-	-	-	-	3	0,6	Moderate
		Cost of closed coastal protection projects	-	-	-	-	-	3	0,6	Moderate
	Vulnerability	**Vulnerability index**	✓	✓	×	×	×	**4**	**0,8**	High
	Risk	**Risk index**	✓	✓	×	✓	×	**4,5**	**0,9**	Very high

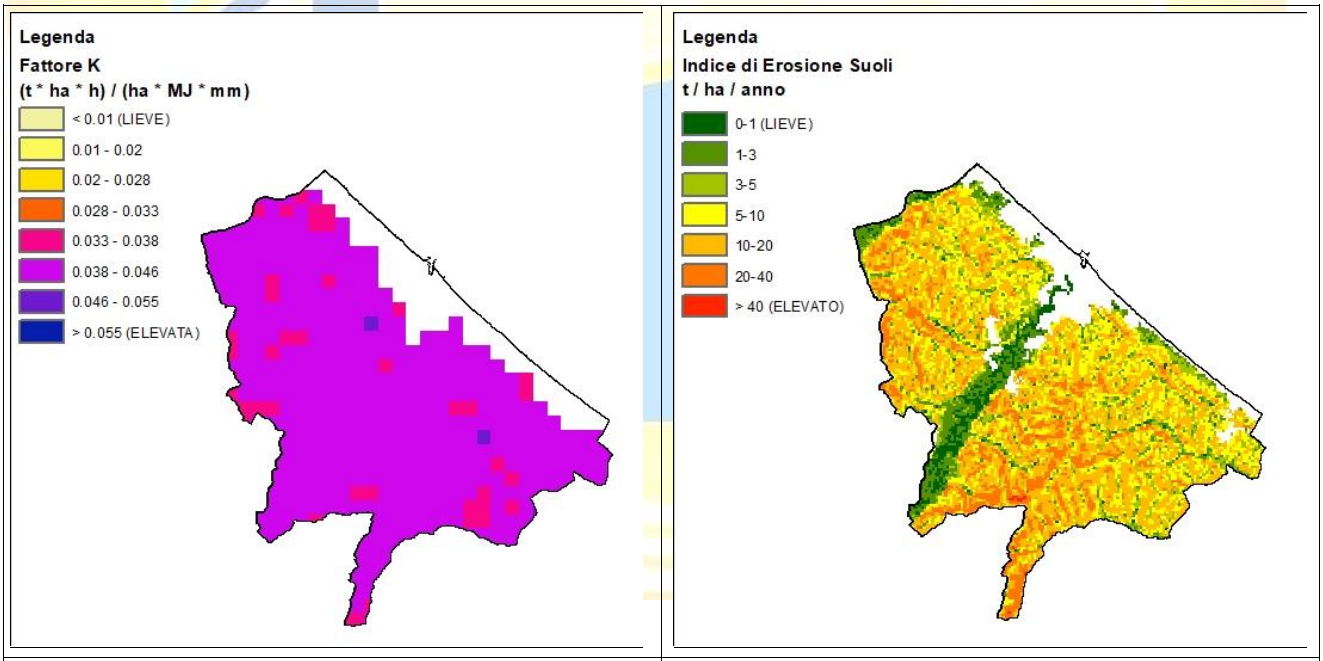
Tabella 2.7

2.2.1. Erosione dei suoli agricoli

Il tasso di erosività è un indicatore di sintesi che può essere utilizzato per valutare la vulnerabilità del territorio senigalliese (ed in particolare delle aree agricole) al rischio di erosione dei suoli. Tale rischio è inoltre destinato a crescere in funzione del cambiamento dei regimi pluviometrici in conseguenza dei cambiamenti climatici. L'aumento del numero di eventi estremi di precipitazione porterà ad un aumento della capacita erosiva delle piogge, con un inevitabile conseguente aumento dell'erosione del suolo.

L'analisi climatica locale ha confermato tali dinamiche, evidenziando una pur moderata estremizzazione del regime precipitativo locale, con un aumento delle piogge in ordine di frequenza ed intensità.

Per definire il grado di vulnerabilità del settore agricolo all'erosione dei suoli, è stato calcolato l'Indice di erosione dei suoli tramite l'applicazione del metodo RUSLE 2015 (Revised Universal Soil Loss Equation), che quantifica l'erosione dei suoli in relazione alla capacità erosiva della pioggia, alle caratteristiche idrologiche dei suoli, alla lunghezza e pendenza del versante, al tipo di vegetazione presente ed ai sistemi di gestione agricola e di regimazione delle acque (fig.2.4).



Indice di Erodibilità dei Suoli | *Indice di Vulnerabilità al fenomeno di erosione dei suoli*

Figura 2.4 -

Il grado di vulnerabilità è stato definito in riferimento al tasso di accettabilità del rischio d'erosione idrica del suolo, che normalmente deve tenere in considerazione gli aspetti ambientali, antropici, economici e sociali propri dell'area analizzata. Le soglie utilizzate nell'analisi derivano da uno studio condotto dalla Regione Marche prendendo in considerazione i paesaggi e le aree gestionali omogenee nelle diverse regioni pedologiche (la vulnerabilità è massima quando l'asportazione di suolo è maggiore di 20 tonnellate l'anno per ettaro).

Calcolando la media ponderata all'estensione dei valori del fattore di erosività E (ottenuto dall'applicazione del metodo RUSLE), si ottiene un valore globale di vulnerabilità alto, con un tasso di erosione medio compreso fra 10 e 20 tonn/ha/anno, più precisamente di 12,7 T/Ha/anno.

Per definire il grado di rischio sono stati presi in considerazione i dati relativi al valore economico delle colture praticate sul territorio comunale ed alla frequenza dei fenomeni climatici connessi all'erosione dei suoli (probabilità di accadimento, P), legati in particolare all'incremento della capacità erosiva delle precipitazioni.

Prendendo in considerazione i valori di Standard Output, che indicano per il Comune di Senigallia un valore medio di 1.651 €/ettaro – praticamente coincidente con quello medio regionale ed un valore totale comunale di 14.829.852 €, si assume che la perdita del valore economico sia alta.

La probabilità di accadimento (P) è stata definita calcolando per l'intero periodo 1961-2015 il numero di giorni annuali in cui si sono verificati eventi di precipitazioni estreme (P>30 mm/giorno), contando 198 eventi, con una media annua di 3.6 eventi. Se ne ottiene un grado di probabilità di accadimento basso. Nell'implementazione delle strategie ed azioni di Piano sarà tuttavia opportuno considerare che, sebbene la probabilità di accadimento di eventi con precipitazioni estreme risulti limitata, il trend mostra valori in pur lieve crescita, specialmente a partire dalla metà degli anni '90, con una media di 4 eventi annui.

Calcolando dunque la pericolosità del fenomeno come prodotto tra la probabilità di accadimento (grado basso 2) e gli effetti prodotti (grado elevato), si ottiene per il Comune di Senigallia un grado di pericolosità medio (H=3) del settore agricolo rispetto all'erosione dei suoli.

2.2.2. Carenza idrica in agricoltura

I fenomeni connessi alle variazioni climatiche, l'aumento demografico e la rapida urbanizzazione stanno progressivamente provocando una riduzione quantitativa della risorsa idrica fruibile, con conseguenze per le aziende agricole coinvolte che si traducono in modificate capacità produttive ed economiche che incidono a lungo termine sulla loro competitività e gravano sulla possibilità delle stesse a proseguire l'attività.

La vulnerabilità del Comune di Senigallia alla carenza idrica ad uso irriguo è stata calcolata in maniera quantitativa come unico dato comunale non spazializzato sul territorio, elaborando i trend degli estremi climatici termo-pluviometrici di riferimento (indicatori di esposizione) e i dati del Censimento Agricoltura ISTAT 2010 sulle colture presenti a livello locale, sulle pratiche di irrigazione utilizzate e sulle principali caratteristiche dei centri aziendali agricoli (indicatori di sensitività e capacità adattiva).

Nella tabella di seguito sono elencati gli indicatori utilizzati nella valutazione di vulnerabilità, distinti nelle tre componenti di esposizione, sensitività e capacità adattiva.

Indicatori di esposizione	Indicatori di sensitività	Indicatori di capacità adattiva
Siccità meteorologica (SPI-SPEI)	Superficie Agricola Utilizzata	Età del titolare del centro aziendale
	Consumo idrico medio	Livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale
	Fonte di approvvigionamento idrico	Livello di informatizzazione delle aziende agricole
	Numero di occupati in agricoltura	Diritto reale sul terreno
	Colture di pregio	Tipologia di irrigazione
	Aree irrigabili	Consulenza irrigua

Tabella 2.8 –

Il Comune di Senigallia fa registrare una vulnerabilità media in relazione al tema della siccità in agricoltura. Tutte e tre le componenti che la caratterizzano hanno valori attorno a3, su una scala da 1 a 5.

