



LIFE SEC ADAPT PROJECT

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

VULNERABILITY AND RISK ASSESSMENT ANALYSIS



Municipality of Urbino





| | |
|----------------------------|--|
| PROGRAMME | LIFE 2014 – 2020 – Climate Change Adaptation |
| PROJECT ACRONYM | LIFE SEC ADAPT |
| PROJECT CODE | LIFE14/CCA/IT/000316 |
| TITLE | Vulnerability and risk assessment analysis |
| ACTION/TASK RELATED | C.2 |
| DATE OF DELIVERY | 28/02/2018 |
| VERSION | Final |
| AUTHOR | Andrea Carosi Technical expert for the Municipality of Urbino |





Indice

| | |
|--|-----|
| Executive summary | 2 |
| Sintesi | 7 |
| 1 Introduzione | 13 |
| 1.1 Obiettivi del progetto Life Sec Adapt | 13 |
| 1.2 Approccio metodologico | 13 |
| 2 Effetti del cambiamento climatico a livello locale: valutazione preliminare di impatto | 19 |
| 3 Analisi di vulnerabilità e definizione degli scenari di rischio | 21 |
| 3.1 Settore Patrimonio Culturale e Turismo | 21 |
| 3.2 Settore Protezione ambientale - Incendi boschivi | 55 |
| 3.3 Settore Infrastrutture - Dissesto idrogeologico | 81 |
| 3.4 Settore Agricoltura | 100 |
| 3.4.1 Settore Agricoltura - Erosione dei suoli agricoli..... | 101 |
| 3.4.2 Settore Agricoltura - Carezza idrica ad uso irriguo | 115 |
| Bibliografia | 141 |



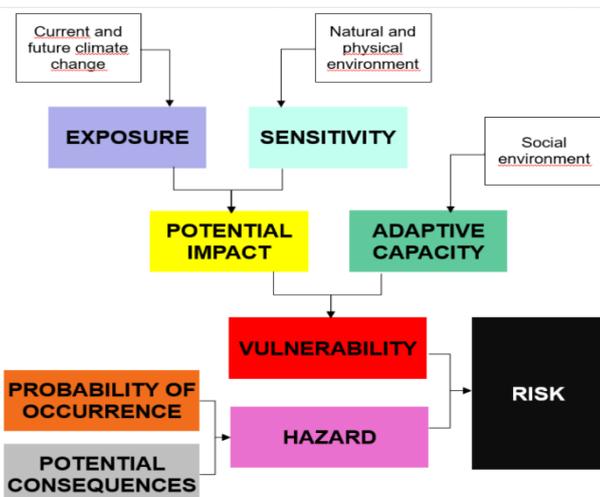


Executive summary

After the definition of the local climate framework with the previous project Action A1 - *Current Baseline Assessment*¹, this report is draft as output of project Action C2 - *Risk Analysis and Vulnerability Assessment*, with the aim to evaluate the vulnerability level and to define the risk scenarios of natural and urban systems of the municipality of Urbino related to the current climate changes.

The knowledge of climate change vulnerability and related risks helps policy makers to better comprehend the cause/effect relationships behind climate change and its impact on people, economic sectors and socio-ecological systems.

This will allow policy makers to better define sustainable policies and strategies of mitigation and adaptation in the next Municipality Climate Change Adaptation Plan, in order to improve the local system resilience to the impacts of climate change.



Vulnerability and Risk analysis flow chart (Fourth Assessment Report, AR4, IPCC).

The risk and vulnerability analysis approach follows the methodological guidelines defined by the project partner IDA - Istrian Development Agency (project Action C2 - *Methodology for vulnerability and risk assessment in regions Marche and Istria*²), that are based on the most widely used definition provided by the *Fourth Assessment Report of the IPCC (AR4)*.

This approach distinguishes between four key components that determine whether, and to what extent, a system is susceptible to climate change: exposure, sensitivity, potential impact and adaptive capacity (see figure on the left).

In order to better understand the meaning of the analysis results, the approximation degree of the vulnerability and risk indicators calculated has to be considered. This means that the indicators show a condition in relative terms (e.g. a red area is more vulnerable than a green one), and not in absolute terms (e.g. a red portion is highly vulnerable in absolute term).

The analysis has been focused on the most strategic government sectors for the Municipality of Urbino, which are: *cultural heritage and tourism in relation to degradation of monuments and changes in landscape, environmental protection in relation to forest fires, critical infrastructure in relation to increasing hydrogeological risk and agriculture in relation to soil erosion and drought.*

Below is a summary table of the results obtained and a brief description of the vulnerability and risk analysis for each sector.

¹http://www.lifeseadapt.eu/fileadmin/user_upload/ALLEGATI_LIFESECADAPT/EXCHANGE/A1_Working_teams_and_climate_baseline_assessment_definition/CLIMATE_BASELINE/italian_municipalities/Urbino_baseline_report.pdf

² <http://www.lifeseadapt.eu/menu-home/results/c-implementation-actions/c2-risk-and-vulnerability-assessment-analysis/>





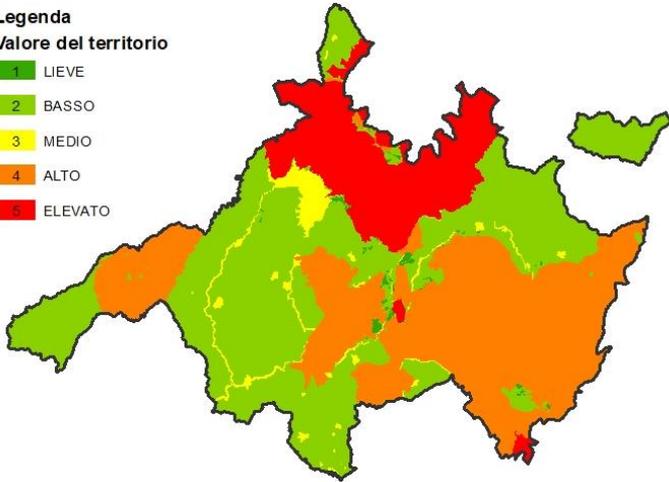
| Sector - Potential Impact | Components of Vulnerability and Risk | Indicators | Climate Change variations | | | | | Value | | |
|---|--|-------------------------------------|---------------------------|------------|----------------|--------------|------------|----------------|----------------|------------------|
| | | | Raising T | Heat waves | Water shortage | Extreme prcp | Drought | Scale 0 - 5 | Scale 0 - 1 | |
| | | | | | | | | | | |
| Cultural Heritage and Tourism - Degradation of monuments and changes in landscape | Exposure | Drought (SPEI) | x | x | ✓ | x | ✓ | 3,0 | 0,6 | Medium |
| | | Very heavy precipitation days (R20) | x | x | x | ✓ | x | 2,0 | 0,4 | Low |
| | | Material erosion (R) | x | x | x | ✓ | x | 2,0 | 0,4 | Low |
| | | Tourist Comfort Index (TCI) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 3,0 | 0,6 | Medium |
| | Sensitivity | Territorial Value (VT) | - | - | - | - | - | 2,3 | 0,4 | Medium |
| | | Territorial hazards (PT) | - | - | - | - | - | 2,5 | 0,5 | Medium |
| | | Employment in culture and tourism | - | - | - | - | - | 4,0 | 0,8 | High |
| | Adaptive capacity | Restriction laws | - | - | - | - | - | 3,4 | 0,7 | High |
| | | Prevention level | - | - | - | - | - | 4,0 | 0,8 | High |
| | Vulnerability | Vulnerability index | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 3,2 | 0,6 | MEDIUM |
| Risk | Air-environment Risk index | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | - | - | MEDIUM | |
| Environmental protection - Forest fires | Exposure | Fire trigger factor | - | - | - | - | - | 3,4 | 0,7 | High |
| | | Climate factor | x | ✓ | ✓ | x | ✓ | 1,0 | 0,2 | Low |
| | Sensitivity | Land use | - | - | - | - | - | 3,8 | 0,7 | High |
| | | Geomorphology | - | - | - | - | - | 3,0 | 0,6 | High |
| | | Territorial Value | - | - | - | - | - | 2,5 | 0,5 | Medium |
| | Adaptive capacity | Monitoring devices | - | - | - | - | - | 3,5 | 0,7 | High |
| | Vulnerability | Vulnerability index | x | ✓ | ✓ | x | ✓ | 2,2 | 0,4 | MEDIUM |
| | Hazard | Hazard index | x | ✓ | ✓ | x | ✓ | 3,0 | 0,6 | MEDIUM |
| Risk | Risk index | x | ✓ | ✓ | x | ✓ | - | - | HIGH | |
| Critical infrastructure - Hydrogeologi cal risk | Exposure | % of hydrogeological risk areas | x | x | x | ✓ | ✓ | 1,6 | 0,3 | Low |
| | Sensitivity | Population | - | - | - | - | - | 1,1 | 0,2 | Low |
| | | Industrial buildings | - | - | - | - | - | 1,5 | 0,2 | Low |
| | | Main roads | - | - | - | - | - | 1,2 | 0,3 | Low |
| | | Secondary roads | - | - | - | - | - | 1,3 | 0,2 | Low |
| | | Strategic buildings | - | - | - | - | - | 1,0 | 0,2 | Low |
| | Adaptive capacity | Land maintenance | - | - | - | - | - | 3,7 | 0,7 | High |
| | Vulnerability | Vulnerability index | x | x | x | ✓ | ✓ | 1,6 | 0,3 | LOW |
| Risk | Risk index | x | x | x | ✓ | ✓ | - | - | MEDIUM | |
| Agriculture - Soil erosion | Vulnerability | Soil erosion index | x | x | ✓ | ✓ | ✓ | 4,0 | 0,8 | HIGH |
| | Hazard | Hazard index | x | x | ✓ | ✓ | ✓ | 3,0 | 0,6 | MEDIUM |
| | Risk | Risk index | x | x | ✓ | ✓ | ✓ | - | - | VERY HIGH |
| Agriculture - Drought | Exposure | Drought (SPI-SPEI) | x | x | ✓ | x | ✓ | 3,0 | 0,6 | Medium |
| | Sensitivity | Agricultural land | - | - | - | - | - | 3,0 | 0,6 | Medium |
| | | Average water consumption | - | - | - | - | - | 4,0 | 0,8 | High |
| | | Source of water supply | - | - | - | - | - | 4,3 | 0,8 | Very high |
| | | Employment in agriculture | - | - | - | - | - | 1,0 | 0,2 | Very low |
| | | High quality crops | - | - | - | - | - | 2,0 | 0,4 | Low |
| | | Irrigation areas | - | - | - | - | - | 1,0 | 0,2 | Very low |
| | Adaptive capacity | Age of the farm head | - | - | - | - | - | 3,0 | 0,6 | Medium |
| | | Level of education of head of farm | - | - | - | - | - | 2,0 | 0,4 | Low |
| | | Level of farm computerization | - | - | - | - | - | 1,0 | 0,2 | Very low |
| | | Land ownership | - | - | - | - | - | 4,0 | 0,8 | High |
| | | Type of irrigation | - | - | - | - | - | 3,0 | 0,6 | Medium |
| | | Irrigation consulting | - | - | - | - | - | 1,0 | 0,2 | Very low |
| | Vulnerability | Vulnerability index | x | x | ✓ | x | ✓ | 2,5 | 0,5 | MEDIUM |
| Hazard | Hazard index | x | x | ✓ | x | ✓ | 2,5 | 0,5 | MEDIUM | |
| Risk | Risk index | x | x | ✓ | x | ✓ | - | - | HIGH | |





Cultural Heritage and Tourism

- Legenda**
Valore del territorio
- 1 LIEVE
 - 2 BASSO
 - 3 MEDIO
 - 4 ALTO
 - 5 ELEVATO



The analysis approach to cultural heritage in terms of historical and environmental-landscape values, and to the tourism in terms of employees, tourist flows and accommodation capacity.

The analysis shows a medium value of *exposure*, mainly due to medium degree of meteorological drought and to low values of very heavy precipitation days and erosion of materials of cultural heritage. The *sensitivity* is medium too, mainly due to an high number of employees in the sector and due to a moderate value of territorial value and territorial hazards. The *adaptive capacity* results of high level (and therefore negative), based on the level of protection of cultural heritage and on the prevention

degree, measured in terms of cultural heritage monitoring and building preventive conservation. Combining exposure, sensitivity and adaptive capacity, it results a **medium degree of vulnerability**.

In order to define the *risk level*, the analysis has been referred to the Risk Map of Italian Cultural Heritage, as regards the *Air-Environment Risk*, analyzed in terms of pollution (blackening) and extreme weather events (erosion of materials). It results a **medium degree of risk**, due to the high degree of blackening index and due to the low degree of materials erosion.

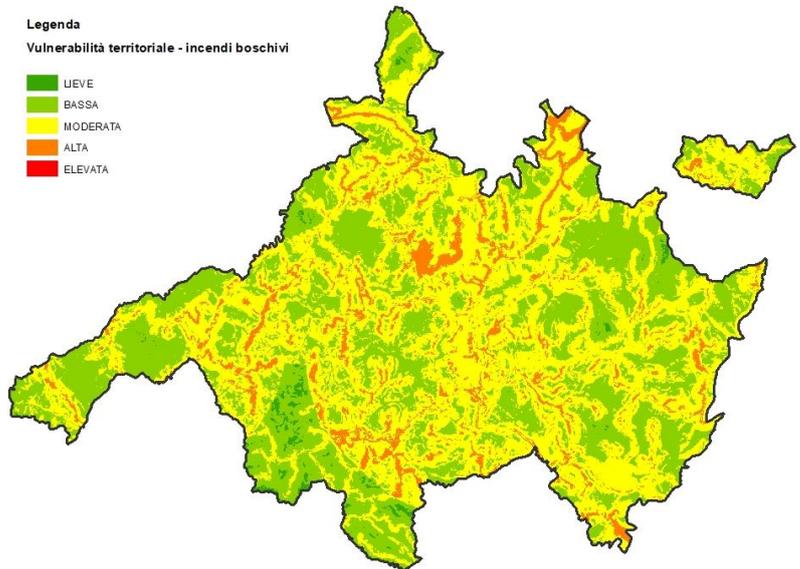
Environmental protection - Forest fires

The analysis shows a medium *exposure*, mainly influenced by the anthropic component, which is the main cause of forest fires even at the regional level. At local level, the spread of several urban settlements has led to the development of a dense roads network, thereby increasing the possibility of fire trigger areas (malicious or negligent). The climatic factors seem to have a limited impact, although the results of the climatic indices calculated with the *Current Baseline Assessment (project Action A1)* show that the climate factor will tend to increase the local exposure to forest fires.

The *sensitivity* is high, mainly due to the use of the soil, which reveals an important quantity of combustible material, due to the morphology of the territory, with steep hills slope, and due to the territorial value, with Sites of Community Importance and Special Areas of Conservation.

Referring to the *adaptive capacity*, the sources of water supply are well distributed throughout the territory, determining an high degree of adaptability. Combining exposure, sensitivity and adaptive capacity, it results a **medium degree of vulnerability**.

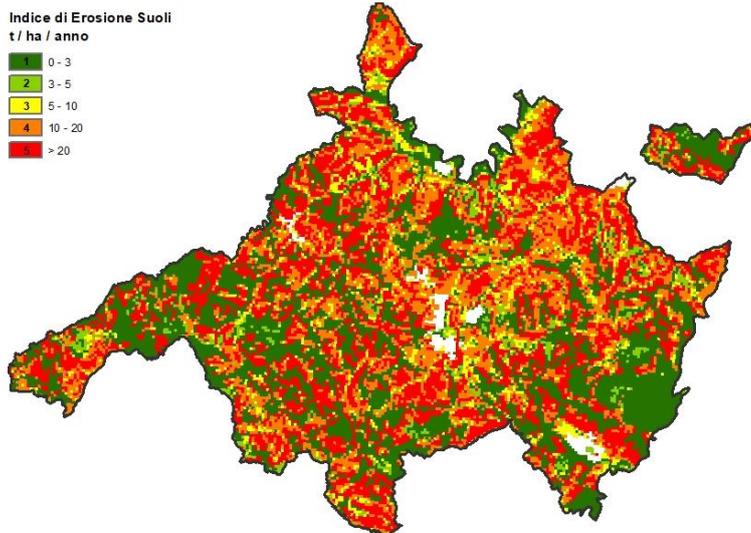
- Legenda**
Vulnerabilità territoriale - incendi boschivi
- 1 LIEVE
 - 2 BASSA
 - 3 MODERATA
 - 4 ALTA
 - 5 ELEVATA





In order to define the *risk level*, a moderate degree of hazard was calculated, based on the forest fires occurring during 1958-2017 (probability of occurrence), with an average value of 2.65 fires per year, and on the Land Surface Temperature during the hot period (effects), resulted of about 38°C. It results an **high degree of risk** of forest fires.

Agriculture - Soil erosion



The erosive action on the soils depends both on the direct action of the impact of rain on the soil, and on the action of water flow on the soil surface.

In order to define the vulnerability level of the agricultural sector to soil erosion, the *soil erosion index* has been calculated by applying the *RUSLE 2015 method (Revised Universal Soil Loss Equation)*. This method quantifies soil erosion in relation to the erosive capacity of the rain, hydrological features, morphometry, type of land vegetation cover, agricultural management systems and use of water regulation.

The average soil erosion value for the Municipality of Urbino is of 18,47 t/ha/year. On the basis of the classification of the maximum

rate of soil risk by water erosion defined by Marche Region, it corresponds to an **high level of vulnerability**.

In order to define the *risk level*, the analysis has been focused on the extreme climatic events related to soil erosion (heavy rainfall) and on the economic value of the farms gross production, obtaining a *low level of hazard*. Therefore, the combination between the low level of hazard and the high level of vulnerability, determines a **very high level of risk** for the agricultural sector to the soil erosion impact.

Drought

The *vulnerability* of the Municipality of Urbino to water scarcity for irrigation has been calculated quantitatively as unique and not spatialised data, by elaborating data both of thermo-pluviometric climatic extremes trends (exposure indicators) and of local crops, type of irrigation and farm system (sensitivity and adaptive capacity indicators).

The analysis show a **medium level of vulnerability** for the Municipality of Urbino. The analysis of drought events happened between 1961 and 2015 shows a substantial number of events lasting 8-14 days and with 32°C < T < 34°C. The *sensitivity* level is medium too, mainly because of an high value of average water consumption and a very high level of source of water supply. The *adaptive capacity* is generally good, according to the organization of the local farms, mainly owners of the land, while the level of farms computerization and the use of irrigation consulting are lacking.

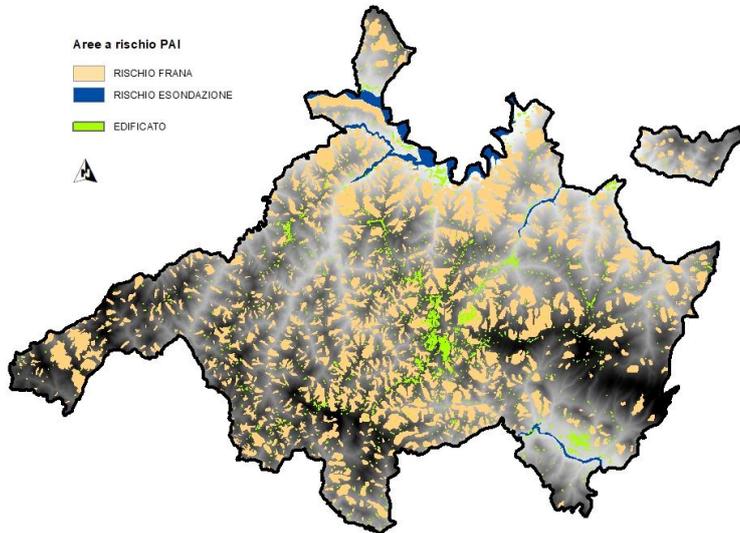
In order to define the *risk level*, the analysis has been focused on the frequency of drought events (detected in the last fifty years through the analysis of the available climate data) and on the economic value of the agricultural sector (the *Standard Output* parameter from the European CAP was taken into consideration, which expresses the value of each crop in Euro per hectare), obtaining a *medium level of hazard*.

Therefore, the combination between the medium level of hazard and the medium level of vulnerability, determines an **high level of risk** for the agricultural sector to the water shortage.





Critical infrastructure and hydrogeological risk



The analysis of the hydrogeological risk inevitably has to take into account the analyses carried out within the existing Hydrogeological Plan of the Marche Region (PAI). The plan already clearly identifies through a detailed mapping the areas related with hydrogeological risk (floods and landslides) in the municipal territory. Therefore, it is not necessary to proceed with the development of a specific methodology, which would certainly be redundant with the current Hydrogeological Plan. The risk analysis is therefore finalized exclusively to provide a global synthetic indicator of the intensity of the hydrogeological risk for the municipality of Santa Maria Nuova, calculating the synthetic risk index as weighted

average of the risk value of each exposed area, i.e. those mapped by the Hydrogeological Plan. The analysis show a **medium level of risk** for the critical infrastructure sector to the hydrogeological risk (*see figure to the left*). Moreover, other analysis have been carried out in order to evaluate the interference degree of the risk areas with the local strategic infrastructure (housing/population, industrial buildings, main and secondary roads and strategic buildings). These analysis have shown a low level of *exposure* to the hydrogeological instability, a low level of *sensitivity* (the most sensitive indicator is the secondary roads one) and an high level of *adaptive capacity*. The combination of these components determines a **low level of vulnerability** for the critical infrastructure sector to the hydrogeological risk.





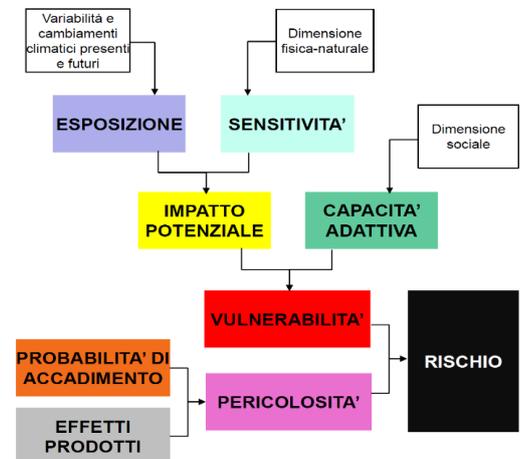
Sintesi

Il presente report è stato redatto come *output dell'Azione di progetto C2 - Risk Analysis and Vulnerability Assessment*, con l'obiettivo di valutare il grado di vulnerabilità e definire gli scenari di rischio dei sistemi naturali e antropici del Comune di Urbino in relazione alle variazioni climatiche in corso (analizzate con la precedente *Azione di progetto A1 - Current Baseline Assessment*³).

La conoscenza del profilo climatico locale e la valutazione delle vulnerabilità e dei rischi che potrebbero interferire con il sistema naturale ed antropico del Comune di Urbino, sono utili a comprendere le relazioni causa-effetto che sono alla base dei cambiamenti climatici e dei loro impatti, al fine di poter definire al meglio adeguate politiche e strategie di mitigazione e adattamento che andranno a comporre il Piano Comunale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici.

Le analisi di vulnerabilità e rischio sono state dunque sviluppate seguendo, laddove possibile, le Linee Guida prodotte nell'ambito del progetto LIFE SEC-ADAPT ed illustrate nel documento *Methodology for vulnerability and risk assessment in regions Marche and Istria (LIFE SEC-ADAPT Project, 2017⁴)*, basate sull'impostazione proposta da GIZ et al (Fritzsche et al., 2014) nel documento *The Vulnerability Sourcebook – concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*, a sua volta basato sul framework metodologico definito dall'*International Panel on Climate Change (IPCC) nel Quarto Rapporto di Valutazione (Fourth Assessment Report - AR4)*.

Come rappresentato nello schema a lato, la *vulnerabilità* di un sistema ad un determinato impatto dei cambiamenti climatici viene definita in funzione dell'esposizione, della sensibilità e della capacità adattiva, mentre il *rischio* viene definito in funzione della vulnerabilità e della pericolosità.



Schema concettuale del framework metodologico per la valutazione di vulnerabilità e analisi del rischio (IPCC, AR4).

Ai fini di una più opportuna e corretta interpretazione dei risultati qui presentati, è necessario tuttavia precisare che le analisi di vulnerabilità e rischio condotte implicano un certo grado di approssimazione nell'applicazione dei vari passaggi metodologici, con la possibilità di influenzare la significatività dei risultati.

Per questi ed altri motivi si invita il lettore a prestare attenzione all'interpretazione dei risultati illustrati, tenendo presente che essi vanno considerati esclusivamente in termini relativi fra loro (es. una porzione territoriale indicata in rosso è più vulnerabile di una porzione territoriale indicata in verde) e non assoluti (es. la porzione territoriale indicata in rosso è altamente vulnerabile in assoluto).

Per il Comune di Urbino sono stati approfonditi i settori del *patrimonio culturale e turismo*, della *protezione ambientale*, delle *infrastrutture* e dell'*agricoltura* con riferimento ai potenziali impatti di *degrado*, *alterazione del paesaggio ed erosione dei materiali* (beni culturali e turismo), *aumento della frequenza di incendi boschivi* (protezione ambientale), *amplificazione dell'erosione dei suoli agricoli e della carenza idrica ad uso irriguo* (agricoltura) e *aumento dei fenomeni di dissesto idrogeologico* (infrastrutture).

Si riporta di seguito una tabella di sintesi dei risultati ottenuti e una breve descrizione delle analisi di vulnerabilità e di rischio per ogni settore indagato.

³http://www.lifeseadapt.eu/fileadmin/user_upload/ALLEGATI_LIFESECADAPT/EXCHANGE/A1_Working_teams_and_climate_baseline_assessment_definition/CLIMATE_BASELINE/italian_municipalities/Urbino_baseline_report.pdf

⁴<http://www.lifeseadapt.eu/menu-home/results/c-implementation-actions/c2-risk-and-vulnerability-assessment-analysis/>



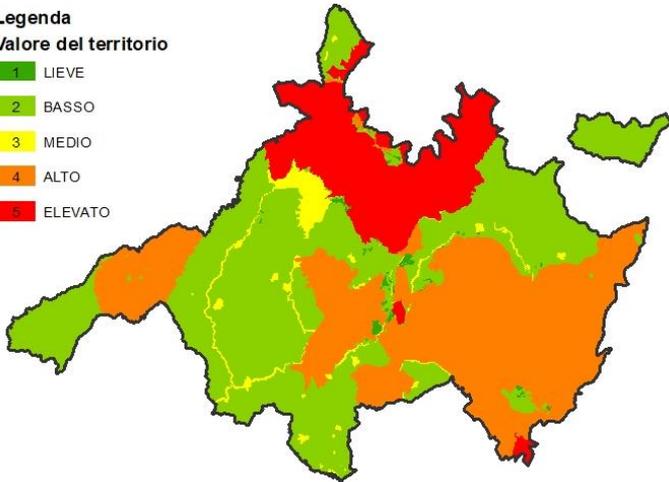


| Settore - Impatto Potenziale | Componenti di Vulnerabilità e Rischio | Indicatori | Incidenza variabili climatiche | | | | | Valore | | |
|--|---|---|---|---------------------|--------------------|-----------------|------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | | | Aumento T | Ondate di calore | Scarsità idrica | Prcp estreme | Siccità | Scala 0 - 5 | Scala 0 - 1 | |
| | | | | | | | | | | |
| Patrimonio Culturale e Turismo - Degradazione e alterazione | Esposizione | Siccità meteorologica (SPEI) | x | x | ✓ | x | ✓ | 3,0 | 0,6 | Moderato |
| | | Precipitazioni intense (R20) | x | x | x | ✓ | x | 2,0 | 0,4 | Basso |
| | | Erosione dei materiali (R) | x | x | x | ✓ | x | 2,0 | 0,4 | Basso |
| | | Indice di Comfort Turistico (TCI) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 3,0 | 0,6 | Moderato |
| | Sensibilità | Valore del Territorio (VT) | - | - | - | - | - | 2,3 | 0,4 | Moderato |
| | | Pericolosità territoriale (PT) | - | - | - | - | - | 2,5 | 0,5 | Moderato |
| | | Numero di occupati nel settore | - | - | - | - | - | 4,0 | 0,8 | Alto |
| | | Pericolosità Antropica (PA) | - | - | - | - | - | 3,0 | 0,6 | Moderato |
| | Capacità adattiva | Livello di tutela | - | - | - | - | - | 3,4 | 0,7 | Alto |
| | | Livello di prevenzione | - | - | - | - | - | 4,0 | 0,8 | Alto |
| Vulnerabilità | Indicatore di sintesi di vulnerabilità | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 3,2 | 0,6 | MODERATO | |
| Rischio | Indice di rischio ambientale-aria | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | - | - | MODERATO | |
| Protezione ambientale - Incendi boschivi | Esposizione | Fattori di innesco | - | - | - | - | - | 3,4 | 0,7 | Alto |
| | | Fattore climatico | x | ✓ | ✓ | x | ✓ | 1,0 | 0,2 | Basso |
| | Sensibilità | Uso del suolo | - | - | - | - | - | 3,8 | 0,7 | Alto |
| | | Geomorfologia | - | - | - | - | - | 3,0 | 0,6 | Alto |
| | | Valore del territorio | - | - | - | - | - | 2,5 | 0,5 | Moderato |
| | Capacità adattiva | Presenza di strumenti di controllo | - | - | - | - | - | 3,5 | 0,7 | Alto |
| | Vulnerabilità | Indicatore di sintesi di vulnerabilità | x | ✓ | ✓ | x | ✓ | 2,2 | 0,4 | MODERATO |
| | Pericolosità | Indice di pericolosità | x | ✓ | ✓ | x | ✓ | 3,0 | 0,6 | MODERATO |
| Rischio | Indice di rischio | x | ✓ | ✓ | x | ✓ | - | - | ALTO | |
| Infrastrutture - Dissesto idrogeologico | Esposizione | % di aree a rischio idrogeologico | x | x | x | ✓ | ✓ | 1,6 | 0,3 | Basso |
| | Sensibilità | Popolazione | - | - | - | - | - | 1,1 | 0,2 | Basso |
| | | Edifici industriali/artigianali | - | - | - | - | - | 1,5 | 0,2 | Basso |
| | | Infrastrutture viarie principali | - | - | - | - | - | 1,2 | 0,3 | Basso |
| | | Infrastrutture viarie secondarie | - | - | - | - | - | 1,3 | 0,2 | Basso |
| | | Edifici sensibili e strategici | - | - | - | - | - | 1,0 | 0,2 | Basso |
| | Capacità adattiva | Manutenzione del territorio | - | - | - | - | - | 3,7 | 0,7 | Alto |
| | Vulnerabilità | Indicatore di sintesi di vulnerabilità | x | x | x | ✓ | ✓ | 1,6 | 0,3 | BASSO |
| Rischio | Indice di rischio | x | x | x | ✓ | ✓ | - | - | MODERATO | |
| Agricoltura - Erosione suoli | Vulnerabilità | Indice di erosione dei suoli | x | x | ✓ | ✓ | ✓ | 4,0 | 0,8 | ALTO |
| | Pericolosità | Indice di pericolosità | x | x | ✓ | ✓ | ✓ | 3,0 | 0,6 | MODERATO |
| | Rischio | Indice di rischio | x | x | ✓ | ✓ | ✓ | - | - | ELEVATO |
| Agricoltura - Carenza idrica | Esposizione | Siccità meteorologica (SPI-SPEI) | x | x | ✓ | x | ✓ | 3,0 | 0,6 | Moderato |
| | Sensibilità | Superficie Agricola Utilizzata | - | - | - | - | - | 3,0 | 0,6 | Moderato |
| | | Consumo idrico medio | - | - | - | - | - | 4,0 | 0,8 | Alto |
| | | Fonte di approvvigionamento idrico | - | - | - | - | - | 4,3 | 0,8 | Elevato |
| | | Numero di occupati in agricoltura | - | - | - | - | - | 1,0 | 0,2 | Lieve |
| | | Culture di pregio | - | - | - | - | - | 2,0 | 0,4 | Basso |
| | | Aree irrigabili | - | - | - | - | - | 1,0 | 0,2 | Lieve |
| | Capacità adattiva | Età del titolare del centro aziendale | - | - | - | - | - | 3,0 | 0,6 | Moderato |
| | | Livello di scolarizzazione | - | - | - | - | - | 2,0 | 0,4 | Basso |
| | | Livello di informatizzazione | - | - | - | - | - | 1,0 | 0,2 | Lieve |
| | | Diritto reale sul terreno | - | - | - | - | - | 4,0 | 0,8 | Alto |
| | | Tipologia di irrigazione | - | - | - | - | - | 3,0 | 0,6 | Moderato |
| | | Consulenza irrigua | - | - | - | - | - | 1,0 | 0,2 | Lieve |
| | | Vulnerabilità | Indicatore di sintesi di vulnerabilità | x | x | ✓ | x | ✓ | 2,5 | 0,5 |
| Pericolosità | Indice di pericolosità | x | x | ✓ | x | ✓ | 2,5 | 0,5 | MODERATO | |
| Rischio | Indice di rischio | x | x | ✓ | x | ✓ | - | - | ALTO | |



Patrimonio Culturale e Turismo

L'analisi è stata svolta considerando come patrimonio culturale i beni storico-culturali ed i beni paesaggistico-ambientali, e ragionando per il settore turismo in termini di addetti, di flussi turistici e di capacità ricettiva.



Dall'analisi risulta un'esposizione moderata, data principalmente da una siccità meteorologica di grado moderato e da bassi valori degli indicatori di precipitazioni intense e di erosione dei materiali dei beni culturali. Anche la componente della *sensibilità* risulta di grado moderato, dato principalmente da un alto numero di occupati nel settore e da un valori moderati di valore territoriale e di pericolosità legate ai rischi territoriali. Si è registrato poi un livello di *capacità adattiva* alto (e dunque negativo), sulla base del livello di tutela dei beni culturali e sulla base del grado di prevenzione, misurato in termini di monitoraggio continuo e programmato dei beni e di conservazione preventiva del patrimonio edilizio. In

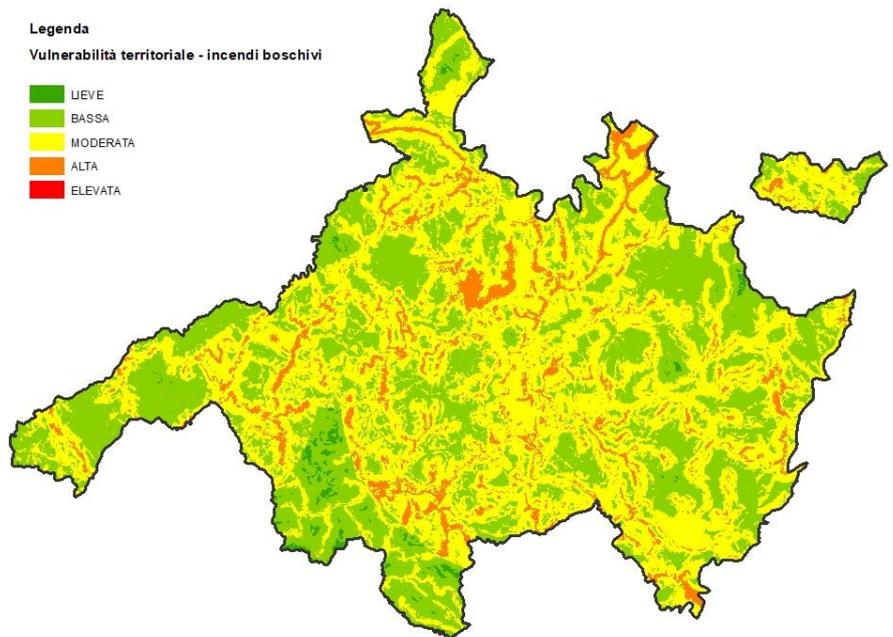
sintesi, risulta un **grado di vulnerabilità moderato**.

Per quantificare il grado di *rischio* si è fatto riferimento alla Carta Del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano per quel che riguarda il rischio ambientale-aria, analizzato in termini di inquinamento (annerimento) e di fenomeni climatici estremi (erosione dei materiali), da cui risulta un **grado medio di rischio**, dato dall'indice di annerimento di grado alto e dall'indice di pericolosità di erosione dei materiali di grado basso.

Protezione ambientale - Incendi boschivi

Dall'analisi risulta un'esposizione moderata, influenzata principalmente dalla componente antropica, che è la causa principale degli incendi boschivi anche a livello regionale. Nel Comune di Urbino, la diffusione di molteplici nuclei abitati ha determinato lo sviluppo di una fitta rete di infrastrutture stradali, aumentando di conseguenza le possibili aree di innesco (doloso o colposo). I fattori climatici sembrano incidere in misura limitata, seppur i risultati degli indici climatici calcolati nella *Current Baseline Assessment* (Azione di progetto A1) evidenziano che il fattore climatico tenderà ad aumentare l'esposizione del territorio comunale al fenomeno degli incendi boschivi.

La sensibilità risulta alta, legata principalmente all'uso del suolo, che





mostra una quantità importante di materiale combustibile, alla conformazione del territorio, con rilievi collinari piuttosto acclivi, ed al valore territoriale dato in particolar modo dalle aree SIC e ZPS.

Per quanto riguarda la capacità adattiva, le fonti di approvvigionamento idrico sono ben distribuite sul territorio, determinando un alto grado di capacità di adattamento.

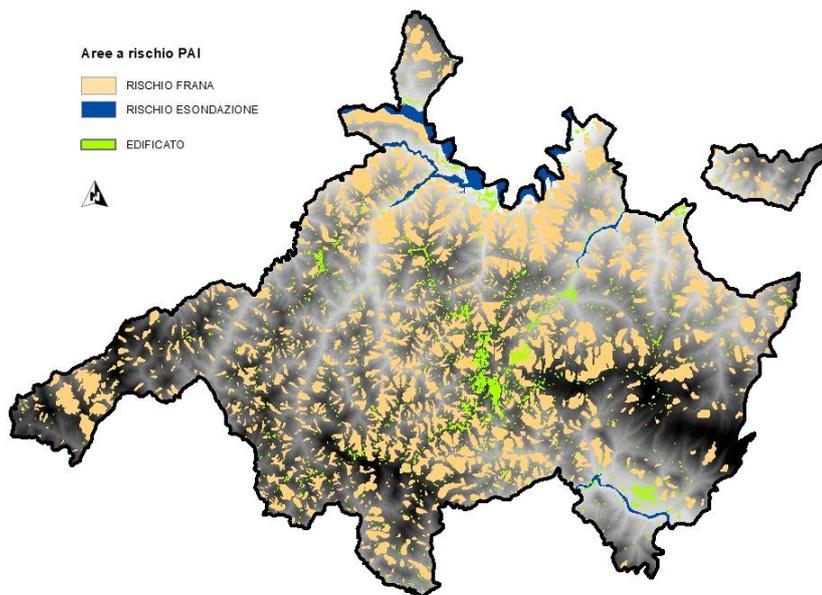
Dall'analisi risulta in sintesi un **grado di vulnerabilità moderato** del territorio comunale agli incendi boschivi.

Per definire il rischio, è stata calcolata una *pericolosità di grado moderato*, sulla base degli incendi boschivi occorsi nell'arco temporale 1958-2017 (*probabilità di accadimento*), con un valore medio di 2,65 incendi all'anno, e della Temperatura del Suolo in Superficie nel periodo caldo (*effetti prodotti*), di circa 38°C. Ne risulta un **grado di rischio alto** di incendi boschivi.

10

Disesto Idrogeologico ed Infrastrutture

L'analisi del rischio idrogeologico passa inevitabilmente attraverso la lettura degli strumenti di Piano già esistenti, e nello specifico del Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Marche (PAI). Il PAI 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 specifica di valutazione, 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, calcolando il valore medio ponderato del rischio nelle aree "esposte", ovvero quelle cartografate dal PAI, dalla quale risulta per il territorio di Urbino un **grado di rischio moderato** (si veda immagine a lato).

Sono state poi eseguite ulteriori analisi al fine di valutare il grado di interferenza

delle zone soggette a rischio idrogeologico con il sistema infrastrutturale ed antropico (abitazioni/popolazione, edifici industriali, strade principali e secondarie, edifici di elevata sensibilità). Tali analisi mostrano in definitiva un **grado di vulnerabilità basso**. Al fine di non interpretare in maniera errata i risultati, è necessario precisare che gli indicatori di esposizione e sensibilità analizzati mostrano gradi bassi poiché sono stati calcolati in rapporto all'intera superficie comunale, ottenendo dunque bassi valori percentuali. I risultati dell'analisi evidenziano infatti consistenti interferenze tra le pericolosità idrogeologiche e gli elementi del sistema urbano (*sensibilità*): circa 1.000 abitanti, 13 km di strade principali, 75 km di strade secondarie e 6.000 mq di edifici industriali e produttivi-artigianali. La componente dell'*esposizione*, seppure più del 50% delle aree in frana risultano a pericolosità elevata (P3), presenta un grado di esposizione basso, dal momento che circa il 75% del territorio comunale non risulta soggetto a rischio idrogeologico. La *capacità adattiva* infine risulta alta, data la forte connotazione agricola del territorio comunale.





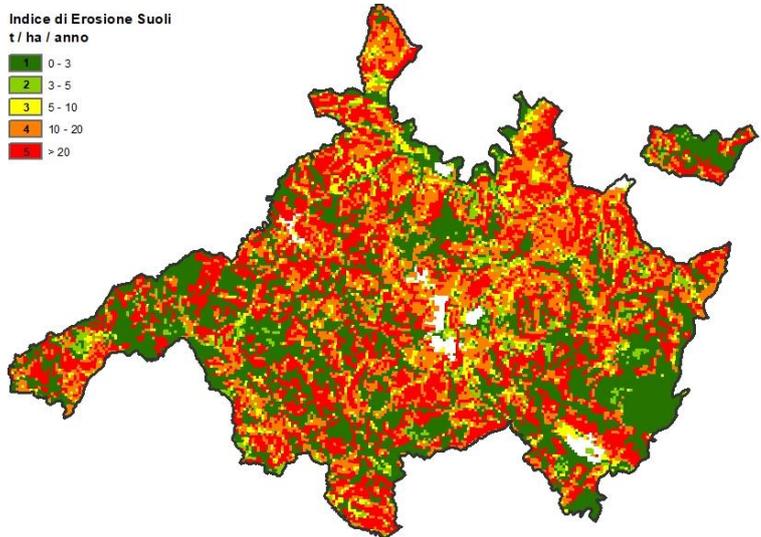
Settore Agricoltura - Erosione dei suoli agricoli

L'azione erosiva a carico dei suoli dipende sia dall'azione diretta d'impatto della pioggia sul terreno, sia dall'azione dello scorrimento dell'acqua sulla superficie del suolo.

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)*⁵, che quantifica l'erosione dei suoli in relazione alla capacità erosiva della pioggia, alle caratteristiche idrologiche dei suoli, alla morfometria, al tipo di vegetazione presente ed ai sistemi di gestione agricola e di regimazione delle acque.

Ne risulta per il Comune di Urbino un valore medio di erosione pari a 18,47 t/ha/anno, corrispondente ad un **grado di vulnerabilità alto** sulla base della classificazione del tasso di accettabilità del rischio d'erosione idrica del suolo definita dalla Regione Marche.

Per definire il *grado di rischio* del settore agricolo all'erosione dei suoli sono stati analizzati i *fenomeni climatici connessi all'erosione dei suoli (precipitazioni intense)* ed il *valore economico della produzione lorda relativa alle singole attività produttive aziendali* in base alle diverse tipologie colturali o di allevamenti praticati. Ne risulta un *grado di pericolosità moderato* che, messo in relazione con il grado di vulnerabilità calcolato (alto), determina un **grado di rischio elevato** del settore agricolo all'erosione dei suoli.



Carenza idrica ad uso irriguo

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 Urbino 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 sensibilità e capacità adattiva).

Risulta per il settore agricolo del Comune di Urbino un **grado di vulnerabilità moderato** alla carenza idrica. Per quanto riguarda l'*esposizione*, l'analisi degli eventi siccitosi avvenuti dal 1961 al 2015 evidenzia un numero sostanziale di eventi di durata 8-14 giorni e $32^{\circ}\text{C} < T < 34^{\circ}\text{C}$. La componente della *sensibilità* presenta un grado moderato, dall'alto consumo idrico medio delle colture praticate e dall'elevata dipendenza dalle fonti di approvvigionamento provenienti da acque superficiali.

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

⁵ (JRC, EUR 22953 IT – 2007 – Implementazione a livello regionale della proposta di direttiva quadro sui suoli in Europa).





Per definire il *grado di rischio* del settore agricolo alla carenza idrica sono stati analizzati i *fenomeni climatici connessi (periodi siccitosi)* ed il *valore economico della produzione lorda relativa alle singole attività produttive aziendali* in base alle diverse tipologie colturali o di allevamenti praticati. Ne risulta un *grado di pericolosità moderato* che, messo in relazione con il grado di vulnerabilità calcolato (moderato), determina un **grado di rischio alto** del settore agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo.





1 Introduzione

1.1 Obiettivi del progetto Life Sec Adapt

L'obiettivo principale del progetto *Life Sec Adapt* è contribuire ad incrementare la capacità di resilienza climatica delle aree urbane europee ed agevolare il loro passaggio verso forme di economia a basse emissioni di carbonio ed efficienti nell'uso delle risorse. Gli sforzi per le attività di adattamento e mitigazione sono necessari al fine di creare condizioni sostenibili che consentano agli enti locali sia l'adattamento ai cambiamenti climatici, sia l'adesione e l'attiva partecipazione all'iniziativa quadro europea "Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia", integrando in tal modo gli obiettivi climatici nelle politiche e nelle pratiche locali.

Il progetto *Life SEC Adapt* prevede inoltre l'adozione e l'aggiornamento del modello delle *Sustainable Energy Communities – SEC* nel supportare il miglioramento della *governance* climatica, modello che rappresenta una buona pratica per gli enti locali che intendano sviluppare un virtuoso processo di adattamento ai cambiamenti climatici coordinati dalle autorità e dalle agenzie di sviluppo a livello regionale.

1.2 Approccio metodologico

Dopo aver delineato il profilo climatico locale con la *Current Baseline Assessment (Action A1)*, l'obiettivo della presente *azione di progetto C2* è fornire ai comuni coinvolti nel progetto una valutazione del grado di vulnerabilità e degli scenari di rischio in rapporto ai cambiamenti climatici locali.

Le analisi di vulnerabilità dei settori di governo potenzialmente interessati dai cambiamenti climatici sono utili a comprendere le relazioni causa-effetto che sono alla base dei cambiamenti climatici e dei loro impatti sulle persone, sui sistemi economici e sui sistemi socio-ecologici, al fine di poter implementare al meglio adeguate politiche e strategie di adattamento.

Tale tipologia di elaborazioni può essere annoverata tra i primi tentativi in Italia di valutazione quali-quantitativa della vulnerabilità e dei rischi derivanti dal cambiamento climatico per i diversi sistemi ambientali ed i settori socio-economici e trae ispirazione dagli esempi disponibili nella letteratura scientifica perlopiù internazionale (i.e. *Vulnerability Sourcebook, Vulnerability Mapbook*).

I concetti di "vulnerabilità" e "rischio" sono ancora oggi molto dibattuti in ambito scientifico italiano ed internazionale e sono, pertanto, in continua evoluzione: non esistono definizioni univoche di "vulnerabilità" e "rischio" né, tantomeno, approcci metodologici condivisi e standardizzati. Esistono, d'altra parte, tentativi pionieristici che cercano di sperimentare nuovi percorsi e approcci metodologici.

Lo stesso Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC) ha recentemente proposto una revisione del framework concettuale che descrive e lega i concetti di "vulnerabilità" e "rischio", ispirandosi all'impostazione già utilizzata nell'ambito del Disaster Risk Reduction (IPCC, 2014).





Anche per i motivi sopra esplicitati, l'analisi di vulnerabilità e di rischio rappresenta una delle fasi più complesse dell'intero processo di adattamento ai cambiamenti climatici.

L'approccio metodologico della presente analisi segue, laddove possibile, le Linee Guida prodotte nell'ambito del progetto LIFE SEC-ADAPT ed illustrate nel documento *Methodology for vulnerability and risk assessment in regions Marche and Istria (LIFE SEC-ADAPT Project, 2017)*, basate sull'impostazione proposta da GIZ et al (Fritzsche et al., 2014) nel documento *The Vulnerability Sourcebook – concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*, a sua volta basato sul framework metodologico definito dall'*International Panel on Climate Change (IPCC)* nel *Quarto Rapporto di Valutazione (Fourth Assessment Report - AR4)*.

14

Nell'AR4 la **vulnerabilità** viene definita come "(...) il grado di suscettibilità di un sistema e l'incapacità di far fronte agli effetti negativi dei cambiamenti climatici, che includono la variabilità climatica e gli eventi estremi. La vulnerabilità si esprime in funzione del carattere, della magnitudo e del grado dei cambiamenti climatici e delle variazioni a cui un sistema è esposto, della sua sensitività della sua capacità di adattamento" (Parry et al. 2007)⁶. Per determinare la suscettibilità (ed eventualmente il grado) di un sistema alle variazioni climatiche, si fa riferimento al *Vulnerability Sourcebook. Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*⁷, un manuale di linee-guida per la valutazione di vulnerabilità prodotto dal Ministero federale tedesco per lo sviluppo economico e la cooperazione. Sulla base della definizione di vulnerabilità dell'IPCC, le linee-guida distinguono quattro componenti chiave per la valutazione di vulnerabilità:

- **Esposizione** - tra le componenti che compongono la vulnerabilità, l'esposizione è l'unica direttamente collegata ai parametri climatici, quali carattere, magnitudine e grado di cambiamento e di variazione del clima. I tipici fattori di esposizione includono la temperatura, le precipitazioni, l'evapotraspirazione ed il bilancio idrico climatico, così come gli eventi estremi, quali ad esempio forti piogge e siccità meteorologica. Tali cambiamenti possono gravare pesantemente sui sistemi aggiungendo ulteriori stress (es. eventi di pioggia molto intensa, aumento della temperatura, periodi siccitosi, ecc.).
- **Sensitività** - la sensitività determina il grado per cui un sistema è affetto in maniera avversa o benefica da una determinata esposizione ai cambiamenti climatici. Essa è funzione degli attributi naturali e/o fisici del sistema, includendo ad esempio la topografia, la capacità dei vari tipi di terreno di resistere all'erosione, il tipo di copertura del suolo. Inoltre, la sensitività si riferisce anche alle attività umane che producono effetti fisici sul territorio, come le tecniche di lavorazione del terreno, la gestione delle risorse idriche, l'esaurimento delle risorse e la pressione demografica.
- **Impatto potenziale** - la combinazione di esposizione e sensitività determina gli impatti potenziali generati dai cambiamenti climatici. Ad esempio, eventi di pioggia molto intensa (esposizione) che insistono su terreni con versanti ripidi e con suoli ad alta suscettibilità di erosione (sensitività), determinano l'erosione superficiale dei suoli (impatto potenziale). Gli impatti dei cambiamenti climatici possono generale una

⁶ "(...) the degree to which a system is susceptible to, and unable to cope with, adverse effects of climate change, including climate variability and extremes. Vulnerability is a function of the character, magnitude, and rate of climate change and variation to which a system is exposed, its sensitivity, and its adaptive capacity".

⁷ German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development. The Vulnerability Sourcebook. Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments, GIZ, 2014.

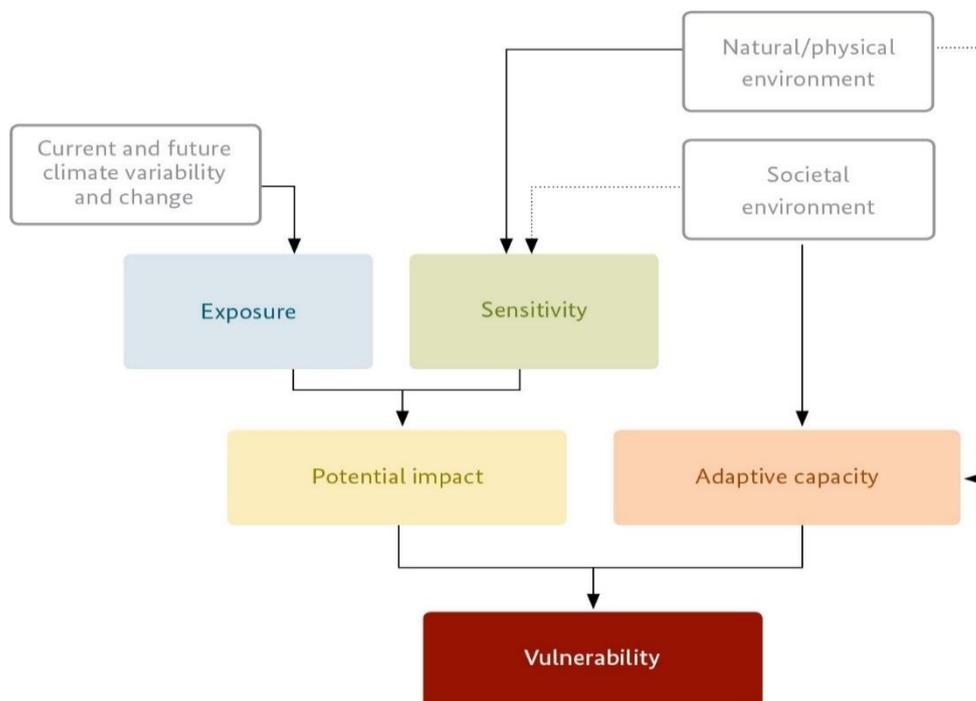




catena di relazioni, dagli impatti diretti (es. erosione) agli impatti indiretti (es. perdita dei terreni coltivabili, perdita di profitti di raccolto), spaziando dalla sfera biofisica a quella della società.

- **Capacità adattiva** - la capacità adattiva è intesa come la capacità di un sistema di adattarsi ai cambiamenti climatici (variabilità climatica ed eventi estremi) al fine di limitare i potenziali danni, sfruttare le opportunità e far fronte alle conseguenze. I fattori che determinano la capacità di adattamento si riferiscono principalmente alla disponibilità di risorse a disposizione dei sistemi umani e delle loro caratteristiche e capacità socio-economiche, strutturali, istituzionali e tecnologiche.

Come rappresentato nello schema seguente, l'esposizione ai cambiamenti climatici e la sensibilità del sistema a tali cambiamenti, determinano l'impatto potenziale. L'impatto potenziale e la capacità adattiva del sistema definiscono la vulnerabilità.



Componenti della vulnerabilità (fonte: adelphi/EURAC 2014)

Come più approfonditamente descritto in *Methodology for vulnerability and risk assessment in regions Marche and Istria (LIFE SEC-ADAPT Project, 2017)*, il percorso metodologico utilizzato prevede la definizione, il popolamento, la normalizzazione, la pesatura (ove possibile), l'aggregazione e la classificazione di indicatori afferenti alle categorie di "esposizione", "sensibilità" e "capacità adattiva", con la finalità ultima di combinarli insieme ottenendo indici sintetici parziali e complessivi della vulnerabilità di un determinato settore ad una specifica minaccia di natura climatica.





Una volta popolati, i valori di ciascun indicatore vengono normalizzati con il metodo Min-Max, secondo la seguente formula, ottenendo così un range di valori compresi tra 0 e 1:

$$X_{i,0\ to\ 1} = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$$

dove:

$X_{i,0\ to\ 1}$ = il nuovo valore normalizzato;

X_i = il valore da normalizzare;

X_{min} = il valore minimo dell'indicatore;

X_{max} = il valore massimo dell'indicatore;

Tali valori vengono successivamente classificati in 5 classi equivalenti, come rappresentato nella tabella seguente:

| Range valori indicatore | Classe | Grado |
|-------------------------|----------|-------|
| 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

Una volta normalizzati e classificati in 5 classi, gli indicatori afferenti a ciascuna categoria vengono aggregati tramite somma aritmetica pesata (se non esplicitamente indicato, si utilizza peso equivalente pari a 1).

Gli Indici sintetici così elaborati (Esposizione e Sensitività) vengono aggregati con la stessa procedura al fine di ottenere l'Indice sintetico relativo all'Impatto Potenziale. Infine, e solo dopo aver considerato gli indicatori di Capacità Adattiva nella loro giusta direzione rispetto alla vulnerabilità⁸, la stessa procedura viene applicata al fine di aggregare l'Indice sintetico relativo all'Impatto Potenziale e l'Indice sintetico di Capacità Adattiva nell'Indice sintetico finale di Vulnerabilità.

Per quanto concerne il calcolo del *rischio*, si è proceduto in maniera direttamente proporzionale alla *vulnerabilità* (*V*) di un determinato territorio e alla *pericolosità* (*H*) di un certo evento, espressa, quest'ultima, come *probabilità di accadimento* (*P*) ed *effetti prodotti* (*E*) dall'evento:

$$R = V * H = V * P * E$$

⁸ Gli indicatori di Capacità Adattiva hanno una direzione opposta a quella della Vulnerabilità. Laddove aumenti la capacità adattiva, infatti, si produce una riduzione della vulnerabilità. E' quindi necessario tenere presente la giusta direzione degli indicatori rispetto alla vulnerabilità e considerare il complementare (1-x) qualora la direzione non sia la stessa.





Si riportano di seguito le tabelle di valutazione delle componenti *probabilità di accadimento (P)* ed *effetti prodotti (E)* dall'evento.

| Classe di probabilità | Descrizione |
|-----------------------|--------------------|
| Molto alta | Evento quasi certo |
| Alta | Evento probabile |
| Media | Evento possibile |
| Bassa | Evento improbabile |

| Classe di effetti prodotti | Descrizione |
|----------------------------|---|
| Molto alta | Ingenti perdite di vite umane, danni irreversibili, enormi perdite economiche |
| Alta | Casi isolati di perdite di vite umane e/o feriti, diffusi casi di perdite di servizi, riduzione della qualità della vita. |
| Media | Limitato numero di feriti, casi isolati ma significativi di danni che possono essere riparati con adeguati sforzi. |
| Bassa | Casi minori di feriti, alcuni danni individuali. Perdite e danni non significativi. |

Da una combinazione incrociata delle componenti di Vulnerabilità (V) e Pericolosità (H) si ottiene la matrice per la valutazione qualitativa del rischio.

| | | | | | | |
|-------------------|---|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| VULNERABILITÀ (V) | 5 | MODERATO | ALTO | ELEVATO | ELEVATO | ELEVATO |
| | 4 | MODERATO | ALTO | ELEVATO | ELEVATO | ELEVATO |
| | 3 | MODERATO | ALTO | ALTO | ALTO | ALTO |
| | 2 | BASSO | MODERATO | MODERATO | MODERATO | MODERATO |
| | 1 | TRASCURABILE | BASSO | BASSO | BASSO | BASSO |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | PERICOLOSITÀ (H=P*E) | | | | |

Insieme alla valutazione della vulnerabilità, l'analisi di rischio fornisce gli elementi fondamentali sulla base dei quali stabilire le priorità di intervento in tema di adattamento ai cambiamenti climatici.

Va tuttavia precisato che le analisi di vulnerabilità condotte ed illustrate nell'ambito del presente lavoro hanno effettuato una **fotografia delle criticità attuali** rispetto alla condizione climatica odierna e delineato **ipotetici scenari di rischio** basati, invece, sul quadro climatico previsto nel corso del XXI secolo.

Ai fini di una più opportuna e corretta interpretazione dei risultati delle analisi qui presentate è necessario inoltre precisare alcuni aspetti di forza e di debolezza della metodologia utilizzata. In particolare, si sottolineano da un lato la relativa facilità di applicazione della metodologia, data una sufficiente disponibilità di indicatori significativi e di una competenza tecnica nell'utilizzo di Sistemi Informativi Geografici (GIS) per l'elaborazione spaziale dei dati. Dall'altro lato si evidenzia invece che ogni passaggio metodologico della procedura implica un certo grado di approssimazione che potrebbe influenzare la significatività dei risultati:

- la soggettività nella selezione degli indicatori e nella loro attribuzione ad una categoria piuttosto che un'altra (talvolta non è oggettiva l'attribuzione di un indicatore ad una determinata categoria);
- la limitata disponibilità/accesso ai dati che potrebbe indurre all'uso di indicatori *proxy*, come capita spesso per gli indicatori di capacità adattiva;





- la scelta dei valori minimo e massimo ai fini della normalizzazione, che dovrebbe essere accompagnata da un giudizio esperto o da riferimenti in letteratura per stabilire delle opportune soglie;
- la pesatura, a cui viene associato un elevato grado di soggettività poiché non esiste una codifica standardizzata dei pesi di ciascun indicatore utilizzato;
- la classificazione in classi equivalenti, che semplifica oltremodo l'andamento non lineare e complesso dei fenomeni naturali;
- l'aggregazione secondo media aritmetica pesata, non corrispondente necessariamente alla modalità in cui i fenomeni interagiscono in natura.

Per questi ed altri motivi si invita il lettore a prestare attenzione all'interpretazione dei risultati illustrati, tenendo presente che essi vanno considerati esclusivamente in termini relativi fra loro (es. una porzione territoriale indicata in rosso è più vulnerabile di una porzione territoriale indicata in verde) e non assoluti (es. la porzione territoriale indicata in rosso è altamente vulnerabile in assoluto).





2 Effetti del cambiamento climatico a livello locale: valutazione preliminare di impatto

L'analisi dei dati climatici di temperature e precipitazioni per la definizione della *Current Baseline Assessment (Action A1)* del Comune di Urbino⁹ ha portato all'identificazione dei principali impatti del cambiamento climatico sul territorio comunale. Di seguito si riporta una breve sintesi dei principali risultati della *Current Baseline Assessment del Comune di Urbino*.

| Indici climatici analizzati | Tau | p_valu e |
|---|--------|-------------|
| RX1Day – Max 1 Day precipitation amount | 0.248 | 0.161 |
| R95p – Very Wet Days | 1.092 | 0.275 |
| SDII – Simple Daily Intensity Index | 0.017 | 0.149 |
| CDD – Consecutive Dry Days | 0.111 | 0.043 |
| R20 – Very heavy precipitation days | 0.009 | 0.771 |
| FDO – Frost Days | -0.494 | 0.002 |
| SU25 – Summer Days | 0.784 | 0.000 |
| TR20 – Tropical Nights | 0.681 | 0.000 |
| TN10P – Cold Nights | -0.229 | 0.001 |
| TN90P – Warm Nights | 0.345 | 0.000 |
| TX10P – Cold Days | -0.093 | 0.001 |
| TX90P – Warm Days | 0.318 | 0.000 |
| WSDI - Warm Spell Duration Index | 0.558 | 0.000 |
| SU30 – Hot Days | 0.685 | 0.000 |

Gli indici climatici estremi di precipitazione analizzati mostrano tendenze piuttosto definite, in linea con il trend annuale del regime pluviometrico in leggero aumento, non facendo comunque registrare un cambiamento significativo dei caratteri "estremi" del regime precipitativo locale. Si registra un *aumento delle precipitazioni nell'ultimo ventennio* (SDII, RX1day), comunque non caratterizzate da eccezionalità nelle quantità cumulate, ed un andamento pressoché costante dei periodi siccitosi (CDD), la cui crescita si interrompe a fine anni '90.

Dall'analisi degli indici climatici estremi di temperatura si ottengono risultati piuttosto in linea con quanto osservato nel *Rapporto ISPRA 37/2013 Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura e precipitazione in Italia*, benché questo consideri un periodo di osservazione più breve (1961 – 2012) e la normale climatica sia riferita al CLINO 1961 – 1990, evidenziando una tendenza al riscaldamento a partire dai primi anni '80. Si riscontra un *aumento del valore degli indici che descrivono gli estremi di caldo* (SU25, SU30, TN90P, TX90P, WSDI), del numero di notti tropicali (TR20), ed una netta prevalenza di anomalie positive a partire dagli anni '90. Viceversa, si riscontra un *decremento del valore degli indici che descrivono gli estremi di freddo* (FDO, TN10P, TX10P), che mostrano una prevalenza di anomalie negative dall'inizio degli anni '90 ad oggi.

⁹ I dati giornaliera di T e PRCP (1961-2015) utilizzati per le elaborazioni sono stati forniti dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.





Sulla base delle criticità già esistenti sul territorio, nonché delle problematiche potenzialmente emergenti nel prossimo futuro a causa delle probabili variazioni del clima (LIFE SEC-ADAPT Project, 2016), per il Comune di Urbino sono stati individuati specifici settori di indagine tenendo conto:

- della *rilevanza sociale, economica e ambientale* all'interno del territorio comunale;
- della *dipendenza dal fattore climatico*;
- della *capacità dell'Amministrazione Comunale di poter incidere sul loro adattamento al cambiamento climatico*, anche solo attraverso politiche di comunicazione ed informazione rivolte ai principali stakeholders del territorio.

Nella tabella seguente vengono riportati i settori di indagine analizzati nei paragrafi successivi ed i principali impatti attesi in virtù delle variazioni climatiche in corso:

| Settori | Impatti Potenziali | Variabile climatica | Indicatori analisi climatica |
|--|--|---|------------------------------|
| PATRIMONIO CULTURALE E TURISMO | Degrado dei beni culturali | Incremento dell'intensità delle Piogge / Incremento dei periodi siccitosi | R20/SU30 |
| | Alterazione del paesaggio | | CDD/R20/WSDI |
| | Alterazione dei flussi turistici | | SU30/TX90P/SU25/T R20/TN90P |
| PROTEZIONE AMBIENTALE | Aumento della frequenza degli incendi boschivi | Incremento dei periodi siccitosi | CDD |
| | | Incremento delle temperature | SU30/TX90P/SU25 |
| DISSESTO IDROGEOLOGICO E INFRASTRUTTURE | Evoluzione dei fenomeni franosi | Incremento dei periodi siccitosi | CDD |
| | | Incremento dell'intensità delle piogge | SDII |
| AGRICOLTURA | Erosione dei suoli | Incremento dei periodi siccitosi | CDD |
| | | Incremento dell'intensità delle piogge | SDII |
| | Carenza idrica | Incremento dei periodi siccitosi | CDD |
| | | Incremento delle temperature | SU30/TX90P/SU25/T R20/TN90P |





3 Analisi di vulnerabilità e definizione degli scenari di rischio

3.1 Settore Patrimonio Culturale e Turismo

Premessa

La conoscenza dell'impatto dei cambiamenti climatici sul patrimonio culturale in Italia si basa, innanzi tutto, sull'identificazione dei parametri climatici prioritari che ne determinano il degrado sia in ambiente esterno (principalmente patrimonio architettonico, archeologico, etc.) che in ambiente interno (musei, chiese, ipogei, etc.). La valutazione della vulnerabilità e dei rischi cui il patrimonio culturale è soggetto, lo studio dei diversi materiali che costituiscono i beni diffusi sul territorio e le forme di degrado che li interessano - in relazione alle particolarità ambientali, alle caratteristiche del paesaggio, all'impatto antropico - costituiscono il tema prioritario nella messa a punto di strategie di protezione, controllo e prevenzione del danno per la conservazione del patrimonio culturale stesso (Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, 2014).

Comunque il tema è stato fino ad ora poco approfondito, e focalizzato principalmente sul patrimonio culturale nella sola accezione di bene culturale, escludendo di fatto le espressioni naturali, ambientali e paesaggistiche.

Il Comune di Urbino, connotato da una forte interrelazione tra le componenti storico-culturale, paesaggistico-ambientale e turistico-economica, presenta delle peculiarità e specificità tali da indirizzare l'analisi verso un approccio al patrimonio culturale inteso sia come bene storico-culturale che come bene paesaggistico-ambientale.

Il centro storico dichiarato *sito UNESCO* ed il suo eccezionale patrimonio storico-artistico e museale, il *Parco Urbano* definito nel PRG del 1997 da Giancarlo de Carlo come "l'insieme degli ambiti territoriali e scenari panoramici con particolari ed autonomi valori paesaggistici"¹⁰, i due *Siti di Importanza Comunitaria SIC* "Montecalvo in Foglia" e "Gola del Furlo" (entrambi designati quali *Zone di Protezione Speciale ZPS*), sono le maggiori espressioni del patrimonio culturale di Urbino.

Tali specificità costituiscono un naturale polo d'attrazione per il turismo culturale e naturalistico, fenomeni destinati sempre più a crescere nei prossimi anni (UNESCO, 2017).

Per tali motivi, l'analisi è stata implementata ragionando in termini di **patrimonio culturale e turismo**.

Il patrimonio culturale è stato dunque considerato nelle sue componenti di:

- **beni culturali**, le cose immobili e mobili che presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico, ed altre testimonianze aventi valore di civiltà;
- **beni paesaggistici**, gli immobili e le aree costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio;
- **paesaggio storico urbano** (*HUL - Historic Urban Landscape*)¹¹, area urbana intesa come risultato di una stratificazione storica di valori e caratteri culturali e naturali che vanno al di là della nozione di "centro

¹⁰ Il Piano di Gestione del sito UNESCO di Urbino (2013) ribadisce l'importanza che riveste l'area del Parco Urbano nella tutela e valorizzazione paesaggistico-ambientale del territorio urbinato definendo tale area "zona di rispetto" (buffer zone) del sito UNESCO.

¹¹ <http://whc.unesco.org/en/news/1026/>





storico” o “*ensemble*” sino a includere il più ampio contesto urbano e la sua posizione (*setting*) geografica, includendo: topografia, geomorfologia, idrologia e caratteristiche naturali del sito; il suo ambiente costruito, sia storico che contemporaneo; le sue infrastrutture sopra e sotto terra; i suoi spazi aperti e giardini, i suoi modelli di utilizzo del suolo (*land use patterns*) ed organizzazione spaziale; percezioni e relazioni visive, così come tutti gli altri elementi della struttura urbana; le pratiche e i valori sociali e culturali, i processi economici e le dimensioni intangibili del patrimonio così come collegate a diversità e identità (UNESCO 2011, *Recommendation on the Historic Urban Landscape*).

Per quanto riguarda il turismo, non essendo stato possibile recuperare dati puntuali di interesse, si è ragionato in termini di addetti, di flussi turistici e di capacità ricettiva, senza spazializzazione dei dati.

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

| VULNERABILITÀ | | |
|---|--------------------------------|---------------------------------|
| Indicatori di esposizione | Indicatori di sensibilità | Indicatori di capacità adattiva |
| Siccità meteorologica (SPEI) | Valore del Territorio (VT) | Livello di tutela |
| Precipitazioni intense (R20) | Pericolosità territoriale (PT) | Livello di prevenzione |
| Recessione superficiale dei materiali (R) | Numero di occupati nel settore | |
| Indice di Comfort Turistico (TCI) | Pericolosità Antropica (PA) | |





Analisi di Vulnerabilità del settore patrimonio culturale e turismo ai cambiamenti climatici

Indicatori di esposizione

L'esposizione del patrimonio culturale e del turismo del Comune di Urbino alle variazioni climatiche è riconducibile prevalentemente ai fenomeni di *degrado e alterazione della configurazione paesaggistica* per quanto riguarda i beni paesaggistici, e di *deterioramento ed erosione dei materiali* per quanto riguarda i beni culturali.

Tali fenomeni sono riconducibili principalmente alla *siccità metereologica (ES1)* ed alle *precipitazioni intense (ES2)* da una parte, alla *recessione superficiale dei materiali (ES3)* dall'altra.

L'esposizione dei flussi turistici alle variazioni climatiche si manifesta specialmente nella percezione di adeguatezza delle condizioni climatiche locali da parte dei turisti. In tal senso, è stato calcolato l'*Indice di Comfort Turistico (ES4)*, basato sulla nozione di benessere umano inteso come media ponderata di sette variabili climatiche (temperatura massima, temperatura media, umidità relativa minima, umidità relativa media, precipitazioni totali, ore di sole e velocità media del vento).

Nella tabella seguente vengono riassunti gli indicatori di esposizione calcolati.

| | Indicatori di esposizione |
|------------|---|
| ES1 | Siccità metereologica (SPEI) |
| ES2 | Precipitazioni intense (R20) |
| ES3 | Recessione superficiale dei materiali (R) |
| ES4 | Indice di Comfort Turistico (TCI) |

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di esposizione.



Indicatore di esposizione ES1 - Siccità meteorologica (SPEI)

Tra i fattori di degrado e di alterazione della configurazione paesaggistica va sicuramente considerata la *siccità meteorologica* (IPCC, AR5, 2014), che può essere valutata attraverso indici meteorologici (pluviometrici o termopluviometrici) che indicano sinteticamente, attraverso scale di valori standardizzate, lo scostamento da condizioni considerate come la norma.

Tra gli indici per il monitoraggio della siccità più utilizzati nell'analisi del settore agricolo sono lo *Standardized Precipitation Index (SPI)*¹² e lo *Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)*¹³.

L'*indice SPI*, sviluppato da McKee et al. (1993), esprime la rarità di un evento siccitoso (inteso come deficit di precipitazione) ad una determinata scala temporale sulla base dei dati storici di precipitazione. Esso viene calcolato sulla base di diverse scale temporali (3, 6, 12, 24 mesi), ognuna riferita ad uno specifico impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse d'acqua: l'*umidità del suolo* risponde alle anomalie di precipitazione su scale temporali brevi (1-3 mesi, siccità meteorologica o agricola), la *disponibilità di acqua in falda e nei fiumi* tende a rispondere su scale temporali medio-lunghe (6-12 mesi, siccità idrologica) e la *disponibilità di acqua negli invasi maggiori* è riferita a tempistiche ancor più lunghe (24, siccità idrologica o socio-economica).

L'*indice SPEI*, sviluppato da Vicente-Serrano et al. (2010), nasce sulla base dell'indice SPI, al quale aggiunge alle precipitazioni la componente dell'evapotraspirazione potenziale di riferimento (ET₀)¹⁴ come secondo elemento del bilancio idroclimatico.

Analogamente all'indice SPI, esso viene definito sulla base di diverse scale temporali (3, 6, 12, 24 mesi), ognuna riferita ad uno specifico impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse d'acqua.

Nella tabella che segue sono indicate le categorie di siccità/umidità in funzione dei valori dell'indice, così come definito nel 2012 dalla *World Meteorological Organization (WMO)*¹⁵:

| Valore SPI/SPEI (<i>linear trend slope</i>) | | Classe di esposizione | Grado di esposizione |
|---|-----------|-------------------------|----------------------|
| Scala WMO | Scala 0-1 | | |
| >2.00 | 0,0-0,2 | Estremamente umido | 1 |
| 1.5 / 1.99 | 0,21-0,40 | Severamente umido | 2 |
| 1.0 / 1.49 | | Moderatamente umido | |
| -0.99 / 0.99 | 0,41-0,60 | Vicino al normale | 3 |
| -1.49 / -1.00 | 0,61-0,80 | Moderatamente siccitoso | 4 |
| -1.50 / -1.99 | | Severamente siccitoso | |
| <-2.00 | 0,81-1,00 | Estremamente siccitoso | 5 |

¹² 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.

¹³ 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.

¹⁴ L'evapotraspirazione potenziale mensile viene ottenuta come somma dei valori giornalieri di ET₀, calcolati attraverso la formula di Hargreaves, che ne permette la stima utilizzando i soli valori di temperatura minima e massima giornalieri.

¹⁵ World Meteorological Organization, 2012: *Standardized Precipitation Index User Guide* (WMO-No. 1090, World Meteorological Organization), Geneva, Switzerland.





I valori degli indici SPI e SPEI del Comune di Urbino sono stati calcolati tramite l'applicativo *Climpact2* del software *R* (WMO, 2014), sulla base delle serie storiche 1961-2015 dei dati di precipitazioni e temperature giornaliere fornite dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.

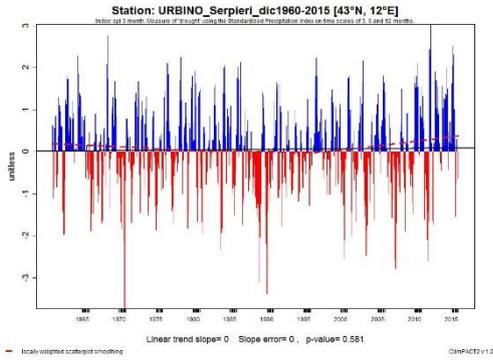
Di seguito sono riportati i risultati delle analisi degli indici, dai quali si evince che *i trend di entrambi gli indici*, seppur non risultano statisticamente significativi ($p\text{-value} > 0,05$), se analizzati nei valori medi mostrano risultati positivi (ad eccezione dell'indice SPEI-24), ad indicare un *clima umido*. Tali valori sono positivi ma prossimi allo zero nel periodo 1961-1990, più alti nell'ultimo venticinquennio. Comunque, per l'intero periodo analizzato (1990-2015), risulta una tendenza (*slope*) nulla, ad indicare che *il rapporto tra eventi umidi ed eventi siccitosi in linea di massima è prossimo all'unità*.

| Indice | Periodo (mesi) | Slope | STD of slope | P-value | Valore medio 1961-1990 | Valore medio 1990-2015 | Valore medio 1961-2015 |
|--------|----------------|-------|--------------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|
| SPI | 3 | 0,000 | 0 | 0,581 | 0,01 | 0,06 | 0,05 |
| | 6 | 0,000 | 0 | 0,409 | 0,01 | 0,10 | 0,08 |
| | 12 | 0,000 | 0 | 0,062 | 0,01 | 0,18 | 0,18 |
| | 24 | 0,000 | 0 | 0,032 | 0,02 | 0,15 | 0,13 |
| SPEI | 3 | 0,000 | 0 | 0,916 | 0,02 | 0,11 | 0,07 |
| | 6 | 0,000 | 0 | 0,867 | 0,01 | 0,17 | 0,11 |
| | 12 | 0,000 | 0 | 0,981 | 0,00 | 0,23 | 0,12 |
| | 24 | 0,000 | 0 | 0,940 | -0,04 | 0,27 | 0,14 |

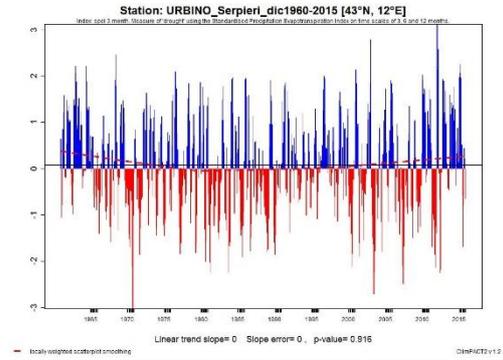




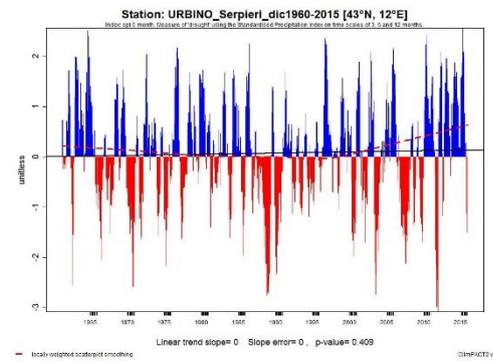
SPI 3 MESI



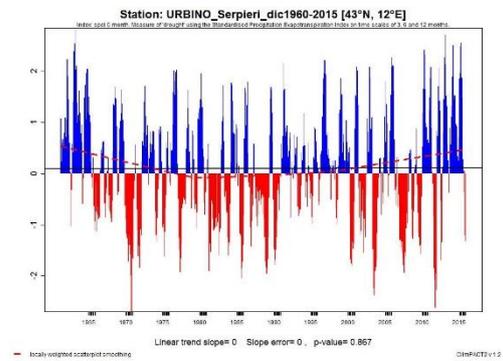
SPEI 3 MESI



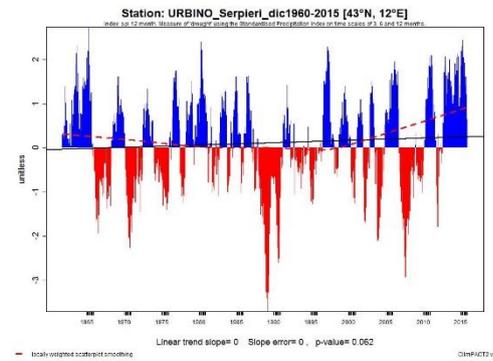
SPI 6 MESI



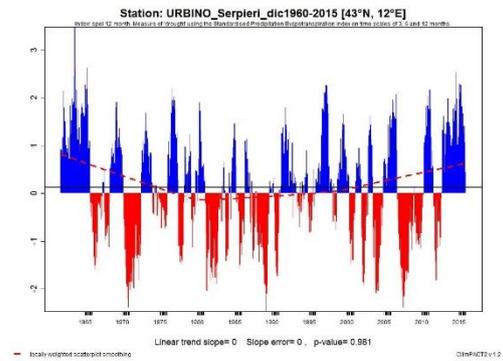
SPEI 6 MESI



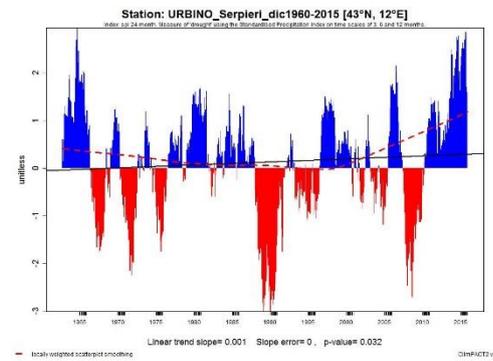
SPI 12 MESI



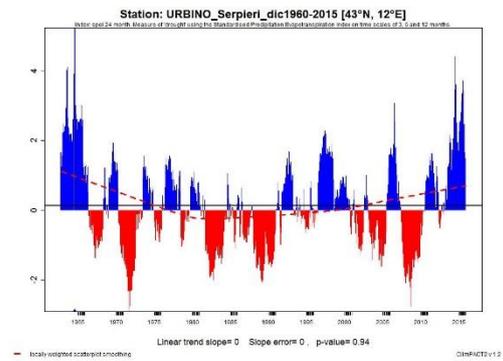
SPEI 12 MESI



SPI 24 MESI



SPEI 24 MESI





Facendo riferimento alle categorie di siccità/umidità in funzione dei valori degli indici SPI/SPEI (si veda precedente tabella WMO), i valori degli indici calcolati risultano compresi fra -0,99 e 0,99, ad indicare una categoria di siccità/umidità *vicino al normale*. Ne risulta dunque un'esposizione al fenomeno della siccità di **grado moderato**.

Dai risultati sopra esposti si evince dunque come i trend dell'indice SPEI risultano nella norma, con un rapporto tra eventi umidi ed eventi siccitosi in linea di massima prossimo all'unità. Tuttavia è bene notare che ciò non sta a significare l'esclusione di possibili avvenimenti di eventi siccitosi, anche di notevole entità. Infatti, a seguito di un'analisi condotta sui dati giornalieri di temperatura e precipitazione e discretizzando gli eventi con giorni consecutivi di pioggia $P < 1$ mm e temperatura $T > 30^{\circ}\text{C}$, risulta che *dal 1961 al 2015 si sono verificati nel Comune di Urbino circa 105 eventi siccitosi con una durata prevalente compresa fra 5 e 7 giorni e una temperatura massima media compresa fra 32°C e 34°C* . Nelle tabelle seguenti sono riassunti i vari eventi siccitosi verificatisi nel Comune di Urbino dal 1961 al 2015 suddivisi per classi di durata (in giorni) e classi di temperatura massima media registrata per singolo evento.

| Durata (giorni) | N. eventi | % |
|-----------------|-----------|-------|
| <5 | 202 | --- |
| 5-7 | 46 | 43,4% |
| 8-14 | 40 | 37,7% |
| 15-21 | 15 | 14,2% |
| 22-28 | 3 | 2,8% |
| >29 | 2 | 1,9% |

| Temperatura massima media singolo evento ($^{\circ}\text{C}$) | N. eventi | % |
|---|-----------|-------|
| 30-32 | 11 | 10,4% |
| 32-34 | 72 | 67,9% |
| 34-36 | 23 | 21,7% |
| 36-38 | 0 | 0% |
| >38 | 0 | 0% |





Indicatore di esposizione ES2 - Precipitazioni molto intense (R20)

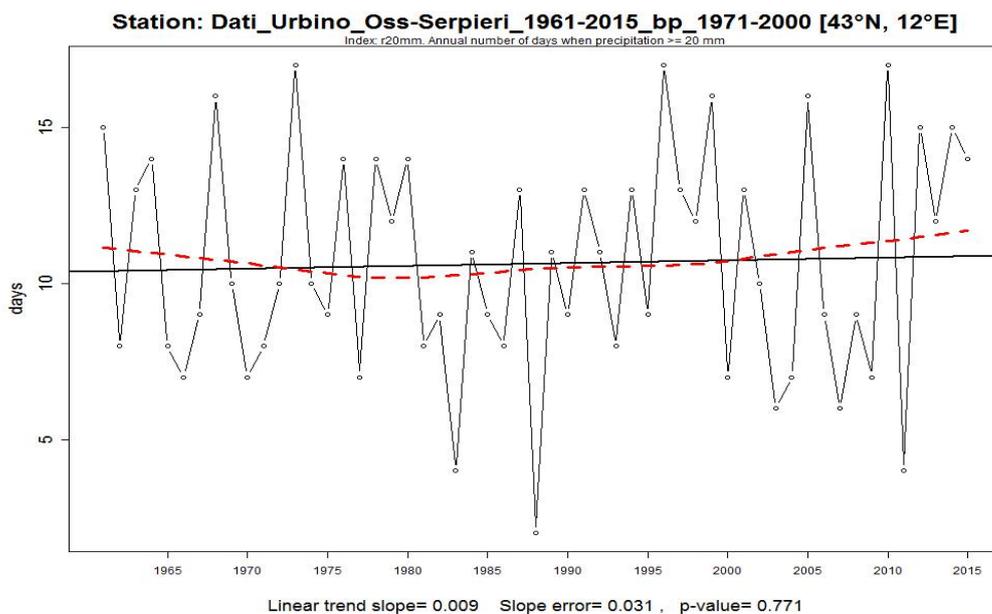
Un altro importante fattore che contribuisce al degrado ed all'alterazione della configurazione paesaggistica è dovuto all'instabilità geomorfologica del territorio combinata con gli eventi estremi di precipitazioni molto intense. Tale fenomeno può essere calcolato tramite l'indice di giorni con precipitazione molto intensa R20, che rappresenta il numero di giorni annuali con una quantità totale di precipitazione ≥ 20 mm.

L'indice R20 è stato elaborato nella *Current Baseline Assessment del Comune di Urbino* (Action A1) tramite l'applicativo *Climpact2* del software *R* (WMO, 2014), sulla base della serie storica 1961-2015 dei dati di precipitazioni giornaliere fornite dall'Osservatorio Meteorologico A. Serpieri di Urbino.

28

Come si evince dal grafico seguente, l'indice R20 del Comune di Urbino, seppur non risulta statisticamente significativo ($p\text{-value} > 0,05$), mostra nel complesso una lieve tendenza in crescita (linea nera nel grafico).

Il trend mostra un andamento piuttosto costante, che si attesta intorno ai 10 giorni/anno ($\text{linear trend slope} = 0,009$) per tutto il periodo di riferimento. Dagli anni 2000 circa l'andamento risulta in leggero aumento, con una frequenza dei valori al di sopra dei 15 giorni/anno notevolmente intensificata.



Suddividendo le classi di esposizione sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Precipitazioni molto intense* del Comune di Urbino, con un valore pari a 0,009 giorni/anno, presenta un **grado di esposizione basso** al fenomeno delle precipitazioni intense.

| Valore R20 (<i>linear trend slope</i>) | Classe di esposizione | Grado di esposizione |
|---|-----------------------|----------------------|
| $\leq 0,005$ | Lieve | 1 |
| 0,006 - 0,015 | Bassa | 2 |
| 0,016 - 0,025 | Moderata | 3 |
| 0,026 - 0,030 | Alta | 4 |
| $\geq 0,031$ | Elevata | 5 |





Indicatore di esposizione ES3 - Recessione superficiale dei materiali (R)

Ragionando in termini di vulnerabilità del patrimonio culturale nella sua componente *beni culturali*, si fa riferimento al processo di lento e progressivo deterioramento a cui questi sono sottoposti, accelerato dal contributo dei fattori climatici e dell'inquinamento atmosferico. Lo studio del fenomeno è reso complesso dalle difficoltà nel separare i contributi dei vari agenti di degrado poiché nessun fattore agisce singolarmente; l'effetto di ognuno viene infatti influenzato dalla presenza concomitante degli altri.

Inoltre la quantità e la qualità degli inquinanti in una determinata area non dipendono solo dal tipo delle sorgenti che su quella area hanno la massima ricaduta, ma anche dalle caratteristiche topografiche e dalle condizioni meteorologiche. L'effetto osservato è quindi il frutto di una sinergia di più fattori.

Le tipologie di degrado riscontrabili sui beni culturali dipendono inoltre dalla composizione e dalla natura dei materiali che li costituiscono.

Il tema è stato già affrontato a scala nazionale dall'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro (ISCR), che nell'elaborazione della *Carta Del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano*¹⁶ ha preso in considerazione, tra i vari fattori, l'**erosione (recessione superficiale) dei materiali calcarei (R)**, che sono i più soggetti ai fenomeni di erosione e di annerimento, ai processi di gelo, disgelo, cristallizzazione e dissoluzione dei sali ed al biodeterioramento rispetto ad altri tipi di materiali.

Nella presente analisi è stato ricalcolato il valore del grado espositivo dell'erosione dei materiali calcarei (R) del Comune di Urbino, espresso come perdita di materiale e misurato in $\mu\text{m}/\text{anno}$, applicando la stessa formula utilizzata per la definizione della Carta del Rischio, la *funzione dose-risposta di Kucera*¹⁷, ma integrata con dati locali ed aggiornati.

I dati utilizzati per calcolare l'erosione sono di due tipi:

- *climatici*, temperatura, precipitazioni e umidità relativa;
- *ambientali*, concentrazione in aria di inquinanti atmosferici, biossido di azoto, ozono, concentrazione di particolato atmosferico, concentrazione di biossido di zolfo e concentrazione di ioni idrogeno.

Le serie temporali dei dati climatici utilizzate sono state elaborate dall'Osservatorio Meteorologico A. Serpieri di Urbino, mentre i dati ambientali utilizzati provengono dalla *Rete Regionale per la Qualità dell'Aria (RRQA) dell'ARPAM* (stazione di Urbino in località Piansevero)¹⁸. La disponibilità di tali dati ricopre solamente gli anni 2014, 2015 e 2016, pertanto è stato assunto come intervallo temporale di calcolo il triennio 2014-2016.

¹⁶ Prodotto dinamico del Sistema informativo territoriale, che attraverso rappresentazioni cartografiche tematiche aggiornabili, permette di conoscere la distribuzione territoriale dei beni, nonché di calcolare l'intensità del rischio di perdita a cui è soggetto ogni bene appartenente al patrimonio culturale italiano (1996). <http://www.cartadelrischio.it/>

¹⁷ Derivata nell'ambito del progetto *Multiassess (Model for multi-pollutant impact and assessment of threshold levels for cultural heritage)*. Generalmente quantificata in funzione delle deposizioni secche e umide degli inquinanti atmosferici (biossido di zolfo, ossidi di azoto e particolato atmosferico), la recessione superficiale viene calcolata mediante l'utilizzo di specifiche funzioni di danno presenti in letteratura. La funzione dose-risposta di Kucera è stata preferita ad altre formule (es. formula di Lipfert) poiché descrive più realisticamente il potenziale danno da erosione in un'area urbana: oltre ai parametri climatici, prende in considerazione alcuni inquinanti, in particolare gli ossidi di azoto e il particolato atmosferico (PM10), che forniscono un contributo significativo al processo di perdita di materiale (*multi-pollutant situation*).

¹⁸ <http://94.88.42.232:16382/>.





Di seguito la funzione *dose-risposta di Kucera*, che calcola la perdita di materiale in funzione delle deposizioni di particolato atmosferico, quali biossido di zolfo (SO₂), acido nitrico (HNO₃) e precipitazioni acide (Rain • [H⁺]).

$$R = 4 + 0,0059 \cdot [SO_2] \cdot Rh_{60} + 0,054 \cdot Rain \cdot [H^+] + 0,078 \cdot [HNO_3] \cdot Rh_{60} + 0,0258 \cdot [PM_{10}]$$

dove:

R = recessione superficiale (µm/anno)

SO₂ = concentrazione di biossido di zolfo, SO₂ (µg/m³)

HNO₃ = concentrazione di acido nitrico, HNO₃ (µg/m³)

PM₁₀ = concentrazione di particolato atmosferico, PM₁₀ (µg/m³)

Rh₆₀ = umidità relativa Rh-60 (%)

H⁺ = concentrazione di ioni idrogeno (mg/l), che rappresenta il PH della pioggia

Rain = precipitazioni (mm/anno)

In particolare:

4: valore calcolato sperimentalmente che rappresenta il degrado in assenza di inquinanti

0,054 • Rain • [H⁺]: effetto delle precipitazioni acide

0,0059 • [SO₂] • Rh₆₀: deposizione di SO₂

0,078 • [HNO₃] • Rh₆₀: deposizione di HNO₃

0,0258 • [PM₁₀]: deposizione di PM₁₀

Poiché i valori di concentrazione di biossido di zolfo [SO₂] e di ioni idrogeno [H⁺] non sono rilevati nella stazione di Urbino, nell'applicare la funzione *dose-risposta di Kucera* sono stati assunti i valori nei limiti del livello critico annuo definito nel Decreto Legislativo n. 155 del 13 Agosto 2010 per la protezione della salute umana, poiché non esistono al momento valori limite specifici per gli effetti dell'inquinamento atmosferico sui materiali da costruzione:

SO₂: 20 µg/m³ (valore medio annuale assunto nella presente analisi 1 µg/m³)

H⁺: 40 g/m³ (valore medio annuale assunto nella presente analisi 30 g/m³)

Le concentrazioni di acido nitrico [HNO₃], anch'esse non rilevate dalla stazione di Urbino, sono state ricavate a partire dalle concentrazioni di biossido di azoto [NO₂] e ozono [O₃] mediante la formula derivata nell'ambito del progetto *Multiassess*:

$$[HNO_3] = 516 \cdot e^{-3400/(T+273)} \cdot ([NO_2] \cdot [O_3] \cdot Rh)^{0.5}$$

dove:

[HNO₃] = concentrazioni di acido nitrico (in µg/m³)

[NO₂] = concentrazioni di biossido di azoto (in µg/m³)

[O₃] = concentrazioni di ozono (in µg/m³)

T = temperatura (°C)

Rh = umidità relativa (%)



Come si evince dalla tabella seguente, in cui si riportano i valori dell'indice R calcolati su base stagionale ed annuale, la recessione superficiale del Comune di Urbino varia mediamente da 12,64 $\mu\text{m}/\text{anno}$ (2016) a 13,39 $\mu\text{m}/\text{anno}$ (2015), con un valore medio di erosione calcolato sul triennio 2014-2016 pari a 13,03 $\mu\text{m}/\text{anno}$.

| R [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Erosione (recessione superficiale) | | | | | |
|---|---------|-----------|--------|---------|---------------|
| | Inverno | Primavera | Estate | Autunno | Media annuale |
| 2014 | 13,21 | 13,59 | 11,36 | 13,62 | 13,05 |
| 2015 | 14,95 | 14,08 | 11,30 | 12,63 | 13,39 |
| 2016 | 13,15 | 13,69 | 10,94 | 12,46 | 12,64 |
| MEDIA | 13,77 | 13,79 | 11,20 | 12,90 | 13,03 |

Suddividendo le classi di esposizione sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Recessione superficiale dei materiali* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 13,03 $\mu\text{m}/\text{anno}$, presenta un **grado di esposizione basso**.

| Valore R [$\mu\text{m}/\text{anno}$] | Classe di esposizione | Grado di esposizione |
|--|-----------------------|----------------------|
| < 4,99 | Lieve | 1 |
| 5,00 - 14,99 | Bassa | 2 |
| 15,00 - 24,99 | Moderata | 3 |
| 25,00 - 39,99 | Alta | 4 |
| > 40,00 | Elevata | 5 |





Indicatore di esposizione ES4 - Indice di Comfort Turistico (TCI)

Sebbene il settore turistico sia uno dei maggiormente interessati dai cambiamenti climatici, ad oggi sono ancora pochi gli studi che riescono a quantificare gli impatti delle variazioni climatiche sui flussi turistici, con una forte incertezza circa i costi sociali degli stessi cambiamenti climatici.

L'adeguatezza del clima per i turisti è espressa tramite un indice aggregato, l'*Indice di Comfort Turistico (Tourist Comfort Index, TCI)*¹⁹, che si basa sullo studio degli aspetti climatici più rilevanti per il turismo²⁰. Nel TCI vengono individuate sette variabili meteorologiche, quali: temperatura massima giornaliera, temperatura media giornaliera, umidità relativa minima giornaliera, umidità relativa media giornaliera, precipitazioni totali, totale ore di sole e velocità media del vento.