Il principale elemento di vulnerabilità è legato all'esposizione (grado medio) che, sebbene gli indici SPI e SPEI mostrino una mancanza di tendenza verso un clima più siccitoso, l'analisi degli eventi siccitosi avvenuti dal 1961 al 2015 evidenzia un numero sostanziale – circa 75 - di eventi di durata però piuttosto brevi – inferiori ai 7 giorni, con temperatura massima media non particolarmente elevata e compresa fra 32° e 34°.

La capacità adattiva risulta essere media data l'organizzazione delle aziende esistenti sul territorio comunale, prevalentemente proprietarie dei terreni lavorati, mentre risulta carente il livello di informatizzazione aziendale e la presenza di consulenze per la gestione della risorsa idrica, quasi inesistente.

Infine la sensitività, seppure la Superficie Agricola Utile e le colture di pregio sono prevalenti nel territorio comunale, presenta una valore medio-basso, perfettamente in linea con la media regionale –2,6 su una scala da 1 a 5 - anche a seguito delle pratiche di adattamento indirettamente attuate dagli agricoltori secondo cui vengono generalmente coltivate tipologie a bassa richiesta idrica. Tuttavia in considerazione della limitata risorsa idrica e di una sua tendenziale riduzione è plausibile che la sensitività del territorio comunale nei prossimi anni, potrebbe lievemente aumentare, rendendo necessario l'avvio di un processo di graduale ottimizzazione delle pratiche d'irrigazione ed eventualmente delle essenze coltivate (eventualmente non escludendo termini di rotazioni pluriennali).

L'analisi del rischio viene basata d'un lato sul valore economico del settore agricolo (si è preso in considerazione lo Standard Output, inserito nelle modifiche alla PAC del 2010, che esprime il valore di ogni coltura in Euro per ettaro) e dall'altro sulla frequenza dei fenomeni siccitosi rilevata negli ultimi cinquanta anni (attraverso l'analisi dei dati climatici a disposizione).

Il valore economico globale ottenuto, che indica per il Comune di Senigallia un valore medio di 1.651 €/ettaro ed un valore totale comunale di 14.829.852 €, si può assumere alto, ciò per la predominante presenza di colture a valore aggiunto.

Il grado di probabilità di accadimento del territorio comunale alla carenza idrica (P) moderato - 3 (media climatica sul cinquantennio di 37 giorni siccitosi l'anno), con una tendenza marcata all'incremento, tale da rendere il settore ancora più vulnerabile nei prossimi decenni.

A seguito di quanto sopra esposto riguardo alla carenza idrica in agricoltura per il territorio del senigalliese e in considerazione della probabilità di accadimento (P=3) e dal valore economico dei beni esposti (E=4), ne risulta un grado di pericolosità (H) molto elevato pari a 3,5. Tale valore se raffrontato con il grado di Vulnerabilità (V), precedentemente descritto, che risulta pari a 2,4, si ottiene **un rischio finale alto del settore agricolo rispetto a tale problematica**

2.2.3 Turismo

Uno dei principali rischi per l'aspetto turistico in relazione ai cambiamenti climatici è rappresentato dall'aumento della frequenza e dell'intensità di episodi di stress termico (ondate di calore) che potrebbero causare un decremento delle frequentazioni balneari a scopo ludico nel trimestre estivo. Uno dei principali rischi per il turismo associato ai cambiamenti climatici è rappresentato dall'aumento della frequenza e dell'intensità di episodi di stress termico (ondate di calore) anche e soprattutto in relazione all'incremento costante delle temperature massime che potrebbero rivelarsi mediamente troppo elevate per permettere attività ludico – balneari nel trimestre estivo secondo gli scenari di previsione climatica già a medio termine.

Il settore turistico è uno dei settori che sarà particolarmente interessato dai cambiamenti meteorologici e climatologico dinamici, anche se, attualmente, sono ancora pochi gli studi che riescono a quantificare gli impatti su questo settore, almeno in ambito litoraneo e di immediato entroterra collinare. Non esiste infatti una soddisfacente bibliografia inerente il calcolo delle variazioni della potenzialità climatico - turistica, nè esiste un altrettanto puntuale riferimento all'impatto inerente i costi sociali dei cambiamenti climatici.

Sebbene il Comune di Senigallia non presenti concentrazioni urbane tali da richiedere un'attenzione particolare in tema di stress termico (inteso come ulteriore incremento termico in termini di isola di calore), tale analisi è stata comunque sviluppata con il fine di delineare un primo livello di indagine conoscitiva di una tematica che nei prossimi anni potrebbe diventare una

priorità nell'agenda politica dell'amministrazione comunale. Nella tabella di seguito sono elencati gli indicatori utilizzati nella valutazione di vulnerabilità, distinti nelle tre componenti di esposizione, sensitività e capacità adattiva.

Il comune di Senigallia vanta presenze annue medie per il periodo 2012-2016, quantificabili in circa 1.370.000 presso le strutture ricettive disponibili, e sia la più importante località balneare della regione precedendo città storicamente votate al turismo balneare come San Benedetto del Tronto e Fermo, che specie nel primo caso evidenziano una forte impronta storica balneare.

L'ISPRA, nel suo eccellente studio ha cercato di quantificare la vulnerabilità considerando il seguente schema:

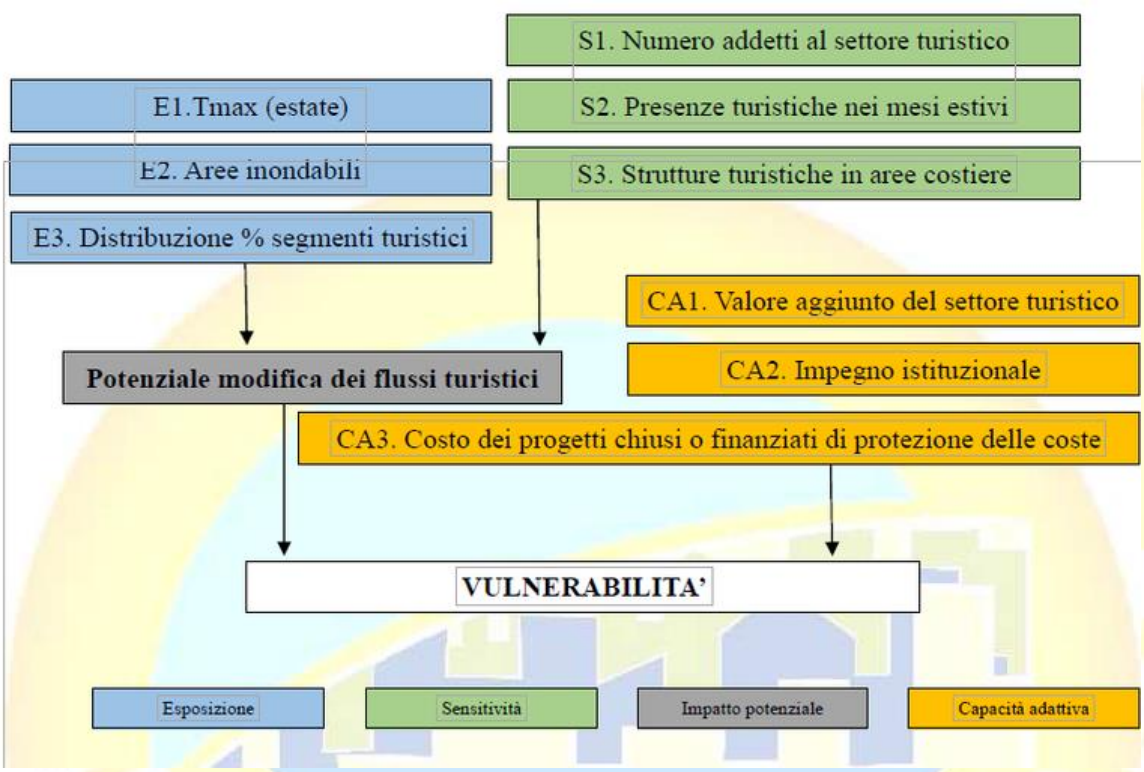
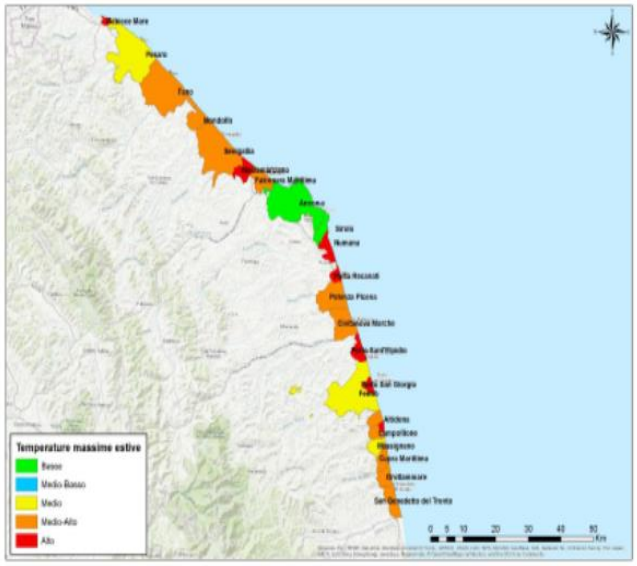