32

Tali variabili climatiche sono successivamente combinate in cinque sotto-indici compresi nel TCI:

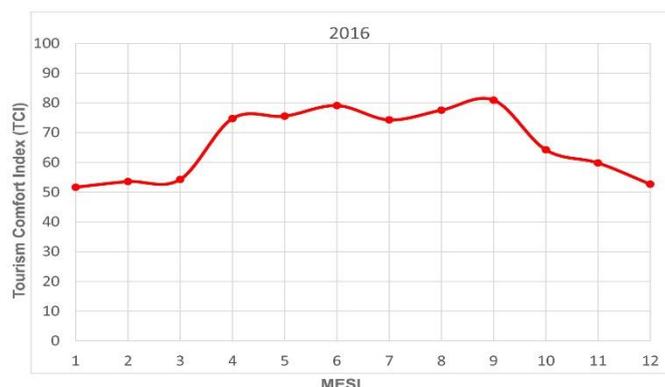
- *Daytime Comfort Index (CID)*
- *Daily Comfort Index (CIA)*
- *Precipitation (P)*
- *Sunshine (S)*
- *Wind (W)*

| | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| ■ | Sfavorevole (TCI: 0-40) |
| ■ | Accettabile (TCI: 40-60) |
| ■ | Buono (TCI: 60-70) |
| ■ | Molto buono (TCI: 70-80) |
| ■ | Ottimo (TCI: 80-100) |

Il sistema di classificazione del TCI utilizzato nella presente analisi riprende quanto proposto dall'*European Environment Agency*²¹, che divide il TCI in cinque fasce di valori principali: dalla condizione sfavorevole alla condizione ottimale, come sintetizzato nell'immagine a lato.

Nella presente analisi è stato dunque calcolato il TCI del Comune di Urbino, sulla base delle serie di dati quinquennali dal 2012 al 2016 fornite dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino. Come si evince dalla tabella e del grafico di seguito, le medie annuali presentano valori pressoché costanti, che oscillano da un minimo di 66,2 ad un massimo di 68,6, con un valore medio quinquennale pari a 66,9.

| TCI - Tourist Comfort Index | |
|-----------------------------|--------------|
| Anno | Valore medio |
| 2012 | 66,2 |
| 2013 | 66,6 |
| 2014 | 68,6 |
| 2015 | 66,7 |
| 2016 | 66,5 |
| MEDIA | 66,9 |



¹⁹ Mieczkowski, Z., 1985. The tourism climatic index: A method of evaluating world climates for tourism. *Canadian Geographer*, 29(3), 220-233.

²⁰ EEA, *Climate change, impacts and vulnerability in Europe*, 2012.

²¹ *Climate change, impacts and vulnerability in Europe*, cap. 7, 2008.





Suddividendo le classi di esposizione sulla base della classificazione proposta dall'EEA, l'Indice di Comfort Turistico del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 66,9, presenta un **grado di esposizione moderato** ai cambiamenti climatici.

| Valore TCI | | Classe di esposizione | Grado di esposizione |
|-------------|----------|-----------------------|----------------------|
| Ottimo | 80 - 100 | Lieve | 1 |
| Molto buono | 70 - 80 | Bassa | 2 |
| Buono | 60 - 70 | Moderata | 3 |
| Accettabile | 40 - 60 | Alta | 4 |
| Sfavorevole | 0 - 40 | Elevata | 5 |

Indicatore sintetico di esposizione - ES

L'indicatore sintetico di esposizione del territorio comunale è stato calcolato come media ponderata dei quattro indicatori precedentemente calcolati:

$$SES = \frac{(ES_1 * w_1 + ES_2 * w_2 + ES_3 * w_3 + ES_4 * w_4)}{\sum_1^4 w}$$

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti, considerato che gli indicatori ES1, ES2 ed ES4 presentano un alto grado di attendibilità e che l'indicatore ES3 è stato calcolato con alcune approssimazioni dovute alla mancanza di qualche dato, tentando di minimizzare eventuali errori. Pertanto, si è dato un peso maggiore agli indicatori ES1, ES2 ed ES3 medio (0,3), ed un peso minimo all'indicatore ES4 (0,1).

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di esposizione calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di esposizione moderato** del *sistema dei beni culturali e del turismo* ai fenomeni connessi con i cambiamenti climatici, dato principalmente da una siccità meteorologica di grado moderato e da bassi valori degli indicatori di precipitazioni intense e di erosione dei materiali dei beni culturali.

| Indicatori di esposizione | Peso indicatore (w) | Valore grado di esposizione [scala 1-5] | Valore normalizzato [scala 0-1] | Classe di esposizione |
|---|---------------------|---|---------------------------------|-----------------------|
| ES1 - Siccità meteorologica (SPEI) | 0,3 | 3,0 | 0,60 | Moderata |
| ES2 - Precipitazioni intense (R20) | 0,3 | 2,0 | 0,40 | Bassa |
| ES3 - Recessione superficiale dei materiali (R) | 0,3 | 2,0 | 0,40 | Bassa |
| ES4 - Tourist Comfort Index (TCI) | 0,1 | 3,0 | 0,60 | Moderata |
| ES - Indicatore sintetico di esposizione | 1,0 | 2,6 | 0,52 | Moderata |





Indicatori di sensitività

La sensitività determina il grado per cui un sistema è affetto in maniera avversa o benefica da una determinata esposizione ai cambiamenti climatici. Essa è funzione degli attributi naturali e/o fisici del sistema, includendo ad esempio la topografia, la capacità dei vari tipi di terreno di resistere all'erosione, il tipo di copertura del suolo. Inoltre, la sensitività si riferisce anche alle attività umane che producono effetti fisici sul territorio, come le tecniche di lavorazione del terreno, la gestione delle risorse idriche, l'esaurimento delle risorse e la pressione demografica (GIZ, 2014).

La sensitività alle variazioni climatiche del settore patrimonio culturale e turismo del Comune di Urbino è stata dunque analizzata sia nelle componenti ambientali, naturali, antropiche e paesaggistiche generatrici di uno specifico *valore del territorio (SE1)*, come ad esempio il sito UNESCO, i borghi storici ed i Siti di Importanza Comunitaria, che nelle *pericolosità territoriali (SE2)*, come ad esempio la pericolosità idrogeologica e la pericolosità da incendi di interfaccia.

Riferendosi inoltre alle attività umane, sono stati calcolati anche due indicatori riferiti al *numero di occupati nel settore (SE3)* e la *pericolosità antropica (SE4)*, quest'ultima risultante dall'aggregazione dei sotto-indicatori dinamiche della *densità demografica (SE4.1)*, *pressione turistica (SE4.2)* e *pressione turistica potenziale (SE4.3)*.

Nella tabella seguente vengono riassunti gli indicatori di sensitività calcolati.

| | Indicatori di sensitività |
|------------|----------------------------------|
| SE1 | Valore del territorio (VT) |
| SE2 | Pericolosità territoriale (PT) |
| SE3 | Numero di occupati nel settore |
| SE4 | Pericolosità antropica (PA) |

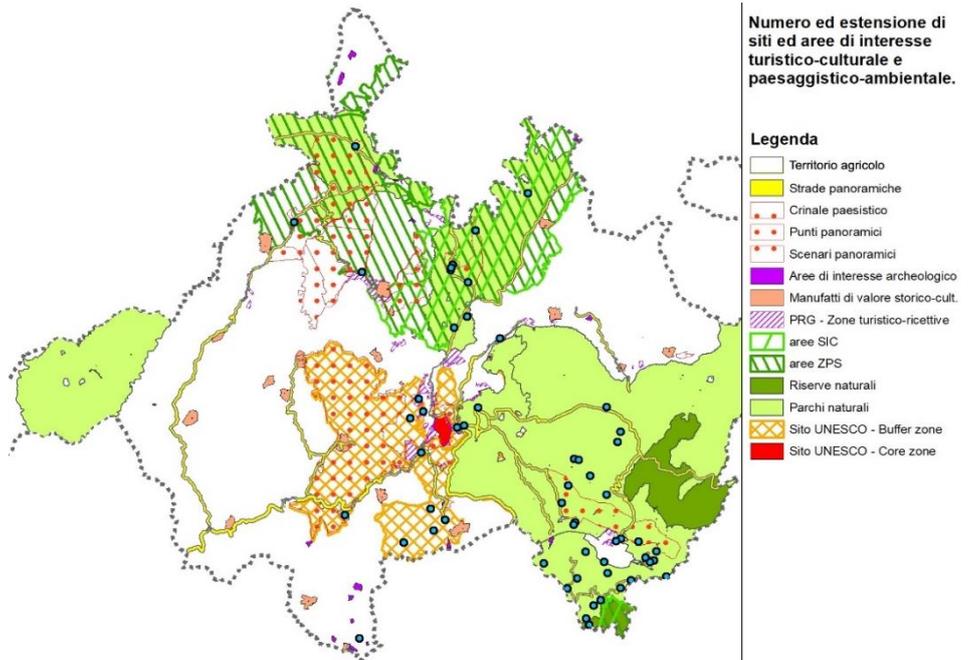
Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di sensitività.



Indicatore di sensitività SE1 - Valore del Territorio (VT)

Per calcolare l'indicatore relativo al valore del territorio, il territorio è stato suddiviso in classi specifiche sulla base della valenza turistico-culturale e paesaggistico-ambientale, data dalla presenza di componenti di rilevante valore (siti, beni ed aree) desunti dal Piano Paesaggistico Ambientale Regionale (PPAR) e dal Piano Regolatore Generale Comunale (PRG).

Risulta per il territorio di Urbino una distribuzione di componenti di rilevante valore territoriale piuttosto diffusa, data prevalentemente dal sito UNESCO che comprende l'intero centro storico, dai due Siti di Importanza Comunitaria (SIC) entrambi Zone di Protezione Speciale (ZPS) ("Montecalvo in Foglia" e "Gola del Furlo"), dal sistema dei parchi naturali e dai molteplici borghi rurali e manufatti di valore storico-culturale distribuiti lungo le principali strade panoramiche marginali all'insediamento urbano.



Componenti di rilevante valore territoriale del Comune di Urbino (fonti dati: PRG, PPAR)

Per quantificare l'indicatore, si è proceduto poi assegnando ad ogni componente specifica una classe di sensitività sulla base della rilevanza territoriale della componente stessa (si veda tabella successiva). Ne risulta che circa il 50% del territorio comunale presenta un alto ed elevato grado di sensitività, e circa il 45% un basso grado di sensitività, dato principalmente dall'elevata estensione del territorio agricolo.

| Valore SE1 | | | Valori di sensitività | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|----------------------|
| Valore del territorio (VT) | Superficie comunale (Km²) | Superficie comunale (%) | Scala 0-5 | Scala 0-1 | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
| Zone turistico-ricettive PRG | 1,22 | 0,54% | 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| Parchi e giardini privati di interesse storico-ambientale, territorio agricolo | 100,86 | 44,52% | 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| Aree di interesse archeologico, scenari, punti e strade panoramici, crinali, corsi d'acqua, edifici e manufatti di interesse storico-architettonico, musei, teatri | 7,43 | 3,28% | 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| Centri e nuclei storici, litorale, parchi e riserve | 80,76 | 35,64% | 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| Siti Natura2000 (SIC, ZPS, ZSC), siti UNESCO, paesaggio rurale storico | 36,31 | 16,02% | 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |
| VALORE COMUNALE | | | | | | |
| | 226,58 | 100,00 | 2,34 | 0,46 | Moderata | 2,34 |



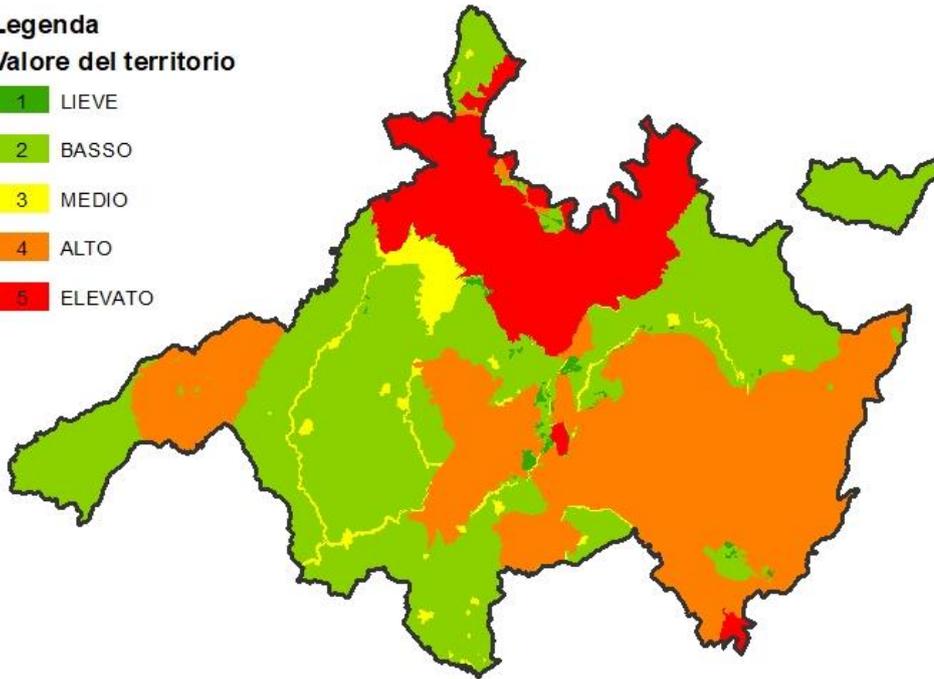


Pertanto, sulla base delle soglie di sensibilità definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore *Valore del territorio* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 2,34, presenta un **grado di sensibilità moderato** ai fenomeni connessi con i cambiamenti climatici.

Legenda

Valore del territorio

- 1 LIEVE
- 2 BASSO
- 3 MEDIO
- 4 ALTO
- 5 ELEVATO



Indicatore Valore del territorio del Comune di Urbino (elaborazione su base dati PRG e PPAR)





Indicatore di sensitività SE2 - Pericolosità territoriale (PT)

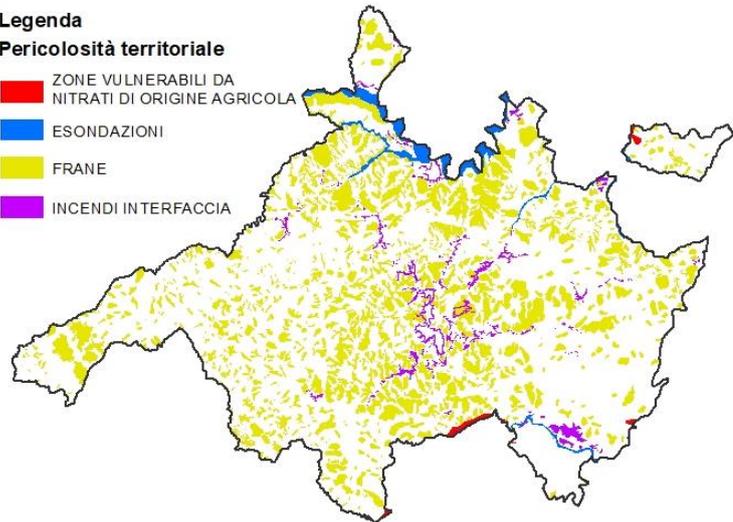
L'indicatore *pericolosità territoriale* prende in considerazione le pericolosità territoriali potenzialmente interferenti con il sistema turistico-culturale e paesaggistico-ambientale, con conseguenze che potrebbero manifestarsi in termini di degrado ambientale, alterazione del paesaggio, danneggiamenti dei beni culturali e delle strutture turistico-ricettive.

Sono state pertanto considerate le principali pericolosità del territorio comunale, quali dissesti idrogeologici (frane, esondazioni)²², inquinamento da nitrati di origine agricola²³ ed incendi di interfaccia²⁴.

Legenda

Pericolosità territoriale

- ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA
- ESONDAZIONI
- FRANE
- INCENDI IN INTERFACCIA



Pericolosità territoriali del Comune di Urbino (fonti dati: PAI, Piano Comunale di Protezione Civile, Prima individuazione delle Zone Vulnerabili da Nitrati d'origine agricola della Regione Marche)

È stato quindi definito un primo valore di sensitività, dato dalla percentuale di superficie soggetta a pericolosità sul totale della superficie comunale (si veda tabella a lato). Il Comune di Urbino, con il 25% di territorio soggetto a pericolosità, presenta un grado di sensitività moderato.

| Valore PT (%/totale) | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|----------------------|-----------------------|----------------------|
| < 9,99% | Lieve | 1 |
| 10% - 19,99% | Bassa | 2 |
| 20% - 29,99% | Moderata | 3 |
| 30% - 39,99% | Alta | 4 |
| > 40% | Elevata | 5 |

| Superficie totale comunale | Superficie soggetta a pericolosità | | Superficie non soggetta a pericolosità | |
|----------------------------|------------------------------------|-----|--|-----|
| 226,23 kmq | 61,73 kmq | 27% | 164,49 kmq | 73% |

²² Autorità di Bacino della Regione Marche, Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), aggiornamento 2016 (<http://www.autoritabacino.marche.it/pai/paiintro.asp>).

²³ Con Decreto del Dirigente del Servizio Tutela Ambientale del 10 settembre 2003, n. 10, la Regione Marche, ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs. 152/99 e dell'allegato 7 – parte A, ha provveduto alla "Prima individuazione delle Zone Vulnerabili da Nitrati d'origine agricola" (<http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Ambiente/Tutela-delle-acque/ZVN>).

²⁴ Dati desumibili dal Piano rischio incendi e interfaccia che accompagna il Piani di Emergenza di Protezione Civile Comunale.



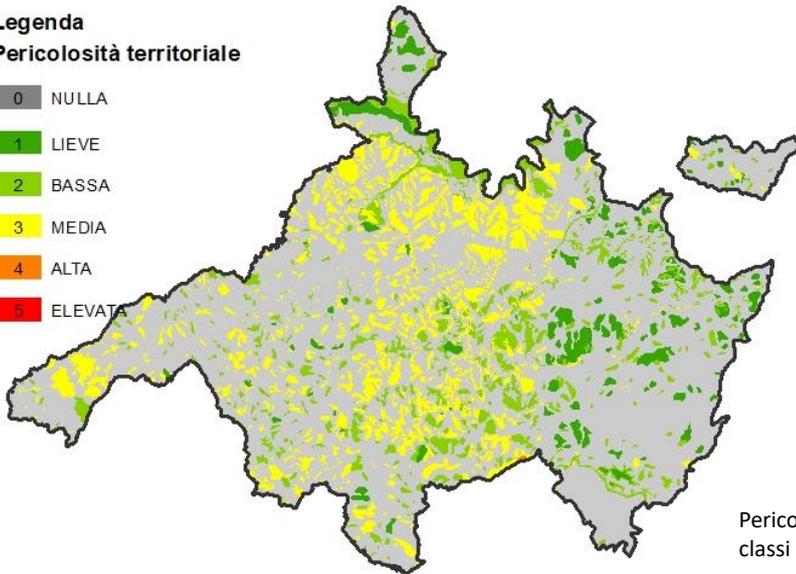


In relazione al grado di pericolosità di ogni componente, sono state poi individuate cinque classi di sensibilità, come indicato nella seguente tabella:

| Pericolosità | Classe di sensibilità | Grado di sensibilità |
|--|-----------------------|----------------------|
| - | Nulla | 0 |
| PAI P1, P bassa incendi, PAI P1 e P bassa incendi | Lieve | 1 |
| PAI P2, PAI P2 e P bassa incendi, PAI P1 e P media-alta incendi | Bassa | 2 |
| PAI P3, P media incendi, PAI P3 e P bassa incendi, PAI P2 e P media-alta incendi, nitrati, PAI P1-P2 e nitrati | Moderata | 3 |
| PAI P4, P alta incendi, PAI P4 e P bassa incendi, PAI P3 e P media-alta incendi, PAI P3 e nitrati | Alta | 4 |
| PAI P4 e P media-alta incendi, PAI P4 e nitrati | Elevata | 5 |

Legenda
Pericolosità territoriale

- 0 NULLA
- 1 LIEVE
- 2 BASSA
- 3 MEDIA
- 4 ALTA
- 5 ELEVATA



Pericolosità territoriali del Comune di Urbino - elaborazione classi di sensibilità

Dalle analisi risulta che circa il 50% delle aree soggette a pericolosità sono di grado moderato, mentre le restanti sono di grado basso (in prevalenza) e lieve. Solamente lo 0,07% delle aree soggette a pericolosità presentano un grado alto, e non si riscontrano aree con grado di sensibilità elevato. Risulta dunque per il parametro del *livello di pericolosità* un valore medio di sensibilità moderato.

| Valori Comune di Urbino | | Valori di sensibilità | | | |
|--|-------------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|----------------------|
| Superficie comunale (Km ²) | Superficie comunale (%) | Scala 0-5 | Scala 0-1 | Classe di sensibilità | Grado di sensibilità |
| 10,68 | 17,31% | 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 20,72 | 33,57% | 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 30,28 | 49,05% | 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 0,04 | 0,07% | 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 0,00 | 0,00% | 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |
| 61,73 | 100,00 | 2,47 | 0,49 | Moderata | 2,47 |





L'indicatore Pericolosità territoriale è stato calcolato come media ponderata dei due parametri precedenti (*superficie soggetta a pericolosità sul totale della superficie comunale e livello di pericolosità*), ai quali sono stati assegnati pesi differenti in base al loro grado di importanza e di significato: un peso maggiore al parametro del *livello di pericolosità* (0,7), ed uno minore al parametro di *superficie soggetta a pericolosità sul totale della superficie comunale* (0,3).

Ne deriva che l'indicatore *Pericolosità territoriale* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 2,62, presenta un **grado di sensitività moderato** ai fenomeni connessi con i cambiamenti climatici.

| Parametri | Peso indicatore (w) | Valore grado di sensitività [scala 1-5] | Valore normalizzato [scala 0-1] | Classe di sensitività |
|---|---------------------|---|---------------------------------|-----------------------|
| Superficie soggetta a pericolosità sul totale della superficie definita valore del territorio | 0,3 | 3,00 | 0,60 | Moderata |
| Livello di pericolosità | 0,7 | 2,47 | 0,49 | Moderata |
| Indicatore SE2 - Pericolosità territoriale (PT) | 1,0 | 2,62 | 0,52 | Moderata |

Inoltre, è necessario sottolineare che il sottosuolo del centro storico è stato esplorato nei primi anni del 2000 da un gruppo speleologico che ha eseguito la mappatura degli antichi acquedotti e dei cunicoli drenanti, nonché alcuni interventi di bonifica. Già nel '500, un editto del duca Guidubaldo I richiamava all'obbligo di effettuare un attento controllo delle acque di superficie e di quelle del sottosuolo, per ragioni d'igiene e di statica. I numerosi pozzi erano organizzati in un sistema a quote degradanti, che consentiva il recupero delle acque chiare per un uso domestico, e le canalizzazioni garantivano un'efficiente rete di smaltimento delle acque scure.

L'efficacia di detto sistema è venuta meno negli anni recenti, in seguito ai lavori di metanizzazione e rifacimento del manto stradale, che hanno cementato alcuni tratti dei canali di scolo, facendo sì che l'acqua, senza vie di sfogo, si accumulasse nel sottosuolo, iniziando ad infiltrarsi nei muri dei palazzi.

La risalita capillare di umidità e i sali trasportati dall'acqua, sono una delle principali cause di degrado degli intonaci negli edifici del centro storico. Tale fenomeno interessa anche elementi in pietra, soglie, stipiti di portoni, producendo danni irrimediabili alle abitazioni ed al patrimonio artistico e architettonico.

La non regimazione delle acque produce fenomeni erosivi a livello delle fondazioni, i cui effetti andrebbero attentamente monitorati per prevenire possibili dissesti statici.

Nel Piano di Adattamento è dunque opportuno prevedere azioni quali:

- ulteriore approfondita esplorazione del sottosuolo, al fine di creare una mappatura completa del sistema di raccolta e smaltimento delle acque e dei pozzi;
- integrazione dei dati raccolti attraverso detta esplorazione con le mappe delle vie fognarie esistenti, coinvolgendo nella ricostruzione della mappatura la memoria storica dei tecnici del passato per le parti mancanti;
- individuazione dei tratti ostruiti o interrotti al fine di provvedere ad effettuare interventi di bonifica e ripristino dei sistemi drenanti.





Indicatore di sensitività SE3 - Numero di occupati nel settore dei beni culturali e turismo

L'indicatore del numero di occupati nel settore dei beni culturali e turismo è stato calcolato assumendo che nel caso in cui le variazioni climatiche possano incidere nel sistema dei flussi turistici, ciò potrebbe di riflesso tradursi in una diminuzione del numero di occupati nel settore.

Pertanto, a partire dal numero di occupati desunto dal Censimento ISTAT della Popolazione e delle Abitazioni del 2011²⁵, l'indicatore è stato calcolato come rapporto tra il numero di occupati nel settore beni culturali e turismo ed il numero totale di occupati a livello comunale. Più è elevato questo dato, maggiore è la vulnerabilità del sistema del lavoro, poiché maggiore sarà il peso economico del settore beni culturali e turismo nel sistema economico locale.

In termini assoluti il Comune di Urbino presenta una percentuale di occupati nel settore beni culturali e turismo sul totale pari al 16,2%, leggermente inferiore rispetto al un valore medio regionale di 18,5%. Il rapporto tra il numero di occupati nel settore cultura e turismo e gli occupati totali risulta pari a 0,16.

| | Numero totale di occupati | Numero di occupati nel settore cultura e turismo | % occupati nel settore a cultura e turismo | Rapporto tra il numero di occupati nel settore cultura e turismo e gli occupati totali |
|------------------|---------------------------|--|--|--|
| Comune di Urbino | 6.487 | 1.051 | 16,2% | 0,16 |
| Regione Marche | 649.593 | 120.312 | 18,5% | 0,18 |

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore del *Numero di occupati nel settore dei beni culturali e turismo* del Comune di Urbino, con un rapporto tra il numero di occupati nel settore cultura e turismo e gli occupati totali percentuale pari a 0,16 presenta un **grado di sensitività alto** ai fenomeni connessi con i cambiamenti climatici.

| Valore SE3 | | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|--|-----------|-----------------------|----------------------|
| Rapporto tra il numero di occupati nel settore cultura e turismo e gli occupati totali | Scala 0-1 | | |
| <= 0.049 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 0.050 - 0.999 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 0.100 - 0.149 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 0.150 - 0.199 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| >= 0.20 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

²⁵ <http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx>.





Indicatore di sensitività SE4 - Pericolosità Antropica (PA)

L'analisi della pericolosità antropica fa riferimento alla Carta del Rischio del Patrimonio Culturale Italiano²⁶, in cui la pericolosità antropica è stata definita a partire da ragionamenti deduttivi finalizzati a verificare se la pressione antropica attribuita ad un dato territorio sia di fatto pericolosa per i beni presenti.

Nella presente analisi i fattori antropici identificati come potenzialmente responsabili di effetti negativi sulla conservazione del patrimonio culturale sono riducibili a due aree tematiche²⁷:

41

- *dinamiche della densità demografica (spopolamento o sovrappopolamento)* - Lo spopolamento comporta in genere il venire meno delle condizioni di convenienza (economica e sociale) alla sorveglianza, alla manutenzione e alla valorizzazione del bene, favorendo, di fatto, il progressivo e ineluttabile degrado del bene. L'eccessivo incremento della popolazione, invece, non garantendo le componenti considerate vitali per la conservazione e la fruibilità del bene culturale, provoca un impatto potenzialmente dannoso sul monumento e sull'area sulla quale insiste.
- *pressione turistica* - La fruizione turistica può costituire un serio pericolo per la conservazione dei beni culturali, soprattutto in assenza di servizi, strutture e politiche gestionali.

Al fine di definire l'indicatore di pericolosità antropica, sono stati dunque individuati e calcolati i seguenti sotto-fattori:

- SE4.1 - pressione turistica
- SE4.2 - pressione turistica potenziale
- SE4.3 - dinamiche demografiche

Dalla media ponderata dei tre sotto-fattori, risulta un indicatore di sintesi della pericolosità antropica con un **grado di sensitività lieve**, come dimostrato dalla tabella seguente.

| Fattori pericolosità antropica | Classe di sensitività | Grado di sensitività | | Peso dei parametri |
|---|-----------------------|----------------------|-------------|--------------------|
| | | Scala 1-5 | Scala 0-1 | |
| Pressione turistica | Alta | 4,00 | 0,80 | 0,33 |
| Pressione turistica potenziale | Bassa | 2,00 | 0,40 | 0,33 |
| Dinamiche demografiche | Moderata | 3,00 | 0,60 | 0,33 |
| Indicatore SE4 - Pericolosità Antropica (PA) | Moderata | 3,00 | 0,60 | 1,00 |

Si riportano di seguito le analisi specifiche dei tre sotto-fattori.

²⁶ Prodotto dinamico del Sistema informativo territoriale, che attraverso rappresentazioni cartografiche tematiche aggiornabili, permette di conoscere la distribuzione territoriale dei beni, nonché di calcolare l'intensità del rischio di perdita a cui è soggetto ogni bene appartenente al patrimonio culturale italiano (1996). <http://www.cartadelrischio.it/>

²⁷ Nella Carta del Rischio viene trattato anche il fattore di "susceptibilità al furto", fattore non preso in considerazione nella presente analisi per mancanza di dati.





SE4.1 - Pressione turistica

Il fattore di pressione turistica è definito come il rapporto tra le presenze totali delle strutture turistico-ricettive (popolazione turistica) e la popolazione residente.

Il numero di presenze totali sulle strutture turistico-ricettive e il numero di residenti sono ricavati dal Sistema Informativo Statistico della Regione Marche²⁸ (fonte dati: ISTAT 01/01/2017).

| ESERCIZI ALBERGHIERI | | ESERCIZI COMPLEMENTARI | | POPOLAZIONE TURISTICA | | POPOLAZIONE RESIDENTE | SE4.1 PRESSIONE TURISTICA |
|----------------------|----------|------------------------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|---------------------------|
| Arrivi | Presenze | Arrivi | Presenze | Arrivi | Presenze | | |
| 53.064 | 125.787 | 42.452 | 435.691 | 95.516 | 561.478 | 14.844 | 37,38 |

Suddividendo le classi di sensibilità sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, il sotto-fattore *Pressione turistica* del Comune di Urbino, con un valore pari a 37,38, presenta un **grado di sensibilità alto**.

| Valore SE4.1 | | Classe di sensibilità | Grado di sensibilità |
|---------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Valore | Scala 0-1 | | |
| <= 9.99 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 10.00 - 19.99 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 20.00 - 29.99 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 30.00 - 39.99 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| >= 40.00 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

SE4.2 - Pressione turistica potenziale

Il fattore di pressione turistica potenziale è definito come il rapporto tra la popolazione turistica teorica massima (occupazione simultanea di tutti i posti letto disponibili) e la popolazione residente.

Il numero dei posti letto e il numero di residenti sono ricavati dal Sistema Informativo Statistico della Regione Marche²⁹ (fonte dati: ISTAT 01/01/2017).

| (A) ESERCIZI ALBERGHIERI | (B) ESERCIZI COMPLEMENTARI | | | | | | | | | | | | | | | | (C) ALLOGGI PRIVATI IN AFFITTO | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|-------|--------------------|-------|---|-------|---|-------|-------------|-------|-------------------------|-------|----------------|-------|--------------------|-------|--------------------------------|-------|------|-------|-----------------------|-------|----|
| | Campeggi | | Villaggi turistici | | Campeggi - Villaggi turistici (forma mista) | | Alloggi in affitto gestiti in forma imprenditoriale | | Agriturismi | | Ostelli per la gioventù | | Case per ferie | | Rifugi di montagna | | Altri esercizi ricettivi | | B&B | | Altri alloggi privati | | |
| | N° | Letti | N° | Letti | N° | Letti | N° | Letti | N° | Letti | N° | Letti | N° | Letti | N° | Letti | N° | Letti | N° | Letti | N° | Letti | |
| 12 | 991 | 1 | 245 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 103 | 40 | 686 | 0 | 0 | 2 | 76 | 0 | 0 | 9 | 1615 | 74 | 381 | 7 | 48 |

| Popolazione turistica teorica massima | Popolazione residente | Pressione turistica potenziale |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 4.145 | 14.844 | 0,28 |

²⁸ Elaborazione P.F. Performance e sistema statistico su dati Istat <http://statistica.regione.marche.it/statistiche-per-argomento/turismo>. Popolazione residente <http://statistica.regione.marche.it/statistiche-per-argomento/Popolazione>

²⁹ Rilevazione sulla capacità degli esercizi ricettivi - MOD. ISTAT CTT/4 <http://statistica.regione.marche.it/statistiche-per-argomento/turismo>. Popolazione residente <http://statistica.regione.marche.it/statistiche-per-argomento/Popolazione>





Dalle analisi risulta una popolazione turistica teorica massima pari a poco meno di un terzo della popolazione residente. Pertanto, suddividendo le classi di sensibilità sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, il sotto-fattore *Pressione turistica potenziale* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 0,28, presenta un **grado di sensibilità basso**.

| Valore SE4.2 | | Classe di sensibilità | Grado di sensibilità |
|--------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Valore | Scala 0-1 | | |
| <= 0.19 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 0.20 - 0.29 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 0.30 - 0.39 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 0.40 - 0.49 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| >= 0.50 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

SE4.3 - Dinamiche demografiche

Il fattore delle dinamiche demografiche prende in considerazione lo *spopolamento*, che comporta in genere il venire meno delle condizioni di convenienza (economica e sociale) alla sorveglianza, alla manutenzione e alla valorizzazione del bene, favorendo, di fatto, il progressivo e ineluttabile degrado del bene; *l'eccessivo incremento della popolazione*, che provoca un impatto potenzialmente dannoso sul monumento e sull'area sulla quale insiste non garantendo le componenti considerate vitali per la conservazione e la fruibilità del bene culturale.

Lo spopolamento o eccessivo incremento sono stati definiti come variazione demografica della popolazione residente dal 2012 al 2017. Anche in questo caso il numero di residenti è stato ricavato dal Sistema Informativo Statistico della Regione Marche³⁰ (fonte dati: ISTAT 01/01/2017).

| POPOLAZIONE RESIDENTE | POPOLAZIONE RESIDENTE | DINAMICHE DEMOGRAFICHE |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 2012 | 2017 | |
| 15.503 | 14.844 | 0,044 |

Dalle analisi risulta una dinamica in calo della popolazione residente (spopolamento), con una perdita pari a quasi il 5% dal 2012 al 2017. Pertanto, suddividendo le classi di sensibilità sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, il sotto-fattore *Dinamiche demografiche* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 0,044, presenta un **grado di sensibilità moderato**.

| Valore SE4.3 | | Classe di sensibilità | Grado di sensibilità |
|---------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Valore | Scala 0-1 | | |
| 0.000 - 0.019 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 0.020 - 0.039 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 0.040 - 0.059 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 0.060 - 0.079 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| >= 0.080 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

³⁰ Popolazione residente <http://statistica.regione.marche.it/statistiche-per-argomento/Popolazione>





Indicatore sintetico di sensitività - SE

L'indicatore sintetico di sensitività del territorio comunale è stato calcolato come media ponderata dei quattro indicatori precedentemente calcolati:

$$SE = \frac{(SE_1 * w_1 + SE_2 * w_2 + SE_3 * w_3 + SE_4 * w_4)}{\sum_1^4 w}$$

Ai fini del calcolo di un valore globale di sensitività del territorio, sono stati assegnati differenti ai quattro fattori considerati.

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti, con un peso maggiore ai fattori "valore del territorio" e "pericolosità valore del territorio" (0,3), ed un peso minore ai fattori "numero di occupati nel settore dei beni culturali e turismo" e "pericolosità antropica" (0,2).

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di sensitività calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di sensitività alta** del *sistema aziendale agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo*, dato principalmente da un alto numero di occupati nel settore e da un valori moderati di valore territoriale e di pericolosità legate ai rischi territoriali.

| Indicatori di sensitività | Peso indicatore (w) | Valore grado di sensitività [scala 1-5] | Valore normalizzato [scala 0-1] | Classe di sensitività |
|---|---------------------|---|---------------------------------|-----------------------|
| SE1 - Valore del territorio | 0,3 | 2,33 | 0,46 | Moderata |
| SE2 - Pericolosità territoriale | 0,3 | 2,52 | 0,54 | Moderata |
| SE3 - Numero di occupati | 0,2 | 4,00 | 0,80 | Alta |
| SE4 - Pericolosità antropica | 0,2 | 3,00 | 0,60 | Moderata |
| SE - Indicatore sintetico di sensitività | 1,0 | 2,85 | 0,58 | Moderata |



Indicatori di capacità adattiva

Il livello di capacità adattiva del sistema beni culturali e turismo ai possibili impatti dei cambiamenti climatici è stato misurato sulla base del *livello di tutela* dei beni e delle aree che costituiscono rilevanze da un punto di vista turistico-culturale e paesaggistico-ambientale (CA1), e sulla base del *grado di prevenzione* (CA2), misurato in termini di *monitoraggio* continuo e programmato delle risorse paesaggistiche ed ambientali, degli ambienti prossimi ai beni ed ai siti di valore e dello stato di conservazione dei monumenti, e di *conservazione preventiva* del patrimonio edilizio (definito come il rapporto tra il numero degli interventi di manutenzione e il numero degli interventi di recupero, restauro e ristrutturazione sul patrimonio architettonico, monumentale ed edilizio pubblico e privato).

| | Indicatori di capacità adattiva |
|------------|--|
| CA1 | Livello di tutela |
| CA2 | Livello di prevenzione |

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di capacità adattiva.



Indicatore di capacità adattiva CA1 - Livello di tutela

Per valutare l'indicatore del livello di tutela è stata calcolata la percentuale territoriale di aree sulle quali insistono norme e strumenti di vincolo e tutela: sito UNESCO e relativa *buffer zone*, siti rete Natura 2000 (derivanti dall'applicazione delle Direttive Uccelli (79/409/CEE) concernente la protezione degli uccelli selvatici e Habitat (92/43/CEE) sulla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche), aree protette (*sensu* Legge 6 dicembre 1991, n. 394 - Legge Quadro sulle Aree Protette), tutele integrali ed orientate definite nel Piano Paesaggistico Ambientale Regionale (PPAR) e recepite nel Piano Regolatore Generale comunale (PRG). Ad ogni livello di vincolo e tutela è stato poi assegnato un determinato grado di capacità adattiva, sulla base dei valori indicati nella tabella seguente.

46

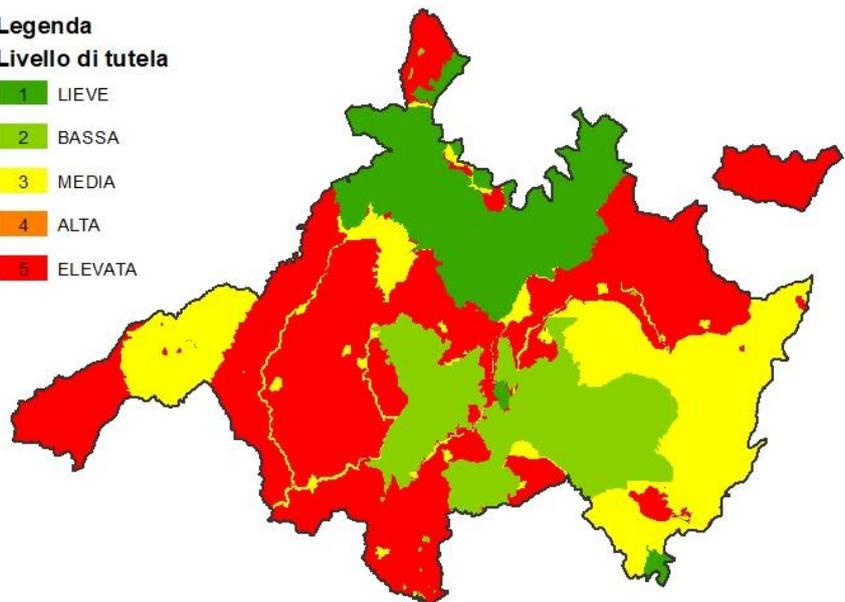
| Valore CA1 | | | Valori di capacità adattiva | | | |
|--|--|-------------------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------------|
| Livello di tutela | Superficie comunale (Km ²) | Superficie comunale (%) | Scala 0-5 | Scala 0-1 | Classe di capacità adattiva | Grado di capacità adattiva |
| Siti Natura2000 (SIC, ZPS, ZSC), sito UNESCO, paesaggio rurale storico | 36,31 | 16,05 | 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| Buffer zone sito UNESCO | 36,55 | 16,16 | 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| Vincoli di tutela integrale (scenari, punti e strade panoramici, crinali, corsi d'acqua, edifici e manufatti di interesse storico-architettonico, musei, teatri) | 51,28 | 22,67 | 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| Vincoli di tutela orientata (aree di interesse archeologico) e vincolo idrogeologico | 0,00 | 0,00 | 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| Assenza di vincoli e tutele | 102,10 | 45,13 | 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |
| VALORE COMUNALE | | | | | | |
| | 226,23 | 100,00 | 3,42 | 0,68 | Alta | 3,42 |

Per il Comune di Urbino risulta circa il 50% del territorio comunale non soggetto ad alcun tipo di vincolo o tutela, e dunque ad alto ed elevato grado di capacità adattiva, e circa il 32% del territorio tutelato e vincolato da strumenti di interesse mondiale e comunitario.

Pertanto, sulla base delle soglie di capacità adattiva definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore *Livello di tutela* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,42, presenta un **grado di capacità adattiva alto**.

Legenda Livello di tutela

- 1 LIEVE
- 2 BASSA
- 3 MEDIA
- 4 ALTA
- 5 ELEVATA



Indicatore di Livello di tutela del Comune di Urbino (fonti dati: PPAR, PRG)





Indicatore di capacità adattiva CA2 - Livello di prevenzione

Il *monitoraggio* continuo e programmato delle risorse paesaggistiche ed ambientali, degli ambienti prossimi ai beni ed ai siti di valore e dello stato di conservazione dei monumenti, e la *conservazione preventiva* dei beni culturali e monumentali, rivestono un ruolo fondamentale nel valutare la capacità di adattamento del patrimonio culturale agli impatti dei cambiamenti climatici. Un sistema di monitoraggio diffuso consente di verificare le condizioni del bene e di intervenire con opportune attività di manutenzione laddove si constatano situazioni critiche, favorendo, in tale modo, la riduzione del numero di interventi di restauro/ripristino maggiormente invasivi e costosi. Una politica di conservazione preventiva contiene al massimo il progredire del deterioramento spontaneo e continuo a cui sono soggetti i beni.

Il fattore del livello di prevenzione è stato dunque analizzato nelle due componenti di:

- *livello di monitoraggio*, definito come la percentuale di area definita “valore del territorio” monitorata in maniera continua e programmata (es. sensori iperspettrali, sensori GNSS, ecc.);
- *livello di conservazione preventiva*, definito come il rapporto tra il numero degli interventi di manutenzione e il numero degli interventi di recupero, restauro e ristrutturazione sul patrimonio architettonico, monumentale ed edilizio pubblico e privato.

Per quanto riguarda il *livello di monitoraggio*, purtroppo non si segnalano monitoraggi in corso (e in previsione) sul patrimonio culturale (inteso come patrimonio architettonico, monumentale, paesaggistico e ambientale). Il valore di capacità adattiva risulta dunque nullo, corrispondente ad un **grado di capacità adattiva elevato**.

Il *livello di conservazione preventiva* è stato calcolato estrapolando il numero degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sul numero degli interventi di recupero, restauro e ristrutturazione, per il periodo temporale compreso tra il 2012 ed il 2017³¹. Come sintetizzato nella tabella a lato, risulta per il Comune di Urbino che su un totale di 3.430 pratiche, circa 1.110 riguardano interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, mentre circa 1.020 riguardano interventi di recupero, restauro e ristrutturazione.

| Pratiche edilizie | N° | Livello di conservazione preventiva (M/R) |
|--|-------|---|
| Manutenzione ordinaria e straordinaria (M) | 1.116 | 1,09 |
| Recupero, restauro e ristrutturazione (R) | 1.023 | |
| Altro | 1.291 | - |

| Valore CA2 | | | Classe di capacità adattiva | Grado di capacità adattiva |
|-------------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------------------|
| M/R | Scala 0-5 | Scala 0-1 | | |
| >= 2,00 | 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 1,50 - 1,99 | 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 1,00 - 1,49 | 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 0,50 - 0,99 | 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 0,00 - 0,49 | 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

Sono state poi assegnate soglie di capacità adattiva sulla base del rapporto M/R, come da tabella a lato, dalle quali risulta, a seguito di una media ponderata dei valori, un valore M/R pari a 1,09, corrispondente ad un **grado di capacità adattiva moderato**.

³¹ Fonte dati: Sistema Informativo Territoriale (SIT) del Comune di Urbino.





Dalla media ponderata dei due fattori di *monitoraggio* e *conservazione preventiva*, risulta un indicatore di sintesi del Livello di prevenzione con un **grado di capacità adattiva alta**, determinato prevalentemente dalla totale assenza di strumenti di monitoraggio.

| Fattori Livello di prevenzione | Classe di capacità adattiva | Grado di capacità adattiva | | Peso dei parametri |
|--|-----------------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
| | | Scala 1-5 | Scala 0-1 | |
| Monitoraggio | Elevata | 5,00 | 1,00 | 0,50 |
| Conservazione preventiva | Moderata | 3,00 | 0,60 | 0,50 |
| Indicatore CA2 - Livello di prevenzione | Alta | 4,00 | 0,80 | 1,00 |

Indicatore sintetico di capacità adattiva - CA

L'indicatore sintetico di capacità adattiva è stato calcolato come media ponderata dei due indicatori precedentemente calcolati, ai quali è stato assegnato lo stesso peso:

$$CA = \frac{(CA_1 * w_1 + CA_2 * w_2)}{\sum_1^2 w}$$

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di capacità adattiva calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di capacità adattiva alta** del *sistema beni culturali e turismo alle variazioni climatiche*.

| Indicatori di capacità adattiva | Peso indicatore (w) | Valore grado di capacità adattiva [scala 1-5] | Valore normalizzato [scala 0-1] | Classe di capacità adattiva |
|---|---------------------|---|---------------------------------|-----------------------------|
| CA1 - Livello di tutela | 0,50 | 3,42 | 0,68 | Alta |
| CA2 - Livello di prevenzione | 0,50 | 4,00 | 0,80 | Alta |
| CA - Indicatore sintetico di capacità adattiva | 1,00 | 3,71 | 0,74 | Alta |





Sintesi dell'analisi di vulnerabilità del settore beni culturali e turismo alle variazioni climatiche

Riassumendo quanto sopra esposto, l'analisi evidenzia un'esposizione moderata del settore beni culturali e turismo alle variazioni climatiche, determinata dagli indicatori di *siccità meteorologica* e di *indice di comfort turistico* anch'essi di grado medio, e dagli indicatori di *precipitazioni intense* ed *erosione dei materiali* di grado basso.

Anche la componente della sensitività risulta di grado moderato, con un alto grado dell'indicatore di *numero di occupati nel settore* e valori moderati per gli indicatori di *valore del territorio*, *pericolosità territoriale* e *pericolosità antropica*.

Per quanto riguarda la capacità adattiva, risulta un grado alto (e dunque negativo), dato da un *livello di tutela* ed un *livello di prevenzione* non adeguati a garantire una sostenibilità dell'elevato valore territoriale sia ambientale che antropico presente nel Comune di Urbino.

In sintesi, risulta per il Comune di Urbino un **grado di vulnerabilità moderato (3,21)** del settore beni culturali e turismo alle variazioni climatiche.

| Componenti della vulnerabilità | Valore [Scala 1-5] | Valore normalizzato [Scala 0-1] | Classe di vulnerabilità |
|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Esposizione (ES) | 2,60 | 0,52 | Moderata |
| Sensitività (SE) | 2,85 | 0,58 | Moderata |
| Capacità adattiva (CA) | 3,71 | 0,74 | Alta |
| VULNERABILITA' | 3,21 | 0,64 | Moderata |

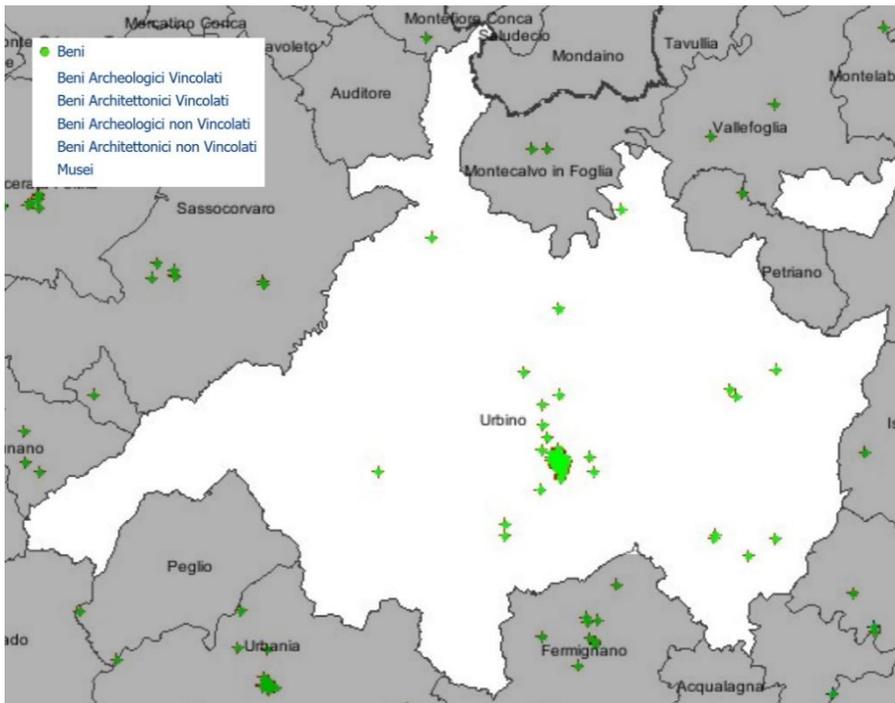
- Indicatore di Esposizione ES = 2,60 (Moderato)
- Indicatore di Sensitività SE = 2,85 (Moderato)
- Impatto Potenziale I (ES+SE) = 2,72 (Moderato)
- Capacità Adattiva CA = 3,71 (Alta)
- **Vulnerabilità = (2,72 + 3,71) / 2 = 3,21 (Moderata)**





Analisi degli scenari di rischio del settore beni culturali e turismo alle variazioni climatiche

Per quantificare il grado di *rischio* (*R*) si è fatto riferimento alla Carta Del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano³², redatta dall'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro (ISCR) allo scopo di valutare il rischio a cui sono esposti i beni culturali in rapporto al loro stato di conservazione e alle caratteristiche del territorio cui i beni appartengono.



Beni immobili monumentali del Comune di Urbino censiti nella Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano

La Carta del Rischio consiste in una piattaforma cartografica online (Sistema Informativo Territoriale della Carta del Rischio - SIT CdR) che gestisce i dati censiti e georiferiti di oltre 100.000 beni immobili monumentali, per quanto riguarda i fattori di degrado che interessano l'intero patrimonio monumentale legati alle pericolosità del territorio nazionale (in calce al paragrafo l'elenco dei beni censiti per il Comune di Urbino). Grazie alla Carta del Rischio, ad oggi si dispone di una base dati idonea a garantire una adeguata gestione delle emergenze e delle attività di prevenzione nel caso si verificassero. Il sistema permette immediatamente, in presenza di un disastro naturale che colpisca il territorio, di indicare quali siano i fabbricati monumentali esistenti

nell'area colpita, fornire scenari di danno e conseguentemente indirizzare in modo adeguato le attività di rilevamento. Le informazioni così raccolte possono essere reperite on line da parte dei responsabili (Commissari straordinari, Direttori Regionali, Soprintendenze architettoniche e paesaggistiche, Soprintendenze archeologiche, Protezione Civile, Regioni, ecc.) per essere fruite e utilizzate. Nel campo della prevenzione dei disastri è possibile, in tempo di pace, utilizzare il sistema per immettere e gestire i dati di interesse relativi ad esempio alle condizioni di vulnerabilità delle fabbriche architettoniche o dei monumenti archeologici, incrementare le anagrafiche dei beni ecc. I dati così raccolti sono relazionati con le aree inserite nei piani dei domini di pericolosità territoriale per le decisioni di competenza del Dipartimento della Protezione Civile, del MIBACT, degli Enti locali e dei proprietari.

³² <http://www.cartadelrischio.it/>.





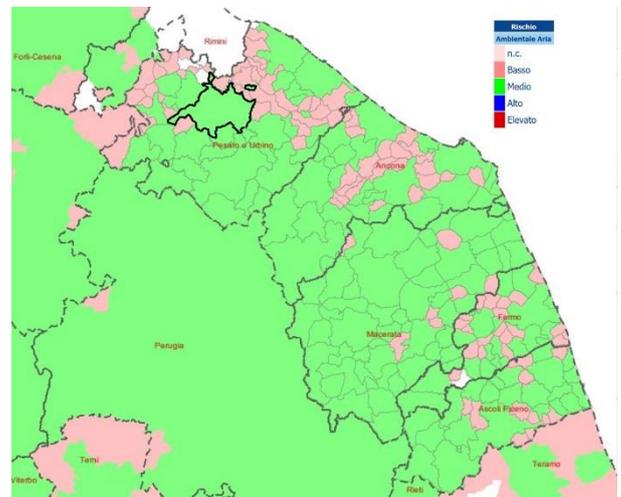
Le *categorie di rischio* indicate nella Carta del Rischio si riconducono a tre categorie:

- *rischio ambientale-aria*, in termini di inquinamento (annerimento) e di fenomeni climatici estremi (erosione dei materiali);
- *rischio statico*, che prende in considerazione sei fra le fenomenologie che incidono maggiormente sulla stabilità strutturale dei beni culturali rispetto alle aree territoriali comunali sulle quali essi insistono: sismica, idrogeologia (frane e dissesti, esondazioni, valanghe), vulcanica e dinamica dei litorali;
- *rischio antropico*, sulla base delle azioni che direttamente possono determinare un'alterazione dello stato di un bene o modificare il contesto in cui questo è ubicato (pressione antropica, densità demografica, abbandono di aree o centri abitati, concentrazione urbana dell'edificato, flussi turistici, visitatori di opere d'arte, numero dei furti).

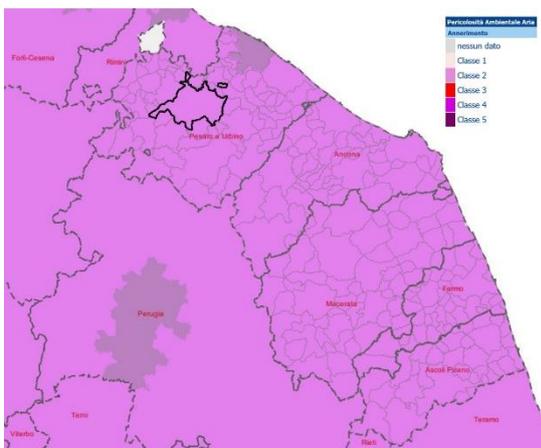
Per quanto riguarda la presente analisi, è stato preso in considerazione il grado di rischio della componente ambientale-aria, definito sulla base di due distinti indici:

- *indice di erosione (o carsico)*, che quantifica la perdita di materiale nell'unità di tempo ($\mu\text{m}/\text{anno}$);
- *indice di annerimento*, basato sull'influenza esercitata dalle emissioni di particolato.

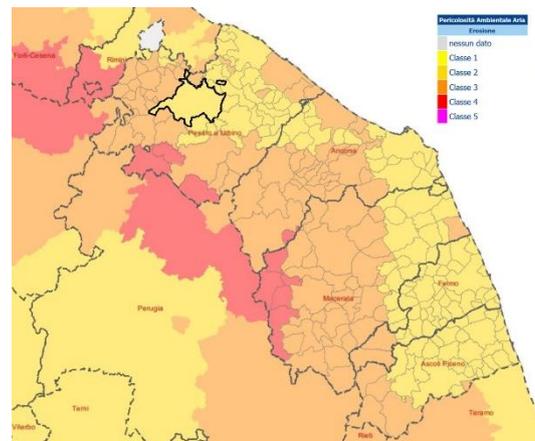
Ne risulta un **grado medio di rischio ambientale-aria** (immagine a destra), dato dall'*indice di annerimento di grado alto* (immagine in basso a sinistra) e dall'*indice di pericolosità di erosione dei materiali di grado basso* (immagine in basso a destra).



Indice di rischio ambientale-aria - Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano



Indice di pericolosità di annerimento - Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano

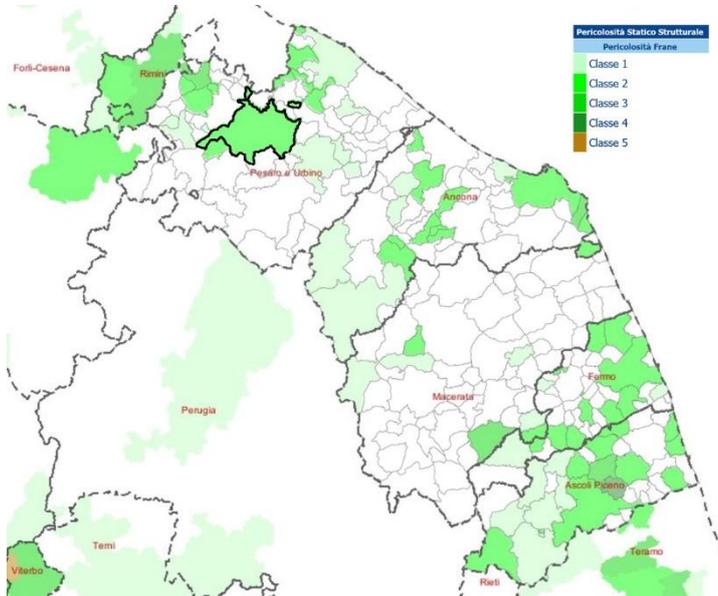


Indice di pericolosità di erosione dei materiali - Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano





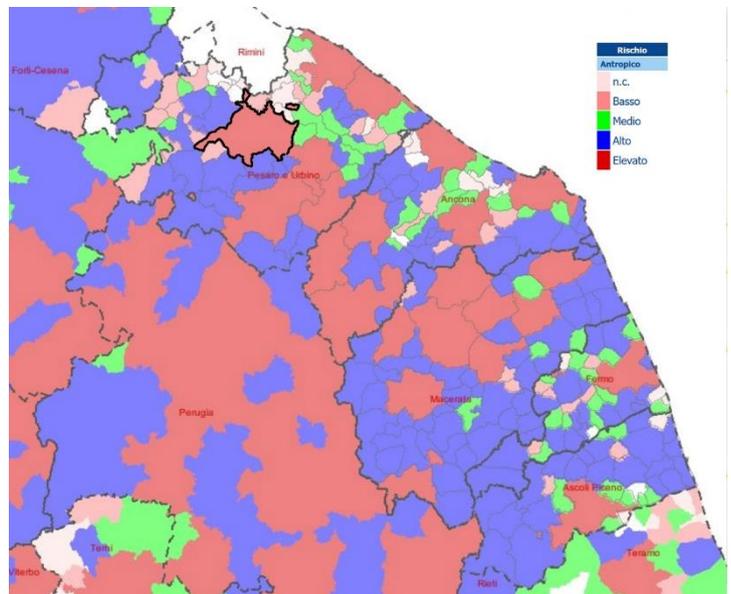
Inoltre, analizzando gli altri rischi definiti nella Carta del Rischio, risulta:



Un grado medio di rischio statico, dato dall'indice di pericolosità frane (grado basso) e dall'indice di pericolosità sismica (grado alto), con gli indici di pericolosità litorali, valanghe e vulcani di grado nullo.

Indice di pericolosità frane - Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano

Un grado elevato di rischio antropico, dato dall'indice di pericolosità della pressione turistica (grado basso), dall'indice di pericolosità di concentrazione (grado basso), dall'indice di pericolosità antropica (grado elevato) e dall'indice di pericolosità per spopolamento (grado basso).



Indice di rischio antropico - Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano





Carta del Rischio

Segretariato Generale

Elenco dei risultati della ricerca

Sono Stati Trovati 127 Record

Lista Beni

| CODICI | | LOCALIZZAZIONE | OGGETTO | |
|-----------------|------------|-----------------------------------|-------------------|--|
| CDR | ICCD | INDIRIZZO | TIPO | DENOMINAZIONE |
| 1ICR0038338AAAA | | v. S.Domenico | teatro | TEATRO ROMANO (RESTI) |
| 1ICR0038339AAAA | | Piazza Rinascimento | colonna | OBELISCO |
| 1ICR0038387AAAA | | | struttura muraria | MURA (RESTI) |
| 1ICR0038388AAAA | | | cisterna | CISTERNA (RESTI) |
| 1RTI0410593AAAA | | | struttura muraria | AREA CON TRATTI DI MURATURE E PORZIONI DI MOSAICI ROMANI |
| 1RTI0410674AAAA | | VIA RAFFAELLO | edificio | RESTI DI UN MURO ROMANO RIFERIBILE AD UN EDIFICIO ABSIDATO |
| 2ICN0415713AAAA | | ACCESSO DEI MORTI-CESARE BATTISTI | PORTALE | PORTA LAVAGINE |
| 2ICN04157140000 | | LOCALITA' S.C. DELLE MURA | MURA | MURA URBICHE |
| 2ICN04157140001 | | BASTIONE MATTEOTTI | CINTA MURARIA | BASTIONE DI S. PAOLO |
| 2ICR0038330AAAA | | PIAZZA DELLA REPUBBLICA | strada | PIAZZA DELLA REPUBBLICA |
| 2ICR0038331AAAA | | Piazza della Repubblica | collegio | COLLEGIO RAFFAELLO |
| 2ICR0038332AAAA | | Via Vittorio Veneto | palazzo | PALAZZO CASTRACANE |
| 2ICR0038333AAAA | | VIA F. BUDASSI | chiesa | CHIESA DELLA TORRE |
| 2ICR0038334AAAA | 1100047511 | | oratorio | ORATORIO DELLA MORTE |
| 2ICR00383350000 | | V. Puccinotti | duomo | DUOMO |
| 2ICR00383350001 | | V. Puccinotti | duomo | SCALINATA DEL DUOMO |
| 2ICR00383350002 | | v. Puccinotti | campanile | CAMPANILE DEL DUOMO |
| 2ICR00383350003 | 1100047517 | V. Puccinotti | oratorio | ORATORIO DELLA GROTTA |
| 2ICR0038336AAAA | | | | PORTICO |
| 2ICR00383370000 | | | palazzo | PALAZZO DUCALE |
| 2ICR00383370001 | | | | SCALONE MONUMENTALE |
| 2ICR00383370002 | | | | CORTILE D'ONORE |
| 2ICR00383370003 | | | cappella | CAPPELLA DEL PERDONO |
| 2ICR00383370004 | | | tempio | TEMPIETTO DELLE MUSE |
| 2ICR00383370005 | | | loggia | SOPRALLOGGE |
| 2ICR0038340AAAA | | | chiesa | CHIESA DI S. DOMENICO |
| 2ICR0038341AAAA | | | casa | CASA IVARRA |
| 2ICR0038342AAAA | | VIA SAN DOMENICO | cappella | CAPPELLA |
| 2ICR0038343AAAA | | Piazza Gherardi | palazzo | PALAZZO DI GIUSTIZIA |
| 2ICR0038344AAAA | | v. S. Chiara | palazzo | PALAZZO PASSIONEI |
| 2ICR0038345AAAA | | V. S.Chiera | oratorio | ORATORIO DI S. CROCE |
| 2ICR00383460000 | | | teatro | TEATRO SANZIO |
| 2ICR00383460001 | | SCALETTE DEL TEATRO | teatro | SCALETTE DEL TEATRO |
| 2ICR00383470000 | 1100080071 | | palazzo | PALAZZO PALMA |
| 2ICR00383470001 | | | cortile | CORTILE |
| 2ICR0038348AAAA | | VIA MAZZINI | palazzo | PALAZZO LUMINATI |
| 2ICR0038349AAAA | | VIA BRAMANTE | casa | CASA GIULIANELLI |
| 2ICR0038350AAAA | | V. Mazzini | chiesa | S.FRANCESCO DI PAOLA O DEL CORPUS DOMINI |
| 2ICR0038351AAAA | | V. Mazzini | portale | PORTA DI VALBONA |
| 2ICR0038352AAAA | | Piazzale Mercatale | strada | PIAZZA MERCATALE |
| 2ICR0038353AAAA | | VIA SAFFI | | SPINA DI EDIFICI |
| 2ICR0038354AAAA | | | | QUARTIERE DI S.GIOVANNI |
| 2ICR0038355AAAA | | v. Barocci | casa | CASA DEI BAROCCI |
| 2ICR00383560000 | | V. Barocci | chiesa | ORATORIO DI S. GIUSEPPE |
| 2ICR00383560001 | | | cappella | CAPPELLA DEL PRESEPIO |
| 2ICR0038357AAAA | | V. Barocci | oratorio | ORATORIO DI S. GIOVANNI BATTISTA |
| 2ICR00383580000 | | PIAZZA S. FRANCESCO | convento | CHIESA DI S. FRANCESCO |
| 2ICR00383580001 | | | cappella | CAPPELLA DEL SACRAMENTO |
| 2ICR00383580003 | | | convento | CONVENTO S. FRANCESCO |
| 2ICR0038359AAAA | | VIA BRAMANTE | strada | VIA BRAMANTE |
| 2ICR0038360AAAA | | | palazzo | PALAZZO ALBANI |
| 2ICR0038361AAAA | | Via Bramante | fontana | FONTANA |
| 2ICR0038362AAAA | | V. Scalette di S. Spiri | orto | ORTO BOTANICO |
| 2ICR0038363AAAA | | | chiesa | CHIESA DI S. SPIRITO |
| 2ICR0038364AAAA | | | | STATUA DI ALESSANDRO VIII |
| 2ICR0038365AAAA | | VIA BRAMANTE 59 | casa | CASA |
| 2ICR0038366AAAA | | VIA BRAMANTE | palazzo | CASA DEI GENGA |
| 2ICR0038367AAAA | | VIA BRAMANTE 62 | casa | CASA |
| 2ICR0038368AAAA | | Via Raffaello | portale | PORTA S. LUCIA |
| 2ICR0038369AAAA | | Via Raffaello | casa | CASA DI RAFFAELLO |
| 2ICR0038370AAAA | | Via Raffaello | casa | CASA LEONI |
| 2ICR0038371AAAA | | V Raffaello | chiesa | CHIESA DI S. SERGIO |
| 2ICR0038372AAAA | | VIA RAFFAELLO | strada | VIA RAFFAELLO |
| 2ICR0038373AAAA | | Via Timoteo Viti | ospedale | OSPEDALE VECCHIO |
| 2ICR0038374AAAA | 1100080063 | V. Raffaello | casa | CASA FABRETTI |





| | | | | |
|-----------------|------------|----------------------|-----------|---|
| 2ICR0038375AAAA | | VIA PORTICALE | | EDIFICI |
| 2ICR0038376AAAA | | Piazzale Roma | monumento | MONUMENTO A RAFFAELLO |
| 2ICR0038377AAAA | | Viale Bruno Buozzi | mura | MURA |
| 2ICR0038378AAAA | | V. BUOZZI | fortezza | FORTEZZA DELL'ALBORNOZ |
| 2ICR0038379AAAA | | V. dell'Annunziata | cappella | CAPPELLA DELL'ANNUNZIATA |
| 2ICR0038380AAAA | | | chiesa | CHIESA DELLA MADONNA DI LORETO |
| 2ICR0038381AAAA | | | chiesa | CHIESA DELLA MADONNA DELL'HOMO |
| 2ICR00383820000 | | Via Santa Chiara | monastero | EX CONVENTO DI S. CHIARA |
| 2ICR00383820001 | | | chiesa | EX CHIESA CONVENTUALE DI S. CHIARA |
| 2ICR0038383AAAA | | V. Matteotti | chiesa | EX CHIESA DI S. DONATO |
| 2ICR00383840000 | | | chiesa | CHIESA DI S. BERNARDINO DEGLI ZOCCOLANTI |
| 2ICR00383840001 | | | chiosstro | CHIOSSTRO DEL CONVENTO DI S. BERNARDINO |
| 2ICR00383840002 | 1100047519 | | convento | CONVENTO DI S. BERNARDINO |
| 2ICR0038385AAAA | | Via Porta Maia | casa | CASA BATTIFERRI |
| 2ICR0038386AAAA | | Via Porta Maia | casa | CASA PUCCINOTTI |
| 2ICR00383890000 | | | chiesa | CHIESA DI S. GIROLAMO |
| 2ICR0038390AAAA | | V. Saffi | palazzo | PALAZZO DELL'UNIVERSITA' |
| 2ICR0038391AAAA | 1100047557 | Via Saffi | palazzo | PALAZZO ANTALDI |
| 2ICR0038392AAAA | | Via Saffi | chiesa | CHIESA DI S. CATEERINA |
| 2ICR0038393AAAA | | | palazzo | PALAZZO SEMPRONI |
| 2ICR0038394AAAA | | | chiesa | CHIESA DI S. PAOLO |
| 2ICR0038395AAAA | | Via Saffi | chiesa | EX CHIESA S.M. DELLA BELLA -FAC. MAGISTERO |
| 2ICR0038396AAAA | 1100047580 | Via Saffi | chiesa | CHIESA DI S. AGOSTINO |
| 2ICR0038398AAAA | | | loggia | ARCATA IN VIA VITTORIO VENETO 32 |
| 2RTI0410594AAAA | 1100047563 | VIA MAZZINI | casa | CASA BISIGOTTI |
| 2RTI0410595AAAA | | | casa | CASA COLONICA RINNOVATA NELL'OTTOCENTO |
| 2RTI0410596AAAA | | | casa | CASA COLONICA TARDO SETTECENTO |
| 2RTI0410598AAAA | | VIA VALERIO | casa | CASA CON CORNICI E LE LUCI DELLE FINESTRE |
| 2RTI0410601AAAA | | VIA SAFFI | casa | CASA DI VIA SAFFI |
| 2RTI0410604AAAA | 1100047542 | VIA MAZZINI | casa | CASA LUMINATI |
| 2RTI0410606AAAA | 1100047521 | Via Giro del Cassero | casa | CASA TIMOTEO VITI |
| 2RTI0410609AAAA | | VIA PIANA | chiesa | CHIESA DI S. APOLLINARE |
| 2RTI0410610AAAA | | VIA S. BARTOLO | chiesa | CHIESA DI S. BARTOLOMEO |
| 2RTI0410613AAAA | | VIA MAZZINI | chiesa | CHIESA DI S. GREGORIO |
| 2RTI0410614AAAA | | | chiesa | CHIESA DI S. MARIA ASSUNTA |
| 2RTI0410616AAAA | | | chiesa | CHIESA MADONNA DELLA NEVE |
| 2RTI0410619AAAA | | | chiesa | CHIESUOLA DI S. MARIA DELL'UMILTA' CON AFFRESCI DEL NELLI |
| 2RTI0410622AAAA | | | casa | CASA E CAPPELLA |
| 2RTI0410623AAAA | | | chiesa | CHIESA DEI SS. GIACOMO E FILIPPO DEI FORQUINI E CASA CANONICA |
| 2RTI0410624AAAA | | | chiesa | CHIESA DI S. ANDREA IN PRIMICILIO E CASA CANONICA |
| 2RTI0410626AAAA | | | chiesa | CHIESA DI S. PIETRO IN MONTEOLIVO E ANNESSA CASA CANONICA |
| 2RTI0410629AAAA | | | chiesa | CHIESA DI SANTA BARBARA E CASA CANONICA |
| 2RTI0410631AAAA | | | | COMPLESSO CA' PACIOTTI |
| 2RTI0410632AAAA | | | casa | COMPLESSO FORMATO DALLA CASA COLONICA |
| 2RTI0410634AAAA | | Corso Garibaldi | torrione | TORRIONE CON RAMPA ELICOIDALE E DATA O ORTO DELL'ABBONDANZA |
| 2RTI0410635AAAA | | | torre | VILLE DI POMONTE CON TORRE |
| 2RTI0410637AAAA | | | palazzo | EX COMPLESSO PARROCCHIALE DI S. TOMMASO |
| 2RTI0410639AAAA | | | palazzo | EDIFICIO CA' STACCOLI |
| 2RTI0410640AAAA | | VIA STRETTA | palazzo | EDIFICIO DELL'ANTICO GHETTO EBRAICO |
| 2RTI0410641AAAA | | VIA MATTEOTTI | palazzo | EDIFICIO IN VIA MATTEOTTI N. 8 |
| 2RTI0410642AAAA | 1100047528 | VIA VALERIO | palazzo | EDIFICIO IN VIA VALERIO |
| 2RTI0410643AAAA | 1100047562 | VIA VETERANI | palazzo | EDIFICIO IN VIA VETERANI 9 |
| 2RTI0410652AAAA | | V. Giovanni Pascoli | palazzo | PALAZZETTO CINQUECENTESCO GIA' FUSTI ORA FONTI BIANCHI |
| 2RTI0410656AAAA | | V. Lorenzo Valerio | palazzo | PALAZZO CHIOCCI |
| 2RTI0410657AAAA | 1100047544 | V. Vittorio Veneto | palazzo | PALAZZO CORBOLI |
| 2RTI0410662AAAA | 1100047566 | VIA MAZZINI | palazzo | PALAZZO GIUNCHI |
| 2RTI0410663AAAA | | VIA VALERIO | palazzo | PALAZZO OLIM DELLA FAMIGLIA ODASI |
| 2RTI0410665AAAA | 1100047565 | VIA RAFFAELLO | palazzo | PALAZZO PINZONI PERUZZI |
| 2RTI0410668AAAA | 1100047561 | Via Santa chiara | palazzo | PALAZZO UBALDINI |
| 2RTI0410670AAAA | | VIA DI PORTA MAJA | palazzo | PARTE DI PALAZZO SETTECENTESCO |
| 2RTI0410677AAAA | | | torre | TORRE MEDIOEVALE |
| 2RTI0410678AAAA | | | villa | VILLA LA TORTORINA ED ANNESSO PARCO |





3.2 Settore Protezione ambientale - Incendi boschivi

Premessa

L'atto fondamentale che stabilisce le linee di indirizzo di tutte le attività connesse con la lotta contro gli incendi boschivi nella Regione Marche è la *DGR n. 1462 del 2/8/2002* (adottata in attuazione della legge 353 del 21/11/2000) con la quale si approva il *Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione e prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi*. Nella DGR viene descritta la metodologia per la redazione della carta del rischio, attraverso la quale è stato possibile calcolare la percentuale del territorio regionale con rischio da trascurabile ad estremo. Nella tabella seguente si riporta un estratto per il Comune di Urbino.

55

| % del territorio soggetto a rischio incendi boschivi - DGR n. 1462 del 2/8/2002 | | | | | |
|---|--------------|-------|-------|-------|---------|
| Grado di rischio | Trascurabile | Basso | Medio | Alto | Estremo |
| Comune di Urbino | 1,6% | 15,2% | 60,1% | 19,3% | 3,8% |

La tabella evidenzia la significatività del rischio incendi boschivi per il territorio di Urbino: oltre il 60% della superficie comunale ricade nella categoria di *rischio medio*, ed oltre il 20% ricade nelle categorie di *rischio alto ed estremo*.

Nell'agosto del 2008 il Comune di Urbino ha approvato, in Giunta Comunale, l'integrazione del Piano di emergenza comunale, per la parte relativa al rischio incendi boschivi e di interfaccia.

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

| VULNERABILITÀ | | |
|---------------------------|---------------------------|--|
| Indicatori di esposizione | Indicatori di sensibilità | Indicatori di capacità adattiva |
| Fattori di innesco | Uso del suolo | Presenza di strumenti di lotta agli incendi boschivi |
| Fattore climatico | Geomorfologia | |
| | Valore del territorio | |





Analisi di Vulnerabilità del settore protezione ambientale al rischio incendi boschivi

Indicatori di esposizione

I fattori che contribuiscono allo sviluppo di un incendio sono molteplici, a partire da quelli strettamente climatici (temperatura, umidità, precipitazioni, venti), a quelli antropici (alta densità di popolazione, particolari attività agricole, vicinanza di strade carrabili o ferrovie, presenza di turisti, accumuli di sostanze infiammabili etc.) fino alla volontarietà.

Per la maggior parte degli incendi registrati nel territorio comunale nel periodo considerato, le cause non sono classificabili (impossibilità di stabilire la causa che ha dato inizio al fuoco), anche se da dati relativi ad una indagine della Regione Marche risulta che circa il 40% è dovuta a cause involontarie (come bruciatura di stoppie, mozziconi di sigarette etc.) e poco più del 10 % a cause volontarie (incendi dolosi).

Sono stati dunque sviluppati due indicatori che descrivono sia le condizioni climatiche (considerando temperatura, vento, precipitazioni e umidità relativa) sia le condizioni favorevoli per eventuali fattori di innesco di origine antropica, misurate in termini di prossimità alla rete infrastrutturale ed ai centri abitati.

| | Indicatori di esposizione |
|-----|---------------------------|
| ES1 | Fattori di innesco |
| ES2 | Fattore climatico |

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di esposizione.

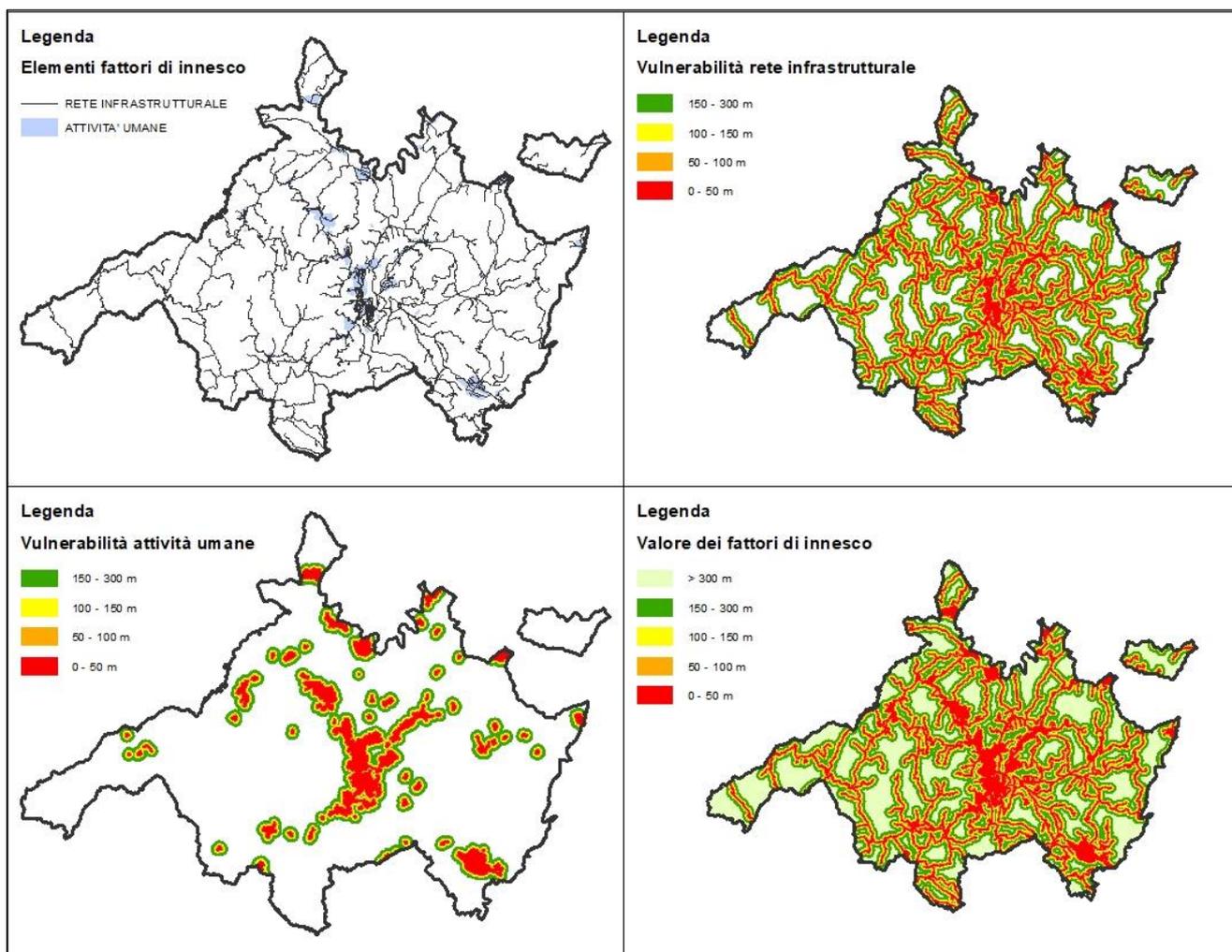


Indicatore di esposizione ES1 - Fattori di innesco

Le cause degli incendi boschivi che si verificano annualmente nella Regione Marche sono principalmente riconducibili a cause di origine dolosa, legate al lancio di mozziconi di sigarette ed alle scintille originate da fuochi quali barbecue. Nonostante sia difficile modellizzare il comportamento dell'uomo (negligenza, piromania), è possibile assumere statisticamente (J.G. Robin, 2006) che vi sia una fortissima correlazione tra la localizzazione degli inneschi degli incendi boschivi e la vicinanza a strade, ferrovie e nuclei abitati.

Per definire l'indicatore, sono state definite le cinque classi di esposizione in funzione della *prossimità* alla rete infrastrutturale viaria (strade principali e secondarie) ed ai nuclei abitati, assumendo un grado elevato per la prossimità inferiore a 50 metri ed un grado trascurabile per la prossimità maggiore di 300 metri (si veda tabella seguente).

57



Fattori di innesco - Elaborazioni cartografiche sulla base dei dati dei nuclei abitati e della rete infrastrutturale.

Fonte dati: SIT Comune di Urbino



Come si evince dalle elaborazioni cartografiche rappresentate nella precedente immagine, dall'analisi risulta un'esposizione considerevole, legata principalmente alla diffusione di molteplici nuclei abitati, anche in posizioni periferiche rispetto al centro storico, che hanno determinato lo sviluppo di una fitta rete di infrastrutture stradali.

Come indicato nella tabella successiva, si rileva una percentuale di esposizione elevata per circa il 20% del territorio comunale ed alta per circa il 15%, mentre le aree ad esposizione trascurabile e bassa ricoprono circa il 25% del territorio comunale.

Pertanto, sulla base delle soglie di esposizione definite ed a seguito di una media ponderata dei valori della prossimità, l'indicatore *Fattori di innesco* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,41, presenta un **grado di esposizione alto** alla problematica degli *incendi boschivi*.

| Valore ES1 | | | Valori di esposizione | | | |
|------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Prossimità (m) | Superficie comunale (Km ²) | Superficie comunale (%) | Scala 0-5 | Scala 0-1 | Classe di esposizione | Grado di esposizione |
| > 300 | 60,81 | 26,88% | 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Trascurabile | 1 |
| 150 - 300 | 58,90 | 26,04% | 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 100 - 150 | 27,42 | 12,12% | 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 50 - 100 | 32,14 | 14,21% | 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| < 50 | 46,93 | 20,75% | 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |
| VALORE COMUNALE | | | | | | |
| | 226,50 | 100,00 | 3,41 | 0,68 | Alta | 3,41 |





Indicatore di esposizione ES2 - Fattore climatico

Dal punto di vista meteorologico, i fattori che influenzano maggiormente gli incendi boschivi sono la *temperatura*, l'*umidità relativa* e la *velocità del vento*. Maggiori risultano temperatura e velocità del vento, maggiore sarà l'influenza climatica sull'innesco e la propagazione dell'incendio boschivo; viceversa, maggiore risulta l'umidità relativa, minore sarà l'influenza climatica.

Nella presente analisi gli effetti delle condizioni climatiche sugli incendi boschivi sono stati calcolati a partire dai dati giornalieri di temperatura media, precipitazioni, umidità relativa e velocità media del vento³³, aggregati su base mensile e stagionale, per l'arco temporale 2000 - 2015.

| Anno | TEMPERATURE MEDIE (°C) | | | | | PRECIPITAZIONI MEDIE (mm) | | | | |
|--------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Inverno | Primavera | Estate | Autunno | Annuale | Inverno | Primavera | Estate | Autunno | Annuale |
| 2000 | 5,5 | 14,3 | 23,9 | 15,0 | 14,7 | 25,2 | 55,1 | 37,7 | 54,8 | 43,2 |
| 2001 | 6,6 | 13,9 | 24,0 | 13,9 | 14,6 | 118,1 | 89,4 | 55,5 | 70,1 | 83,3 |
| 2002 | 4,8 | 13,3 | 23,1 | 14,6 | 14,0 | 39,7 | 55,5 | 67,0 | 71,4 | 58,4 |
| 2003 | 3,9 | 13,5 | 26,6 | 13,4 | 14,3 | 135,3 | 36,6 | 30,1 | 47,4 | 62,3 |
| 2004 | 4,9 | 11,2 | 23,5 | 14,7 | 13,6 | 47,6 | 85,0 | 56,4 | 75,0 | 66,0 |
| 2005 | 3,6 | 12,7 | 22,7 | 12,9 | 13,0 | 104,0 | 64,1 | 70,5 | 94,6 | 83,3 |
| 2006 | 3,7 | 12,6 | 22,9 | 15,3 | 13,6 | 83,7 | 69,5 | 61,3 | 63,7 | 69,6 |
| 2007 | 7,8 | 14,3 | 23,8 | 12,4 | 14,6 | 34,9 | 55,9 | 41,2 | 52,2 | 46,0 |
| 2008 | 5,3 | 12,9 | 23,8 | 14,2 | 14,0 | 37,8 | 101,5 | 74,6 | 70,5 | 71,1 |
| 2009 | 4,2 | 13,9 | 23,7 | 14,4 | 14,1 | 86,7 | 55,2 | 51,5 | 51,6 | 61,3 |
| 2010 | 4,0 | 12,1 | 23,3 | 13,4 | 13,2 | 111,2 | 111,2 | 84,9 | 95,9 | 100,8 |
| 2011 | 4,5 | 13,1 | 23,7 | 14,8 | 14,0 | 82,8 | 81,4 | 59,1 | 50,7 | 68,5 |
| 2012 | 4,3 | 13,5 | 25,7 | 14,7 | 14,5 | 147,5 | 68,2 | 47,1 | 80,8 | 85,9 |
| 2013 | 4,1 | 12,3 | 22,9 | 14,6 | 13,5 | 91,0 | 88,0 | 70,2 | 91,6 | 85,2 |
| 2014 | 7,4 | 13,2 | 22,3 | 15,0 | 14,5 | 62,7 | 118,0 | 83,5 | 91,2 | 88,8 |
| 2015 | 6,1 | 13,3 | 24,6 | 14,3 | 14,6 | 112,7 | 128,6 | 78,4 | 80,7 | 100,1 |
| MEDIA | 5,1 | 13,1 | 23,8 | 14,2 | 14,0 | 82,6 | 78,9 | 60,6 | 71,4 | 73,4 |

| Anno | UMIDITÀ RELATIVA MEDIA (% su finestra) | | | | | VENTO MEDIO ORARIO (km/h) | | | | |
|--------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|------------|------------|-------------|
| | Inverno | Primavera | Estate | Autunno | Annuale | Inverno | Primavera | Estate | Autunno | Annuale |
| 2000 | 78,4 | 74,6 | 54,9 | 83,8 | 72,9 | 9,2 | 10,7 | 10,0 | 11,3 | 10,3 |
| 2001 | 86,1 | 72,7 | 51,8 | 80,0 | 72,7 | 11,3 | 12,8 | 10,2 | 9,5 | 10,9 |
| 2002 | 77,6 | 69,9 | 64,4 | 81,1 | 73,2 | 11,4 | 9,5 | 9,1 | 10,9 | 10,2 |
| 2003 | 88,1 | 64,6 | 53,4 | 81,9 | 72,0 | 10,9 | 9,6 | 9,2 | 9,5 | 9,8 |
| 2004 | 79,4 | 77,7 | 57,5 | 80,9 | 73,9 | 11,6 | 10,0 | 10,1 | 9,8 | 10,4 |
| 2005 | 80,7 | 68,7 | 62,4 | 88,6 | 75,1 | 9,7 | 10,2 | 8,6 | 7,5 | 9,0 |
| 2006 | 81,8 | 71,4 | 56,0 | 76,8 | 71,5 | 11,2 | 11,3 | 8,9 | 8,7 | 10,0 |
| 2007 | 78,5 | 67,8 | 53,3 | 77,0 | 69,1 | 12,3 | 10,0 | 10,7 | 9,1 | 10,6 |
| 2008 | 79,1 | 70,3 | 57,7 | 76,7 | 70,9 | 9,6 | 12,4 | 8,7 | 9,9 | 10,2 |
| 2009 | 85,9 | 71,1 | 59,7 | 79,2 | 74,0 | 9,8 | 10,0 | 9,2 | 9,6 | 9,6 |
| 2010 | 89,9 | 74,9 | 62,7 | 85,5 | 78,2 | 10,4 | 10,4 | 8,4 | 9,3 | 9,6 |
| 2011 | 85,9 | 68,6 | 61,0 | 79,0 | 73,6 | 9,6 | 8,8 | 9,4 | 7,5 | 8,8 |
| 2012 | 82,4 | 72,4 | 55,8 | 90,2 | 75,2 | 12,1 | 10,1 | 10,3 | 9,9 | 10,6 |
| 2013 | 89,8 | 86,0 | 68,0 | 89,0 | 83,2 | 10,5 | 10,6 | 7,9 | 10,0 | 9,8 |
| 2014 | 95,9 | 80,1 | 74,5 | 94,1 | 86,2 | 11,2 | 9,6 | 9,3 | 8,2 | 9,6 |
| 2015 | 88,8 | 76,2 | 69,5 | 88,3 | 80,7 | 10,7 | 11,0 | 12,5 | 9,7 | 11,0 |
| MEDIA | 84,3 | 72,9 | 60,2 | 83,2 | 75,1 | 10,7 | 10,4 | 9,5 | 9,4 | 10,0 |

³³ Dati elaborati e forniti dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.





L'indicatore climatico è stato quindi definito come azione combinata di temperature e precipitazioni (indice di siccità IS) e di umidità relativa e velocità del vento (indice di ventosità IV), secondo la seguente relazione:

$$\text{Fattore climatico} = IS + IV$$

dove:

IS = *Indice di siccità climatica (Climate Drought Index)*, definito dal rapporto di precipitazioni (P) e temperatura media (T): $IS = P/2T$

IV = *Indice di ventosità*, definito dal rapporto tra umidità relativa in percentuale (Hr) e velocità del vento (Vs): $IV = Hr/Vs$

| Anno | INDICE DI SICCIÀ CLIMATICA | | | | | INDICE DI VENTOSITÀ | | | | |
|-------|----------------------------|-----------|--------|---------|---------|---------------------|-----------|--------|---------|---------|
| | Inverno | Primavera | Estate | Autunno | Annuale | Inverno | Primavera | Estate | Autunno | Annuale |
| 2000 | 2,3 | 1,9 | 0,8 | 1,8 | 1,7 | 8,5 | 7,0 | 5,5 | 7,4 | 7,1 |
| 2001 | 9,0 | 3,2 | 1,2 | 2,5 | 4,0 | 7,6 | 5,7 | 5,1 | 8,4 | 6,7 |
| 2002 | 4,1 | 2,1 | 1,5 | 2,4 | 2,5 | 6,8 | 7,3 | 7,1 | 7,5 | 7,2 |
| 2003 | 17,5 | 1,4 | 0,6 | 1,8 | 5,3 | 8,1 | 6,7 | 5,8 | 8,6 | 7,3 |
| 2004 | 4,9 | 3,8 | 1,2 | 2,6 | 3,1 | 6,8 | 7,8 | 5,7 | 8,2 | 7,1 |
| 2005 | 14,3 | 2,5 | 1,6 | 3,7 | 5,5 | 8,3 | 6,8 | 7,2 | 11,8 | 8,5 |
| 2006 | 11,3 | 2,7 | 1,3 | 2,1 | 4,4 | 7,3 | 6,3 | 6,3 | 8,8 | 7,2 |
| 2007 | 2,2 | 2,0 | 0,9 | 2,1 | 1,8 | 6,4 | 6,8 | 5,0 | 8,4 | 6,6 |
| 2008 | 3,5 | 3,9 | 1,6 | 2,5 | 2,9 | 8,3 | 5,7 | 6,6 | 7,7 | 7,1 |
| 2009 | 10,4 | 2,0 | 1,1 | 1,8 | 3,8 | 8,8 | 7,1 | 6,5 | 8,3 | 7,7 |
| 2010 | 13,8 | 4,6 | 1,8 | 3,6 | 6,0 | 8,7 | 7,2 | 7,4 | 9,1 | 8,1 |
| 2011 | 9,1 | 3,1 | 1,2 | 1,7 | 3,8 | 9,0 | 7,8 | 6,5 | 10,5 | 8,4 |
| 2012 | 17,1 | 2,5 | 0,9 | 2,8 | 5,8 | 6,8 | 7,2 | 5,4 | 9,1 | 7,1 |
| 2013 | 11,1 | 3,6 | 1,5 | 3,1 | 4,8 | 8,6 | 8,1 | 8,6 | 8,9 | 8,5 |
| 2014 | 4,2 | 4,5 | 1,9 | 3,0 | 3,4 | 8,5 | 8,4 | 8,0 | 11,5 | 9,1 |
| 2015 | 9,3 | 4,8 | 1,6 | 2,8 | 4,6 | 8,3 | 6,9 | 5,5 | 9,1 | 7,5 |
| MEDIA | 9,0 | 3,0 | 1,3 | 2,5 | 4,0 | 7,9 | 7,0 | 6,4 | 9,0 | 7,6 |

Le cinque classi di esposizione degli indici sono state definite sulla base dei seguenti valori:

| Indice di siccità climatica (IS) | | Classe di esposizione | Grado di esposizione |
|----------------------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| P/2T | Scala 0-1 | | |
| >= 1,50 | 0,00-0,20 | Trascurabile | 1 |
| 1,00 - 1,49 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 0,50 - 0,99 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 0,25 - 0,49 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| <= 0,24 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

| Indice di ventosità (IV) | | Classe di esposizione | Grado di esposizione |
|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Hr/Vs | Scala 0-1 | | |
| >= 7,00 | 0,00-0,20 | Trascurabile | 1 |
| 4,00 - 6,99 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 2,00 - 3,99 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 0,50 - 1,99 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| <= 0,49 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |





Come si evince dalle tabelle seguenti, i risultati mostrano un grado generale di esposizione trascurabile del fattore climatico, specialmente per la presenza di tassi di umidità relativa molto elevati (in estate si registra un valore medio percentuale di circa 60%, mentre in autunno si rileva un valore medio percentuale di quasi 85%). Il periodo estivo mostra invece un grado di esposizione basso, dovuto perlopiù a qualche sporadica ricorrenza di periodi estivi mediamente siccitosi.

Pertanto, sulla base delle soglie di esposizione definite, l'indicatore *Fattore climatico* del Comune di Urbino calcolato sulla media stagionale estiva, con un valore medio pari a 0,37, presenta un **grado di esposizione basso** alla problematica degli *incendi boschivi*.

| Fattore climatico | | Classe di esposizione | Grado di esposizione |
|-------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| IS + IV | Scala 0-1 | | |
| >= 8,00 | 0,00-0,20 | Trascurabile | 1 |
| 6,00 - 7,99 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 4,00 - 5,99 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 2,00 - 3,99 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| <= 1,99 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

| Anno | FATTORE CLIMATICO | | | | |
|--------------|-------------------|-----------|--------|---------|---------|
| | Inverno | Primavera | Estate | Autunno | Annuale |
| 2000 | 10,80 | 8,90 | 6,30 | 9,20 | 8,80 |
| 2001 | 16,60 | 8,90 | 6,30 | 10,90 | 10,70 |
| 2002 | 10,90 | 9,40 | 8,60 | 9,90 | 9,70 |
| 2003 | 25,60 | 8,10 | 6,40 | 10,40 | 12,60 |
| 2004 | 11,70 | 11,60 | 6,90 | 10,80 | 10,20 |
| 2005 | 22,60 | 9,30 | 8,80 | 15,50 | 14,00 |
| 2006 | 18,60 | 9,00 | 7,60 | 10,90 | 11,60 |
| 2007 | 8,60 | 8,80 | 5,90 | 10,50 | 8,40 |
| 2008 | 11,80 | 9,60 | 8,20 | 10,20 | 10,00 |
| 2009 | 19,20 | 9,10 | 7,60 | 10,10 | 11,50 |
| 2010 | 22,50 | 11,80 | 9,20 | 12,70 | 14,10 |
| 2011 | 18,10 | 10,90 | 7,70 | 12,20 | 12,20 |
| 2012 | 23,90 | 9,70 | 6,30 | 11,90 | 12,90 |
| 2013 | 19,70 | 11,70 | 10,10 | 12,00 | 13,30 |
| 2014 | 12,70 | 12,90 | 9,90 | 14,50 | 12,50 |
| 2015 | 17,60 | 11,70 | 7,10 | 11,90 | 12,10 |
| MEDIA | 16,90 | 10,00 | 7,70 | 11,50 | 11,60 |





Indicatore sintetico di esposizione - ES

L'indicatore sintetico di esposizione agli incendi boschivi del Comune di Urbino è stato dunque calcolato come media ponderata dei due indicatori precedentemente calcolati:

$$SE = \frac{(SE_1 * w_1 + SE_2 * w_2)}{\sum_1^2 w}$$

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti, in maniera dipendente dal loro grado di incidenza sull'innescò di incendi boschivi. Pertanto, si è dato un peso maggiore all'indicatore del fattore di innescò (0,8) ed un peso minore al fattore climatico (0,2).