Tabella 2.9 – schema dell'analisi per il settore turismo (da ISPRA)

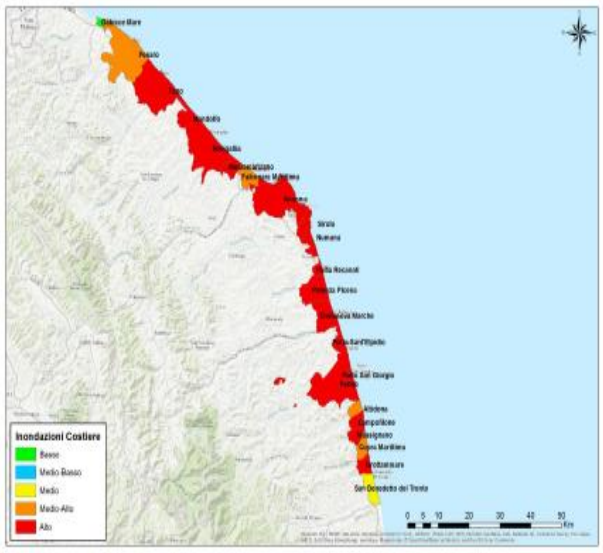
A questi indicatori, viene aggiunto il calcolo dell'indicatore di esposizione E 4 indice TCI modificato da Fazzini e Bisci.

Si evidenzia una forte esposizione all'incremento termico – quantificato, nell'ultimo trentennio, in circa 1,1°C - valore molto elevato se rapportato a quello mostrato nei report ISPRA. Anche l'indicatore relativo alla superficie costiera inondabile – che evidentemente rappresenta l'altro fattore di origine climatica che espone il tratto litoraneo ad eventuali impatti sul turismo costiero, esacerbando fenomeni di erosione e di perdita di spiaggia, nonché provocando danni

alle infrastrutture turistiche ed alle aree utilizzate per il tempo libero eventualmente presenti i **massimi livelli di esposizione**.



Esposizione all'incremento termico



Esposizione alle inondazioni costiere

Figura 2.5

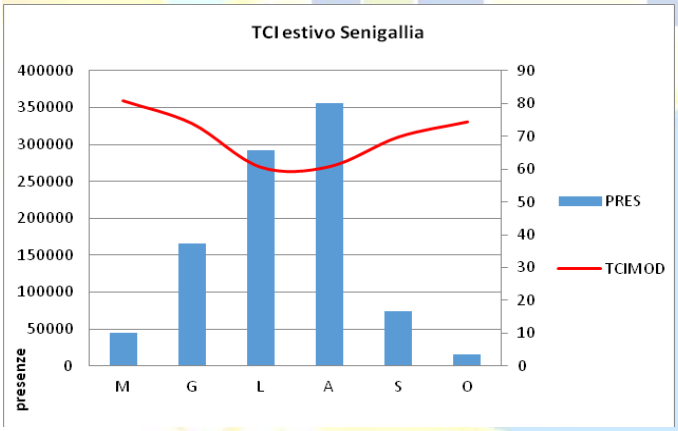


Figura 2.6 – valori medi mensili ed annuali dell'indice TCI mod

TCI - Tourist Comfort Index - Senigallia	
Anno	**Valore medio**
2012	**69,1**
2013	**68,9**
2014	**69,8**
2015	**68,8**
2016	**70**
MEDIA	**69,32**

L'indice TCI (touristic confort index) modificato – basato su sette parametri meteorologici rilevati e/o derivati: temperatura massima e media giornaliera, umidità relativa media e minima giornaliera, precipitazioni totali, radiazione incidente e velocità media del vento - calcolato con passo temporale giornaliero e per un estensione quinquennale - dal 2012 al 2016, con calcolo degli scenari futuri per il quinquennio 2050-2054 – **evidenzia un 'esposizione**

moderata agli effetti dell'incremento termico delle temperature calcolate per simulazione nel semestre caldo.

Dall'elaborazione, si evince un **valore elevato dell'Indice sintetico di Esposizione** - sebbene l'indice TCI ridimensioni lievemente tale segnale - a conferma della sensibile attenzione da porre sul settore turistico comunale, in merito ai cambiamenti climatici secondo le elaborazione degli scenari futuri previsti dai modelli.

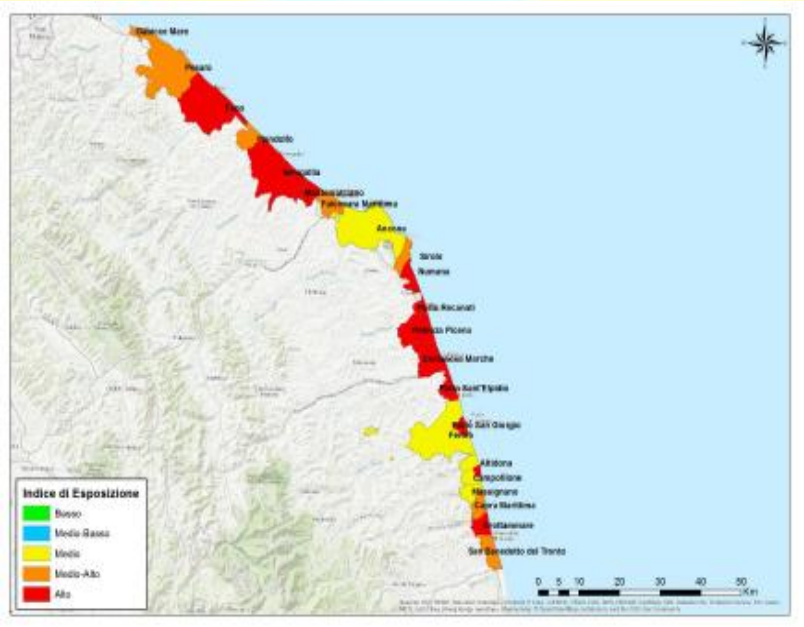


Figura 2.7 –

Evidentemente, il comune di Senigallia presenta un **indice di esposizione molto elevato**

Relativamente alla **sensitività**; si osserva una percentuale di addetti del settore turistico del 28% circa, valore decisamente basso e di gran lunga inferiore a quello relativo alla media regionale. Di conseguenza la sensitività risulta **essere bassa**. La percentuale di presenze turistiche nei mesi estivi sul totale delle presenze annuali sfiora il 95%. E' pertanto evidente nella città una fortissima stagionalità e dunque una sensitività molto elevata. La connotazione urbanistica cittadina, particolarmente estesa sul lungomare, relativamente ad aree potenzialmente più esposte alle minacce derivanti dalle inondazioni costiere, ne determina una moderata sensitività. l'Indice sintetico di Sensitività ottenuto dalla combinazione aritmetica degli indicatori sopra

descritti. La città di Senigallia presenta dunque una sensitività moderata - pari a 3- elevata su una scala da 1 a 5. Quanto alla capacita adattiva; l'indotto aggiunto nel comune di Senigallia, ammonta a circa 200 Mln di Euro - oltre la metà di quanto si registra per la municipalità per cui la c.a. relativa è medio – elevata ed anche la volontà dell'amministrazione comunale ad impegnarsi nel prossimo futuro su tematiche inerenti l'adattamento ai cambiamenti climatici risulta essere elevata (grazie anche all'impegno nel piani di adattamento in questione).

Infine, dalle evidenze, si presuppone che l'amministrazione sia tra quelle costiere regionali una delle più attente sul tema e quindi con una più alta capacità adattiva rispetto ad altre.

Sulla base del mix di indicatori selezionati la città di Senigallia - risulta avere medi tra tutti i comuni costieri marchigiani oggetto d'indagine, relativamente alla capacità di adattamento ai cambiamenti climatici per il settore turismo.