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di esposizione calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di esposizione moderato** agli *incendi boschivi*.

| Indicatori di esposizione | Peso indicatore (w) | Valore grado di esposizione [scala 1-5] | Valore normalizzato [scala 0-1] | Classe di esposizione |
|---|---------------------|---|---------------------------------|-----------------------|
| ES1 - Fattori di innescò | 0,8 | 3,41 | 0,68 | Alta |
| ES2 - Fattore climatico | 0,2 | 1,00 | 0,20 | Bassa |
| ES - Indicatore sintetico di esposizione | 1,0 | 2,93 | 0,58 | Moderata |



Indicatori di sensitività

La sensitività determina il grado per cui un sistema è affetto in maniera avversa o benefica da una determinata esposizione ai cambiamenti climatici. Essa è funzione degli attributi naturali e/o fisici del sistema, includendo ad esempio la topografia, la capacità dei vari tipi di terreno di resistere all'erosione, il tipo di copertura del suolo. Inoltre, la sensitività si riferisce anche alle attività umane che producono effetti fisici sul territorio, come le tecniche di lavorazione del terreno, la gestione delle risorse idriche, l'esaurimento delle risorse e la pressione demografica (GIZ, 2014).

La sensitività alle variazioni climatiche legata alla problematica degli incendi boschivi del Comune di Urbino è stata analizzata valutando i seguenti indicatori, che descrivono sia le caratteristiche fisiche territoriali che possono facilitare o meno il verificarsi di incendi boschivi (uso del suolo e geomorfologia), sia il valore del territorio in termini di persone e ambiente vegetale ed animale.

| | Indicatori di sensitività |
|-----|---------------------------|
| SE1 | Uso del suolo |
| SE2 | Geomorfologia |
| SE3 | Valore del territorio |

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di sensitività.

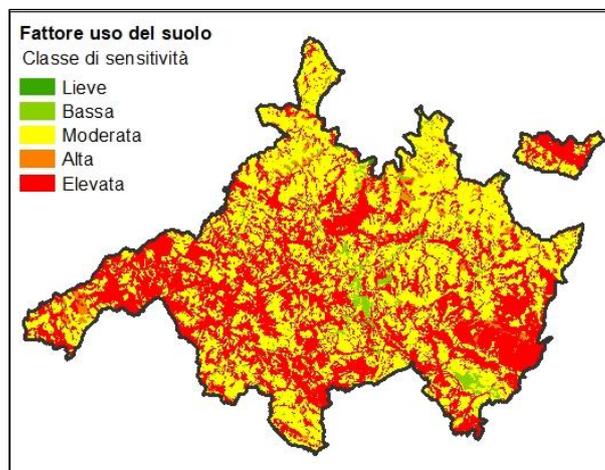


Indicatore di sensitività SE1 - Uso del suolo

L'uso del suolo influisce significativamente sia nella facilità di ignizione dell'incendio boschivo, sia nella sua successiva propagazione. Le aree boscate (e principalmente quelle caratterizzate dalla presenza di conifere o di boschi misti) sono maggiormente vulnerabili poiché il materiale combustibile è presente in grandi quantità ed è facilmente infiammabile (specie con determinate condizioni climatiche). Per valutare l'uso del suolo è stata utilizzata la cartografia ufficiale sull'uso del suolo della Regione Marche (2007). Sono state definite cinque classi di vulnerabilità: la classe più bassa è stata attribuita a tutti gli usi privi di materiale combustibile (acque continentali), mentre la classe più alta è stata attribuita alle zone boscate (si veda tabella di seguito).

Come si evince dai valori indicati nella seguente tabella, il Comune di Urbino mostra una sensitività agli incendi boschivi alta, caratterizzata da un doppio grado di sensitività, moderata ed elevata, determinata da una tipologia di uso del suolo prevalentemente agricolo e boscato. Pertanto, sulla base delle soglie di sensitività definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore *Uso del suolo* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,88, presenta un **grado di sensitività alto** alla problematica degli *incendi boschivi*.

| Categoria di Uso del Suolo | Superficie [km²] | % / totale | | Classe di esposizione | Grado di esposizione | |
|--|------------------|------------|--------|-----------------------|----------------------|-----------|
| | | | | | Scala 1-5 | Scala 0-1 |
| Acque continentali | 0,18 | 0,08 | 0,08 | Lieve | 1 | 0,20 |
| Zone aperte con vegetazione rada o assente | 0,82 | 0,36 | 3,55 | Bassa | 2 | 0,40 |
| Zone industriali, commerciali e infrastrutture | 1,88 | 0,83 | | | | |
| Zone urbanizzate residenziali | 4,78 | 2,11 | | | | |
| Zone estrattive, cantieri e discariche | 0,54 | 0,24 | | | | |
| Zone verdi artificiali non agricole | 1,28 | 0,57 | 49,12 | Moderata | 3 | 0,60 |
| Seminativi | 101,84 | 45,03 | | | | |
| Colture permanenti | 2,70 | 1,19 | | | | |
| Prati stabili | 5,11 | 2,26 | | | | |
| Zone agricole eterogenee | 0,14 | 0,06 | | | | |
| Zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea | 6,74 | 2,98 | 2,98 | Alta | 4 | 0,80 |
| Zone boscate | 100,13 | 44,28 | 44,28 | Elevata | 5 | 1,00 |
| VALORE COMUNALE | | | | | | |
| Comune di Urbino | 226,4 | 100,00 | 100,00 | Alta | 3,88 | 0,77 |



Fattore Uso del suolo

Elaborazioni cartografiche sulla base dei dati sull'uso del suolo della Regione Marche (2007)



Indicatore di sensitività SE2 - Geomorfologia

L'indicatore di *geomorfologia* è stato calcolato come media ponderata di tre componenti: *pendenza ed esposizione dei versanti e morfologia del terreno*. La *pendenza* dei versanti influenza sia il ruscellamento superficiale dell'acqua (da cui dipende il livello di umidità latente del terreno), sia la velocità di propagazione dell'incendio (con pendenze maggiori aumenta la probabilità di bruschi "salti" dell'incendio e di accelerazione del fronte). L'*esposizione* dei versanti influisce invece sulla quantità di radiazione solare incidente (aree esposte a sud raggiungono temperature superficiali molto maggiori rispetto alle aree esposte a nord). Infine, la *morfologia* dei luoghi influenza i movimenti d'aria ed il micro-clima locale, intervenendo sulla frequenza d'innesco e sulla propagazione di un incendio boschivo.

A partire dal *Digital Terrain Model (DTM)* con passo 20 metri messo a disposizione dalla Regione Marche, le componenti sono state tra di loro combinate secondo la seguente equazione:

$$\text{Fattore geomorfologico} = 3 * \text{valore pendenza} + (\text{valore morfologia} * \text{valore esposizione})$$

Le soglie di sensitività sono state definite sulla base dei valori indicati nella tabella a lato.

Per quanto riguarda la *pendenza dei versanti*, il valore massimo di sensitività è stato attribuito in caso di pendenza maggiore del 60%, mentre il valore minimo è stato attribuito in caso di pendenza inferiore o uguale al 15%.

| Pendenza | Esposizione | Morfologia | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|----------|---------------|------------|-----------------------|----------------------|
| <=15% | NNW - N - NNE | <=3% | Lieve | 1 |
| 15-30 % | ENE - E - ESE | 3-12,5 % | Bassa | 2 |
| 30-60% | WSW - W - ONO | 12,5-25% | Moderata | 3 |
| >60% | SSE - S - SSW | >25% | Elevata | 4 |

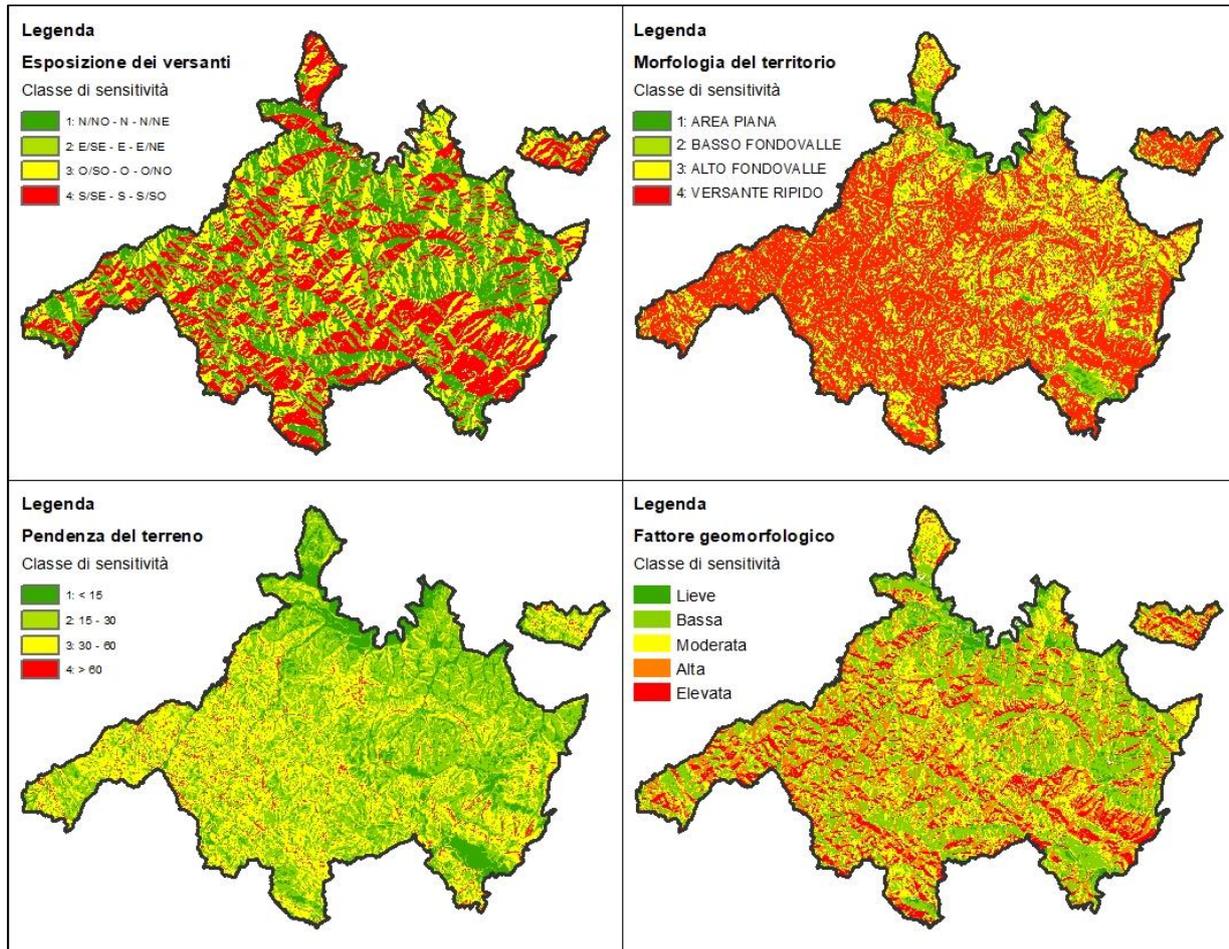
Per quanto riguarda l'*esposizione* si è invece considerato un valore massimo per i versanti esposti a sud, sud-est e sud-ovest, ed un valore minimo per i versanti esposti a nord. Infine, per la *morfologia del territorio*, il valore massimo di sensitività è stato attribuito alle aree con pendenza maggiore del 25%, mentre il valore minimo è stato attribuito alle aree pianeggianti, riconosciute da una pendenza inferiore o uguale al 3%.

Analizzando la sensitività del territorio in funzione dell'indicatore *geomorfologia*, come risulta dalla seguente tabella e dalle elaborazioni cartografiche successive, si evidenzia la presenza di aree con un alto ed elevato grado di sensitività per circa un terzo della superficie comunale, determinata principalmente dalla presenza diffusa di versanti ripidi ed esposti in direzione sud, sud-est e sud-ovest.

Pertanto, sulla base delle soglie di sensitività definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore *Geomorfologia* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,03, presenta un **grado di sensitività alto** alla problematica degli *incendi boschivi*.

| Valore SE2 | | Valori di sensitività | | | |
|--|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Superficie comunale (Km ²) | Superficie comunale (%) | Scala 0-5 | Scala 0-1 | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
| 12,79 | 5,69% | 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 75,71 | 33,68% | 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 63,00 | 28,02% | 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 37,67 | 16,76% | 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 35,63 | 15,85% | 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |
| VALORE COMUNALE | | | | | |
| 224,8 | 100,00 | 3,41 | 0,60 | Alta | 3,03 |





Componenti del fattore Geomorfologico (Esposizione e pendenza dei versanti, geomorfologia) e fattore di sintesi
Elaborazioni cartografiche sulla base del *Digital Terrain Model (DTM)*, passo 20 metri (Regione Marche)





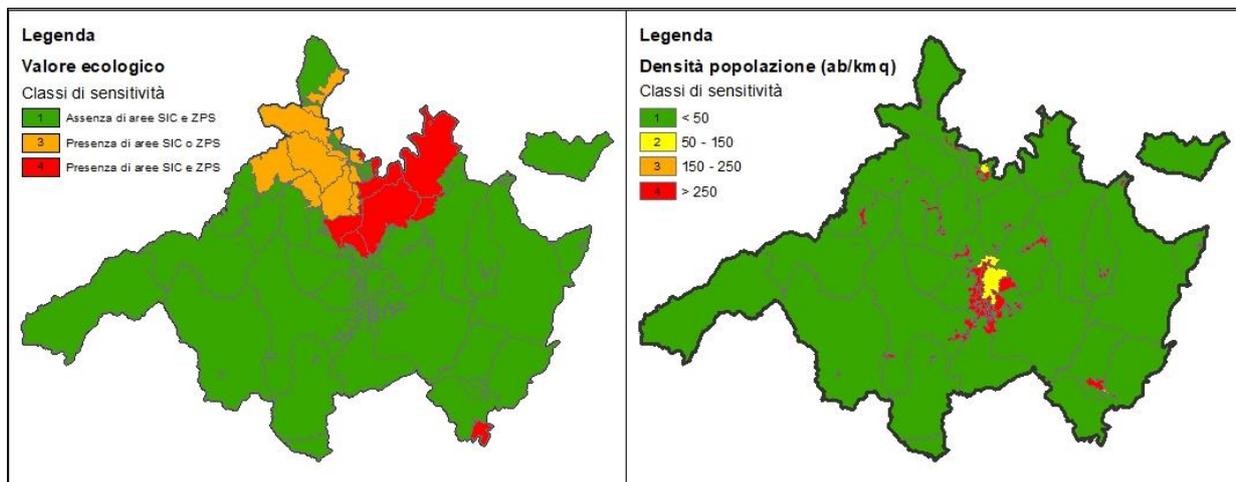
Indicatore di sensibilità SE3 - Valore del territorio

Per valutare la vulnerabilità del territorio in relazione al valore del territorio vengono considerati due fattori: la densità di popolazione (e quindi la concentrazione di persone in uno stesso luogo) e la presenza di specie vegetali e/o animali di elevato valore ambientale ed ecologico.

| Densità (ab/km ²) | Valore aree forestali | Classe di sensibilità | Grado di sensibilità |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| < 50 | Assenza SIC e ZPS | Lieve | 1 |
| 50-150 | - | Bassa | 2 |
| 150-250 | Presenza SIC o ZPS | Moderata | 3 |
| >250 | Presenza SIC e ZPS | Elevata | 4 |

Per quanto riguarda la *densità della popolazione* sono stati analizzati i dati del Censimento ISTAT 2011 per sezione censuaria, per quanto riguarda invece il *valore delle aree forestali* è stata presa in considerazione la presenza di aree ad elevato valore ecologico (Siti di Importanza Comunitaria SIC e/o Zone di Protezione Speciale ZPS) il cui danneggiamento rappresenterebbe una grave perdita di valore ambientale. Le

classi di sensibilità di entrambi i parametri sono state definite sulla base delle soglie indicate nella tabella a lato.



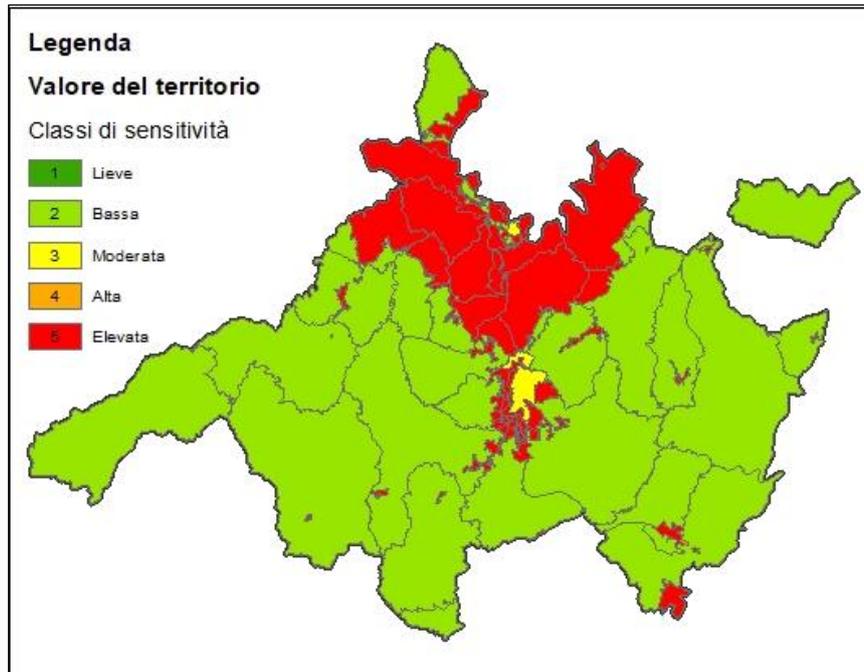
Componenti dell'indicatore Valore del territorio

L'indicatore *valore del territorio* è stato calcolato come somma dei due precedenti indicatori, e, come si evince dalla tabella seguente, risulta un grado di sensibilità basso per circa l'80% del territorio, ed una presenza di significativa di aree ad elevato valore (circa 20% del territorio), dovuta principalmente ad una consistente estensione di aree ad elevato valore ecologico ed ambientale (i due SIC "Montecalvo in Foglia" e "Gola del Furlo" sono entrambi perimetrati anche come ZPS).

| Valore SE3 | | | Valori di sensibilità | | | |
|------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Valore SE3 | Superficie comunale (Km ²) | Superficie comunale (%) | Scala 0-5 | Scala 0-1 | Classe di sensibilità | Grado di sensibilità |
| 0 | 0,00 | 0,00% | 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 1 | 183,03 | 80,82% | 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 2 | 1,68 | 0,74% | 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 3 | 0,02 | 0,01% | 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 4-8 | 41,75 | 18,43% | 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |
| VALORE COMUNALE | | | | | | |
| | 226,4 | 100,00 | 2,56 | 0,51 | Moderata | 2,56 |



Pertanto, sulla base delle soglie di sensibilità definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore *Valore del territorio* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 2,56, presenta un **grado di sensibilità moderato** alla problematica degli *incendi boschivi*.



Indicatore Valore del territorio





Indicatore sintetico di sensitività - SE

L'indicatore sintetico di sensitività del territorio comunale è stato calcolato come media ponderata dei tre indicatori precedentemente calcolati:

$$SE = \frac{(SE_1 * w_1 + SE_2 * w_2 + SE_3 * w_3 + SE_4 * w_4 + SE_5 * w_5 + SE_6 * w_6)}{\sum_1^6 w}$$

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti per attribuire la corretta importanza ad ognuno dei parametri. Pertanto, si è dato un peso maggiore all'indicatore di uso del suolo (0,5), seguito dall'indicatore valore del territorio (0,3) e geomorfologia (0,2).

Il fattore che incide maggiormente nel calcolo della sensitività del territorio è l'uso del suolo, mostrando una quantità importante di materiale combustibile, che riveste un ruolo cruciale nella capacità dell'incendio boschivo di attivarsi e successivamente propagarsi. Il fattore geomorfologico può aumentare ulteriormente la sensitività del territorio ma non rappresenta una condizione sufficiente alla sua propagazione.

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di sensitività calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di sensitività alto** del territorio agli *incendi boschivi*.

| Indicatori di sensitività | Peso indicatore (w) | Valore grado di sensitività [scala 1-5] | Valore normalizzato [scala 0-1] | Classe di sensitività |
|---|---------------------|---|---------------------------------|-----------------------|
| SE1 - Uso del suolo | 0,5 | 3,88 | 0,78 | Alta |
| SE2 - Geomorfologia | 0,2 | 3,03 | 0,60 | Alta |
| SE3 - Valore del territorio | 0,3 | 2,56 | 0,51 | Moderata |
| SE - Indicatore sintetico di sensitività | 1,0 | 3,31 | 0,66 | Alta |



Indicatore di capacità adattiva

Indicatore di capacità adattiva CA - Presenza di strumenti di lotta agli incendi boschivi

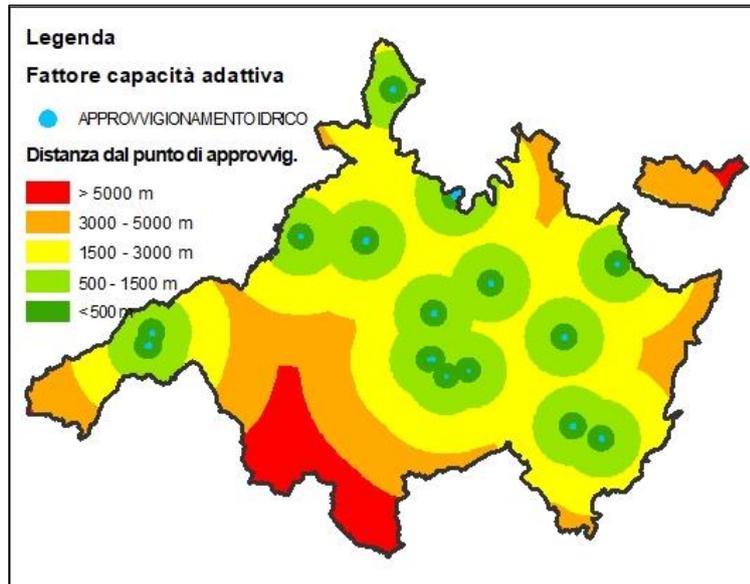
Il Comune di Urbino in data agosto 2008 ha approvato il Piano comunale di emergenza per il rischio incendi boschivi e d'interfaccia, integrando il Piano di emergenza comunale. Tale documento è stato redatto sulla base degli indirizzi regionali, tenendo conto prioritariamente delle strutture maggiormente esposte al rischio incendi di interfaccia, al fine di salvaguardare e assistere la popolazione.

Il Piano prevede la costituzione del Centro Operativo Comunale (C.O.C) e la nomina dei responsabili delle funzioni di supporto. Il C.O.C., costituito dai responsabili delle funzioni di supporto e dal responsabile di sala operativa, viene attivato direttamente dal Sindaco (o da un delegato) in caso di emergenza, che lo presiede.

Nel Piano inoltre emerge chiaramente la necessità di aggiornamento costante delle informazioni ivi contenute, al fine di operare in caso di emergenza su dati certi. La presenza di un Piano di emergenza evidenzia l'elevata capacità del Comune di rispondere attivamente al problema degli incendi boschivi, qualora essi si manifestino. Ciò non significa necessariamente che il Comune abbia un'elevata capacità adattiva, che si concretizza viceversa con la capacità di prevenire futuri fenomeni d'incendio boschivo, sia in termini d'innesco, che di propagazione.

Nella presente analisi, si misura la capacità adattiva del Comune in funzione della distribuzione sul territorio di *fonti di approvvigionamento idrico* utilizzabili in caso di incendio boschivi, quali: le sorgenti, i pozzi, gli idranti sopra suolo, gli idranti sotto suolo, i serbatoi di captazione e accumulo, i serbatoi di accumulo, i serbatoi per sollevamento, i serbatoi per pompaggio da pozzo. Maggiore è la distanza dalla fonte di approvvigionamento, minore è la capacità adattiva. In caso di incendi più estesi e quindi per incendi in fase avanzata, normalmente gli strumenti a disposizione degli enti sono di natura sovra-comunale (a titolo esemplificativo i *Canadair*, presenti in numero limitato sul territorio nazionale ed utilizzati di volta in volta nelle aree soggette ad incendi più critici). Come risulta dalla seguente tabella e dalla successiva elaborazione cartografica, la distribuzione delle fonti di approvvigionamento idrico è ben distribuita sul territorio, ad eccezione della porzione sud-ovest che registra valori critici: circa il 7% della superficie comunale si trova di fatto a distanze superiori ai 5000 metri da fonti di approvvigionamento idrico. Pertanto, sulla base delle soglie di capacità adattiva definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore di *capacità adattiva* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,58, presenta un **grado alto**.

| Distanza (m) | Valore CA | | | | Classe di capacità adattiva | Grado di capacità adattiva |
|------------------------|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------------------|
| | Superficie [Km ²] | % / totale | Scala 0-5 | Scala 0-1 | | |
| > 5000 | 17,52 | 7,73 | 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 3000 - 5000 | 12,16 | 5,38 | 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 1500 - 3000 | 64,71 | 28,61 | 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 500 - 1500 | 84,39 | 37,31 | 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| < 500 | 47,43 | 20,97 | 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |
| VALORE COMUNALE | | | | | | |
| | 226,21 | 100,00 | 3,58 | 0,71 | Alta | 3,58 |



Fattore di capacità adattiva
Elaborazione cartografica sulla base dei dati forniti dal SIT del Comune di Urbino





Sintesi dell'analisi di vulnerabilità del sistema territoriale agli incendi boschivi

Riassumendo quanto sopra esposto, l'analisi evidenzia un'esposizione moderata legata principalmente alla componente antropica, che è la causa principale degli incendi boschivi in Regione, ed alla presenza di nuclei abitati periferici che hanno determinato lo sviluppo di una rete infrastrutturale molto ramificata, anche nelle aree più boscate. Il fattore climatico sembra incidere in misura limitata, per effetto di alti tassi di umidità relativa, anche se sono stati rilevati periodi siccitosi durante il periodo estivo che potrebbero concorrere ad aumentare la possibilità di innesco di incendi.

La componente della sensitività risulta di grado alto, legata principalmente alla conformazione morfologica del territorio ed all'estesa presenza di aree boscate.

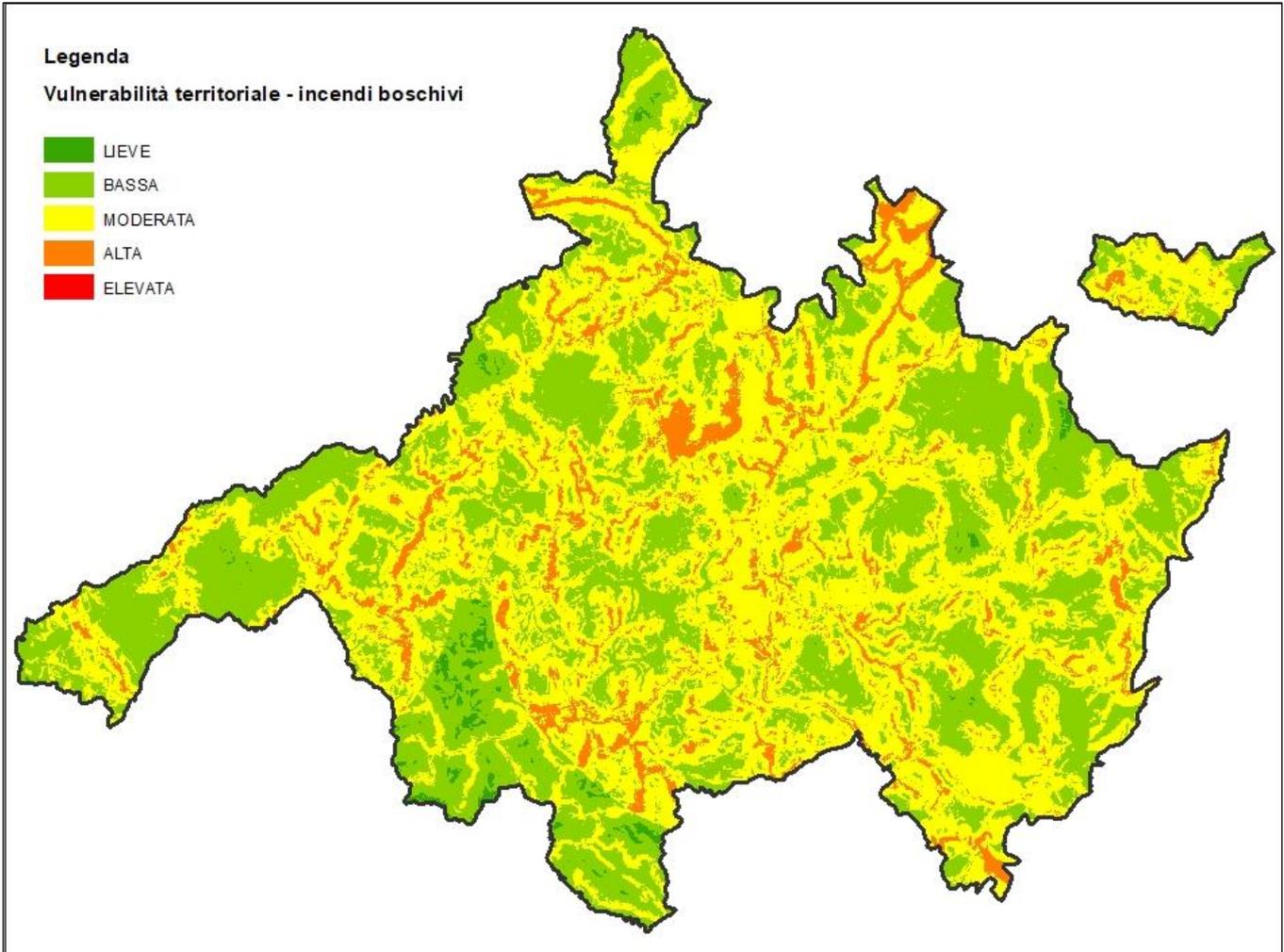
Per quanto riguarda la capacità adattiva, il Comune di Urbino, nel 2008, in seguito ad eventi rilevanti di incendi boschivi, si è dotato di un Piano di emergenza incendi boschivi e di interfaccia. Il Piano evidenzia come il territorio sia comunque ben fornito di fonti di approvvigionamento idrico, ben distribuite sul territorio. Ciò determina un'alta capacità adattiva.

In sintesi, risulta per il Comune di Urbino un **grado di vulnerabilità moderato (2,27)** agli incendi boschivi, in maniera diffusa su tutto il territorio comunale, come dimostrato dalla seguente tabella e dalla successiva elaborazione cartografica:

| Componenti della vulnerabilità | Valore [Scala 1-5] | Valore normalizzato [Scala 0-1] | Classe di vulnerabilità |
|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Esposizione (ES) | 2,93 | 0,58 | Moderata |
| Sensitività (SE) | 3,31 | 0,66 | Alta |
| Capacità adattiva (CA) | 3,58 | 0,71 | Alta |
| VULNERABILITA' | 2,27 | 0,45 | Moderata |

- Indicatore di Esposizione ES = 2,93 (Moderato)
- Indicatore di Sensitività SE = 3,31 (Alto)
- Impatto Potenziale I (ES+SE) = 3,12 (Moderato)
- Capacità Adattiva CA = 3,58 (Alta)
- Vulnerabilità = (3,12 + (5-3,58)) / 2 = 2,27 (Moderata)





Vulnerabilità territoriale del Comune di Urbino agli incendi boschivi

| Indice di vulnerabilità | | | | Classe di vulnerabilità | Grado di vulnerabilità |
|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-------------------------|------------------------|
| Superficie [Km ²] | % / totale | Scala 0-5 | Scala 0-1 | | |
| 2,35 | 1,04% | 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 85,21 | 37,61% | 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 120,13 | 53,02% | 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 18,89 | 8,34% | 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 0,00 | 0,00% | 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |





Analisi degli scenari di rischio per gli incendi boschivi

Il Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione e prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi (DGR n. 1462 del 2/8/2002) individua per tutto il territorio regionale il grado di rischio di incendi boschivi, suddiviso in cinque classi (trascurabile, basso, medio, alto, estremo) calcolate statisticamente, secondo l'estensione della superficie boscata incendiata per singolo evento (anni 1987-2000), sulla base delle caratteristiche vegetazionali (tipi forestali, conifere), degli incendi storici e dei punti d'acqua per lo spegnimento.

Per il Comune di Urbino risulta un grado di rischio medio per oltre la metà del territorio (60,1%), un grado di rischio alto (19,3%) e una minima percentuale di rischio estremo (3,8%) da non sottovalutare.

| % del territorio soggetto a rischio incendi boschivi - DGR n. 1462 del 2/8/2002 | | | | | |
|---|--------------|-------|-------|-------|---------|
| Grado di rischio | Trascurabile | Basso | Medio | Alto | Estremo |
| Comune di Urbino | 1,6% | 15,2% | 60,1% | 19,3% | 3,8% |

Nella presente analisi tuttavia, al fine di definire un quadro più aggiornato dei rischi connessi con gli incendi boschivi, (il Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione e prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi è del 2002 e basato sui dati degli incendi occorsi dal 1991 al 2000), è stato definito un nuovo grado di rischio a carattere puramente informativo ed utile per la definizione delle politiche e strategie di adattamento che andranno a comporre il Piano di Adattamento ai Cambiamenti climatici comunale.

Il grado di *rischio (R)* è stato dunque definito come indicato nella metodologia di progetto, in maniera direttamente proporzionale alla *vulnerabilità (V)* di un determinato territorio ed alla *pericolosità (H)* di un certo evento, espressa quest'ultima come *probabilità di accadimento (P)* ed *effetti prodotti (E)* dall'evento:

$$R = V * H = V * P * E$$

Per definire la *probabilità di accadimento (P)* degli incendi boschivi, sono stati raccolti i dati degli eventi occorsi nell'arco temporale 1958-2017 elaborati e gestiti dall'Arma dei Carabinieri per la tutela forestale della Provincia di Pesaro e Urbino, ex Corpo Forestale dello Stato (in calce al paragrafo l'elenco degli incendi occorsi dal 1958 al 2017).

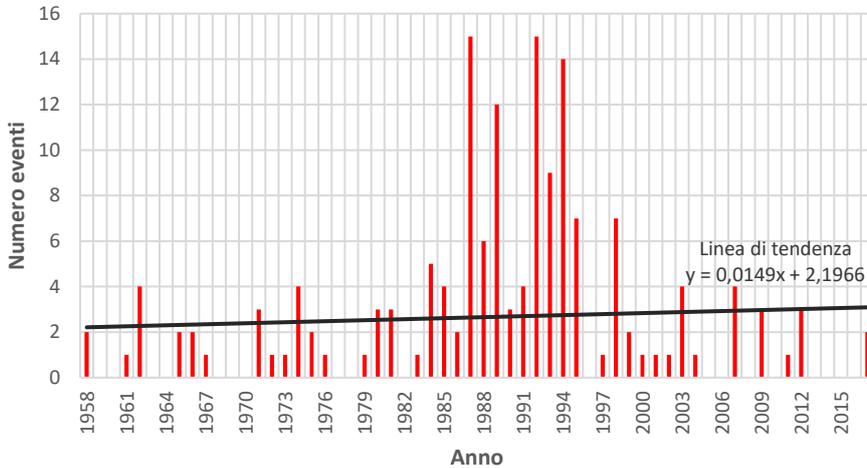
Per definire gli *effetti prodotti (E)* dagli incendi boschivi, non esistendo dati completi di quantificazione del valore delle superfici bruciate, è stata valutata la componente della *Temperatura del Suolo in Superficie (Land Surface Temperature)*, che può incidere in maniera diretta nell'innesco di un potenziale incendio boschivo, specialmente nei periodi caldi e siccitosi.

Per quanto riguarda la *Probabilità di accadimento (P)*, dal 1958 al 2017 nel territorio del Comune di Urbino sono stati registrati 159 incendi che, almeno in parte, hanno coinvolto superfici boscate, con una media di 2,65 incendi ogni anno. Qualche evento ha interessato superfici estremamente limitate, inferiori all'ettaro, ma la maggior parte ha registrato estensioni comprese tra 1 e 10 ha. Solamente in 6 casi gli eventi hanno interessato porzioni di territorio superiori a 10 ettari, con l'incendio più devastante, e più recente, del 7-8 luglio 2017 che ha distrutto più di 200 ettari di bosco e sottobosco delle colline delle Cesane, in località Canavaccio.





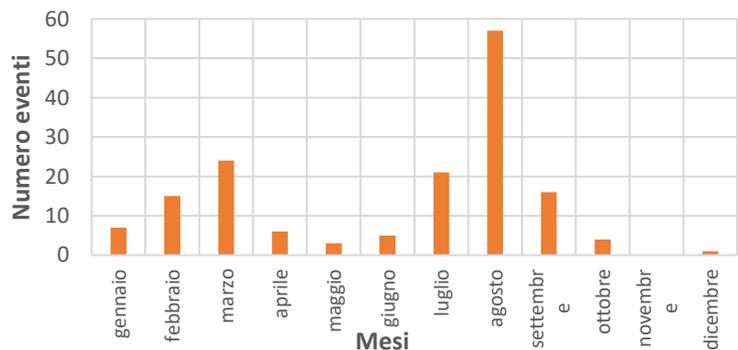
Incendi boschivi nel Comune di Urbino - 1958/2017



Come si evince dal grafico a lato, la distribuzione temporale del numero di eventi annuali mostra una situazione piuttosto costante per l'intero periodo analizzato, con un numero di eventi annuali inferiore a 5. Eccezione va fatta per il decennio compreso tra la metà degli anni Ottanta e la metà degli anni Novanta, in cui si è verificato un numero consistente di eventi annuali (con 15 eventi nel 1987 e nel 1992, 14 eventi nel 1994 e 12 eventi nel 1989). La linea di tendenza risulta in lieve crescita.

Analizzando inoltre la distribuzione mensile degli incendi boschivi (grafico a lato), risultano due periodi di maggiore frequenza: un periodo molto marcato in corrispondenza dei mesi di luglio, agosto e settembre (con più di 50 eventi nel mese di agosto dal 1958 al 2017), un periodo meno marcato in corrispondenza dei mesi di febbraio e marzo.

Incendi boschivi nel Comune di Urbino - 1958/2017



| Numero incendi | Classi di probabilità | |
|----------------|-----------------------|----------|
| ≤1 | 1 | Lieve |
| 1-2 | 2 | Bassa |
| 2-5 | 3 | Moderata |
| 5-10 | 4 | Alta |
| ≥10 | 5 | Elevata |

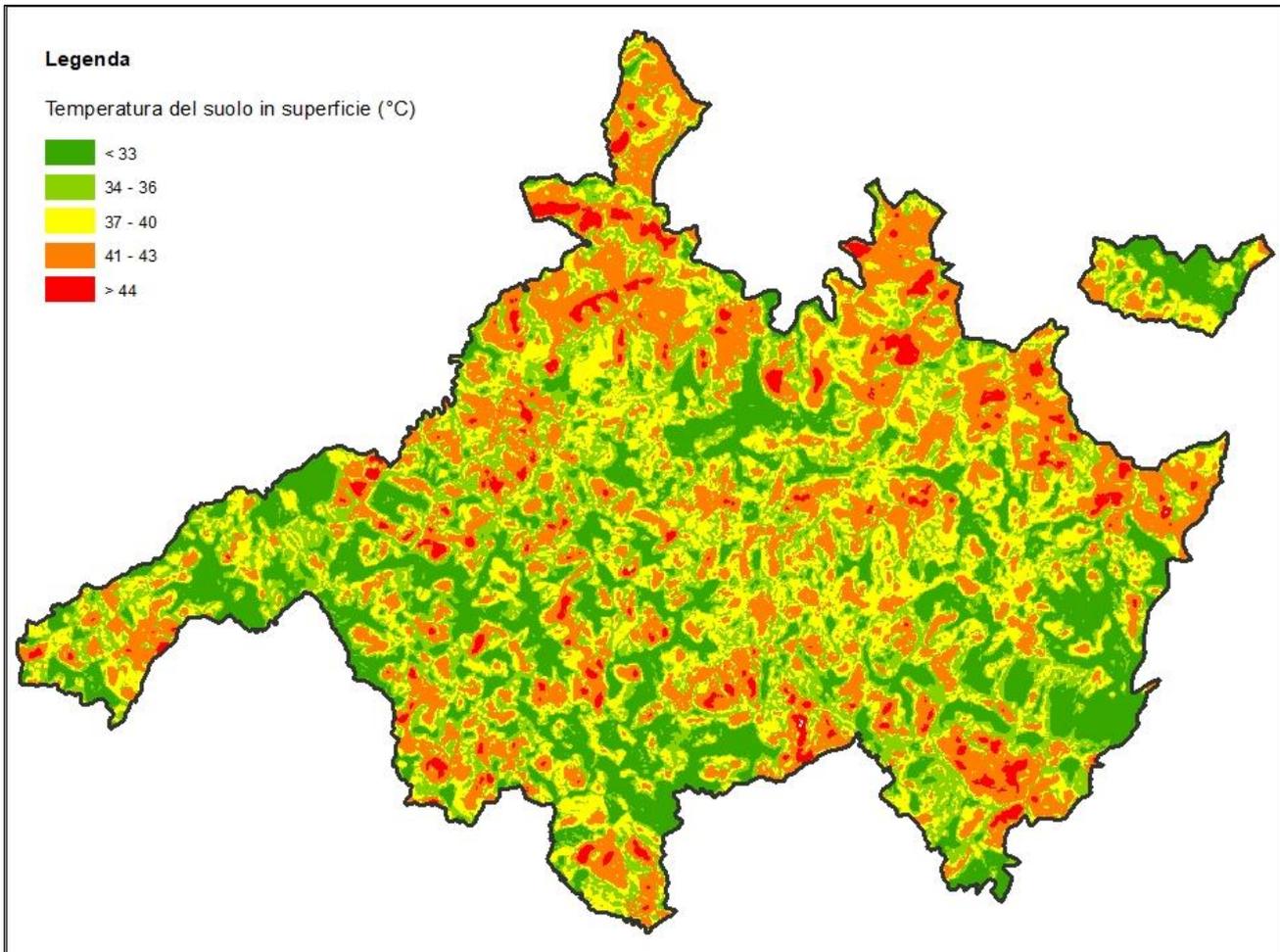
Il grado di probabilità di accadimento è stato pertanto valutato sulla base del numero medio di eventi annuali calcolati nel periodo 1958-2017, da cui risulta per il Comune di Urbino un valore medio di 2,65 incendi all'anno. Sulla base delle classi di probabilità riportate in tabella, risulta quindi per il territorio comunale un **grado di probabilità di accadimento moderato** di incendi boschivi.

La *Temperatura del Suolo in Superficie (Land Surface Temperature)* è stata invece valutata tramite un applicativo open-source di Q-GIS (*Semi-Automatic Classification Plugin*), elaborando una specifica cartografia che rappresenta le varie temperature delle superfici del terreno, a partire da un'immagine *Landsat 8 OLI* in volo sopra la Regione Marche il giorno 6/07/2016 alle ore 10.30, in cui è stata registrata una temperatura media di 18,1°C (Tmin 14,2°C - Tmax 21,8°C). Come si evince dalla seguente elaborazione cartografica e dalla successiva tabella di valori, risulta per quasi la metà del territorio comunale (circa 45%) temperature inferiori ai 36°C, corrispondenti alle classi di pericolosità lieve e bassa. Il resto del territorio risulta perlopiù nella fascia moderata (circa 35%), con una





percentuale ridotta di superfici interessate dalla classe alta (circa 17%). A seguito di una media ponderata dei valori di temperatura sull'estensione superficiale, risulta un **grado di pericolosità moderato**.



Temperatura del suolo in superficie del Comune di Urbino (elaborazione da immagine Landsat 8 OLI in volo sopra la Regione Marche il giorno 6/07/2016 alle ore 10.30)

| Indice di LST | | | | Classe di valore | Grado di valore |
|-------------------------------|------------|-----------|-----------|------------------|-----------------|
| Superficie [Km ²] | % / totale | Scala 0-5 | Scala 0-1 | | |
| 68,39 | 29,79% | 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 36,36 | 15,84% | 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 79,60 | 34,67% | 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 38,68 | 16,85% | 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 6,54 | 2,85% | 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |
| VALORE MEDIO COMUNALE | | | | | |
| 229,57 | 100,00 | 0,46 | 2,32 | Moderata | 2,32 |





Calcolando dunque la pericolosità del fenomeno come prodotto tra la *probabilità di accadimento (grado moderato)* e la *temperatura del suolo in superficie (grado moderato)*, si ottiene per il Comune di Urbino un **grado di pericolosità moderato** ($H=3,0$) di incendi boschivi.