La mappa dell'Indice sintetico di Vulnerabilità del settore turistico costiero rispetto alle problematiche di natura climatica legate all'aumento delle temperature ed al possibile rischio di inondazione costiera mostra la distribuzione **dell'Indice sintetico di Vulnerabilità** del settore turistico costiero ed evidenzia come il comune di Senigallia presenti **una vulnerabilità "medio-alta".**

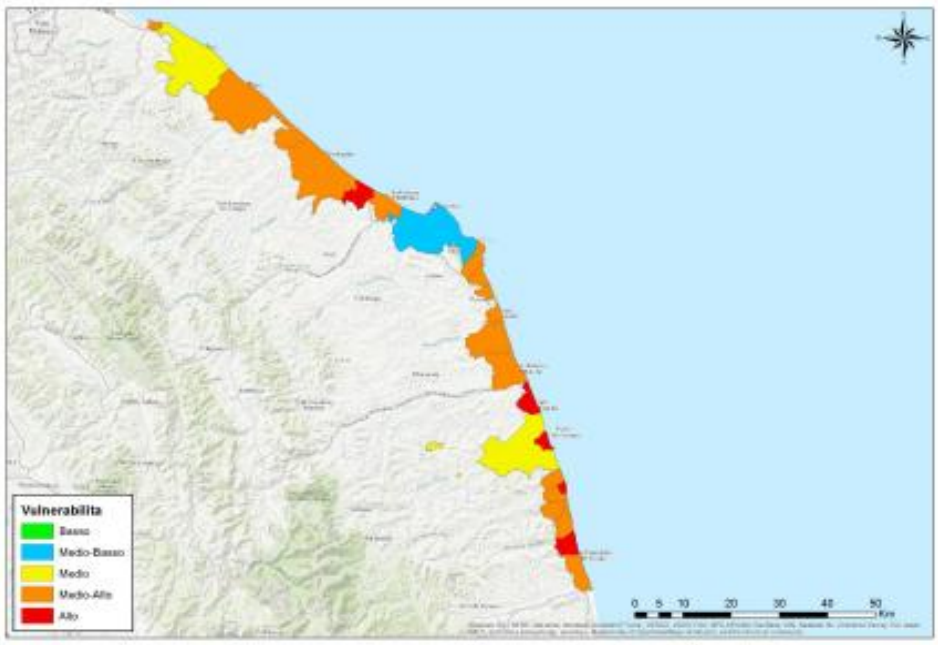


Figura 2.8

La formulazione di uno scenario di rischio, ancorché del tutto qualitativo, in tema di cambiamento climatico e delle potenziali conseguenze sul settore turistico è possibile analizzando le due componenti del rischio: la probabilità di accadimento di un evento e la magnitudo delle sue conseguenze.

In mancanza di adeguate misure di mitigazione, infatti, nel corso del secolo la temperatura media sarà destinata ad aumentare di circa 1,7-3,1 °C rispetto al trentennio 1971-2000 nello scenario RCP4.5 e di circa 3,4-5,3 °C nello scenario RCP8.5, con un trend di circa 0,2 °C/10 anni nel primo caso e di circa 0,4 °C/10 anni nel secondo. L'aumento previsto per la temperatura massima nel corso del secolo potrà essere compreso tra circa 1,8 °C e circa 3,2 °C nello scenario RCP4,5 e tra circa 3,4 °C e circa 5,7 °C nello scenario RCP8,5.

Anche gli indici estremi di temperatura mostrano un riscaldamento progressivamente più marcato dal primo (2021-2050) al terzo orizzonte temporale (2061-2090). Le onde di calore estive, ad esempio, sono destinate ad aumentare sensibilmente nell'area regionale: i modelli prevedono un aumento medio regionale compreso tra circa 23 e 90 giorni nello scenario RCP 4,5 e tra circa 56 e 176 giorni nello scenario RCP 8,5.

Per quanto riguarda l'intensità delle conseguenze, ci si è basati sugli output delle analisi climatiche e sulle proiezioni degli impatti diretti dei cambiamenti climatici sul turismo in Italia, pur essendo riferiti al livello nazionale e non costiero (MATTM, 2015): essi indicano una diminuzione dell'attrattività come destinazione internazionale, che si tradurrà in una diminuzione in termini relativi delle presenze turistiche complessive rispetto ad un'ipotetica situazione di assenza dei cambiamenti climatici.

Considerando infine un ipotetico scenario climatologico centrato sul quinquennio 2050 – 2054 e calcolato secondo scenari di emissione RCP4.5, si evince per il comune di Senigallia che non vi dovrebbero essere sostanziali scostamenti dei valori annuali del TCI modificato – da 67,1 a 66,5 – con valori che tenderebbero a decrescere di alcuni punti proprio nel quadrimestre estivo s.l. – a luglio ed agosto si passerebbe a condizioni meteo climatologiche accettabili a vantaggio dei mesi di maggio ed ottobre che diverrebbero di gran lunga i migliori in assoluto per godere dell'ambiente fisico balneare e collinare dell'area senigalliese.

2.2.4. Dissesto idrogeologico ed infrastrutture

L'analisi del rischio idrogeologico passa inevitabilmente attraverso la lettura dei documenti di Piano già esistenti e nello specifico del Piano per l'Assetto Idrogeologico. Il piano identifica già in modo chiaro, attraverso una mappatura puntuale, le aree soggette a rischio sul territorio comunale. Vengono valutate sia le aree sottoposte a rischio frana, sia le aree a rischio esondazione. Non è necessario pertanto procedere con lo sviluppo di una metodologia ad hoc, che risulterebbe sicuramente ridondante rispetto alle analisi del PAI.

L'analisi del rischio viene quindi finalizzata esclusivamente a fornire un indicatore sintetico globale dell'intensità del rischio idrogeologico per il comune di Senigallia al solo scopo di poter comparare i risultati con gli altri settori analizzati.

VULNERABILITÀ		
Indicatori di esposizione	**Indicatori di sensitività**	**Indicatori di capacità adattiva**
Percentuale di aree a rischio idrogeologico	Popolazione ed edifici	Non quantificati (territorio a modesta vocazione agricola)
	Rete viaria	
	Elettrodotti	
	Ferrovie	

Tabella 2.9 – Indicatori utilizzati per lo studio sul dissesto idrogeologico

Per calcolare l'indicatore sintetico di rischio è stato valutato il valore medio ponderato del rischio nelle aree "esposte", ovvero quelle cartografate dal PAI. La ponderazione avviene sulla base dell'estensione areale. Oltre alla valutazione del valore medio ponderato, è bene tenere presente anche l'estensione stessa delle aree a rischio all'interno del territorio comunale. Per dare una valutazione corretta, si è deciso di attribuire il valore più basso qualora le aree a rischio coprano complessivamente meno del 10% del territorio comunale. Viceversa si attribuisce il valore massimo qualora la superficie interessata sia maggiore del 40% rispetto al totale comunale. L'incrocio dei due fattori del rischio (livello medio di esposizione al rischio ed estensione delle aree a rischio) evidenzia per il territorio fermano un fattore sintetico globale di

rischio medio.

Sono, tuttavia, state eseguite delle analisi al fine di valutare il grado di interferenza delle zone a rischio con le infrastrutture comunali (abitazioni/popolazione, edifici industriali, strade principali e secondarie, edifici di elevata sensitività, acquedotti, metanodotti ed elettrodotti). La somma di tutte le aree a rischio cartografate dal PAI è di circa 34,1 km2, pari al 29% della superficie totale comunale. SI può quindi attribuire un punteggio 3 alla valutazione della superficie esposta al rischio. L'incrocio dei due fattori del rischio (livello medio di esposizione al rischio ed estensione delle aree a rischio) evidenzia per il territorio di Senigallia un fattore sintetico globale di rischio basso.

(i settori più sensibili sono: l'edificato industriale e l'elettrodotto con circa il 22% degli edifici in aree a rischio esondazione e la viabilità secondaria con circa il 14% delle strade in aree a rischio frana).

Molto basso in tutti i settori è risultato essere il livello di sensitività mentre la capacità adattiva, data la scarsa ma pratica corretta dell'agricoltura e la buona manutenzione dei fossi scolanti, risulta essere moderata. In definitiva si assume un valore di **vulnerabilità basso**.

3. Visione del Comune di Senigallia

La ricerca scientifica ha individuato chiari segnali del cambiamento climatico in atto, osservabili anche a livello locale come emerso nelle analisi condotte nel progetto Life SEC ADAPT e le proiezioni future indicano come probabile un significativo incremento degli impatti sulla natura, l'uomo e le attività connesse.

Come affermato recentemente dal Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC – COP 21) nel Report Global Warming of 1.5°C, attenuare i peggiori effetti del riscaldamento globale è ancora possibile, ma per farlo servono "cambiamenti rapidi, di vasta portata e senza precedenti in tutti gli aspetti della società".

Tuttavia, seppur solamente da qualche anno si assiste ad uno sforzo globale volto a ridurre le emissioni inquinanti in atmosfera, alcuni effetti del cambiamento climatico sono in corso, ed è pressoché impossibile arrestarli o renderli inevitabili. L'azione di mitigazione degli impatti va necessariamente integrata con l'azione di adattamento agli stessi, agendo sugli effetti e limitando la vulnerabilità territoriale e socio-economica ai cambiamenti del clima.

In tale ottica il Comune di Senigallia si impegna ad adottare strategie ed azioni di adattamento agli impatti derivanti dal cambiamento climatico sul proprio territorio.

La strategia e le azioni che il Comune pianificherà saranno basate su obiettivi di semplice applicabilità, facile apprensione e diffusione nella popolazione locale ed esportabili nei territori limitrofi. Date, infatti, le medie dimensioni, sia in termini di popolazione che di territorio, per ottenere effetti tangibili dal presente piano di adattamento non si potrà fare a meno di azioni mirate a condividere e diffondere le buone pratiche verso i Comuni limitrofi, sino ad arrivare ad un'ottica di programmazione di area vasta.