Come si evince dalla tabella seguente, mettendo in relazione i valori calcolati di vulnerabilità moderata ($V=2,27$) e pericolosità moderata ($H=3,0$), risulta per il Comune di Urbino un **grado di rischio alto di incendi boschivi**.

| | | | | | | |
|-------------------|---|------------------|-------------|----------|----------|----------|
| VULNERABILITÀ (V) | 5 | MODERATO | ALTO | ELEVATO | ELEVATO | ELEVATO |
| | 4 | MODERATO | ALTO | ELEVATO | ELEVATO | ELEVATO |
| | 3 | MODERATO | ALTO | ALTO | ALTO | ALTO |
| | 2 | BASSO | MODERATO | MODERATO | MODERATO | MODERATO |
| | 1 | TRASCURABILE | BASSO | BASSO | BASSO | BASSO |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | PERICOLOSITÀ (H) | | | | |





COMUNE DI URBINO - ELENCO INCENDI BOSCHIVI

1958 - 2017

(dati forniti dal Gruppo Carabinieri Forestale di Pesaro e Urbino)

| N° | Data (gg/mm/aa) | | | Località / particelle catastali | Superficie coinvolta (ettari) | | | Destinazione d'uso | Cause |
|-------------------------|-----------------|----|------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------|---------------|---|-------|
| | | | | | Bosco | No bosco | Totale | | |
| TOTALE 1958-2017 | | | | 159 eventi | 388,63 | 73,85 | 782,76 | | |
| | 09 | 8 | 1958 | Poderaccio di Coldelce | | | 8,00 | bosco ceduo di roverella | |
| | 21 | 9 | 1958 | SS. Annunziata | | | 1,30 | bosco ceduo di carpino nero | |
| | 26 | 9 | 1961 | Cà Mignone | | | 0,30 | rimboschimento di resinose e latifoglie | |
| | 13 | 8 | 1962 | SS. Annunziata | | | 1,20 | bosco ceduo di roverella e robinia | |
| | 14 | 8 | 1962 | Monte di Cà Bargello | | | 0,40 | bosco ceduo di carpino nero | |
| | 16 | 8 | 1962 | Brombolona | | | 0,90 | bosco ceduo di carpino nero+cespugliato | |
| | 04 | 9 | 1962 | Il Monte | | | 1,40 | Bosco ceduo di orniello e castagno | |
| | 30 | 7 | 1965 | Campocavallo | | | 0,40 | Bosco ceduo di roverella, carpino, robinia | |
| | 01 | 8 | 1965 | Monte Avorio | | | 0,40 | Bosco ceduo di roverella, carpino, orniello | |
| | 08 | 8 | 1966 | Dili dell'Apsa | | | | Bosco ceduo di roverella, carpino+cespugliato | |
| | 09 | 9 | 1966 | Cà San Pietro | | | 8,00 | Bosco ceduo di roverella, carpino | |
| | 14 | 3 | 1967 | Cà La Vedova | | | 2,50 | Bosco ceduo di roverella, carpino | |
| | 07 | 8 | 1971 | Pallino | | | 2,00 | Bosco ceduo di roverella, carpino | |
| | 26 | 8 | 1971 | Cà Gallino | | | 1,00 | Bosco ceduo di roverella, carpino | |
| | 26 | 8 | 1971 | Cà Crescentino | | | 4,00 | rimboschimento di pino nero | |
| | 13 | 8 | 1972 | Cà Rinaldo | | | 10,00 | Bosco ceduo di roverella, carpino | |
| | 22 | 8 | 1973 | Castellaro | | | 3,00 | bosco ceduo di roverella e robinia | |
| | 06 | 7 | 1974 | Risciolo | | | 2,03 | rimboschimento di cipresso dell'Arizona | |
| | 24 | 7 | 1974 | Cà Catalano | | | 1,00 | rimboschimento di pino nero, cipresso dell'Arizona, abete greco | |
| | 10 | 8 | 1974 | Coldelce - Monte Busseto | | | 100,00 | rimboschimento di pino brutia, cipresso dell'Arizona+bosco ceduo di roverella e cespugliato | |
| | 19 | 8 | 1974 | Cà Patanasso | | | 3,00 | rimboschimento di pino brutia, cipresso dell'Arizona e cespugliato | |
| | 04 | 8 | 1975 | Cà Lasagnolo | | | 8,00 | rimboschimento di pino nero, cipresso dell'Arizona+bosco ceduo di roverella, acero camp. orniello e cespugliato | |
| | 13 | 9 | 1975 | Cal Piantone | | | 3,50 | rimboschimento di pino nero, cipresso dell'Arizona+bosco ceduo di roverella, acero camp. Orniello | |
| | 05 | 7 | 1976 | Cà Gatto | | | 0,50 | Rimboschimento di resinose | |
| | 03 | 8 | 1979 | Monticello | | | 0,30 | Rimboschimento di cedro, cipresso e pino d'Aleppo | |
| | 08 | 8 | 1980 | Cà Matteuccio - Torre san Tommaso | | | 3,00 | bosco ceduo di robinia, olmo cam. + cespugliato | |
| | 18 | 9 | 1980 | Sasso | | | 0,50 | Incolto | |
| | 08 | 10 | 1980 | Cà Sanchio - Miniera | | | 4,50 | Bosco ceduo di roverella, carpino, robinia, pascolo e incolto | |
| | 16 | 3 | 1981 | Cà Sanchio - Cà Isola | | | 3,00 | Rimboschimento di pino d'Aleppo, cipresso dell'Arizona e incolto | |
| | 16 | 3 | 1981 | Calfurio | | | 2,50 | Bosco ceduo di roverella e incolto | |
| | 05 | 8 | 1981 | Cà Gueroli-Campocavallo | | | 3,00 | Rimboschimento di pino, cipresso e coltura agraria | |
| | 30 | 7 | 1983 | La Marcella | | | 11,00 | Bosco ceduo di roverella + coltura agraria e incolto | |
| | 03 | 1 | 1984 | Coldelce | | | 12,00 | Bosco ceduo di roverella e incolto | |
| | 14 | 1 | 1984 | Cà Buccio | | | 3,50 | Bosco ceduo di roverella e incolto | |
| | 11 | 2 | 1984 | Fosso del Lupo | | | 5,00 | Rimboschimento di pino nero e bosco ceduo di roverella | |
| | 01 | 8 | 1984 | Cavallino | | | 6,60 | Bosco di roverella, pino nero, robinia + coltura agraria e incolto | |
| | 09 | 8 | 1984 | S. Maria in Ghiaiolo | | | 2,10 | Bosco di roverella, pino nero e incolto | |
| | 17 | 7 | 1985 | Serra di Paganica | | | 10,00 | Bosco ceduo di roverella e incolto | |
| | 03 | 9 | 1985 | Cesane | | | 3,00 | Bosco di roverella, carpino, pino nero e incolto | |
| | 12 | 9 | 1985 | Cà San Pietro | | | 8,00 | Pascolo e incolto | |
| | 22 | 9 | 1985 | San Giovanni in Ghiaiolo | | | 2,50 | Bosco ceduo di roverella, carpino nero e incolto | |
| | 12 | 8 | 1986 | Cà Listro | | | 3,50 | Bosco ceduo di roverella e incolto | |
| | 23 | 8 | 1986 | Monte Olivo | | | 6,00 | Bosco ceduo di roverella e incolto | |
| | 07 | 2 | 1987 | La Breccia | | | 0,50 | Bosco ceduo di roverella e robinia | |
| | 15 | 3 | 1987 | Calmanicino | | | 1,95 | Bosco di roverella, abete greco, cedro e incolto | |
| | 18 | 3 | 1987 | Monte Avorio | | | 7,00 | Bosco ceduo di roverella, carpino nero e incolto | |
| | 25 | 3 | 1987 | San Cipriano | | | 5,00 | Bosco di roverella, cipresso arizonica e incolto | |
| | 25 | 3 | 1987 | Le Selve | | | 8,00 | Bosco ceduo di roverella e incolto | |
| | 25 | 3 | 1987 | Cà Grino | | | 6,00 | Bosco ceduo di roverella, carpino nero e incolto | |





| | | | | | | | | | |
|-----|----|----|------|---------------------------------|-------|------|-------|---|--------------------|
| | 26 | 3 | 1987 | Baioli | | | 5,00 | Bosco ceduo di roverella e incolto | |
| | 27 | 3 | 1987 | Cà L'Agnello | | | 5,00 | Bosco di roverella, pino nero, cipresso arizonica e incolto | |
| | 28 | 3 | 1987 | Monte Nuovo | | | 3,00 | Bosco di roverella, pino nero, cipresso arizonica e incolto | |
| | 05 | 4 | 1987 | Monten Nuovo -Monte San leo | | | 8,00 | Bosco di roverella, pino nero, cipresso arizonica e incolto | |
| | 06 | 4 | 1987 | Molinelli | | | 2,00 | Bosco ceduo di roverella, carpino nero | |
| | 07 | 4 | 1987 | Palazzone | | | 5,00 | Bosco ceduo di roverella, carpino nero e incolto | |
| | 01 | 5 | 1987 | Scheggia | | | 1,00 | Bosco ceduo di roverella, carpino nero, orniello | |
| | 18 | 8 | 1987 | Forquini | | | 5,00 | Colture Agrarie | |
| | 19 | 8 | 1987 | Cà Zangolino | | | 5,00 | Colture Agrarie e incolto | |
| 183 | 24 | 3 | 1988 | Monte della Pieve | 1,50 | 0,00 | 1,50 | Bosco ceduo di roverella, orniello | Involontarie |
| 104 | 27 | 7 | 1988 | S. Apollinare in Girfalco | 0,50 | 1,50 | 2,00 | Coltura agraria e incolto | Non classificabili |
| 224 | 23 | 8 | 1988 | Monte Polo | 3,50 | 0,00 | 3,50 | Bosco di roverella, carpino nero, orniello | Non classificabili |
| 78 | 10 | 9 | 1988 | Ca' Benedetto di Crocicchia | 0,50 | 0,00 | 0,50 | Bosco di pino d'Aleppo, roverella | Non classificabili |
| 6 | 12 | 9 | 1988 | Ca' Catalano | 0,10 | 0,00 | 0,10 | Bosco di Pino nero, cipresso dell'Arizona | Non classificabili |
| | 7 | 10 | 1988 | Forquini | 0,00 | 5,00 | 5,00 | Incolto | |
| 207 | 6 | 1 | 1989 | Ca' Nuccio - Pagino | 2,00 | 5,50 | 7,50 | Bosco di roverella, pino d'Aleppo, cipresso arizonica e incolto | Involontarie |
| 220 | 12 | 2 | 1989 | Ca' Balzone - Ca' Fronzone | 3,00 | 1,00 | 4,00 | Bosco di roverella, carpino nero, orniello e incolto | Volontarie |
| | 15 | 2 | 1989 | Cà Brunello | 0,00 | 2,00 | 2,00 | Incolto | |
| | 15 | 2 | 1989 | Il Palazzo | 0,00 | 2,00 | 2,00 | Incolto | |
| 95 | 17 | 2 | 1989 | Ca' la Riccia | 0,50 | 0,50 | 1,00 | Bosco di roverella, carpino nero, orniello e incolto | Non classificabili |
| 69 | 21 | 2 | 1989 | S. Cipriano | 0,40 | 0,00 | 0,40 | Bosco di roverella, carpino nero, abete | Non classificabili |
| | 21 | 2 | 1989 | Pian del Monte | 0,00 | 1,50 | 1,50 | Incolto | |
| | 22 | 2 | 1989 | La Madonnina di San Marino | 0,00 | 0,50 | 0,50 | Incolto | |
| 170 | 18 | 3 | 1989 | La Serra di Paganica | 1,00 | 2,00 | 3,00 | Bosco di roverella e incolto | Non classificabili |
| | 29 | 3 | 1989 | Valzangona | 0,00 | 4,00 | 4,00 | Incolto | |
| 164 | 2 | 4 | 1989 | La Marcella | 1,00 | 0,50 | 1,50 | Bosco di roverella, cerro e incolto | Non classificabili |
| | 9 | 4 | 1989 | Cerqueto Bono | 0,00 | 1,50 | 1,50 | Incolto | |
| 143 | 25 | 7 | 1990 | Palazzone di S. Apollinare | 1,00 | 0,00 | 1,00 | Superficie non boscata | Non classificabili |
| 11 | 3 | 8 | 1990 | Palazzo dei Maschi | 0,10 | 0,00 | 0,10 | Superficie non boscata | Non classificabili |
| | 18 | 8 | 1990 | San Lorenzo di Cerqueto Bono | 1,50 | 1,50 | 3,00 | Ceduo fortemente degradato e superficie non boscata | |
| 212 | 20 | 3 | 1991 | Miniera | 0,00 | 2,00 | 2,00 | Superficie non boscata | Non classificabili |
| 101 | 22 | 3 | 1991 | Monte San Leo | 0,00 | 0,50 | 0,50 | Fustaie di resinose e superficie non boscata | Non classificabili |
| 13 | 6 | 8 | 1991 | Ca' Condi | 0,10 | 0,00 | 0,10 | Fustaie miste | Non classificabili |
| 44 | 2 | 9 | 1991 | Ca' la Fraternalità | 0,20 | 0,00 | 0,20 | | Involontarie |
| 22 | 4 | 1 | 1992 | Casinella | 0,10 | 0,00 | 0,10 | Ceduo fortemente degradato | Non classificabili |
| 194 | 4 | 1 | 1992 | Monte San Leo | 1,80 | 0,20 | 2,00 | Ceduo semplice e incolto | Non classificabili |
| 102 | 23 | 2 | 1992 | Cerqueto Bono | 0,50 | 1,00 | 1,50 | Ceduo semplice e incolto | Involontarie |
| 243 | 4 | 3 | 1992 | Campo Cavallo | 0,20 | 0,80 | 1,00 | Ceduo semplice e incolto | Non classificabili |
| 126 | 13 | 3 | 1992 | Molinelli | 0,70 | 0,00 | 0,70 | Fustaie miste | Non classificabili |
| | 13 | 3 | 1992 | Via Piana | 0,00 | 1,50 | 1,50 | Superficie non boscata | |
| | 17 | 7 | 1992 | Girfalco | 0,00 | 5,00 | 5,00 | Superficie non boscata | |
| 265 | 21 | 8 | 1992 | Ca' Biondello | 15,00 | 0,00 | 15,00 | Fustaie miste | Involontarie |
| | 25 | 8 | 1992 | Cà la Maria | 0,00 | 2,00 | 2,00 | Superficie non boscata | |
| 259 | 29 | 8 | 1992 | Torre Cotogna di Ca' Mazzasette | 15,00 | 0,00 | 15,00 | Fustaie di resinose e ceduo semplice | Involontarie |
| 23 | 29 | 8 | 1992 | Pozzo Nuovo della Miniera | 0,50 | 0,00 | 0,50 | Fustaie miste | Involontarie |
| 151 | 30 | 8 | 1992 | San Mariano | 1,00 | 0,00 | 1,00 | Fustaie di resinose | Involontarie |
| 97 | 18 | 9 | 1992 | Palazzone | 0,50 | 0,50 | 1,00 | Fustaie miste e incolto | Volontarie |
| | 21 | 9 | 1992 | Le Caselle | 0,00 | 5,00 | 5,00 | Incolto | |
| | 22 | 9 | 1992 | Forquini | 0,00 | 0,50 | 0,50 | Incolto | |
| 106 | 7 | 2 | 1993 | Monte San Leo | 0,50 | 1,00 | 1,50 | Ceduo Semplice e incolto | Non classificabili |
| 239 | 16 | 2 | 1993 | Coldelce | 5,00 | 0,00 | 5,00 | Macchia mediterranea | Non classificabili |
| 16 | 2 | 6 | 1993 | Brombolona | 0,10 | 0,00 | 0,10 | Ceduo composto | Non classificabili |
| | 8 | 8 | 1993 | Il Cotano | 0,00 | 3,00 | 3,00 | Superficie non boscata | |
| 118 | 13 | 8 | 1993 | Monte Nuovo | 0,60 | 0,00 | 0,60 | Macchia mediterranea | Non classificabili |
| 256 | 14 | 8 | 1993 | Monte Nuovo | 8,00 | 0,00 | 8,00 | Fustaie di resinose e ceduo semplice | Non classificabili |
| 190 | 15 | 8 | 1993 | Monte Nuovo | 2,00 | 0,00 | 2,00 | Ceduo semplice | Non classificabili |
| 60 | 22 | 8 | 1993 | Ca' Materassara di Gadana | 0,30 | 0,00 | 0,30 | Macchia mediterranea | Non classificabili |
| | 24 | 8 | 1993 | Caselle di Monte Nuovo | 0,80 | 0,00 | 0,80 | Macchia mediterranea | Non classificabili |
| 136 | 13 | 3 | 1994 | Ca' la Pacina | 0,80 | 2,20 | 3,00 | Ceduo semplice e incolto | Non classificabili |
| 73 | 20 | 3 | 1994 | Gadana - Ca' Grillotto | 0,30 | 0,00 | 0,30 | Ceduo semplice | Non classificabili |
| 213 | 29 | 7 | 1994 | Torre San Tommaso | 0,00 | 2,20 | 2,20 | Superficie non boscata | Non classificabili |
| 36 | 1 | 8 | 1994 | Cà Cecilia | 0,15 | 0,00 | 0,15 | Fustaie miste | Non classificabili |
| | 15 | 8 | 1994 | Monte Nuovo | 3,00 | 0,00 | 3,00 | Fustaie miste, ceduo composto e semplice | |
| 46 | 15 | 8 | 1994 | Pian del Papa | 0,20 | 0,00 | 0,20 | Fustaia di latifoglie | Non classificabili |





| | | | | | | | | | |
|----------------------------|----|----|------|--------------------------------------|---------------|--------------|---------------|---|--------------------|
| | 16 | 8 | 1994 | Ponte Vecchio | 0,50 | 0,00 | 0,50 | Ceduo semplice | Non classificabili |
| 253 | 16 | 8 | 1994 | Monte della Conserva | 3,00 | 0,00 | 3,00 | Fustaie miste | Non classificabili |
| 159 | 20 | 8 | 1994 | Il Cerro di Scotanneto | 0,40 | 0,00 | 0,40 | Fustaia di latifoglie | Non classificabili |
| | 20 | 8 | 1994 | Cà Lupino - Torre San Tommaso | 0,00 | 4,00 | 4,00 | Superficie non boscata | |
| 254 | 22 | 8 | 1994 | Monte della Conserva | 0,70 | 0,00 | 0,70 | Fustaie miste | Non classificabili |
| 112 | 23 | 8 | 1994 | Rancitella - Ca' Petrino | 0,00 | 2,50 | 2,50 | Superficie non boscata | Involontarie |
| 255 | 23 | 8 | 1994 | Monte della Conserva | 1,50 | 0,00 | 1,50 | Ceduo semplice | Non classificabili |
| 175 | 26 | 8 | 1994 | Ca' Sartino | 0,00 | 2,00 | 2,00 | Superficie non boscata | Non classificabili |
| 99 | 25 | 1 | 1995 | Monte Cavallo | 0,50 | 1,00 | 1,50 | Macchia Mediterranea e incolto | Non classificabili |
| | 7 | 2 | 1995 | Cà Mazzasette - Le Fornaci | 0,00 | 1,50 | 1,50 | Superficie non boscata | |
| 185 | 7 | 2 | 1995 | Monte Cavallo | 1,50 | 0,00 | 1,50 | Ceduo fortemente degradato | Non classificabili |
| | 4 | 8 | 1995 | Pallino | 0,00 | 0,30 | 0,30 | Superficie non boscata | |
| | 15 | 8 | 1995 | Monte Nuovo | 0,10 | 0,00 | 0,10 | Ceduo semplice | |
| | 15 | 8 | 1995 | Cà Sartino Pieve di Cagna | 0,00 | 5,00 | 5,00 | Superficie non boscata | |
| | 28 | 10 | 1995 | Cà Rossello | 0,00 | 0,35 | 0,35 | Superficie non boscata | |
| 133 | 19 | 10 | 1997 | Monte di Cal Palmiere | 0,80 | 0,00 | 0,80 | Ceduo composto | Non classificabili |
| 163 | 20 | 3 | 1998 | Ca' Urbinello | 1,00 | 0,00 | 1,00 | Fustaia di latifoglie | Non classificabili |
| 186 | 17 | 7 | 1998 | Madonna Rossa Monti della Cesana | 1,50 | 0,00 | 1,50 | Fustaia di resinose | Non classificabili |
| 232 | 19 | 7 | 1998 | Madonna Rossa | 4,00 | 0,00 | 4,00 | Fustaia di resinose | Non classificabili |
| 187 | 20 | 7 | 1998 | Madonna Rossa | 1,50 | 0,00 | 1,50 | Fustaia di resinose | Non classificabili |
| 188 | 21 | 7 | 1998 | Madonna Rossa | 1,50 | 0,00 | 1,50 | Fustaia di resinose | Non classificabili |
| 165 | 10 | 8 | 1998 | S. Donato | 1,00 | 0,50 | 1,50 | Ceduo semplice e incolto | Non classificabili |
| | 9 | 12 | 1998 | Paganico | 3,00 | 0,00 | 3,00 | Ceduo semplice | |
| | 13 | 4 | 1999 | Campocavallo | 0,30 | 0,00 | 0,30 | Ceduo semplice | |
| | 24 | 8 | 1999 | Colla Romana | 2,00 | 0,00 | 2,00 | Fustaia di resinose | |
| | 30 | 8 | 2000 | Monte San Leo | 2,50 | 0,00 | 2,50 | Fustaie miste | |
| | 19 | 7 | 2001 | Cavallino | 0,15 | 0,00 | 0,15 | Fustaie miste, ceduo semplice | |
| | 6 | 3 | 2002 | Monte San Leo | 1,30 | 0,00 | 1,30 | Ceduo fortemente degradato | |
| | 2 | 5 | 2003 | Colla Romana | 0,01 | 0,00 | 0,01 | Fustaia di resinose | |
| | 30 | 6 | 2003 | Crocicchia | 0,80 | 0,00 | 0,80 | Ceduo fortemente degradato | |
| | 2 | 7 | 2003 | Cà Biancone | 0,30 | 0,00 | 0,30 | Fustaia di resinose | |
| | 14 | 8 | 2003 | Parco di Rimembranza | 0,02 | 0,00 | 0,02 | Fustaia di resinose | |
| | 15 | 2 | 2004 | Villa Cà Marcuccio | 1,29 | 0,00 | 1,29 | Ceduo fortemente degradato | |
| 300 | 18 | 6 | 2007 | Mercatale | 0,64 | 0,00 | 0,64 | Ceduo semplice e fortemente degradato | Non classificabili |
| 301 | 14 | 7 | 2007 | Cesane - Cà Miglione | 5,55 | 0,00 | 5,55 | Fustaia di resinose e ceduo fortemente degradato | Non classificabili |
| 302 | 25 | 7 | 2007 | Capoluogo - Via della Stazione | 5,23 | 0,00 | 5,23 | Fustaia di resinose | Non classificabili |
| 303 | 28 | 7 | 2007 | Casalini | 3,67 | 0,00 | 3,67 | Ceduo semplice | Non classificabili |
| | 12 | 6 | 2009 | Miniera Santa Barbara in Capitelli | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Superficie non boscata | |
| | 16 | 6 | 2009 | ss 73 bis km. 74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Superficie non boscata | |
| 304 | 27 | 8 | 2009 | Cesane - Località Colla Romana | 0,08 | 0,00 | 0,08 | Fustaia di resinose | Non classificabili |
| 305 | 4 | 9 | 2011 | Schieti | 2,50 | 0,30 | 2,80 | Soprasuoli altezza inferiore 3.5m prevalenza latifoglie | Non classificabili |
| | 20 | 1 | 2012 | Vezzano | 0,23 | 0,00 | 0,23 | Soprasuoli altezza inferiore 3.5m prevalenza latifoglie | |
| | 15 | 3 | 2012 | Colla Romana | 0,09 | 0,00 | 0,09 | Bosco ceduo di carpino | |
| | 22 | 7 | 2012 | Colla Romana | 0,02 | 0,00 | 0,02 | Pino nero | |
| | 18 | 5 | 2017 | Valubio - S.P. n. 9 Feltresca, 103 | 1,50 | 0,00 | 1,50 | Macchia mediterranea | |
| 306 | 7 | 7 | 2017 | Villa la Croce - Cesane - Brombolona | 264,00 | 0,00 | 264,00 | Boschi conifere pure o miste | Non classificabili |
| TOTALE (159 eventi) | | | | | 388,63 | 73,85 | 782,76 | | |



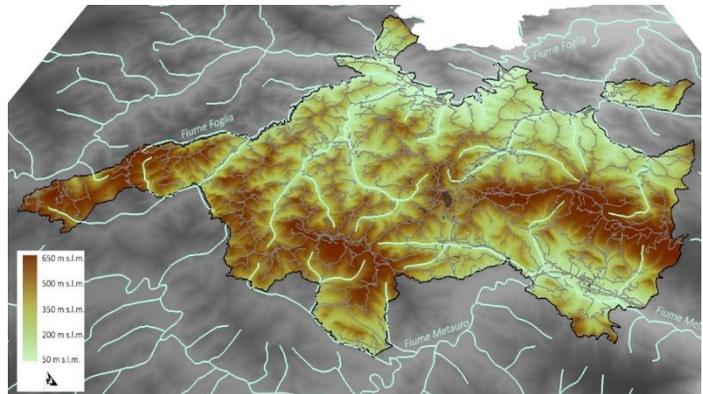


3.3 Settore Infrastrutture - Dissesto idrogeologico

Premessa

L'analisi della vulnerabilità delle infrastrutture del Comune di Urbino in relazione all'aumento dei fenomeni di dissesto idrogeologico, si è basata prevalentemente sulle analisi del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Marche³⁴.

Il PAI, che riporta le zonizzazioni delle aree a rischio frana ed a rischio esondazione, descrive il rischio legato ai dissesti idrogeologici in funzione del manifestarsi di eventi climatici meteorici estremi (concentrazione delle precipitazioni in archi di tempo



sempre più limitati, alternanza di lunghi periodi siccitosi e di eventi meteorici intensi, etc.). Questi fenomeni risultano sempre più problematici, anche in virtù della progressiva cementificazione dei territori dei bacini idrografici (rischio esondazioni) e dell'abbandono delle attività agricole nelle aree di versante (rischio frane).

È stata poi valutata l'interferenza tra il sistema infrastrutturale ed antropico (purtroppo a causa della mancanza di disponibilità di dati spaziali non sono state valutate le interferenze con le reti tecnologiche e dei servizi) con le aree soggette a rischio frane e a rischio esondazioni, al fine di identificare in modo più diretto gli elementi strategici del territorio che potrebbero necessitare di particolari soluzioni di adattamento ai cambiamenti climatici.

Per quanto riguarda i dissesti idrogeologici legati alle esondazioni nel bacino idrografico del fiume Foglia, si segnala la recente sottoscrizione del *Contratto di Fiume del Foglia* da parte di tutti i Comuni del bacino idrografico, tra cui il Comune di Urbino³⁵: uno strumento volontario di programmazione strategica e negoziata che persegue la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale. Nel *Contratto di Fiume del Foglia*, tra le finalità generali da perseguire un ruolo importante è rivestito dalla *tutela del suolo e protezione dal rischio idraulico*. Pertanto, nella definizione delle strategie e delle politiche di adattamento in tema di esondazioni, sarà necessario considerare un'integrazione sinergica tra Piano di Adattamento e Contratto di Fiume.

Gli indicatori utilizzati nella valutazione di vulnerabilità sono:

| VULNERABILITÀ | | |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Indicatori di esposizione | Indicatori di sensitività | Indicatori di capacità adattiva |
| % aree a rischio idrogeologico | Popolazione | Manutenzione del territorio |
| | Edifici industriali/artigianali | |
| | Infrastrutture viarie principali | |
| | Infrastrutture viarie secondarie | |
| | Edifici sensibili e strategici | |

³⁴ Approvato con D.C.R. n.116 del 21/01/2004 e aggiornato nel 2016.

³⁵ Capofila: Comune di Vallefoglia e Regione Marche. Comuni: Pesaro, Montelabbate, Tavulia, Petriano, Urbino, Montecalvo in Foglia, Auditore, Sassocorvaro, Peglio, Piandimeleto, Lunano, Macerata Feltria, Pietrarubbia, Frontino, Belforte all'Isauro, Carpegna. Altri soggetti: Consorzio di Bonifica delle Marche, Unione Montana Montefeltro, GAL Montefeltro, AdiB Fiume Tevere, Confederazione Italiana Agricoltori (CIA), A.A.T.O.n.1 Marche nord, Coldiretti, Confagricoltura, Confindustria, Confartigianato, CNA, Confcommercio, Confesercenti, Ente Parco Sasso Simone e Simoncello, Ente Parco San Bartolo, Università degli Studi di Urbino, Ordine Ingegneri Pesaro-Urbino, Ordine Regionale Dottori Agronomi e Forestali delle Marche, Legambiente, Collegio dei Periti Agrari di Pesaro Urbino Ancona e Macerata, WWF Italia Sezione Marche, SIGEA Marche, Comitato del Foglia, UnionFiume, FAI Pesaro Urbino.





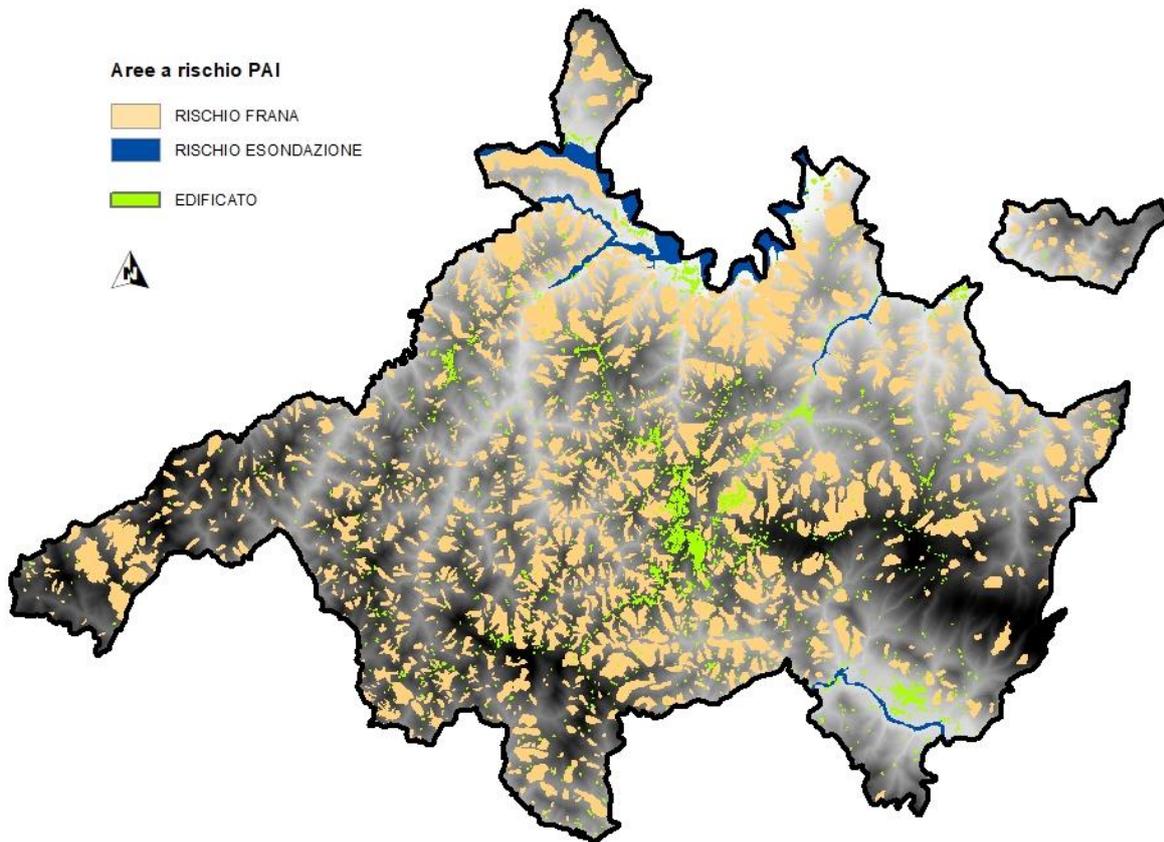
Analisi di Vulnerabilità del settore infrastrutture al dissesto idrogeologico

Indicatore di esposizione - Percentuale di aree a rischio idrogeologico

Il principale fattore di esposizione è rappresentato dalle aree soggette a rischio di fenomeni franosi o di esondazioni.

Tali aree, estrapolate dalle perimetrazioni definite nel Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche (approvato con D.C.R. n.116 del 21/01/2004 ed aggiornato nel 2016), evidenziano per il Comune di Urbino la *presenza diffusa di aree a rischio frana lungo tutti i versanti*, e la presenza di due aree a rischio esondazione in corrispondenza dei due corsi d'acqua principali che attraversano il territorio comunale (il fiume Foglia a nord, con un'area di esondazione ben marcata, e il fiume Metauro a sud, con un'area meno marcata) (si veda la successiva elaborazione cartografica).

82



Aree a rischio PAI del Comune di Urbino (fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

Come si evince dalla successiva tabella, circa il 25% dell'intero territorio del Comune di Urbino è soggetto a rischio frana ed appena il 2% è soggetto a rischio esondazioni. Le aree franose in particolare modo si presentano in maniera piuttosto numerosa, estesa e diffusa sul territorio, costituendo pertanto un elemento di vulnerabilità territoriale particolarmente significativo.

| Superficie | Estensione [km ²] | % |
|----------------------------|-------------------------------|--------|
| Aree non a rischio | 163,10 | 73,93% |
| Aree a rischio esondazione | 4,08 | 1,85% |
| Aree a rischio frana | 53,44 | 24,22% |
| Totale comunale | 220,62 | 100% |

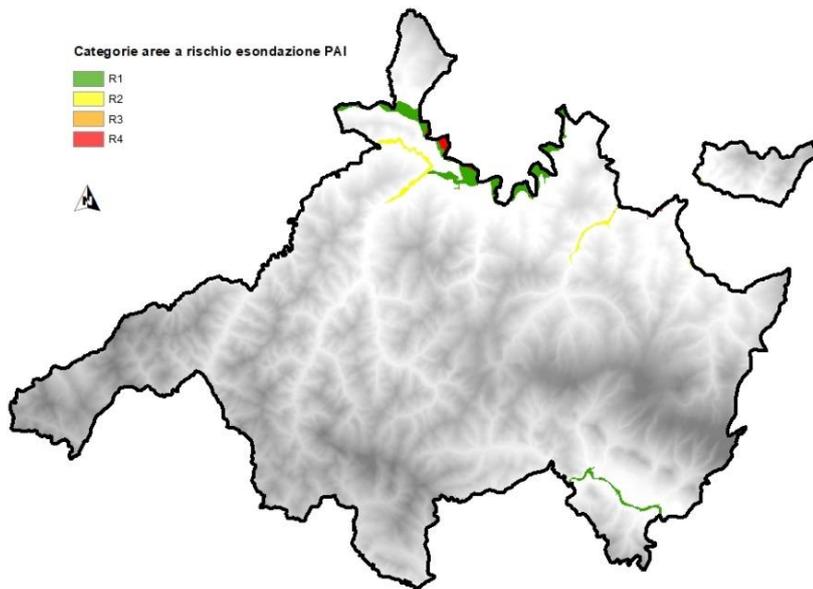




Aree esondabili

Le aree soggette a rischio esondazioni vengono distinte dal PAI in quattro categorie di rischio e in quattro categorie di pericolosità. Per quanto riguarda la pericolosità, il PAI associa a tutte le aree perimetrare un unico livello di pericolosità molto elevata.

Per quanto riguarda il livello di rischio delle aree soggette a rischio esondazione, risulta per il Comune di Urbino una prevalenza di aree a rischio basso (72%), a la presenza di tre tratti fluviali del bacino del Foglia con un livello di rischio esondazione moderato. Solamente un piccolo tratto del bacino del fiume Foglia presenta un grado di rischio molto elevato.



| Rischio aree esondabili | Estensione [km ²] | % |
|-------------------------|-------------------------------|-------|
| Basso R1 | 2,93 | 71,99 |
| Medio R2 | 0,86 | 21,13 |
| Elevato R3 | 0,00 | 0,00 |
| Molto elevato R4 | 0,28 | 6,88 |

Categorie di rischio delle aree esondabili del Comune di Urbino
(fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

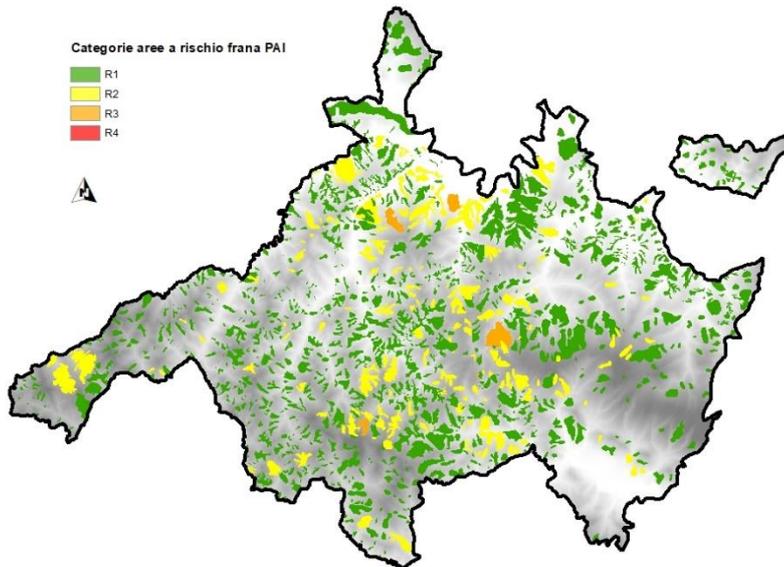




Aree in frana

Le aree soggette a rischio frana vengono distinte dal PAI in quattro categorie di rischio e in quattro categorie di pericolosità.

Per quanto riguarda il livello di rischio delle aree soggette a rischio frana, risulta per il Comune di Urbino l'assenza di aree a rischio molto elevato e una prevalenza di aree a rischio basso, con una presenza comunque importante di aree a rischio medio.



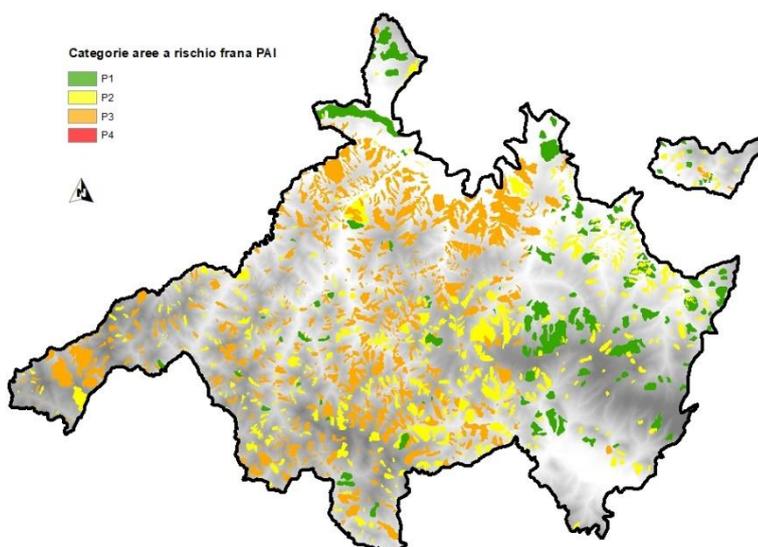
Categorie aree a rischio frana PAI

- R1
- R2
- R3
- R4

| Rischio aree in frana | Estensione [km ²] | % |
|-----------------------|-------------------------------|-------|
| Basso R1 | 39,39 | 73,71 |
| Medio R2 | 12,86 | 24,07 |
| Elevato R3 | 1,19 | 2,23 |
| Molto elevato R4 | 0,00 | 0,00 |

Categorie di rischio delle aree in frana del Comune di Urbino
(fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

Per quanto riguarda invece il livello di pericolosità delle aree soggette a rischio frana, risultano assenti le aree a pericolosità molto elevata, con una netta prevalenza di aree a pericolosità elevata e moderata.



Categorie aree a rischio frana PAI

- P1
- P2
- P3
- P4

| Pericolosità aree in frana | Estensione [km ²] | % |
|----------------------------|-------------------------------|-------|
| Bassa P1 | 10,49 | 19,63 |
| Media P2 | 15,63 | 29,25 |
| Elevata P3 | 27,32 | 51,12 |
| Molto elevata P4 | 0,00 | 0,00 |

Categorie di pericolosità delle aree in frana del Comune di Urbino
(fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)





L'indicatore *Percentuale di aree a rischio idrogeologico* è stato dunque calcolato normalizzando ed aggregando i dati di pericolosità sia per il rischio di esondazione che per il rischio frana, ottenendo un valore medio di esposizione pari a 1,63. Sulla base delle soglie di sensitività definite nella tabella seguente, risulta pertanto per il Comune di Urbino un **grado di esposizione basso** alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

Al fine di non interpretare in maniera errata i risultati, è necessario precisare che gli indicatori analizzati mostrano gradi di esposizione bassi poiché sono stati calcolati in rapporto all'intera superficie comunale, ottenendo dunque bassi valori percentuali delle aree soggette a dissesto idrogeologico.

I risultati dell'analisi evidenziano infatti che poco più del 25% del territorio comunale è soggetto a pericolosità idrogeologiche, metà delle quali risultano a pericolosità elevata.

| Aree a rischio | Estensione [km ²] | % | Classe di Esposizione | Grado di Esposizione |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| Pericolosità Nulla | 163,10 | 73,93 | Lieve | 1 |
| Pericolosità Bassa P1 | 10,49 | 4,75 | Bassa | 2 |
| Pericolosità Media P2 | 15,63 | 7,08 | Moderata | 3 |
| Pericolosità Elevata P3 | 27,32 | 12,38 | Alta | 4 |
| Pericolosità Molto elevata P4 | 4,07 | 1,84 | Elevata | 5 |
| Totale comunale | 220,62 | 100,00 | Bassa | 1,63 |





Indicatori di sensitività

La sensitività determina il grado per cui un sistema è affetto in maniera avversa o benefica da una determinata esposizione ai cambiamenti climatici. Essa è funzione degli attributi naturali e/o fisici del sistema, includendo ad esempio la topografia, la capacità dei vari tipi di terreno di resistere all'erosione, il tipo di copertura del suolo. Inoltre, la sensitività si riferisce anche alle attività umane che producono effetti fisici sul territorio, come le tecniche di lavorazione del terreno, la gestione delle risorse idriche, l'esaurimento delle risorse e la pressione demografica (GIZ, 2014).

La presenza di aree soggette a rischio frane e a rischio esondazioni può costituire un serio problema per alcune infrastrutture lineari/puntuali, per gli immobili e la popolazione.

La sensitività alle variazioni climatiche del dissesto idrogeologico del Comune di Urbino è stata pertanto valutata nelle interazioni tra le aree soggette a rischio idrogeologico e gli elementi a rischio, al fine di identificare in modo più diretto gli elementi strategici del territorio che potrebbero necessitare di particolari soluzioni di adattamento ai cambiamenti climatici.

Purtroppo, a causa della mancanza di disponibilità di dati spaziali, non sono state valutate le interferenze con le reti tecnologiche e dei servizi (acquedotto, metanodotto, rete elettrica).

Di seguito si elencano gli indicatori utilizzati per la presente analisi di sensitività:

| | Indicatori di sensitività |
|------------|----------------------------------|
| SE1 | Popolazione |
| SE2 | Edifici industriali/artigianali |
| SE3 | Infrastrutture viarie principali |
| SE4 | Infrastrutture viarie secondarie |
| SE5 | Edifici sensibili e strategici |

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di sensitività.



Indicatore di sensitività SE1 - Popolazione

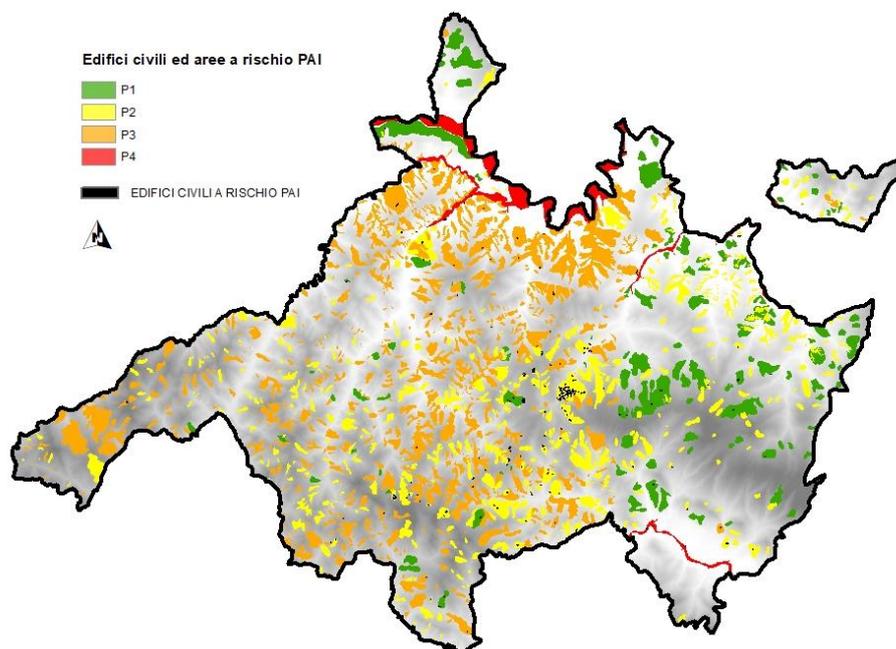
L'analisi della popolazione residente in aree a rischio idrogeologico è stata effettuata a partire dal numero teorico di abitanti per ogni edificio ad uso di civile abitazione, calcolato distribuendo spazialmente sulle superfici piane degli edifici i dati censuari della popolazione.

Come si evince dalla tabella successiva, l'analisi evidenzia una percentuale di circa il 7,5% di abitanti in aree a rischio idrogeologico, con la prevalenza di abitanti soggetti a pericolosità media (837 abitanti).

L'indicatore è stato calcolato effettuando una media ponderata del numero di abitanti in zone a rischio con diverso grado di pericolosità sul totale degli abitanti, ottenendo un valore medio di sensitività pari a 1,15. Sulla base delle soglie di sensitività definite nella tabella seguente, risulta pertanto per il Comune di Urbino un **grado di sensitività basso** della popolazione alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

87

| Pericolosità aree in frana | Numero abitanti | % | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|----------------------------|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| Nulla | 14.318 | 92,37 | Lieve | 1 |
| Bassa P1 | 198 | 1,28 | Bassa | 2 |
| Media P2 | 837 | 5,40 | Moderata | 3 |
| Elevata P3 | 112 | 0,72 | Alta | 4 |
| Molto elevata P4 | 36 | 0,23 | Elevata | 5 |
| Totale comunale | 15.501 | 100,00 | Bassa | 1,15 |



Aree franose ed esondabili (pericolosità) ed edifici civili del Comune di Urbino
(fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)



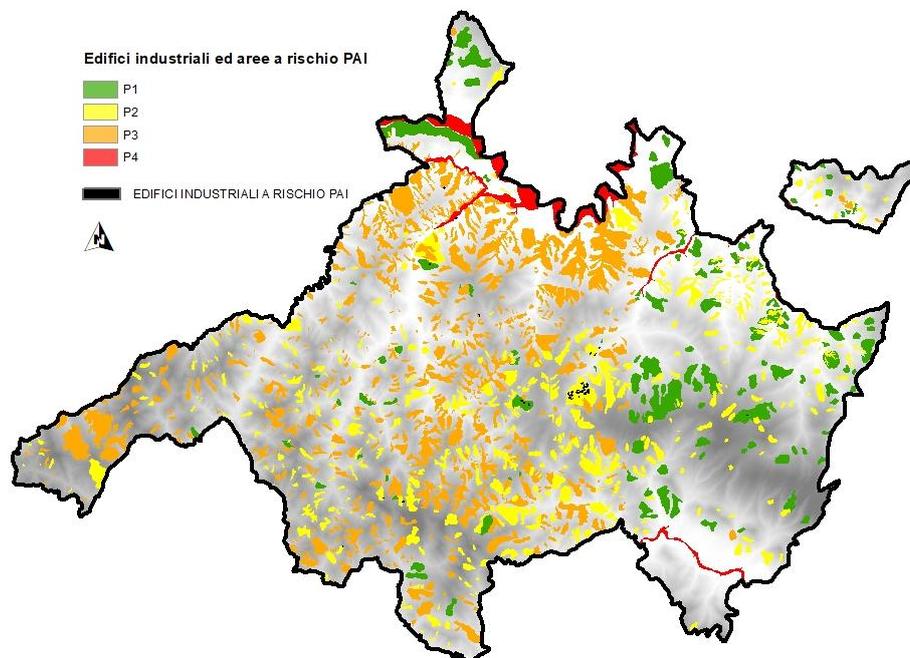
Indicatore di sensitività SE2 - Edifici industriali/artigianali

L'analisi dell'incidenza del rischio idrogeologico sul tessuto industriale/artigianale del territorio comunale di Urbino è stata calcolata valutando le quantità di edifici con destinazione industriale, produttivo e artigianale interferenti con le aree a rischio idrogeologico perimetrate dal PAI.

L'analisi evidenzia circa un 20% di edifici industriali soggetti a pericolosità idrogeologiche, con una lieve percentuale di edifici localizzati in aree a rischio frana con pericolosità media (13%), ed una minima percentuale di edifici localizzati in aree a rischio esondazione (5,84%).

L'indicatore è stato calcolato effettuando una media ponderata della superficie di edifici industriali in zone a rischio con diverso grado di pericolosità, ottenendo un valore medio di sensitività pari a 1,54. Sulla base delle soglie di sensitività definite nella tabella seguente, risulta pertanto per il Comune di Urbino un **grado di sensitività basso** del tessuto urbano industriale alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

| Pericolosità aree in frana | Superfici edifici industriali (mq) | % | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|----------------------------|------------------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| Nulla | 189787,45 | 78,42 | Lieve | 1 |
| Bassa P1 | 4257,26 | 1,76 | Bassa | 2 |
| Media P2 | 31431,08 | 12,99 | Moderata | 3 |
| Elevata P3 | 2409,36 | 1,00 | Alta | 4 |
| Molto elevata P4 | 14136,40 | 5,84 | Elevata | 5 |
| Totale comunale | 242021,55 | 100,00 | Bassa | 1,54 |



Aree franose ed esondabili (pericolosità) ed edificato artigianale/industriale del Comune di Urbino
(fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

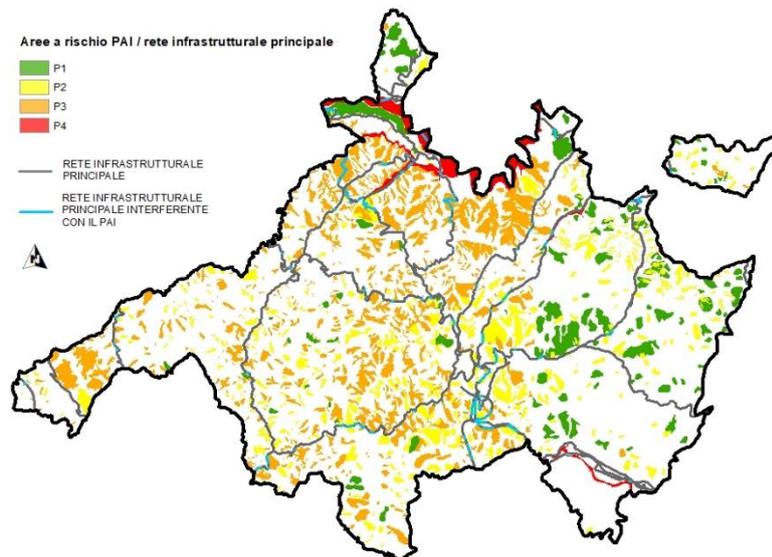


Indicatore di sensitività SE3 - Infrastrutture viarie principali

Per analizzare l'incidenza del rischio idrogeologico sul sistema infrastrutturale viario principale del Comune di Urbino, sono state calcolate le percentuali di interferenza tra le pericolosità del PAI e le reti infrastrutturali principali, ovvero classificate come *Ferrovia (FS)*, *Strade Statali (SS)*, *Strade Provinciali (SP)*, *Strada di connessione strade statali -strade provinciali*, *strade provinciali -strade provinciali (SCP)* e *Strade di collegamento località ISTAT 2001 (SC)*³⁶.

Come si evince dalla tabella successiva, dai risultati dell'analisi si ottiene che su un totale di circa 160 km di infrastrutture viarie principali, circa 13 km risultano soggette a rischio idrogeologico, con livelli di pericolosità prevalentemente media ed elevata. L'indicatore è stato calcolato effettuando una media ponderata dell'estensione delle strade principali del Comune di Urbino in aree a rischio con diverso grado di pericolosità sul totale della rete stradale principale, ottenendo un valore medio di sensitività pari a 1,20. Sulla base delle soglie di sensitività definite nella tabella seguente, risulta pertanto per il Comune di Urbino un **grado di sensitività basso** delle infrastrutture stradali principali alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

| Pericolosità aree a rischio | Lunghezza strade principali (km) | % | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| Nulla | 146,68 | 91,33 | Lieve | 1 |
| Bassa P1 | 0,90 | 0,56 | Bassa | 2 |
| Media P2 | 7,10 | 4,42 | Moderata | 3 |
| Elevata P3 | 5,94 | 3,69 | Alta | 4 |
| Molto elevata P4 | 0,00 | 0,00 | Elevata | 5 |
| Totale comunale | 160,62 | 100,00 | Bassa | 1,20 |



Aree franose ed esondabili (pericolosità) ed infrastrutture viarie principali (fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

³⁶ Fonte dati: classificazione amministrativa del grafo di viabilità della Regione Marche.





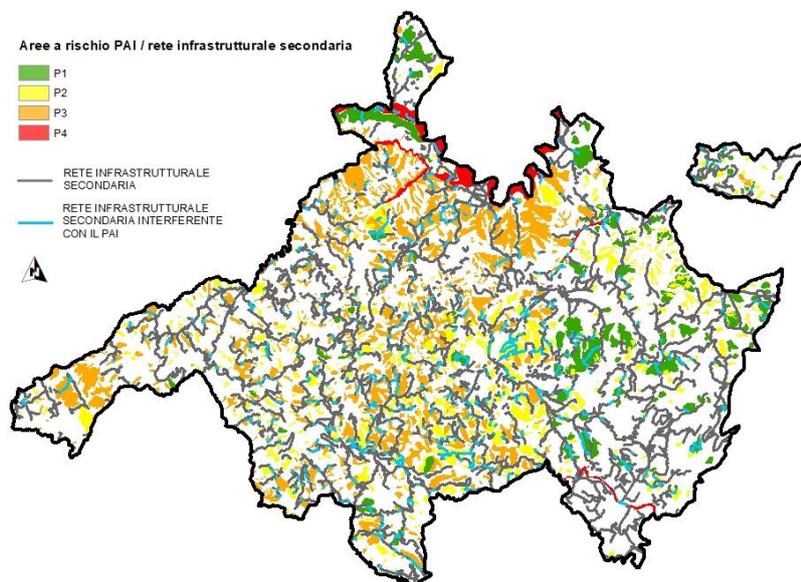
Indicatore di sensitività SE4 - Infrastrutture viarie secondarie

Per analizzare l'incidenza del rischio idrogeologico sul sistema infrastrutturale viario secondario del Comune di Urbino, sono state calcolate le percentuali di interferenza tra le pericolosità del PAI e le reti infrastrutturali classificate come, *Strada di connessione al grafo (SCG)*, *Strada di connessione agli edifici sparsi, alle vette montuose (SCV)* e *Tratto di strada fittizio quale interruzione loop (SF)*³⁷.

Come si evince dalla tabella successiva, dai risultati dell'analisi si ottiene che su un totale di circa 670 km di infrastrutture viarie secondarie, poco più del 10% risultano soggette a rischio idrogeologico, per un totale di circa 75 km. L'indicatore è stato calcolato effettuando una media ponderata dell'estensione delle strade secondarie del Comune di Urbino in aree a rischio con diverso grado di pericolosità sul totale della rete stradale secondaria, ottenendo un valore medio di sensitività pari a 1,27. Sulla base delle soglie di sensitività definite nella tabella seguente, risulta pertanto per il Comune di Urbino un **grado di sensitività basso** delle infrastrutture stradali secondarie alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

90

| Pericolosità aree a rischio | Lunghezza strade secondarie (km) | % | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| Nulla | 592,98 | 88,54 | Lieve | 1 |
| Bassa P1 | 14,25 | 2,13 | Bassa | 2 |
| Media P2 | 27,50 | 4,11 | Moderata | 3 |
| Elevata P3 | 26,85 | 4,01 | Alta | 4 |
| Molto elevata P4 | 8,18 | 1,22 | Elevata | 5 |
| Totale comunale | 669,75 | 100,00 | Bassa | 1,27 |



Aree franose ed esondabili (pericolosità) ed infrastrutture viarie secondarie
(fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

³⁷ Fonte dati: classificazione amministrativa del grafo di viabilità della Regione Marche.



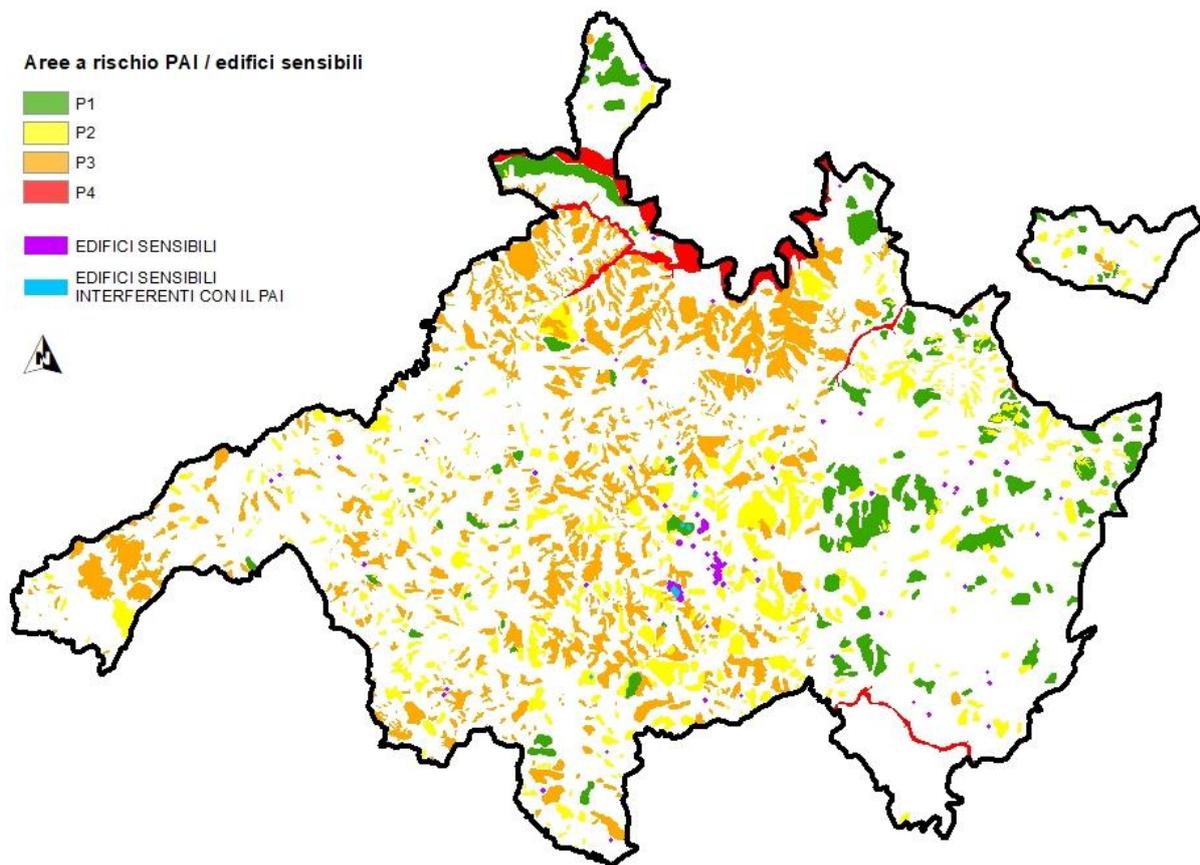


Indicatore di sensitività SE5 - Edifici sensibili e strategici

Per analizzare l'incidenza del rischio idrogeologico sul sistema degli edifici sensibili e strategici (scuole, municipio, locali comunali, sede C.O.C., chiese ed altri edifici pubblici) del Comune di Urbino, sono state valutate le interferenze degli stessi con le pericolosità perimetrate dal PAI.

Dall'analisi non risultano particolari criticità, se non per quanto riguarda il Collegio dei Cappuccini (frana P3), i Vigili del Fuoco ed i Carabinieri (frane P2), e la piscina in Via Pablo Neruda di proprietà dell'ERSU (P1).

Vista la difficoltà nel definire le soglie di sensitività per tale indicatore, e considerato il carattere puramente indicativo del valore di sensitività, è stato deciso di assegnare per il Comune di Urbino un **grado di sensitività basso** degli edifici strategici alla problematica del *dissesto idrogeologico*.



Aree franose ed esondabili(pericolosità) ed edifici sensibili e strategici del Comune di Urbino (fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)





Indicatore sintetico di sensitività - SE

L'indicatore sintetico di sensitività del territorio comunale è stato calcolato come media ponderata dei cinque indicatori precedentemente calcolati, ai quali è stato assegnato lo stesso peso:

$$SE = \frac{(SE_1 * w_1 + SE_2 * w_2 + SE_3 * w_3 + SE_4 * w_4 + SE_5 * w_5)}{\sum_1^5 w}$$

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di sensitività calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di sensitività bassa del sistema antropico ed infrastrutturale alla problematica del dissesto idrogeologico**.

Al fine di non interpretare in maniera errata i risultati, è necessario precisare che gli indicatori analizzati mostrano gradi di sensitività bassi poiché sono stati calcolati in rapporto all'intera superficie comunale, ottenendo dunque bassi valori percentuali degli elementi interferenti con le pericolosità idrogeologiche.

I risultati dell'analisi evidenziano infatti consistenti interferenze tra le pericolosità idrogeologiche e gli elementi del sistema urbano: circa 1.000 abitanti, 13 km di strade principali, 75 km di strade secondarie e 6.000 mq di edifici industriali e produttivi-artigianali.

| Indicatori di sensitività | Peso indicatore (w) | Valore grado di sensitività [scala 1-5] | Valore normalizzato [scala 0-1] | Classe di sensitività |
|---|---------------------|---|---------------------------------|-----------------------|
| SE1 - Popolazione | 0,2 | 1,15 | 0,23 | Bassa |
| SE2 - Edifici industriali/artigianali | 0,2 | 1,54 | 0,30 | Bassa |
| SE3 - Infrastrutture viarie principali | 0,2 | 1,20 | 0,24 | Bassa |
| SE4 - Infrastrutture viarie secondarie | 0,2 | 1,27 | 0,25 | Bassa |
| SE5 - Edifici sensibili e strategici | 0,2 | 1,00 | 0,20 | Bassa |
| SE - Indicatore sintetico di sensitività | 1,0 | 1,23 | 0,24 | Bassa |



Indicatore di capacità adattiva - Manutenzione del territorio

La determinazione del valore di capacità adattiva dell'intero territorio comunale alle problematiche legate al dissesto idrogeologico non risulta semplice, vista la complessità della materia ed il carattere imprevedibile dei vari fattori che incidono nel verificarsi dei fenomeni di dissesto idrogeologico dei versanti collinari.

Tuttavia, lo stato di manutenzione e di lavorazione dei terreni agricoli è indubbiamente un fattore che incide nel verificarsi di tali eventi. Assumendo che l'azione quotidiana di lavorazione dei campi da parte dell'uomo, se svolta in maniera etica, sostenibile e conforme ai regolamenti locali, può rappresentare un elemento di manutenzione, di mitigazione e quindi di adattamento ai fenomeni idrogeologici in atto, è possibile quantificare l'indicatore analizzando i dati di superficie comunale utilizzata a fini agricoli.

Come si evince dalla tabella seguente, i dati di uso del suolo derivati dalla cartografia ufficiale della Regione Marche (aggiornamento al 2007), mostrano per il Comune di Urbino un'elevata percentuale di territorio adibito a *seminativi* (circa 45%) ed una lievissima percentuale di territorio adibito a *colture permanenti* (circa 1%), per un totale di territorio utilizzato a fini agricoli pari a circa il 46% dell'intero territorio comunale.

| Categoria di Uso del Suolo | Superficie [kmq] | % |
|--|------------------|---------------|
| Zone urbanizzate residenziali | 4,78 | 2,11 |
| Zone industriali, commerciali e infrastrutturali | 1,88 | 0,83 |
| Zone estrattive, cantieri e discariche | 0,54 | 0,24 |
| Zone verdi artificiali non agricole | 1,28 | 0,57 |
| Seminativi | 101,84 | 45,03 |
| Colture permanenti | 2,70 | 1,19 |
| Prati stabili | 5,11 | 2,26 |
| Zone agricole eterogenee | 0,14 | 0,06 |
| Zone boscate | 100,13 | 44,28 |
| Zone con vegetazione arbustiva/erbacea | 6,74 | 2,98 |
| Zone con vegetazione rada o assente | 0,82 | 0,36 |
| Acque continentali | 0,18 | 0,08 |
| TOTALE COMUNALE | 226,14 | 100,00 |

L'analisi viene estesa poi all'interazione tra le componenti di uso del suolo con le aree soggette a rischio idrogeologico.

Come riportato nei valori nella tabella successiva, il Comune di Urbino presenta una percentuale di aree a rischio frana sul totale della superficie comunale pari a circa il 25%, delle quali circa il 55% risultano adibite a seminativo. Pertanto una corretta gestione delle pratiche agricole nelle aree coltivate potrebbe certamente rappresentare un'attività mitigatrice nei confronti di una futura ed inevitabile evoluzione dei fenomeni gravitativi.

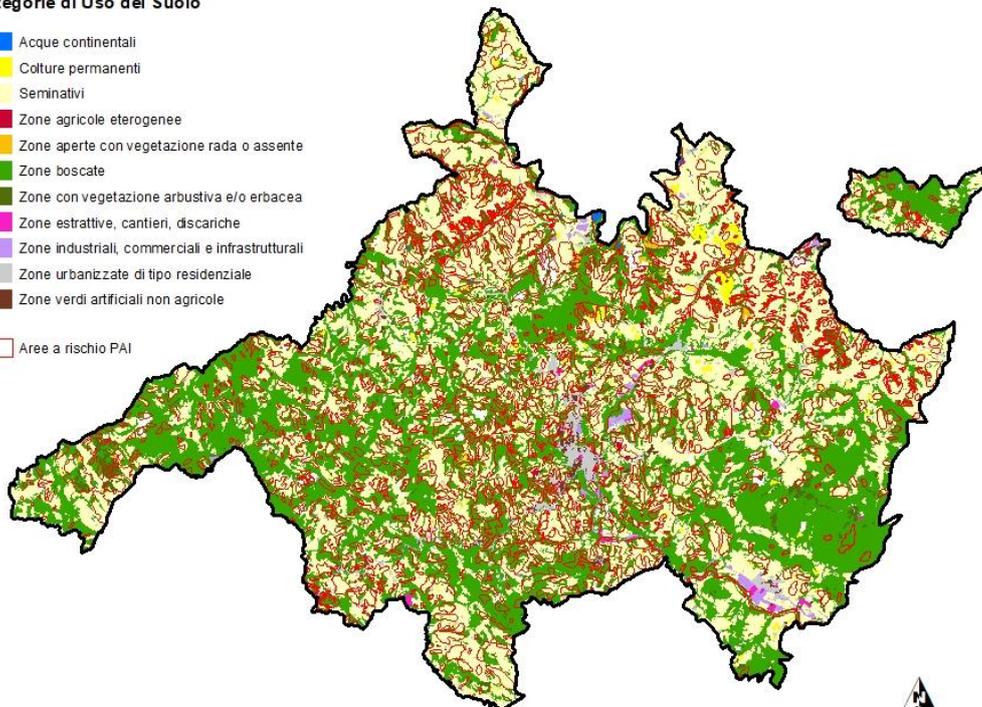




| Categoria di Uso del Suolo nelle aree a rischio frana | Superficie [kmq] | % |
|---|------------------|----------------|
| Zone urbanizzate residenziali | 0,33 | 0,58% |
| Zone industriali, commerciali e infrastrutturali | 0,33 | 0,57% |
| Zone estrattive, cantieri e discariche | 0,12 | 0,20% |
| Zone verdi artificiali non agricole | 0,10 | 0,18% |
| Seminativi | 30,91 | 53,77% |
| Colture permanenti | 0,60 | 1,05% |
| Prati stabili | 1,31 | 2,28% |
| Zone agricole eterogenee | 0,05 | 0,09% |
| Zone boscate | 20,39 | 35,47% |
| Zone con vegetazione arbustiva/erbacea | 2,71 | 4,72% |
| Zone con vegetazione rada o assente | 0,51 | 0,88% |
| Acque continentali | 0,13 | 0,22% |
| TOTALE AREE A RISCHIO | 57,49 | 26,07% |
| TOTALE COMUNALE | 226,14 | 100,00% |

Categorie di Uso del Suolo

- Acque continentali
- Colture permanenti
- Seminativi
- Zone agricole eterogenee
- Zone aperte con vegetazione rada o assente
- Zone boscate
- Zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea
- Zone estrattive, cantieri, discariche
- Zone industriali, commerciali e infrastrutturali
- Zone urbanizzate di tipo residenziale
- Zone verdi artificiali non agricole
- Aree a rischio PAI



Uso del Suolo ed aree a rischio idrogeologico del Comune di Urbino (fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016, Carta di Uso del Suolo della Regione Marche aggiornamento 2007)



Dall'analisi risulta dunque che circa il 46% del territorio del Comune di Urbino è adibito ad usi agricoli, presentando un grado di capacità adattiva potenzialmente alto (in una scala di valori 1-5 pari a 4,0), ed il restante 54% un grado di capacità adattiva potenzialmente basso (in una scala di valori 1-5 pari a 2,0).

Pertanto, sulla base delle soglie di sensibilità definite nella tabella seguente ed a seguito di una media ponderata effettuata sulle estensioni delle aree ad uso agricolo e non, il Comune di Urbino, con un valore medio dell'indicatore di *Manutenzione del territorio* pari a 3,09, presenta un **grado di capacità adattiva alto** alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

| Categorie di Uso del Suolo | Estensione [km ²] | % | Classe di capacità adattiva | Grado di capacità adattiva |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|
| | | | Lieve | 1 |
| Non agricolo | 121,48 | 53,72 | Bassa | 2 |
| | | | Moderata | 3 |
| Seminativi, colture permanenti | 104,66 | 46,28 | Alta | 4 |
| | | | Elevata | 5 |
| Totale comunale | 226,14 | 100,00 | Alta | 3,09 |





Sintesi dell'analisi di vulnerabilità del settore infrastrutture al dissesto idrogeologico

Riassumendo quanto sopra esposto ne risulta che il sistema antropico ed infrastrutturale del Comune di Urbino presenta un **grado di vulnerabilità bassa (1,67)** alla problematica del dissesto idrogeologico.

Al fine di non interpretare in maniera errata i risultati, è necessario precisare che gli indicatori di esposizione e sensibilità analizzati mostrano gradi bassi poiché sono stati calcolati in rapporto all'intera superficie comunale, ottenendo dunque bassi valori percentuali.

I risultati dell'analisi evidenziano infatti consistenti interferenze tra le pericolosità idrogeologiche e gli elementi del sistema urbano (*sensibilità*): circa 1.000 abitanti, 13 km di strade principali, 75 km di strade secondarie e 6.000 mq di edifici industriali e produttivi-artigianali.

La componente dell'esposizione, seppure più del 50% delle aree in frana risultano a pericolosità elevata (P3), presenta un grado di esposizione basso, dal momento che circa il 75% del territorio comunale non risulta soggetto a rischio idrogeologico.

La capacità adattiva infine risulta alta, data la forte connotazione agricola del territorio comunale.

| Componenti della vulnerabilità | Valore [Scala 1-5] | Valore normalizzato [scala 0-1] | Classe di vulnerabilità |
|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Esposizione (ES) | 1,63 | 0,32 | Bassa |
| Sensibilità (SE) | 1,23 | 0,24 | Bassa |
| Capacità adattiva (CA) | 3,09 | 0,61 | Alta |
| VULNERABILITA' | 1,67 | 0,33 | Bassa |

- Indicatore di Esposizione ES = 1,63 (Basso)
- Indicatore di Sensibilità SE = 1,23 (Basso)
- Impatto Potenziale I (ES+SE) = 1,43 (Basso)
- Capacità Adattiva CA = 3,09 (Alta)
- **Vulnerabilità = (1,43 + (5-3,09)) / 2 = 1,67 (Bassa)**





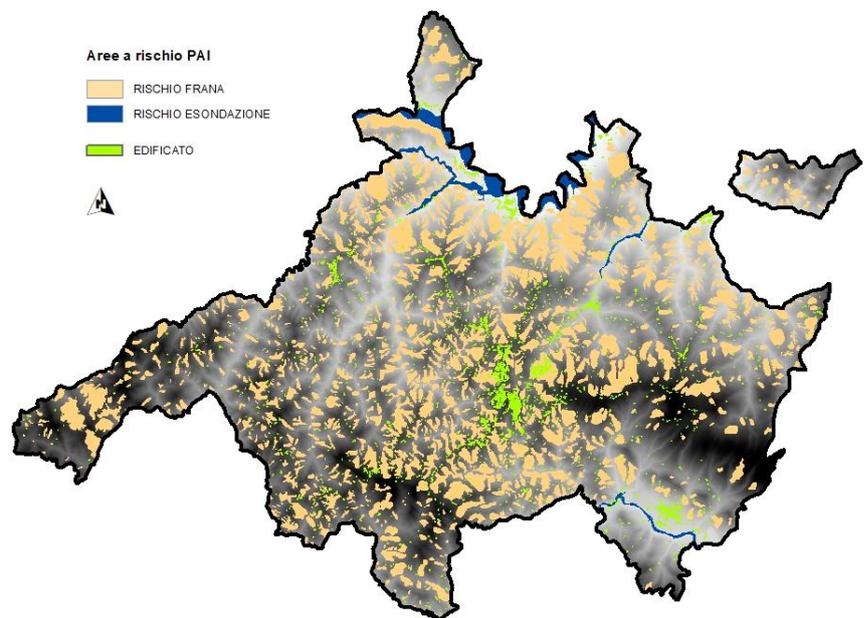
Analisi degli scenari di rischio per il dissesto idrogeologico

L'analisi del rischio idrogeologico passa inevitabilmente attraverso la lettura degli strumenti di Piano già esistenti, che nel caso specifico, come riferito precedentemente, consistono nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Marche.

Il PAI identifica in maniera chiara, attraverso una mappatura puntuale, le aree soggette a rischio idrogeologico sul territorio regionale a scala 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 specifica per determinare i livelli di rischio, che risulterebbe sicuramente ridondante rispetto alle analisi del PAI.

L'analisi del rischio è quindi finalizzata esclusivamente a fornire un indicatore sintetico globale dell'intensità del dissesto idrogeologico per il Comune di Urbino.

Per calcolare l'indicatore sintetico di rischio è stato valutato il valore medio ponderato del rischio nelle aree "esposte", ovvero quelle cartografate dal PAI, sulla base della loro estensione areale. La scala di valutazione utilizzata è quella del PAI, costituita da quattro classi da 1 (rischio basso) a 4 (rischio molto elevato).



Per quanto riguarda il rischio esondazione, dall'analisi risulta una lieve presenza di aree a rischio molto elevato (7%), e l'assenza di aree a rischio elevato. Più del 70% delle aree esondabili risulta a basso rischio, ed il 21% circa risulta a rischio medio.

| Rischio aree esondabili | Estensione (km ²) | % | Grado di rischio |
|-------------------------|-------------------------------|---------------|------------------|
| Basso R1 | 2,94 | 71,94 | 1 |
| Medio R2 | 0,86 | 21,10 | 2 |
| Elevato R3 | 0,00 | 0,00 | 3 |
| Molto elevato R4 | 0,29 | 6,97 | 4 |
| Totale comunale | 4,09 | 100,00 | 1,42 |



Per quanto riguarda il rischio frana, dall'analisi risulta che non sono presenti aree a rischio molto elevato, e si rileva una lieve quantità di aree a rischio elevato (2,24%). Quasi il 75% delle aree in frana risulta a basso rischio, ed il 24% circa risulta a rischio medio.

| Rischio aree in frana | Estensione (km ²) | % | Grado di rischio |
|------------------------|-------------------------------|---------------|------------------|
| Basso R1 | 39,42 | 73,73 | 1 |
| Medio R2 | 12,85 | 24,03 | 2 |
| Elevato R3 | 1,20 | 2,24 | 3 |
| Molto elevato R4 | 0,00 | 0,00 | 4 |
| Totale comunale | 53,46 | 100,00 | 1,29 |

Calcolando la media ponderata tra i due valori, risulta un livello medio di rischio pari a 1,35.

| Rischio | Grado di rischio (scala 1-4) |
|---------------|------------------------------|
| Frana | 1,42 |
| Esondazione | 1,29 |
| Totale | 1,35 |

Per definire le soglie di rischio, la scala di valori in quattro classi del PAI è stata riportata ad una scala a 5 classi, attribuendo ad ogni classe l'intervallo di 0,8.

Pertanto, sulla base delle soglie di rischio definite nella tabella seguente, con un valore medio pari a 1,68, il Comune di Urbino presenta mediamente un **grado di rischio basso** delle aree soggette a rischio idrogeologico.

| Rischio aree in frana | Valore medio ponderato (scala 1-4) | Livello di rischio (scala 1-5) | Grado di rischio |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------|
| Totale comunale | | | 1 |
| | 1,35 | 1,68 | 2 |
| | | | 3 |
| | | | 4 |
| | | | 5 |

Oltre alla valutazione del valore medio ponderato, è bene tenere presente anche l'estensione delle aree a rischio all'interno del territorio comunale. Per fornire una valutazione corretta in una scala da 1 a 5, si è deciso di attribuire il valore più basso qualora le aree a rischio comprendano 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.





Nel Comune di Urbino la somma di tutte le aree a rischio cartografate dal PAI è pari a 57,55 km², circa il 25% della superficie totale. Pertanto, sulla base dei valori indicati nella tabella seguente, risulta un **grado di rischio moderato** di estensione delle aree a rischio sul territorio comunale.

| Superficie esposta | Grado rischio | Valore Urbino |
|--------------------|---------------|---------------|
| <10% sulla ST | 1 | |
| 10-20% sulla ST | 2 | |
| 20-30% sulla ST | 3 | 25% |
| 30-40% sulla ST | 4 | |
| >40% sulla ST | 5 | |

L'incrocio dei due fattori del rischio (livello medio di esposizione al rischio ed estensione delle aree a rischio), rappresentato graficamente nella tabella seguente, evidenzia per il territorio del Comune di Urbino un fattore sintetico globale di **rischio moderato**.

| | | | | | | |
|---|---|--------------|----------|-----------------|----------|----------|
| ESTENSIONE AREE A RISCHIO | 5 | MODERATO | ALTO | ELEVATO | ELEVATO | ELEVATO |
| | 4 | MODERATO | ALTO | ELEVATO | ELEVATO | ELEVATO |
| | 3 | MODERATO | ALTO | ALTO | ALTO | ALTO |
| | 2 | BASSO | MODERATO | MODERATO | MODERATO | MODERATO |
| | 1 | TRASCURABILE | BASSO | BASSO | BASSO | BASSO |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| LIVELLO MEDIO ESPOSIZIONE AL RISCHIO | | | | | | |





3.4 Settore Agricoltura

Il territorio del Comune di Urbino si caratterizza per una tradizione agricola che ancora oggi riveste un ruolo fondamentale nella società ed economia locale, che ha comunque subito le conseguenze negative dei recenti processi di crisi economica e spopolamento delle campagne e dei centri minori. Tuttavia, tra la fine degli anni novanta e i primi anni duemila, le campagne sono tornate a ripopolarsi grazie alla nascita di aziende e cooperative di agricoltura perlopiù di tipo biologico.

I potenziali impatti che potrebbero interferire con il sistema agricolo locale sono generati dalle variazioni dei regimi pluviometrici in conseguenza dei cambiamenti climatici, e sono riconducibili principalmente alle tematiche dell'**erosione dei suoli** (che dipende sia dall'azione diretta d'impatto della pioggia sul terreno, sia dall'azione dello scorrimento dell'acqua sulla superficie del suolo) e della **carezza idrica** ad uso irriguo.

Pertanto, sono state sviluppate due distinte analisi di vulnerabilità e di rischio del sistema agricolo del Comune di Urbino, riferite ai potenziali impatti di:

- *erosione dei suoli agricoli*
- *carezza idrica ad uso irriguo.*



Uso del suolo del Comune di Urbino, base Ortofotocarta satellitare (2016)



3.4.1 Settore Agricoltura - Erosione dei suoli agricoli

Premessa

Il *suolo* rappresenta lo strato superiore della crosta terrestre ed è costituito da componenti minerali, organici, acqua, aria e organismi viventi. Esso costituisce, inoltre, l'interfaccia tra terra, aria ed acqua, e ospita gran parte della biosfera. Dati i lunghi tempi di formazione del suolo, si può ritenere che esso sia una risorsa sostanzialmente non rinnovabile.

L'azione erosiva a carico dei suoli si manifesta in due modi principali: *erosione areale per ruscellamento diffuso* ed *erosione a rivoli e solchi per ruscellamento concentrato*. L'erosione dipende dunque sia dall'azione diretta d'impatto della pioggia sul terreno, sia dall'azione dello scorrimento dell'acqua sulla superficie del suolo, con conseguente asportazione e trasporto di particelle solide, di suolo e di roccia.

Pertanto *l'erosione idrica dei suoli rappresenta la principale minaccia di degrado dei suoli a livello globale*. Tale minaccia è inoltre destinata 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 capacità erosiva delle piogge, con un inevitabile conseguente aumento dell'erosione del suolo.

In Europa 115 milioni di ettari sono soggetti ad erosione idrica dei suoli, mentre 42 milioni di ettari sono soggetti ad erosione eolica. È chiaro che l'erosione dei suoli, sia idrica che eolica, è sovente il risultato di pratiche gestionali inappropriate e in cui è importante intervenire al fine di mitigarne gli impatti³⁸.

Per definire la vulnerabilità del settore agricolo al rischio di erosione dei suoli, è stato applicato il *metodo RUSLE 2015 (Revised Universal Soil Loss Equation)*³⁹, che quantifica l'erosione dei suoli in relazione a diversi fattori, quali la *capacità erosiva della pioggia* (energia cinetica d'impatto), le *caratteristiche idrologiche dei suoli* (capacità di accettazione delle piogge, limiti di run-off), la *morfometria* (zone di scorrimento, zone di deposizione, acclività), la *copertura dello strato pedologico* (tipo di vegetazione presente) ed i *sistemi di gestione agricola e di regimazione delle acque* (pratiche agricole di controllo del fenomeno e sistemazioni idraulico agrarie).

L'equazione di calcolo dell'*indice di erosione dei suoli (E)* è così definita:

$$E \text{ (ton/ha/anno)} = R * K * LS * C * P$$

dove:

E = quantità di suolo asportato dall'erosione idrica

R = erosività delle precipitazioni

K = erodibilità del suolo

LS = lunghezza e pendenza del versante

C = copertura del suolo

P = pratiche di controllo dell'erosione

³⁸ (JRC, EUR 22953 IT – 2007 – Implementazione a livello regionale della proposta di direttiva quadro sui suoli in Europa).

³⁹ 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.





Nel calcolare la vulnerabilità del sistema agricolo all'erosione dei suoli, è dunque possibile considerare il *fattore E come indice di vulnerabilità*, il *fattore R come indice di esposizione*, i *fattori K, LS e C come indici di sensitività* ed il *fattore P come indice di capacità adattiva*. Di seguito sono descritti ed illustrati i valori di ogni indice estrapolati dal dataset dell'*European Soil Data Center (ESDAC)* del *Joint Research Center*⁴⁰, dai quali è stato ottenuto il valore finale di erosione del suolo espresso in ton/ha/anno, e dalla quale sono state derivate le 5 classi di vulnerabilità previste.

Al fine di non alterare il risultato finale già previsto già dalla metodologia RUSLE, non è stata eseguita alcuna normalizzazione dei valori dei suddetti indici.

⁴⁰ 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.





Analisi di Vulnerabilità del settore agricolo all'erosione dei suoli

Indicatore di esposizione - Erosività delle precipitazioni (Fattore R)

Il *fattore R* misura la capacità erosiva delle precipitazioni, in funzione dell'intensità e della tipologia di ruscellamento superficiale. Maggiore è l'intensità e la durata della precipitazione, maggiore è il suo potenziale effetto erosivo.

Il fattore è stato calcolato dall'*European Soil Data Centre* su un modello con griglia di 500 metri, a partire dalle informazioni di precipitazione con risoluzione temporale di 30 minuti rilevate dalla rete europea delle stazioni meteorologiche, ed è stato interpolato attraverso una procedura di regressione gaussiana per generare la mappe dell'erosività^{41,42}.

Analizzando il trend storico di dati, risulta che il territorio comunale di Urbino presenta un *valore medio di erosività delle piogge pari a 1.125,74 (MJ * mm) / (ha * h * yr)* rispetto ad un *valore medio europeo pari a 722 (MJ * mm) / (ha * h * yr)* e una *media regionale pari a 1.249,12 (MJ * mm) / (ha * h * yr)*.

Le stagioni con un valore medio di erosività risultano essere l'estate e la primavera. I mesi di agosto e settembre risultano i maggiormente incisivi. È inoltre interessante notare che la stagione autunnale risulta quella a più bassa erosività, a differenza della media regionale in cui l'autunno si rivela essere la stagione a più alto valore di erosività.

| Mesi | Fattore R (MJ * mm) / (ha * h * yr) | |
|-----------|--|-------------------------|
| | Media Comune Urbino | Media Regione Marche |
| Gennaio | 19,23 | 21,76 |
| Febbraio | 26,83 | 29,25 |
| Marzo | 26,63 | 31,00 |
| Aprile | 50,63 | 52,61 |
| Maggio | 75,06 | 96,04 |
| Giugno | 149,68 | 141,73 |
| Luglio | 137,36 | 145,05 |
| Agosto | 256,73 | 221,77 |
| Settembre | 214,68 | 264,80 |
| Ottobre | 88,67 | 119,13 |
| Novembre | 60,98 | 85,62 |
| Dicembre | 62,52 | 72,11 |

| Stagioni | Fattore R (MJ * mm) / (ha * h * yr) | |
|-----------|--|-------------------------|
| | Media Comune Urbino | Media Regione Marche |
| Inverno | 153,83 | 123,29 |
| Primavera | 361,27 | 179,79 |
| Estate | 546,48 | 509,03 |
| Autunno | 110,85 | 470,02 |
| Annuale | 1.125,74 | 1.249,12 |

Le proiezioni future al 2050, modellizzate sulla base di uno scenario moderato di cambiamenti climatici (*HadGEM RCP 4.5*), mostrano come il valore medio di erosività delle piogge per il Comune di Urbino, a seguito di una riduzione tendenziale delle piogge per l'intera area del Mediterraneo, si riduca a *940,43 (MJ * mm) / (ha * h * yr)*

⁴¹ Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Klik, A., Rouseva, S., Tadic, M.P., Michaelides, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, 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

⁴² Ballabio, C., Borrelli, P., Spinoni, J., Meusburger, K., Michaelides, S., Beguería, S., Klik, A., Petan, S., Janecek, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, A., Dumitrescu, A., Tadić, M.P., Nazzareno, D., Kostalova, J., Rouseva, S., Banasik, K., L., Alewell, C., Panagos, P. 2017. Mapping monthly rainfall erosivity in Europe. *Sci Total Environ.* 579: 1298-1315. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.11.123





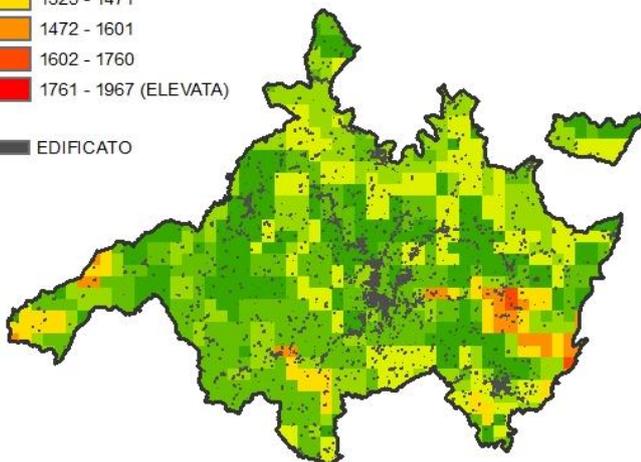
rispetto ad un *valore medio europeo pari a 857 (MJ * mm) / (ha * h * yr)* e una *media regionale pari a 1.019,20 (MJ * mm) / (ha * h * yr)*.

Si riportano di seguito le elaborazioni cartografiche dell'indice di erosività delle precipitazioni (fattore R) del Comune di Urbino, con riferimento sia al valore medio attuale che alla proiezione al 2050, dalle quali *risulta una situazione generale molto favorevole escludendo particolari criticità legate alla capacità erosiva delle precipitazioni in funzione dell'intensità e della tipologia di ruscellamento superficiale.*

Fattore R
(MJ * mm) / (ha * h * yr)

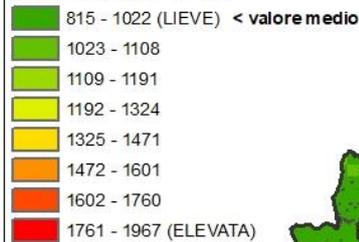


EDIFICATO

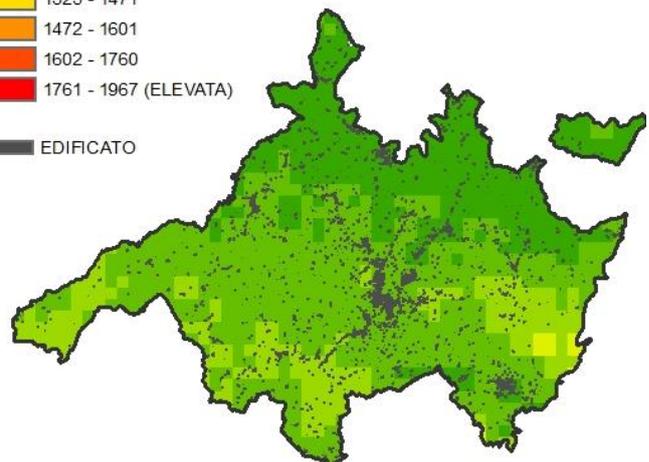


Fattore R - Erosività delle piogge
Mapa basata sul trend storico 1961-2015.
Valore medio: 1.125,74 (MJ * mm) / (ha * h * yr)

Fattore R 2050
(MJ * mm) / (ha * h * yr)



EDIFICATO



Fattore R - Erosività delle piogge
Mapa basata sulla proiezione al 2050.
Valore medio: 940,43 (MJ * mm) / (ha * h * yr)



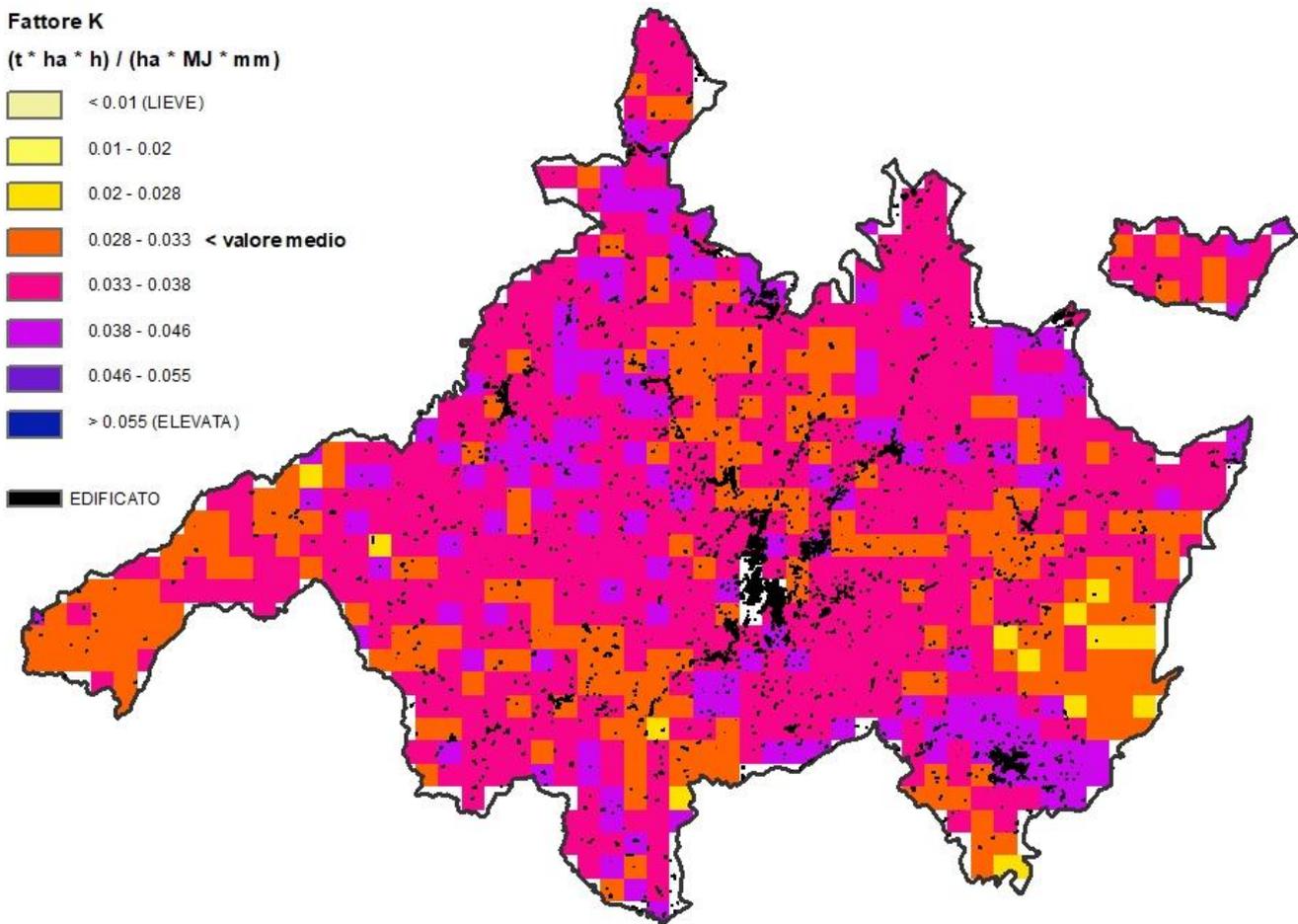


Indicatore di sensitività SE1 - Erodibilità dei suoli (Fattore K)

L'erodibilità dei suoli esprime la suscettibilità del suolo all'erosione ed al trasporto per ruscellamento. Il fattore è fortemente legato alla tessitura del suolo, così come anche ad altri parametri, quali la struttura e la permeabilità del suolo e la presenza di materia organica. L'erodibilità è stata calcolata a partire da una griglia di punti noti con una risoluzione spaziale di 500 metri (attraverso indagini svolte nell'ambito del *progetto LUCAS*⁴³), applicando una regressione bi-cubica per correlare spazialmente le informazioni.

105

Come rappresentato nell'immagine seguente, il Comune di Urbino presenta un *indice di erosione dei suoli moderato in maniera diffusa su tutto il territorio*.



Fattore K - Erodibilità dei suoli
Valore medio: 0,032 (t * ha * h) / (ha * MJ * mm)

⁴³ 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](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.010)





Indicatore di sensitività SE2 - Lunghezza e pendenza del versante (Fattore LS)

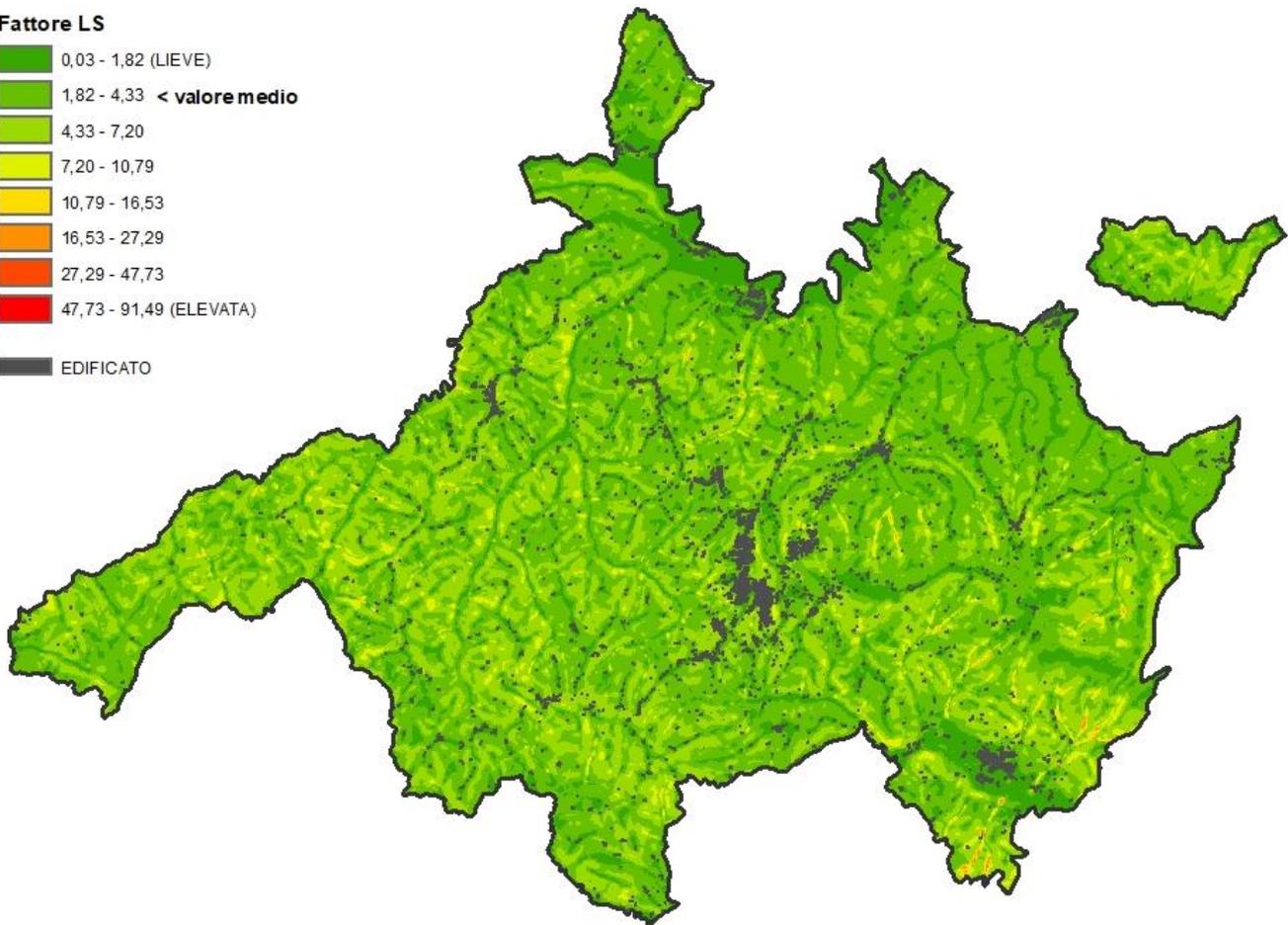
Il fattore di lunghezza e pendenza dei versanti (adimensionale) è calcolato tramite il rapporto tra la perdita di suolo in condizioni di riferimento e la situazione reale rilevata sul territorio attraverso un *Modello Digitale del Terreno (Digital Terrain Model - DTM)*. Pendenze e lunghezze minori dei versanti determinano una riduzione del valore finale del fattore LS.

Per il calcolo del fattore è stato utilizzato un DTM con risoluzione di 25 metri⁴⁴, a partire dall'equazione proposta da Desmet e Govers (1996)⁴⁵.

105

Come rappresentato nell'immagine seguente, il Comune di Urbino presenta un grado basso in maniera diffusa su tutto il territorio, escludendo dunque particolari criticità legate alla morfologia dei versanti.

Fattore LS



Fattore LS - Lunghezza e pendenza del versante

Valore medio: 3,41

⁴⁴ 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.