Un'attenzione particolare dovrà essere prestata alla sensibilizzazione e alla formazione delle giovani generazioni, facendo capire che ogni loro azione o comportamento avrà necessariamente futuri effetti nell'evoluzione climatica ed ambientale del territorio in cui vivranno. Saranno loro, difatti, gli attori principali del nostro futuro.

Si ha un impellente bisogno di una nuova consapevolezza che ci aiuti ad intraprendere un nuovo modo di vivere completamente differente. Occorre evolversi

rapidamente verso il futuro, interpretandolo nella maniera più giusta e corretta. Uno stile di vita orientato a progetti certi non può che fare un uso intelligente delle risorse; scegliere di vivere in maniera sostenibile significa pensare ad un sistema economico armonioso ed equilibrato. Il territorio e l'energia sono risorse e come tutte le risorse non sono illimitate. Il suolo va preservato e valorizzato.

Il risparmio, l'efficienza e l'autosufficienza energetica e dalla risorsa idrica sono le prime e più efficaci fonti energetiche del futuro, perché un consumo dissennato oggi porterà all'assenza di energia e risorse domani. Le scelte edilizie devono privilegiare il recupero, la ristrutturazione, la riqualificazione, limitando allo stretto necessario nuove costruzioni.

Le città grandi e piccole che, in Europa, hanno messo in atto tali orientamenti sono ora le più floride e vivibili dell'intero continente e dimostrano come tali concetti, tramutati in concreti atteggiamenti, siano non solo auspicabili, ma necessari a vivere il passaggio epocale in atto.

L'amministrazione comunale si pone pertanto l'obbiettivo di perseguire progettualità strategiche ed integrate, contribuendo a creare:

- **una comunità resiliente**, informata e consapevole delle dinamiche climatiche in atto e dei possibili impatti associati;
- **un sistema territoriale ed agricolo resiliente**, pronto ad accogliere le nuove tecnologie e le innovazioni dei processi produttivi a supporto di nuove forme di economia sostenibili nel tempo;
- **un sistema urbano sostenibile e resiliente**, pronto ad affrontare le nuove sfide e criticità imposte dai cambiamenti climatici.

4. Strumenti di pianificazione e regolamenti esistenti

Alcune scelte coerenti con le politiche di adattamento già si rilevano nell'attuale (secondo) mandato dell'Amministrazione reggente che si allinea alla prospettive del progetto in varie sezioni di programmazione:

- **Urbanistica ed edilizia**: prevedere premi di volumetria per chi intende investire sull'edilizia aderendo alle misure del Protocollo ITACA;
- **Opere e lavori pubblici**: nuove aree e parchi pubblici, riqualificazione strutture scolastiche, impianti per la produzione di energie rinnovabili, nuove reti fognarie;
- **Patrimonio e gestione del territorio**: stipulare un contratto aperto con imprese specializzate per la manutenzione delle strade comunali; raggiungere un nuovo principio di responsabilità che coinvolge anche gli agricoltori e frontisti per garantire, attraverso un principio di sussidiarietà orizzontale, la tenuta e la tutela del territorio esposto ai rischi idrogeologici;
- **Ambiente e futuro sostenibile**: Progetto di mobilità Verde che consenta al territorio comunale di predisporre un parco mezzi pubblici elettrici a servizio dei turisti e dei cittadini e che preveda misure di incentivazione sugli investimenti in case passive;
- **Agricoltura**: iniziative di sensibilizzazione e formazione che configurino l'agricoltura e gli agricoltori nella responsabilità della tutela del paesaggio e del patrimonio pubblico con incentivi e aiuti che valorizzino comportamenti virtuosi;

Altre misure posso essere individuate, seppur in maniera poco coordinata, all'interno dei piani e dei regolamenti comunali già in essere. In particolare il Regolamento del verde urbano e delle formazioni vegetali caratterizzanti il paesaggio rurale marchigiano, Approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 81 del 27/09/2018, presenta diversi spunti riconducibili ad azioni di mitigazione e/o adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici.

5. Strategia del Comune di Senigallia

Il piano di adattamento si svilupperà attorno ai tre settori strategici di cui sono stati rilevati, sulla base dell'analisi climatica locale e dell'analisi di rischio e vulnerabilità, i diversi livelli di criticità per il territorio Senigalliese:

- Agricoltura: erosione dei suoli e carenza idrica;
- Dissesto Idrogeologico ed Infrastrutture;
- Turismo.

Si rendono, inoltre, necessarie misure ed e azioni che si riferiscono a tematiche di carattere trasversale, fondamentali per l'implementazione del processo di adattamento e la creazione di una comunità resiliente.

Per ogni settore verranno illustrate le misure da seguire, attraverso l'applicazione di specifiche azioni, per favorire l'adattamento del territorio di Senigallia ai cambiamenti climatici. Innanzitutto è necessario capire cosa fare per poter far fronte alle vulnerabilità individuate; in secondo luogo verrà descritto nel dettaglio come queste azioni andranno attuate.

Alcune scelte coerenti con le politiche di adattamento già si rilevano, seppur ancora in nuce, nell'attuale (secondo) mandato dell'Amministrazione reggente che si allinea alla prospettive del progetto in varie sezioni di programmazione:

- Urbanistica ed edilizia: dare la possibilità a chi può avviare iniziative di investimento edilizio di concorrere all'acquisto di cubatura previa possibilità individuata da zone di completamento e/o di espansione attraverso lo strumento transitorio del Piano Regolatore a Cubatura "0"; prevedere premi di volumetria per chi intende investire sull'edilizia aderendo alle misure del Protocollo ITACA;
- Opere e lavori pubblici: nuove aree e parchi pubblici, riqualificazione strutture scolastiche, impianti per la produzione di energie rinnovabili, nuove reti fognarie;

Patrimonio e gestione del territorio: stipulare un contratto aperto con imprese specializzate per la manutenzione delle infrastrutture pubbliche; raggiungere un nuovo principio di responsabilità che coinvolge anche gli agricoltori e frontisti per garantire, attraverso un

principio di sussidiarietà orizzontale, la tenuta e la tutela del territorio esposto ai rischi idrogeologici;

Ambiente e futuro sostenibile: Progetto di mobilità Verde che consenta al territorio comunale di predisporre un parco mezzi pubblici elettrici a servizio dei turisti e dei cittadini e che preveda misure di incentivazione sugli investimenti in case passive;

Agricoltura: iniziative di sensibilizzazione e formazione che configurino l'agricoltura e gli agricoltori nella responsabilità della tutela del paesaggio e del patrimonio pubblico con incentivi e aiuti che valorizzino comportamenti virtuosi;

Altre misure posso essere individuate, seppur in maniera poco strutturata, all'interno dei piani e dei regolamenti comunali già in essere.

Il Regolamento del verde urbano e delle formazioni vegetali caratterizzanti il paesaggio rurale Marchigiano, già nelle premesse si pone il fine di tutelare il paesaggio e la rete ecologica territoriale: "

...La tutela del verde urbano può essere efficacemente perseguita considerando alberi, alberate, parchi e giardini come elementi di un "sistema del verde" già disciplinato dalla Legge regionale 27 luglio 1998, n. 26 (Interventi regionali per l'istituzione dei Parchi Urbani), a sua volta interconnesso con tutti le altri parti del territorio dove prevale la componente vegetazionale del paesaggio rurale. Una rete ecologica estesa dagli elementi verdi urbani a quelli rurali, oltre che costituire la piena valorizzazione del verde urbano e rurale stesso, può realizzare l'integrazione delle risorse territoriali naturaliformi secondo i principi dello sviluppo sostenibile"..

L'attuazione delle azioni passerà, tuttavia, anche attraverso l'adeguamento degli strumenti regolamentari e di pianificazione del territorio comunale, precedentemente analizzati. Non sarà solo il Comune di Senigallia ad avere un ruolo nell'attuazione delle azioni, ma tutti gli stakeholders del territorio saranno chiamati a partecipare attivamente nell'adeguamento degli strumenti di pianificazione.

La strategia e le misure da adottare ruoteranno attorno a degli obiettivi fondamentali:

A. intraprendere azioni di sensibilizzazione ed accrescimento della conoscenza dei rischi del cambiamento climatico ed i corretti comportamenti che si possono adottare;

B. la strategia locale di adattamento dovrà essere coerente con le strategie sovraordinate e integrata negli strumenti regolamentari e di pianificazione e prevenzione del territorio. La gestione di alcune problematiche richiede, inoltre, l'attivazione di coordinamento a livello di area vasta sia attraverso strumenti ordinari che volontari condivisi con Enti sovraordinati;

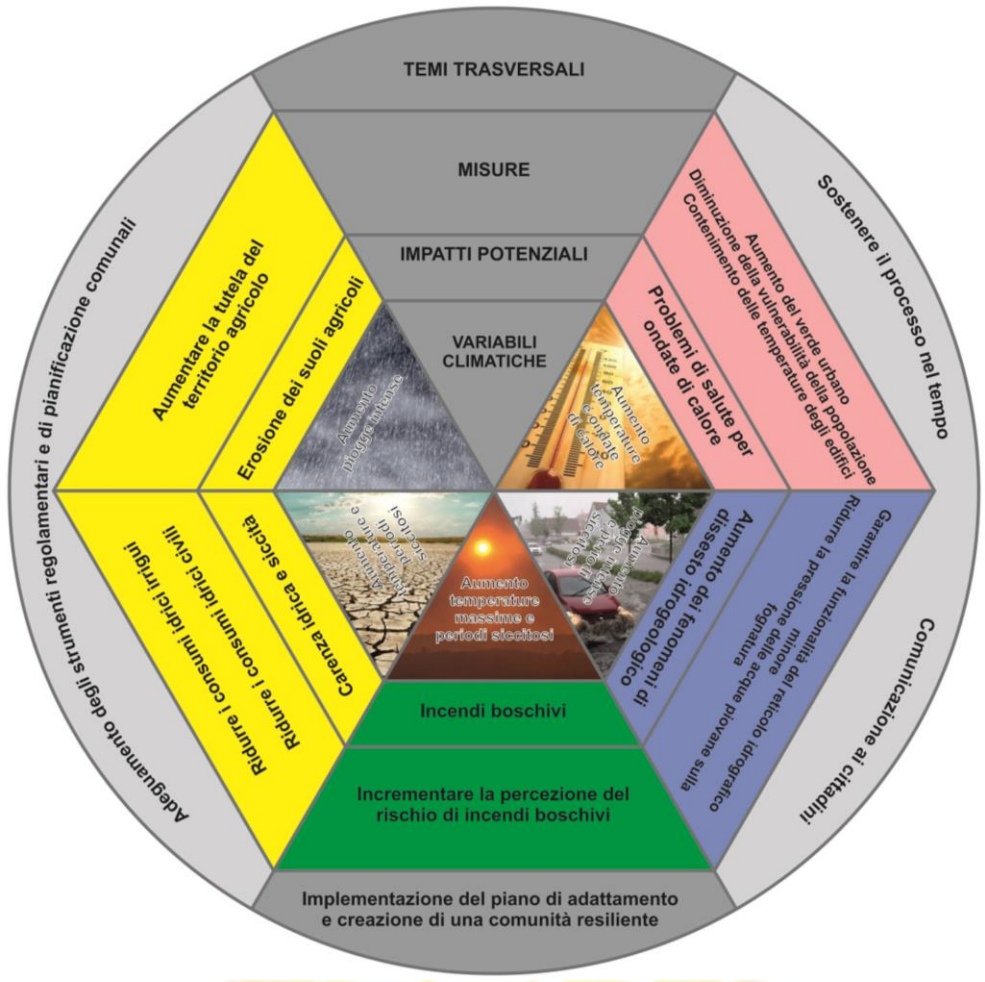


Figura 5.1 – Schema della strategia di azione del Comune di Senigallia

C- a livello locale è necessario intraprendere una serie misure di adattamento a breve e medio-lungo termine nelle scelte di governo e gestione del territorio. Con una

particolare attenzione al processo di assorbimento, graduale, delle politiche Di indirizzo derivanti dal Piano di Adattamento all'interno della struttura di pianificazione locale.

AGRICOLTURA

Il settore agricolo nel territorio senigalliese presenta due impatti potenziali: il rischio di erosione dei suoli e il problema della carenza idrica per l'irrigazione. Il primo legato ad un aumento delle piogge intense, mentre il secondo dovuto alle variabili climatiche riconducibili ad un aumento delle temperature e dei periodi siccitosi.

Rischio di erosione dei suoli

Il suolo è un elemento importante del sistema climatico e del sistema agricolo. Esso costituisce il secondo serbatoio di carbonio dopo gli oceani ed è la sede di sostanze minerali, organiche ed umidità che sono fondamentali per lo sviluppo delle pratiche agricole. Il cambiamento climatico può causare un maggiore accumulo di carbonio nelle piante e nel suolo a causa della crescita della vegetazione oppure un maggior rilascio di carbonio nell'atmosfera se scompare la vegetazione, inoltre l'aumento degli eventi piovosi intensi ne causa la sua erosione ed asportazione con conseguente perdita di fertilità nei terreni.

Pertanto soltanto ripristinando i principali ecosistemi terrestri e tornando ad un uso sostenibile del suolo nelle aree urbane e rurali si potrà contribuire a mitigare il cambiamento climatico e a favorire l'adattamento ad esso. L'obiettivo delle misure previste è essenzialmente quello di **aumentare la tutela del territorio agricolo** attraverso la redazione di un apposito regolamento, con azioni mirate al mantenimento di fasce inerbite o tampone, alla realizzazione di solchi acquai, al mantenimento della copertura dei suoli attraverso "colture da rinnovo" o lasciando residui colturali, alla partecipazione dei frontisti nelle attività di manutenzione del reticolo idrografico minore, e, soprattutto, alla sensibilizzazione delle imprese operanti sul territorio e dei cittadini riguardo gli effetti dei cambiamenti climatici sul settore agricolo.

Carenza idrica e siccità

Tra i principali effetti legati al cambiamento climatico nel settore agricolo, ma anche in quello civile, c'è sicuramente la riduzione della disponibilità idrica. Fenomeno questo confermato sia dalle analisi climatiche, con aumento dei periodi di siccità prolungata e una parallela concentrazione delle precipitazioni in poche ore, che dai bollettini di crisi idrica che sempre più sovente vengono diramati dalle autorità competenti. Per tale motivo risulta assolutamente necessario ridurre sia i consumi idrici irrigui che quelli civili. Ci si prefigge, pertanto, l'obiettivo di promuovere metodi di irrigazione che permettano di ridurre lo spreco della risorsa idrica, unitamente all'installazione di sistemi per il recupero e lo stoccaggio delle acque piovane per successivi usi irrigui e/o domestici. Allo stesso modo sarà necessario sensibilizzare i cittadini a ridurre anche i consumi di acqua nelle proprie abitazioni e incentivare il consumo di acqua potabile fornita dall'acquedotto pubblico attraverso l'installazione di appositi distributori.

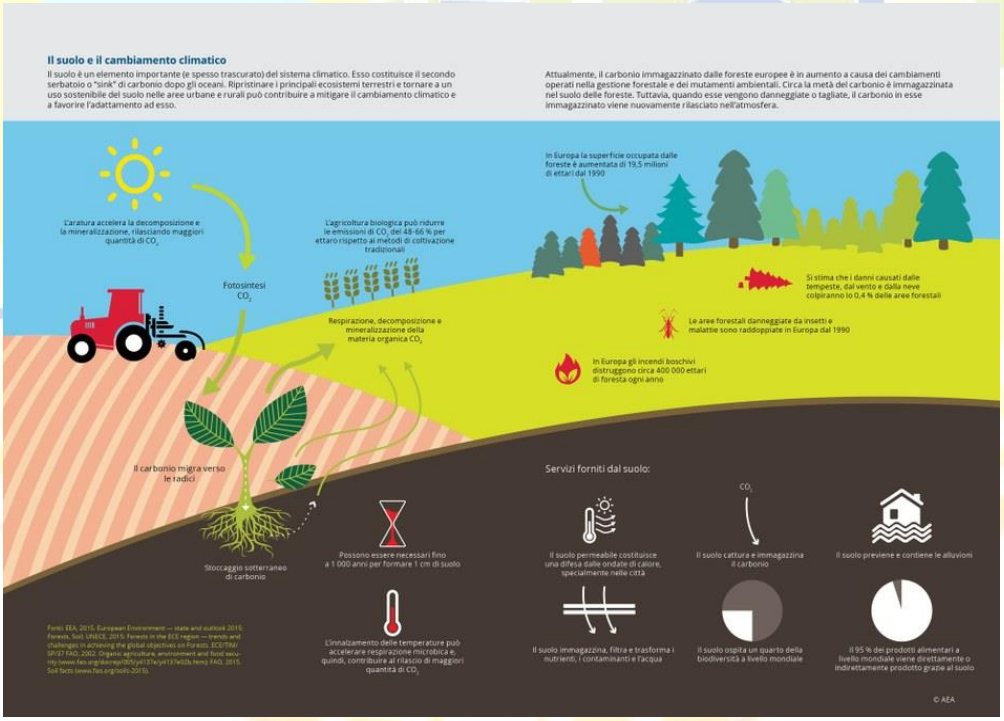


Figura 5.2 – Il suolo ed il cambiamento climatico (EEA, 2015)[1].

[1] Report completo disponibile al seguente link:
https://www.eea.europa.eu/it/pressroom/infografica/il-suolo-e-ilcambiamento-climatico/view

DISSESTO IDROGEOLOGICO ED INFRASTRUTTURE

La concentrazione delle precipitazioni in archi di tempo sempre più limitati e l'alternanza di lunghi periodi siccitosi e di eventi meteorici intensi determinano una crescente vulnerabilità del territorio al dissesto idrogeologico. L'obiettivo è essenzialmente quello di incrementare le attività di manutenzione e gestione della rete idrografica minore e ridurre l'afflusso delle portate idriche alla rete al fine di evitare fenomeni di allagamento e movimenti franosi lungo i versanti collinari.

Le strategie per raggiungere l'obiettivo sono diverse e consistono nel **garantire la funzionalità del reticolo idrografico minore** attraverso un incremento degli interventi di manutenzione della rete stessa, incentivando la compartecipazione e collaborazione dei frontisti e del Consorzio di Bonifica delle Marche sia per la programmazione ed individuazione degli interventi che per la loro esecuzione. Inoltre, un apposito **Regolamento di Polizia Rurale** sarà il contenitore delle buone pratiche ed azioni da mettere in atto per evitare gli impatti legati agli eventi meteorici intensi. Altra misura, infine, è quella di ridurre la pressione delle acque piovane sulla fognatura mediante l'incentivazione del mantenimento di superfici permeabili nei casi di nuove costruzioni e/o ristrutturazioni o la realizzazione di superfici drenanti o volumi di laminazione per contenere le acque piovane e farle drenare lentamente verso la rete di smaltimento.

TURISMO

Considerando la notevole importanza sociale ed economica che ricopre il settore turistico s.l. nello sviluppo presente e futuro della città; occorrerà approfondire la comprensione delle relazioni esistenti tra CC e frequentazione ludica o balneare del territorio comunale, tentando di destagionalizzare il più possibile l'offerta turistica – tenendo conto non solo del patrimonio storico artistico ed naturale presente in città ma anche delle innumerevoli possibilità concesse dalle aree relativamente limitrofe al capoluogo, essendo il territorio anconetano estremamente variegato dal punto di vista morfologico e ambientale. In tal senso è necessario fare uno sforzo finalizzato ad un completamento dell'offerta turistica, estendendola anche alle pratiche ludiche possibili nella stagione invernale sui monti e nelle stagioni primaverile ed autunnale alle attività

legate alla frequentazione delle spiagge e della balneazione, che diverranno sempre più auspicabili e piacevoli in relazione all'evidente incremento termico previsto negli scenari climatici futuri.

SALUTE

In merito all'aumento delle temperature ed alle ondate di calore, non avendo la possibilità di influenzare la causa del fenomeno sarà necessario operare al fine di ridurre gli impatti negativi che interessano la salute umana.

A tal fine è importante pensare ad azioni che possano salvaguardare le fasce di popolazione più sensibili alle ondate di calore (over 65 anni e under 5 anni) e, nel contempo, migliorare le condizioni di vivibilità del centro abitato e degli edifici in generale.

Pertanto, dovranno essere adottate misure volte all'aumento del verde urbano tramite la piantumazione di nuove alberature, aumento di spazi verdi fruibili dalla popolazione e la redazione di un apposito Piano del Verde Urbano dove definire il "profilo verde" della città con la previsione di interventi di sviluppo e valorizzazione del verde urbano in un orizzonte temporale medio-lungo e tenendo a mente le condizioni di cambiamento climatico individuando quelle specie che più si adattano ad un futuro incremento delle temperature e dei periodo siccitosi.

Il contenimento delle temperature degli edifici, sia pubblici che privati, è una misura con l'obiettivo di migliorare le condizioni di vivibilità e ridurre i consumi energetici per la climatizzazione dei locali.

Infine la creazione di un elenco delle persone sensibili alle ondate di calore e l'istituzione di punti di rifugio durante le ore più calde della giornata rientrano nelle fila di una misura che garantirebbe una riduzione della vulnerabilità della popolazione alle **ondate di calore**.

6. Schede di Azione del Piano di Adattamento

Come introdotto nei capitoli precedenti le strategie devono essere tradotte in azioni che verranno presentate nelle schede riportate nell'Allegato A. Di seguito si riporta uno schema riassuntivo delle azioni rapportate agli ambiti e alle strategie già descritte. Le azioni sono dettagliatamente descritte nell'apposito allegato.

Impatti Potenziali	Variabile climatica	Misure	Azioni	
Erosione dei suoli agricoli	Aumento piogge intense	Aumentare la tutela del territorio agricolo	1	Riordino del Regolamento di Polizia Rurale
			2	Sensibilizzare le imprese del territorio sugli impatti del cambiamento climatico
Carenza idrica e siccità	Aumento temperature e periodi siccitosi	Ridurre i consumi idrici irrigui	3	Promuovere l'introduzione di metodi di micro-irrigazione per le colture agricole
			4	Promuovere l'installazione di vasche di recupero di acqua piovana per usi irrigui
		Ridurre i consumi idrici civili	5	Promozione all'installazione nelle case di riduttori di flusso nei rubinetti, docce e wc
			6	Installazione negli edifici pubblici di temporizzatori per rubinetti
			7	Incentivare il consumo dell'acqua da acquedotto pubblico
Turismo	Variazione del quadro termo - meteorico	Contenimento delle temperature degli edifici	8	Incentivazione isolamento termico edifici privati
			9	Isolamento termico degli edifici pubblici
		Diminuzione della vulnerabilità della popolazione	10	Punti di rifugio nelle ore più calde
			11	Diversificazione offerta turistica
		Espansione delle possibilità concesse al turista	12	Destagionalizzazione offerta turistica
Aumento dei fenomeni di dissesto idrogeologico Aumento piogge intense e periodi siccitosi		Garantire la funzionalità del reticolo idrografico minore	13	Rafforzamento degli interventi di manutenzione dei corsi d' acqua
			14	Drenaggio urbano ed invarianza idraulica
		Ridurre la pressione delle acque piovane sulla fognatura	15	Adeguamento del regolamento edilizio e degli oneri di urbanizzazione
		Mitigazione ed adattamento alle esondazioni e agli allagamenti	16	Raffittimento della rete di monitoraggio idrometeorologico
		Mitigazione ed adattamento alle esondazioni e agli allagamenti	17	Costituzione di un servizio di previsione idrometeorologico locale
Temi trasversali		**Strategia**	**Azioni**	
Implementazione del piano di adattamento e creazione di una comunità resiliente		Adeguamento degli strumenti regolamentari e di pianificazione comunali	18	Aggiornamento del Piano di Protezione Civile Comunale
			19	Promozione e partecipazione a rete di europrogettazione per l'adattamento

	Sostenere il processo nel tempo	20	Incentivazione del baratto amministrativo
		21	Partecipazione a contratti di fiume e accordi agroambientali d'area
		22	Coordinamento periodico del gruppo di lavoro di Protezione civile e "Climate Change Adaptation Team"
		23	Formazione di volontari su gestione eventi climatici ed esercitazioni con i cittadini,
	Comunicazione ai cittadini	24	Implementazione di un Sistema di allerta rapida (early warning system)
		25	Comunicazione ed informazione dei cittadini sui contenuti del piano di adattamento
		26	Attività didattiche e di coinvolgimento nelle scuole
		27	Creazione di un database relativo ad eventi meteo - climatologici estremi ai fini di previsione meteorologica di nowcasting alla scala locale

Tabella 6.1 – elenco della azioni proposte nel piano

7. Attuazione del Piano di Adattamento

L'elenco delle misure proposto nel paragrafo 4 costituisce un buon compendio di ciò che l'amministrazione intende e può attuare per far fronte agli impatti del cambiamento climatico sul proprio territorio ed aumentare la propria resilienza climatica. Non tutte queste misure sono implementabili nel breve periodo (ovvero nei prossimi 5-10 anni), poiché le risorse a disposizione dell'amministrazione comunale (sia economiche, che umane e professionali) sono limitate; l'insieme delle misure si considera attuabile in un orizzonte temporale trentennale, in linea con l'obiettivo del piano, stabilito al 2050.

Per definire un Piano d'azione di breve periodo, che sia costituito da azioni effettivamente realizzabili in un arco temporale limitato, con obiettivo al 2030, si è resa necessaria la definizione di alcuni criteri valutativi per gerarchizzare le misure e definire conseguentemente una scala di priorità. I criteri che sono stati utilizzati sono descritti brevemente di seguito.

- Livello di rischio associato al fenomeno climatico che la misura intende affrontare. Il livello di rischio è frutto delle analisi condotte nell'ambito del progetto e documentate analiticamente nella fase C2. Una sintesi dei principali risultati emersi viene fornita nel paragrafo 2.
- Priorità della misura rispetto al documento programmatico redatto dall'amministrazione comunale.
- Complementarietà della misura con alcune delle azioni previste dal Piano di mitigazione (azioni win-win). Il Piano di adattamento costituisce solo una delle due facce del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile ed il Clima; l'altra faccia (ovvero il Piano di mitigazione) viene redatta nell'ambito del progetto europeo Empowering. I due documenti avranno entrambi un orizzonte temporale di breve-medio periodo (il 2030); il piano di adattamento, che per sua natura è caratterizzato da variazioni climatiche di più lungo periodo, avrà anche una prospettiva al 2050 (enucleata nella vision).
- Caratterizzazione dell'azione come "no regret". Esistono misure di adattamento che

devono essere intraprese perché danno risultati nel breve termine a prescindere dalle incertezze delle previsioni (le cosiddette misure no regret). Questo tipo di azioni hanno un indubbio effetto nel mitigare il rischio climatico, ma hanno una valenza anche al di là della loro componente di adattamento.

- Caratterizzazione dell'azione come non strutturale o strutturale. Il Piano d'azione, per essere sostenibile, deve essere innanzitutto realizzabile. Le misure non strutturali, incidendo in misura minore sulle spese della pubblica amministrazione, sono le prime da realizzare. Le misure strutturali, legate ad investimenti per opere pubbliche, sono ugualmente importanti (e talvolta necessarie) ma devono trovare adeguata copertura finanziaria per essere attuate.

Pertanto, sulla base dei criteri sopra riportati, nella tabella seguente sono stati assegnati, per ogni azione prevista nella strategia di adattamento, i livelli di priorità utili come guida nell'attuazione del piano di adattamento comunale. I valori sono stati assegnati nel seguente modo:

- **Livello di rischio associato agli impatti potenziali**: 0.2 rischio trascurabile, 0.4 rischio basso, 0.6 rischio medio, 0.8 rischio alto e 1.0 rischio molto alto. Per i temi trasversali è stato dato un valore pari a 1.0 dato che le azioni hanno effetti su tutti i settori presi in considerazioni;
- **Azioni prioritarie per l'Amministrazione Comunale**: 1.0 per le azioni prioritarie e 0.0 per le restanti;
- **Azioni win-win:** 1.0 per le azioni win-win e 0.0 per le altre**;**
- **Azioni no regret:** 1.0 per le azioni no regret e 0.0 per le altre**;**
- **Azioni strutturali e non:** 1.0 per le azioni non strutturali e 0.0 per le altre

Impatti Potenziali	Variabile climatica	Misure		Azioni	RISCHIO	PRIORITA' AMM.NE	WIN-WIN	NO REGRET	STRUTTURALE E NON	VALORE PRIORITA'
Erosione dei suoli agricoli	Aumento piogge intense	Aumentare la tutela del territorio agricolo	1	Redazione di un Regolamento di Polizia Rurale	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	**3.0**
			2	Sensibilizzare le imprese del territorio sugli impatti del cambiamento climatico	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	**3.0**
Carenza idrica e siccità	Aumento temperature e periodi siccitosi	Ridurre i consumi idrici irrigui	3	Promuovere l'introduzione di metodi di micro-irrigazione per le colture agricole	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.8**
			4	Promuovere l'installazione di vasche di recupero di acqua piovana per usi irrigui	0.8	1.0	0.0	1.0	0.0	**2.8**
		Ridurre i consumi idrici civili	5	Promozione all'installazione nelle case di riduttori di flusso nei rubinetti, docce e wc	0.8	1.0	0.0	1.0	0.0	**2.8**
			6	Installazione negli edifici pubblici di temporizzatori per rubinetti	0.8	0.0	0.0	1.0	0.0	**1.8**
			7	Incentivare il consumo dell'acqua da acquedotto pubblico	0.8	0.0	0.0	1.0	1.0	**2.8**
Turismo		Contenimento delle temperature degli edifici	8	Incentivazione isolamento termico edifici privati	0.6	0.0	1.0	1.0	0.0	**2.6**
			9	Isolamento termico edifici pubblici	0.6	0.0	1.0	1.0	0.0	**2.6**
		Diminuzione della vulnerabilità della popolazione	10	Punti di rifugio nelle ore più calde	0.6	0.0	0.0	1.0	1.0	**2.6**
			11	Diversificazione offerta turistica	0.2	0.8	0.0	1.0	0.0	2.0
			12	Destagionalizzazione offerta turistica	0.2	0.6	0.0	1.0	0.0	1.8
Aumento dei fenomeni di dissesto idrogeologico	Aumento piogge intense e periodi siccitosi	Garantire la funzionalità del reticolo idrografico minore	13	Rafforzamento degli interventi di manutenzione dei corsi	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.6**
			14	Redazione di un Regolamento di Polizia Rurale (vedi anche azione n. 1)	0.6	1.0	0.0	0.0	1.0	**2.6**
		Ridurre la pressione delle acque piovane sulla fognatura	15	Drenaggio urbano ed invarianza idraulica	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.6**
		Mitigazione ed adattamento alle esondazioni e agli allagamenti	16	Raffittimento della rete di monitoraggio idrometeorologico	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	**2.0**
			17	Istituzione servizio meteorologico locale	0.6	1.0	0.0	1.0	0	**2.6**
			18	Aggiornamento del Piano di Protezione Civile Comunale	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	**3.0**
		Sostenere il processo nel tempo	19	Promozione e partecipazione a rete di europrogettazione per l'adattamento	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	**2.0**

		20	Incentivazione del baratto amministrativo	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**1.0**
		21	Partecipazione a contratti di fiume e accordi agroambientali d'area	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	**4.0**
		22	Coordinamento periodico del gruppo di lavoro di Protezione civile e "Climate Change Adaptation Team"	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	**3.0**
	Comunicazione ai cittadini	23	Campagna di comunicazione e di informazione ai cittadini	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	**5.0**
		24	Attività didattiche ed educative e coinvolgimento nelle scuole	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	**5.0**
		25	Sistema di allerta in cloud e app per smartphone	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**1.0**
		26	Avvio di campagne di sensibilizzazione al risparmio energetico e delle risorse	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	**5.0**
		27	CREAZIONE DI UN DATABASE RELATIVO AD EVENTI METEOCLIMATOLOGICI ESTREMI AI FINI DI PREVISIONI METEOROLOGICHE DI NOWCASTING ALLA SCALA LOCALE	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	**5.0**

Tabella 7.1

Relativamente all'importanza di ciascuna delle azioni proposte, sarà l'amministrazione comunale a deciderne l'importanza, la priorità e la possibile attuazione delle stesse.

8. Bibliografia

- McKee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleist, 1993: The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17–22 January 1993, Anaheim, CA. Boston, MA, American Meteorological Society
- Vicente-Serrano, S.M., S. Begueria and J.I. Lopez-Moreno, 2010: A multi-scalar drought index sensitive to global warming: the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. Journal of Climate, 23: 1696–1718
- ISTAT, 2010: 6° Censimento generale dell'agricoltura
- ISTAT, 2014: Utilizzo della risorsa idrica a fini irrigui in agricoltura
- L. De Gaetano, 2012: La tipologia economica delle aziende agricole nella UE: uno strumento per confronti tra agricolture diverse (Rivista di Statistica Ufficiale, No 2-3/2012)
- World Meteorological Organization, 2012: Standardized Precipitation Index User Guide (WMO-No. 1090, World Meteorological Organization,), Geneva, Switzerland
- INEA, 2009 – "Monitoraggio dei sistemi irrigui delle regioni centro settentrionali – Rappoto sullo stato dell'irrigazione nelle Marche" – a cura di R. Zucaro e A. Arzeni. pp 148.
- JRC, EUR 22953 IT – 2007 – Implementazione a livello regionale della proposta di direttiva quadro sui suoli in Europa
- Renard, K.G., et al., 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Agricultural Handbook 703). US Department of Agriculture, Washington, DC, pp. 404.
- Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato, E., Meusburger, K., & Alewell, C. (2015). The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. Environmental Science & Policy, 54, 438-447.
- Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Klik, A., Rousseva, S., Tadic, M.P., Michaelides, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymszewicz, A., Dumitrescu, A., Beguería, S., Alewell, C. 2015. Rainfall erosivity in Europe. Sci Total Environ. 511: 801-814. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.008 . Download the article: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.008
- Panagos, P., Meusburger, K., Ballabio, C., Borrelli, P., Alewell, C. Soil erodibility in Europe: A high-resolution dataset based on LUCAS, Science of Total Environment, 479–480 (2014) pp. 189–200 Download the article (Open Access): 10.1016/j.scitotenv.2014.02.010
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K. (2015) A New European Slope Length and Steepness Factor (LS-Factor) for Modeling Soil Erosion by Water. Geosciences, 5: 117-126.
- Desmet, P., Govers, G., 1996. A GIS procedure for automatically calculating the ULSE LS factor on topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation 51 (5), 427–433
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, C., Alewell, C., Lugato, E., Montanarella, L., 2015. Estimating the soil erosion cover-management factor at European scale. Land Use policy journal. 48C, 38-50
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., van der Zanden, E.H., Poesen, J., Alewell, C. 2015. Modelling the effect of support practices (P-factor) on the reduction of soil erosion by water at European Scale. Environmental Science & Policy, 51: 23-34.

- ISTAT, 2011: 15° Censimento della Popolazione e delle Abitazioni
- 2013, Strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, decreto direttoriale n.86 del 16 giugno 2015
- Luca Congedo, 2018: From GIS to Remote Sensing - Estimation of Land Surface Temperature with Landsat and ASTER