⁴⁵ 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





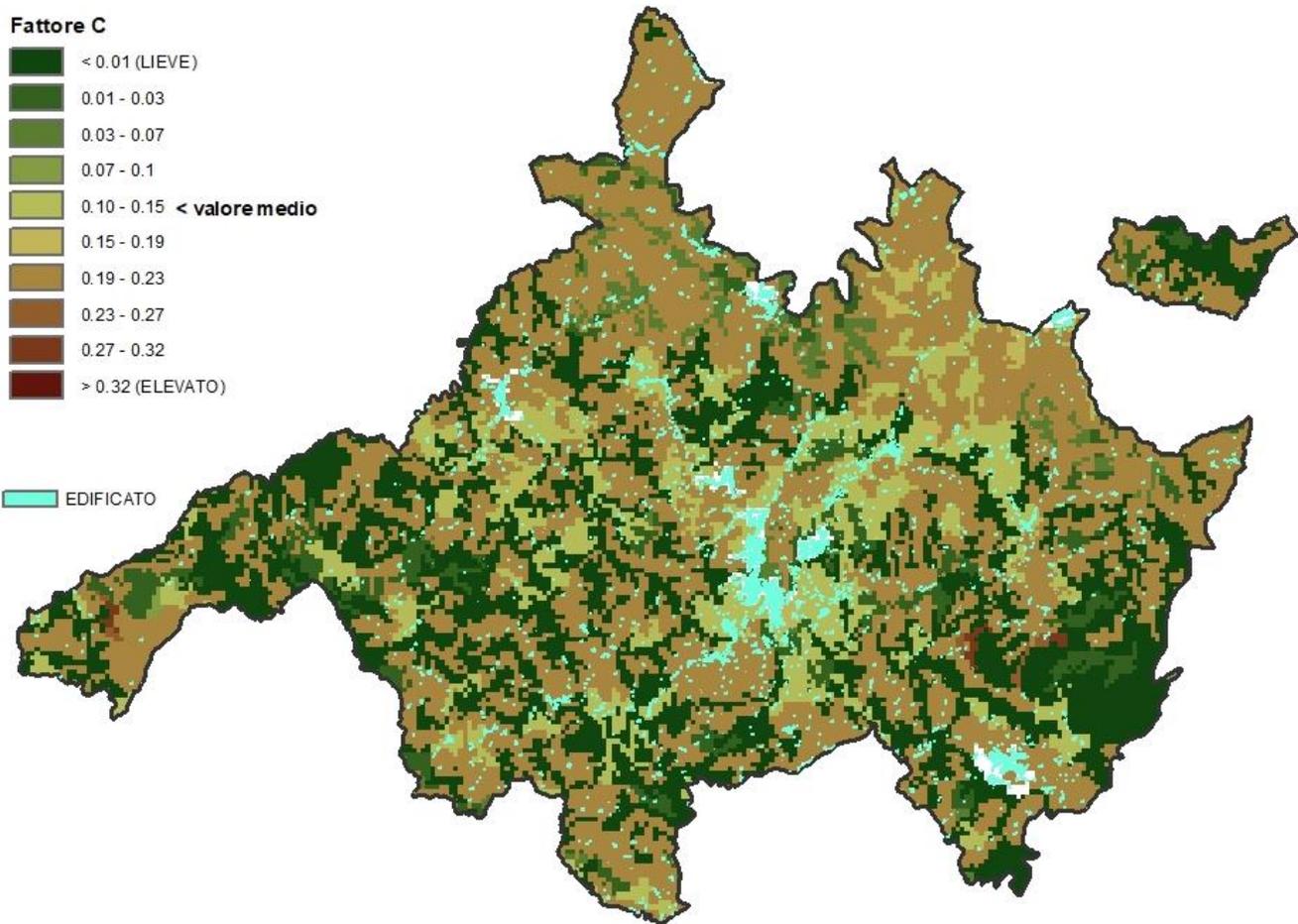
Indicatore di sensitività SE3 - Copertura del suolo (Fattore C)

Il fattore di copertura del suolo (adimensionale) viene utilizzato per determinare la capacità dei suoli, delle colture ivi praticate e delle relative pratiche agricole nel prevenire l'erosione⁴⁶. Si tratta di un rapporto tra la perdita di suolo attesa con una specifica coltura ed una coltura di riferimento.

Nelle aree coltivate a seminativo, il fattore C è stato stimato con una risoluzione spaziale di 100 metri a partire da dati statistici (% di colture praticate per territorio) ed è basato sulle pratiche di gestione prevalenti (es. modalità di aratura, copertura invernale dei terreni, presenza di colture erbacee residuali). Nelle aree prive di seminativi, il fattore C è stato stimato attraverso una pesatura statistica dei valori derivanti da letteratura per le altre tipologie di copertura (rilevate a partire dai dati satellitari).

107

Come rappresentato nell'immagine seguente, il Comune di Urbino presenta un indice di copertura del suolo piuttosto moderato in maniera diffusa su tutto il territorio.



Fattore C - Copertura del suolo

Valore medio: 0,11

⁴⁶ 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



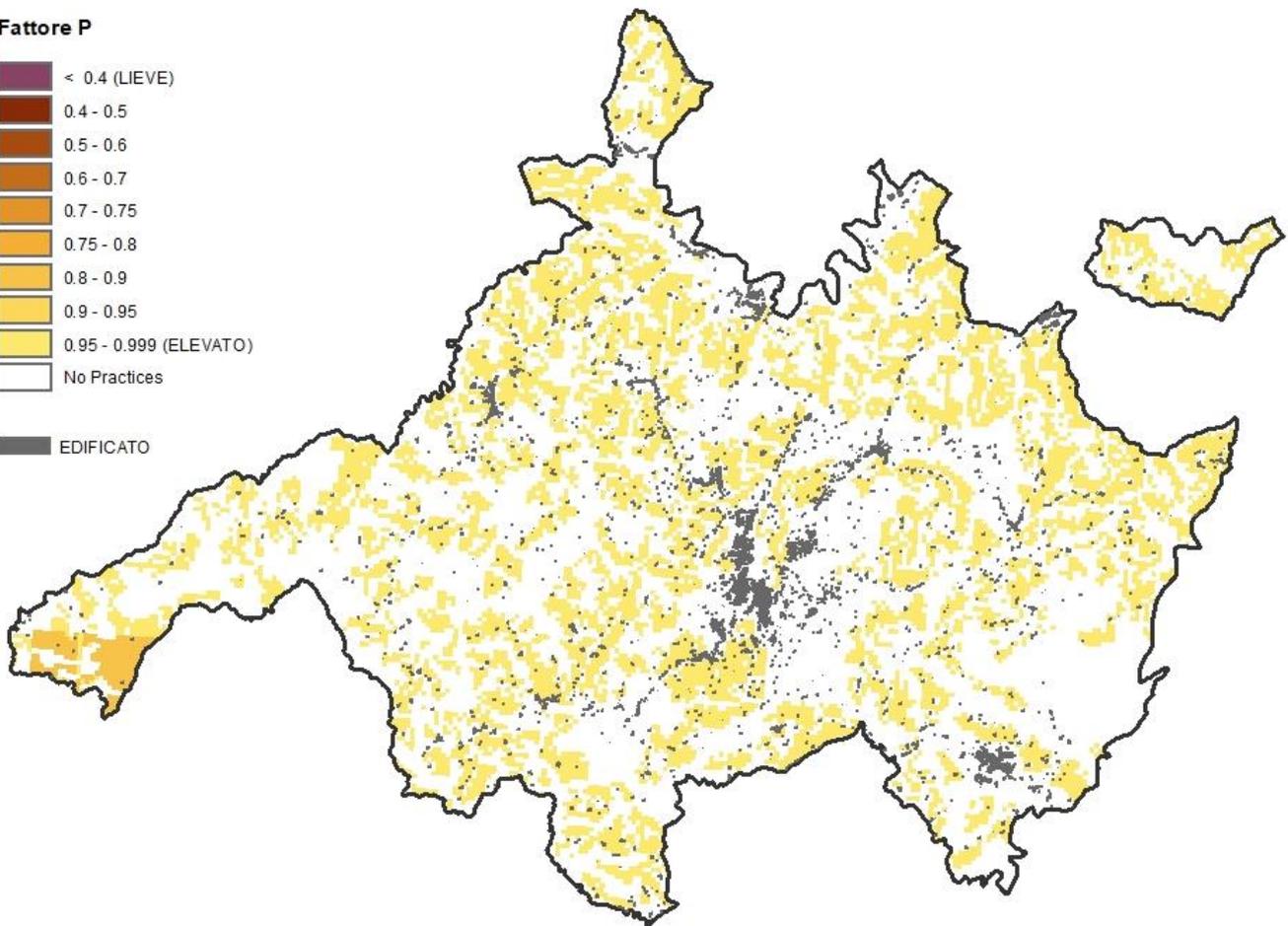
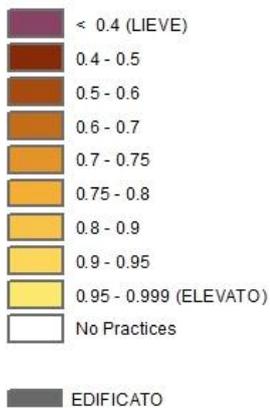


Indicatore di capacità adattiva - Pratiche di controllo dell'erosione (Fattore P)

Il fattore P (adimensionale) evidenzia gli effetti dell'attuazione di pratiche di controllo dell'erosione (confini aziendali, solchi, margini verdi e gradoni di contenimento), realizzati al fine di ridurre l'intensità del ruscellamento superficiale. Esso è calcolato con una risoluzione spaziale di 1 chilometro come rapporto tra la perdita di suolo che si verifica con una pratica agricola caratterizzata da filari lineari lungo la pendenza e la perdita di suolo che si verifica con altre pratiche⁴⁷.

Come rappresentato nell'immagine seguente, il Comune di Urbino *presenta un grado nullo su circa metà del territorio, ed un grado elevato in corrispondenza dei versanti orientati ad Est e ad Ovest.*

Fattore P



Fattore P - Pratiche di controllo dell'erosione

⁴⁷ 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.

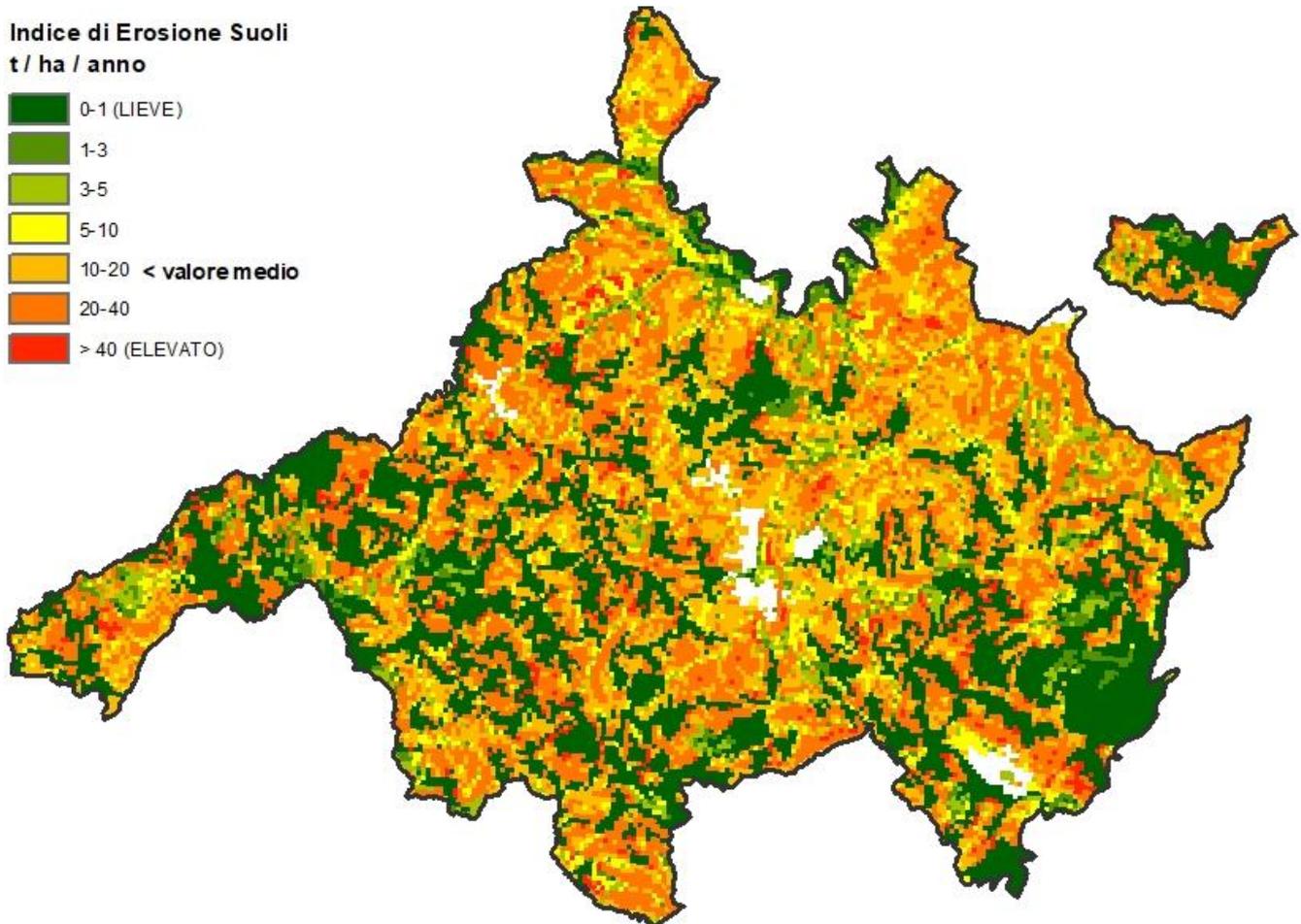




Indicatore sintetico di vulnerabilità - Indice di erosione dei suoli (Fattore E)

Per valutare il grado di vulnerabilità del territorio (ed in particolare delle aree agricole) all'erosione dei suoli è stato dunque calcolato l'indice di erosione dei suoli, che esprime la quantità di suolo in tonnellate che viene asportata annualmente per ettaro di superficie per effetto dell'erosione delle precipitazioni (calcolato con una risoluzione spaziale di 100 metri).

Indice di Erosione Suoli t / ha / anno



Fattore E - Indice di erosione dei suoli
Valore medio: 18,47 (t/ha/anno)

Per una definizione delle soglie di classificazione del grado di vulnerabilità dell'Indice di erosione dei suoli, si è fatto riferimento al tasso di accettabilità del rischio di erosione idrica del suolo definito dalla Regione Marche nelle diverse regioni pedologiche, che tiene in considerazione gli aspetti ambientali, antropici, economici e sociali propri dell'area analizzata. I limiti di accettabilità di erosione sono stati fissati come riportato nella tabella seguente:



| n° | Regione pedologica (area gestionale) | Accettabilità del rischio di erosione |
|----|--|---------------------------------------|
| 1 | Crinale Fumaiolo Alpe della Luna | Sino a 20 ton/ha/anno |
| 2 | Montefeltro e Urbinate | Sino a 10 ton/ha/anno |
| 3 | Dorsali montuose e bacini interni | Sino a 20 ton/ha/anno |
| 4 | Alte colline interne tra Esino e Tronto | Sino a 20 ton/ha/anno |
| 5 | Aree collinari esterne | Sino a 10 ton/ha/anno |

Il territorio del Comune di Urbino ricade sia nella Regione pedologica n.2 Montefeltro e Urbinate (porzione nord-ovest) che nella Regione pedologica n.3 Dorsali montuose e bacini interni (restante parte).

Per la determinazione delle classi di vulnerabilità non è stato quindi possibile applicare il processo di normalizzazione previsto nella metodologia, data la forte dipendenza dalle caratteristiche morfologiche, litologiche ecc. Pertanto, sulla base delle considerazioni sopra esposte, i valori soglia nella definizione delle classi di vulnerabilità per l'indice di erosione dei suoli sono stati definiti come da tabella seguente:

| Valore Fattore E | | Classe di vulnerabilità | Grado di vulnerabilità |
|---------------------------|-----------|-------------------------|------------------------|
| Scala RUSLE (ton/ha/anno) | Scala 0-1 | | |
| <3,0 | 0,0-0,2 | Lieve | 1 |
| 3,1-5,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 5,1-10,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 10,1-20,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| >20,1 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

Dall'analisi risulta per il Comune di Urbino un valore medio dell'Indice di erosione pari a 18,47 ton/ha/anno, al di sopra del valore limite di accettabilità della Regione pedologica n.2 e al di sotto del valore limite di accettabilità della Regione pedologica n.3. Sulla base delle classi di valori definite, l'indicatore presenta un **grado di vulnerabilità alto (4,0)**.

Come evidenziato dalla tabella seguente, circa il 35% del territorio è soggetto ad un grado di vulnerabilità lieve, mentre circa il 50% del territorio è soggetto ad un grado di vulnerabilità alto ed elevato.

| Superficie (%/totale) | Grado di vulnerabilità |
|-----------------------|------------------------|
| 35,74% | 1 |
| 3,95% | 2 |
| 7,19% | 3 |
| 23,38% | 4 |
| 28,12% | 5 |
| 1,62% | Grado nullo |

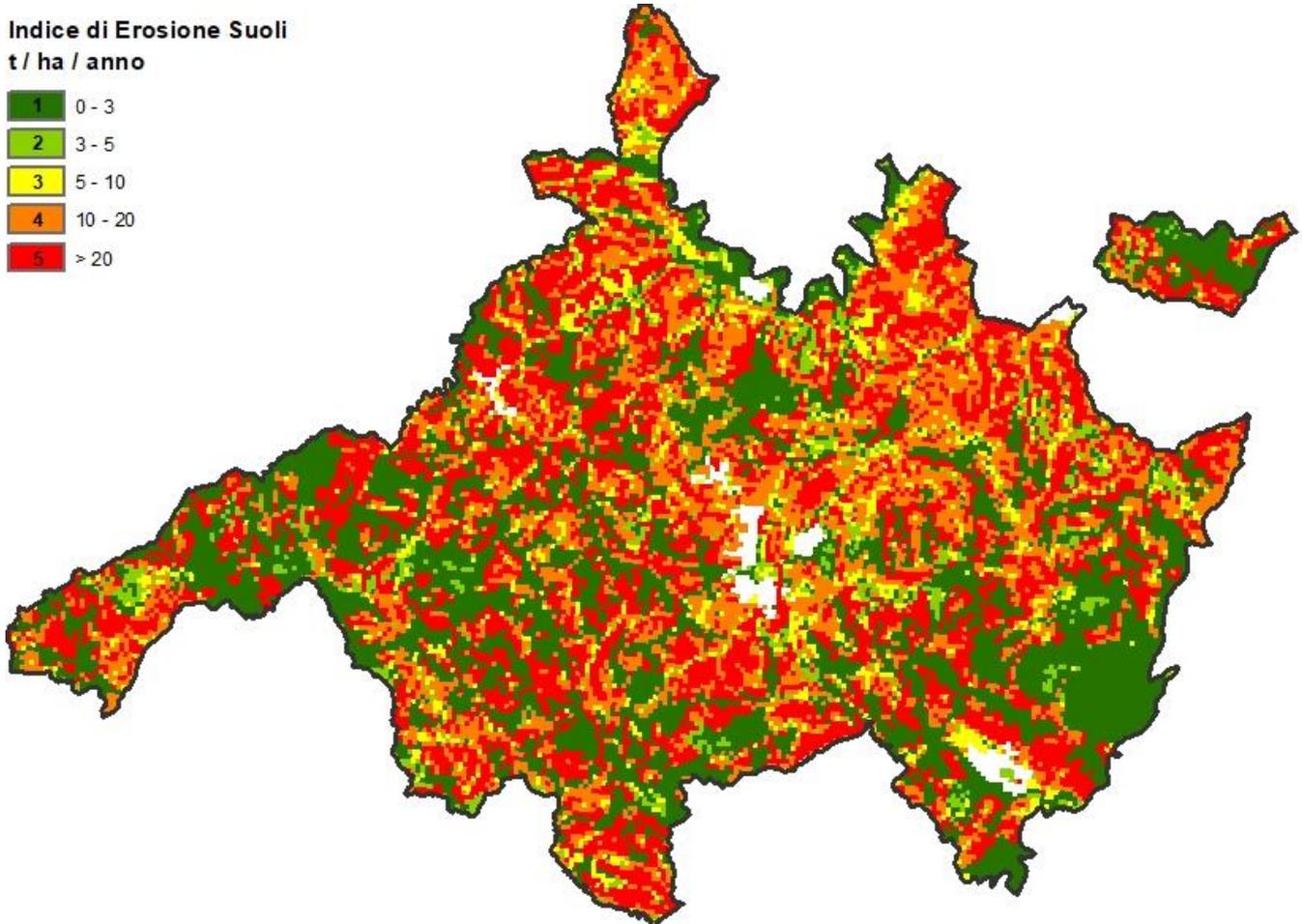




L'elaborazione cartografica di seguito rappresenta la distribuzione dell'Indice di erosione dei suoli sul territorio comunale di Urbino.

Indice di Erosione Suoli
t / ha / anno

| | |
|---|---------|
| 1 | 0 - 3 |
| 2 | 3 - 5 |
| 3 | 5 - 10 |
| 4 | 10 - 20 |
| 5 | > 20 |



Comune di Urbino
Fattore E - Indice di erosione dei suoli
Valore medio: 18,47 (t/ha/anno)





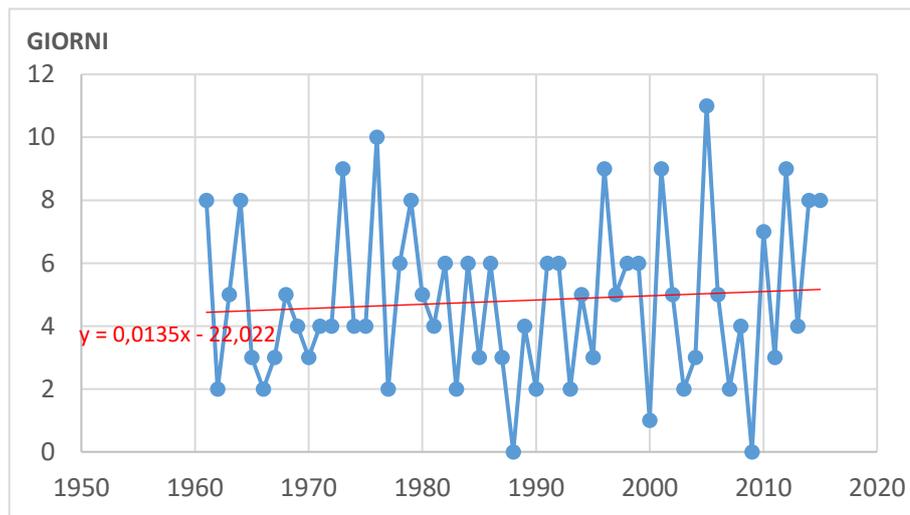
Analisi degli scenari di rischio del settore agricolo all'erosione dei suoli

Come indicato nella metodologia di progetto, il grado di *rischio* (R) del settore agricolo all'erosione dei suoli è stato definito in maniera direttamente proporzionale alla *vulnerabilità* (V) di un determinato territorio ed alla *pericolosità* (H) di un certo evento, espressa quest'ultima come *probabilità di accadimento* (P) ed *effetti prodotti* (E) dall'evento:

$$R = V * H = V * P * E$$

Per definire la *probabilità di accadimento* (P) degli eventi che potenzialmente incidono sull'erosione dei suoli agricoli, è stato calcolato il numero di giorni all'anno con eventi di precipitazioni estreme ($P > 30$ mm/giorno) per il periodo 1960-2015⁴⁸.

Come si evince dal grafico seguente, sono stati registrati per il Comune di Urbino un totale di 264 eventi con precipitazioni intense, con una media annuale pari a 5 giorni. Sulla base delle classi di probabilità riportate in tabella, risulta per il territorio comunale un **grado di probabilità di accadimento moderato** di eventi piovosi estremi con capacità erosiva.



| Giorni/anno con P > 30 mm | Classi di probabilità | |
|---------------------------|-----------------------|----------|
| ≤ 2 | 1 | Lieve |
| 2-4 | 2 | Bassa |
| 4-6 | 3 | Moderata |
| 6-8 | 4 | Alta |
| ≥ 8 | 5 | Elevata |

Per definire gli *effetti prodotti* (E) dall'evento, non avendo a disposizione dati di quantificazione diretta, è stato stimato il valore economico del bene esposto tramite la definizione del valore della produzione (*Standard Output* - SO), che rappresenta il valore normale della produzione lorda relativa alle singole attività produttive aziendali in base alle diverse tipologie colturali o di allevamenti praticati.

Prendendo dunque in considerazione i valori di *Standard Output* espressi in €/ha per ogni coltura praticata nella Regione Marche e sulla base delle tipologie colturali praticate e censite nel 2010 dall'ISTAT per l'anno 2010 (dati forniti dal CRA-INEA e riportati in tabella in calce al paragrafo), è stato possibile determinare il valore di SO assoluto e il valore di SO rapportato alla SAU effettiva per ogni Comune della Regione Marche. Come si evince dalla tabella seguente, il Comune di Urbino presenta un valore di *Standard Output* sul totale della Superficie Agricola Utilizzata pari a 1.089,00 €/ha, rispetto un valore medio regionale pari a 1.692,00 €/ha.

⁴⁸ Dati forniti dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.





| | SAU totale (ha) | Standard Output totale (€) | SO/SAU (€/ha) |
|------------------|-----------------|----------------------------|---------------|
| Comune di Urbino | 9.974 | € 10.862.663,00 | € 1.089,00 |
| Regione Marche | 441.580 | € 747.239.301,00 | € 1.692,00 |

In relazione al valore massimo di *Standard Output* ottenuto per i Comuni della Regione Marche, pari a circa 20 Ml €/ha, sono state individuate 5 diverse classi di Valore Economico. Per il Comune di Urbino, con un valore di SO totale di € 10.862.663,00, risulta pertanto un **grado di valore economico moderato**.

| Standard Output totale (Milioni €) | Classi di valore economico | |
|------------------------------------|----------------------------|----------|
| < 4 | 1 | Lieve |
| 4-8 | 2 | Bassa |
| 8-12 | 3 | Moderata |
| 12-16 | 4 | Alta |
| > 16 | 5 | Elevata |

113

Calcolando dunque la pericolosità del fenomeno come prodotto tra la *probabilità di accadimento (grado moderato)* e gli *effetti prodotti (grado moderato)*, si ottiene per il Comune di Urbino un **grado di pericolosità moderato** (H=3,0) di eventi piovosi erosivi.

Come si evince dalla tabella seguente, mettendo in relazione i valori calcolati di vulnerabilità alta (V=4,0) e pericolosità moderata (H=3,0), risulta per il Comune di Urbino un **grado di rischio elevato per il settore agricolo in relazione all'impatto dell'erosione dei suoli**.

| VULNERABILITÀ (V) | PERICOLOSITÀ (H) | | | | |
|-------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | MODERATO | ALTO | ELEVATO | ELEVATO | ELEVATO |
| 4 | MODERATO | ALTO | ELEVATO | ELEVATO | ELEVATO |
| 3 | MODERATO | ALTO | ALTO | ALTO | ALTO |
| 2 | BASSO | MODERATO | MODERATO | MODERATO | MODERATO |
| 1 | TRASCURABILE | BASSO | BASSO | BASSO | BASSO |





| Tipologia Culturale | UM | Comune di Urbino | REGIONE MARCHE |
|-----------------------------|-----------------|------------------|----------------|
| Frumento tenero e spelta | Sup. (ha) | 131 | 12.532 |
| | SO (995 €/ha) | 130.584 | 12.469.430 |
| Frumento duro | Sup. (ha) | 2.804 | 137.507 |
| | SO (1196 €/ha) | 3.353.536 | 164.458.527 |
| Segale | Sup. (ha) | 0 | 326 |
| | SO (346 €/ha) | 0 | 112.869 |
| Orzo | Sup. (ha) | 310 | 19.054 |
| | SO (788 €/ha) | 244.217 | 15.014.442 |
| Avena | Sup. (ha) | 100 | 1.933 |
| | SO (548 €/ha) | 54.548 | 1.059.514 |
| Mais | Sup. (ha) | 3 | 6.622 |
| | SO (1138 €/ha) | 3.414 | 7.536.109 |
| Riso | Sup. (ha) | 0 | 12 |
| | SO (1631 €/ha) | 0 | 19.458 |
| Sorgo | Sup. (ha) | 0 | 3.259 |
| | SO (1011 €/ha) | 0 | 3.294.384 |
| Altri cereali | Sup. (ha) | 111 | 1.678 |
| | SO (1011 €/ha) | 111.918 | 1.696.033 |
| Pisello | Sup. (ha) | 126 | 4.388 |
| | SO (1314 €/ha) | 165.419 | 5.765.201 |
| Fagiolo secco | Sup. (ha) | 0 | 76 |
| | SO (1244 €/ha) | 0 | 95.042 |
| Fava | Sup. (ha) | 49 | 4.878 |
| | SO (1314 €/ha) | 64.176 | 6.409.613 |
| Lupino dolce | Sup. (ha) | 0 | 25 |
| | SO (1314 €/ha) | 0 | 33.494 |
| Altri legumi secchi | Sup. (ha) | 191 | 3.686 |
| | SO (1174 €/ha) | 223.882 | 4.327.247 |
| Patata | Sup. (ha) | 1 | 203 |
| | SO (8325 €/ha) | 4.163 | 1.690.558 |
| Barbabetola da zucchero | Sup. (ha) | 0 | 2.642 |
| | SO (2357 €/ha) | 0 | 6.226.298 |
| Piante sarciate da foraggio | Sup. (ha) | 0 | 118 |
| | SO (1768 €/ha) | 0 | 208.907 |
| Tabacco | Sup. (ha) | 0 | 26 |
| | SO (7411 €/ha) | 0 | 189.425 |
| Luppolo | Sup. (ha) | 0 | 0 |
| | SO (13600 €/ha) | 0 | 136 |
| Lino | Sup. (ha) | 18 | 57 |
| | SO (1135 €/ha) | 20.430 | 64.638 |
| Canapa | Sup. (ha) | 0 | 27 |
| | SO (795 €/ha) | 0 | 21.330 |
| Altre piante tessili | Sup. (ha) | 0 | 7 |
| | SO (1135 €/ha) | 0 | 7.548 |
| Colza e ravizzone | Sup. (ha) | 19 | 603 |
| | SO (505 €/ha) | 9.595 | 304.404 |
| Girasole | Sup. (ha) | 523 | 40.111 |
| | SO (540 €/ha) | 282.199 | 21.659.929 |
| Soia | Sup. (ha) | 0 | 658 |
| | SO (814 €/ha) | 0 | 535.376 |
| Semi di lino | Sup. (ha) | 0 | 4 |
| | SO (1129 €/ha) | 0 | 3.952 |

| | | | |
|--|------------------|--------------|---------------|
| Altre piante di semi oleosi | Sup. (ha) | 19 | 187 |
| | SO (3196 €/ha) | 60.724 | 596.278 |
| Piante aromatiche, medicinali | Sup. (ha) | 11 | 2.203 |
| | SO (20000 €/ha) | 220.000 | 44.060.200 |
| Altre piante industriali | Sup. (ha) | 0 | 366 |
| | SO (1600 €/ha) | 0 | 585.488 |
| Ortaggi freschi in pieno campo | Sup. (ha) | 54 | 5.918 |
| | SO (11969 €/ha) | 644.531 | 70.828.473 |
| Ortaggi freschi in orti stabili e industriali | Sup. (ha) | 2 | 1.167 |
| | SO (12983 €/ha) | 26.355 | 15.157.523 |
| Ortaggi freschi in serra | Sup. (ha) | 0 | 138 |
| | SO (33533 €/ha) | 9.054 | 4.621.518 |
| Fiori e piante ornamentali in piena aria | Sup. (ha) | 3 | 105 |
| | SO (38161 €/ha) | 106.851 | 3.995.838 |
| Fiori e piante ornamentali in serra | Sup. (ha) | 1 | 41 |
| | SO (208601 €/ha) | 129.333 | 8.623.565 |
| Prati avvicendati | Sup. (ha) | 4.297 | 93.935 |
| | SO (341 €/ha) | 1.465.352 | 32.031.835 |
| Erbaio di mais da foraggio | Sup. (ha) | 74 | 1.598 |
| | SO (1105 €/ha) | 81.439 | 1.765.680 |
| Altri erbai monofiti di cereali | Sup. (ha) | 0 | 315 |
| | SO (558 €/ha) | 0 | 175.608 |
| Altri erbai | Sup. (ha) | 4 | 1.671 |
| | SO (672 €/ha) | 2.755 | 1.123.147 |
| Vite per uva da vino di qualità (DOP e IGP) | Sup. (ha) | 204 | 11.155 |
| | SO (12474 €/ha) | 2.544.197 | 139.146.472 |
| Vite per uva da vino comune | Sup. (ha) | 34 | 5.763 |
| | SO (7438 €/ha) | 252.966 | 42.861.847 |
| Olive da tavola | Sup. (ha) | 2 | 170 |
| | SO (2829 €/ha) | 6.733 | 479.742 |
| Olive per olio | Sup. (ha) | 35 | 13.345 |
| | SO (2465 €/ha) | 87.310 | 32.895.647 |
| Agrumeti | Sup. (ha) | 0 | 42 |
| | SO (1597 €/ha) | 0 | 66.834 |
| Frutta fresca di origine temperata | Sup. (ha) | 11 | 2.354 |
| | SO (8173 €/ha) | 90.965 | 19.235.564 |
| Altra frutta fresca di origine subtropicale | Sup. (ha) | 0 | 12 |
| | SO (9646 €/ha) | 0 | 111.315 |
| Piccoli frutti | Sup. (ha) | 2 | 375 |
| | SO (18987 €/ha) | 34.936 | 7.112.340 |
| Frutta per frutta a guscio | Sup. (ha) | 27 | 1.755 |
| | SO (2298 €/ha) | 61.196 | 4.032.691 |
| Vivai fruttiferi | Sup. (ha) | 0 | 39 |
| | SO (23200 €/ha) | 0 | 909.672 |
| Vivai (semazai e piantonai) | Sup. (ha) | 2 | 982 |
| | SO (43573 €/ha) | 74.074 | 42.810.037 |
| Prati permanenti utilizzati | Sup. (ha) | 153 | 12.724 |
| | SO (366 €/ha) | 55.852 | 4.657.032 |
| Pascoli utilizzati | Sup. (ha) | 656 | 43.584 |
| | SO (366 €/ha) | 239.961 | 15.951.718 |
| Prati permanenti e pascoli non più destinati alla produzione | Sup. (ha) | 0 | 1.208 |
| | SO (165 €/ha) | 0 | 199.374 |
| SAU TOTALE (ha) | | 9.974 | 441.580 |
| STANDARD OUTPUT TOTALE (€) | | € 10.862.663 | € 747.239.301 |
| SO/SAU (€/ha) | | € 1.089,12 | € 1.692,00 |

Calcolo dello Standard Output (SO) relativo alle diverse tipologie culturali praticate nel Comune di Urbino (dati ISTAT, Censimento agricoltura 2010).



3.4.2 Settore Agricoltura - Carenza idrica ad uso irriguo

Premessa

L'acqua costituisce un elemento essenziale per tutti gli ambiti di interesse economico, sociale ed ambientale. In agricoltura rappresenta un fattore produttivo fondamentale per stabilizzare le rese e ridurre il rischio di significative perdite di prodotto (Tarimo et al., 1998; Iglesias et al., 2005; Ippc, 2011). Tuttavia, anche in contesti agricoli propriamente irrigui, laddove la disponibilità idrica non è tradizionalmente limitante, il decremento delle quantità a disposizione del settore rappresenta a tutt'oggi una possibilità concreta. I fenomeni connessi alle variazioni climatiche (Fischler et al., 2007), l'aumento demografico e la rapida urbanizzazione stanno progressivamente provocando una riduzione quantitativa della risorsa fruibile, accentuandone il conflitto d'uso tra i diversi settori a seguito di un'augmentata richiesta da parte di ognuno. In questo contesto, un eccesso di domanda rispetto alla effettiva possibilità di impiego, determina un insufficiente soddisfacimento dei fabbisogni, inasprendo gli effetti di una diminuita utilizzabilità (Unep, 1999). Queste conseguenze si traducono per le aziende agricole coinvolte 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 *carenza della disponibilità idrica ad uso irriguo* rappresenta dunque uno dei maggiori problemi legati al cambiamento climatico nel settore agricolo. I risultati delle analisi climatologiche delle precipitazioni riportate nelle *Current Baseline Assessment* dei Comuni marchigiani partner di progetto (Action A1), sembrano confermare tale problematica: i periodi di siccità prolungata sono in aumento (soprattutto nel periodo estivo), e parallelamente le precipitazioni risultano concentrate in poche ore, aggravando ulteriormente la situazione, con il danneggiamento delle colture e l'asportazione di suolo fertile.

Limitare gli sprechi della risorsa e favorirne un uso efficiente ed equo volto alla sua protezione, costituisce una strategia per affrontarne la scarsità. Quantificare i costi di approvvigionamento idrico assume dunque importanza crescente, mentre la stima dei costi di irrigazione rappresenta un valido supporto alle decisioni normative in materia di regolazione dell'offerta e possiede un forte potere di indirizzo che permette ai decisori di operare scelte informate e consapevoli per fronteggiare situazioni di carenza idrica.

La vulnerabilità del Comune di Urbino 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 sensibilità e capacità adattiva).

La gestione della risorsa idrica rappresenta comunque una tematica che richiede un ambito di programmazione e pianificazione di area vasta. A tal proposito, si segnala la recente sottoscrizione del *Contratto di Fiume del Foglia* da parte di tutti i Comuni del bacino idrografico, tra cui il Comune di Urbino⁴⁹: uno strumento volontario di

⁴⁹<http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica-Genio-Civile/Contratti-di-fiume#Contratti-di-Fiume>

Capofila: Comune di Vallefoglia e Regione Marche. Comuni: Pesaro, Montelabbate, Tavulia, Petriano, Urbino, Montecalvo in Foglia, Auditore, Sassocorvaro, Peglio, Piandimeleto, Lunano, Macerata Feltria, Pietrarubbia, Frontino, Belforte all'Isauro, Carpegna. Altri soggetti: Consorzio di Bonifica delle Marche, Unione Montana Montefeltro, GAL Montefeltro, AdiB Fiume Tevere, Confederazione Italiana Agricoltori (CIA), A.A.T.O.n.1 Marche nord, Coldiretti, Confagricoltura, Confindustria, Confartigianato, CNA, Confcommercio, Confesercenti, Ente Parco Sasso Simone e Simoncello, Ente Parco San Bartolo, Università degli Studi di Urbino, Ordine Ingegneri Pesaro-Urbino, Ordine Regionale Dottori Agronomi e Forestali delle Marche, Legambiente, Collegio dei Periti Agrari di Pesaro Urbino Ancona e Macerata, WWF Italia Sezione Marche, SIGEA Marche, Comitato del Foglia, UnionFiume, FAI Pesaro Urbino.





programmazione strategica e negoziata che persegue la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale. Nel *Contratto di Fiume del Foglia*, tra le finalità generali da perseguire, un ruolo importante è rivestito dalla *tutela delle acque*. Per la gestione della risorsa idrica si rimanda dunque allo strumento del Contratto di Fiume, e la presente analisi viene implementata allo scopo di definire una prima quantificazione del grado di vulnerabilità e di rischio della risorsa idrica in rapporto ai cambiamenti climatici per future azioni di monitoraggio.

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

| Indicatori di esposizione | Indicatori di sensibilità | 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 |





Analisi di Vulnerabilità del settore agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo

Indicatore di esposizione - Siccità meteorologica (SPI-SPEI)

Per valutare l'esposizione del settore agricolo al rischio di carenza idrica è stato analizzato il parametro della siccità meteorologica (IPCC, AR5, 2014), che può essere valutata attraverso indici meteorologici (pluviometrici o termo-pluviometrici) che indicano sinteticamente, attraverso scale di valori standardizzate, lo scostamento da condizioni considerate come la norma.

Tra gli indici per il monitoraggio della siccità più utilizzati nell'analisi del settore agricolo sono lo *Standardized Precipitation Index (SPI)*⁵⁰ e lo *Standardized Precipitation Evapotraspiration Index (SPEI)*⁵¹.

L'*indice SPI*, sviluppato da McKee et al. (1993), esprime la rarità di un evento siccitoso (inteso come deficit di precipitazione) ad una determinata scala temporale sulla base dei dati storici di precipitazione. Esso viene calcolato sulla base di diverse scale temporali (3, 6, 12, 24 mesi), ognuna riferita ad uno specifico impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse d'acqua: l'*umidità del suolo* risponde alle anomalie di precipitazione su scale temporali brevi (1-3 mesi, siccità meteorologica o agricola), la *disponibilità di acqua in falda e nei fiumi* tende a rispondere su scale temporali medio-lunghe (6-12 mesi, siccità idrologica) e la *disponibilità di acqua negli invasi maggiori* è riferita a tempistiche ancor più lunghe (24, siccità idrologica o socio-economica).

L'*indice SPEI*, sviluppato da Vicente-Serrano et al. (2010), nasce sulla base dell'indice SPI, al quale aggiunge alle precipitazioni la componente dell'evapotraspirazione potenziale di riferimento (ETO)⁵² come secondo elemento del bilancio idroclimatico.

Analogamente all'indice SPI, esso viene definito sulla base di diverse scale temporali (3, 6, 12, 24 mesi), ognuna riferita ad uno specifico impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse d'acqua.

Nella tabella che segue sono indicate le categorie di siccità/umidità in funzione dei valori dell'indice, così come definito nel 2012 dalla *World Meteorological Organization (WMO)*⁵³:

| Valore SPI/SPEI (<i>linear trend slope</i>) | | Classe di esposizione | Grado di esposizione |
|---|-----------|-------------------------|----------------------|
| Scala WMO | Scala 0-1 | | |
| >2.00 | 0,0-0,2 | Estremamente umido | 1 |
| 1.5 / 1.99 | 0,21-0,40 | Severamente umido | 2 |
| 1.0 / 1.49 | | Moderatamente umido | |
| -0.99 / 0.99 | 0,41-0,60 | Vicino al normale | 3 |
| -1.49 / -1.00 | 0,61-0,80 | Moderatamente siccitoso | 4 |
| -1.50 / -1.99 | | Severamente siccitoso | |
| <-2.00 | 0,81-1,00 | Estremamente siccitoso | 5 |

⁵⁰ 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.

⁵¹ 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.

⁵² L'evapotraspirazione potenziale mensile viene ottenuta come somma dei valori giornalieri di ETO, calcolati attraverso la formula di Hargreaves, che ne permette la stima utilizzando i soli valori di temperatura minima e massima giornalieri.

⁵³ World Meteorological Organization, 2012: *Standardized Precipitation Index User Guide* (WMO-No. 1090, World Meteorological Organization), Geneva, Switzerland.



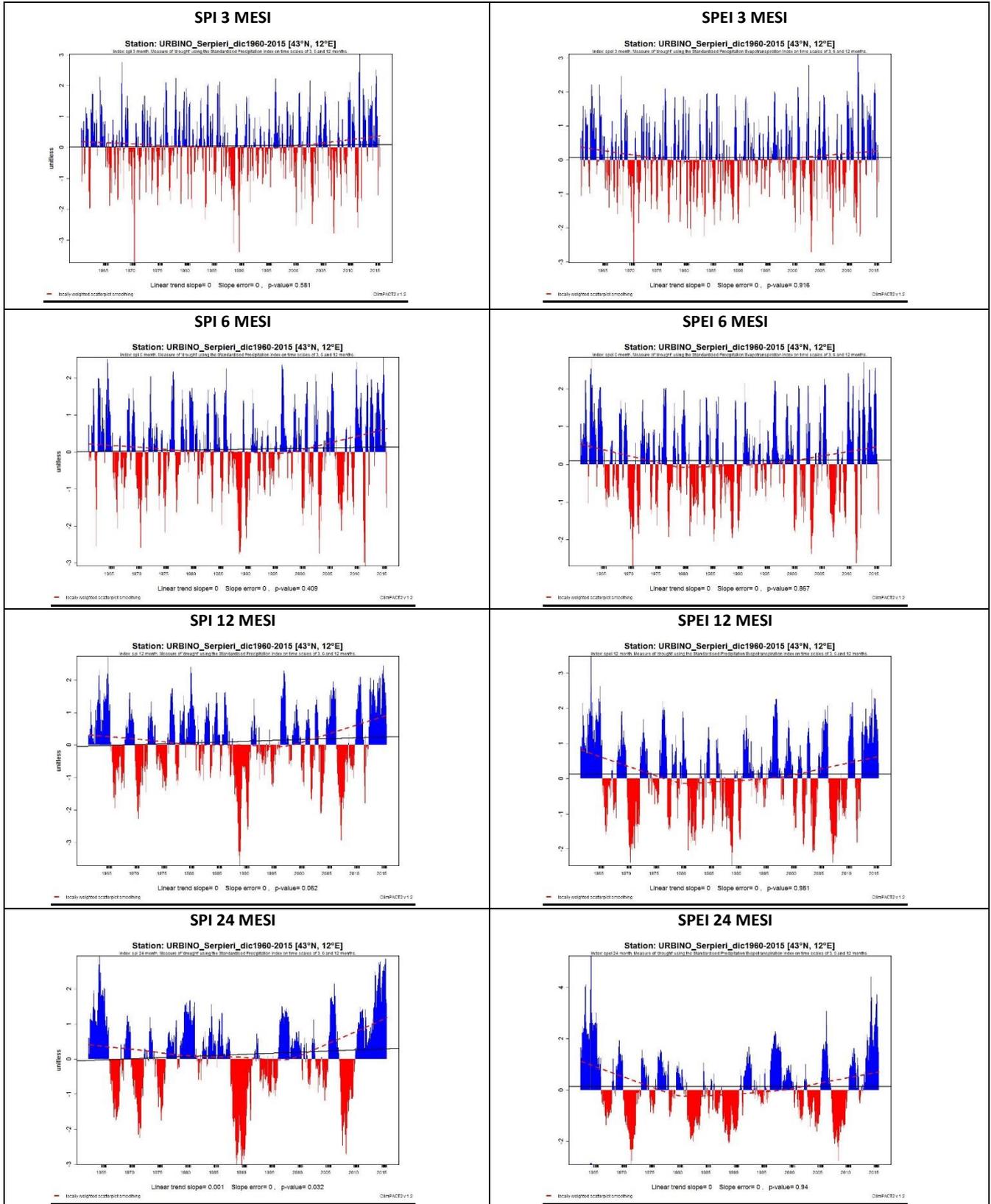


I valori degli indici SPI e SPEI del Comune di Urbino sono stati calcolati tramite l'applicativo *Climpact2* del software *R* (WMO, 2014), sulla base delle serie storiche 1961-2015 dei dati di precipitazioni e temperature giornaliere fornite dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.

Di seguito sono riportati i risultati delle analisi degli indici, dai quali si evince che *i trend di entrambi gli indici*, seppur non risultano statisticamente significativi ($p\text{-value} > 0,05$), se analizzati nei valori medi mostrano risultati positivi (ad eccezione dell'indice SPEI-24), ad indicare un *clima umido*. Tali valori sono positivi ma prossimi allo zero nel periodo 1961-1990, più alti nell'ultimo venticinquennio. Comunque, per l'intero periodo analizzato (1990-2015), risulta una tendenza (*slope*) nulla, ad indicare che *il rapporto tra eventi umidi ed eventi siccitosi in linea di massima è prossimo all'unità*.

| Indice | Periodo (mesi) | Slope | STD of slope | P-value | Valore medio 1961-1990 | Valore medio 1990-2015 | Valore medio 1961-2015 |
|--------|----------------|-------|--------------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|
| SPI | 3 | 0,000 | 0 | 0,581 | 0,01 | 0,06 | 0,05 |
| | 6 | 0,000 | 0 | 0,409 | 0,01 | 0,10 | 0,08 |
| | 12 | 0,000 | 0 | 0,062 | 0,01 | 0,18 | 0,18 |
| | 24 | 0,000 | 0 | 0,032 | 0,02 | 0,15 | 0,13 |
| SPEI | 3 | 0,000 | 0 | 0,916 | 0,02 | 0,11 | 0,07 |
| | 6 | 0,000 | 0 | 0,867 | 0,01 | 0,17 | 0,11 |
| | 12 | 0,000 | 0 | 0,981 | 0,00 | 0,23 | 0,12 |
| | 24 | 0,000 | 0 | 0,940 | -0,04 | 0,27 | 0,14 |







Facendo riferimento alle categorie di siccità/umidità in funzione dei valori degli indici SPI/SPEI (si veda precedente tabella WMO), i valori degli indici calcolati risultano compresi fra -0,99 e 0,99, ad indicare una categoria di siccità/umidità *vicino al normale*. Ne risulta dunque un'esposizione al fenomeno della siccità di **grado moderato**.

Dai risultati sopra esposti si evince dunque come i trend dell'indice SPEI risultano nella norma, con un rapporto tra eventi umidi ed eventi siccitosi in linea di massima prossimo all'unità. Tuttavia è bene notare che ciò non sta a significare l'esclusione di possibili avvenimenti di eventi siccitosi, anche di notevole entità. Infatti, a seguito di un'analisi condotta sui dati giornalieri di temperatura e precipitazione e discretizzando gli eventi con giorni consecutivi di pioggia $P < 1$ mm e temperatura $T > 30^{\circ}\text{C}$, risulta che *dal 1961 al 2015 si sono verificati nel Comune di Urbino circa 105 eventi siccitosi con una durata prevalente compresa fra 5 e 7 giorni e una temperatura massima media compresa fra 32°C e 34°C* . Nelle tabelle seguenti sono riassunti i vari eventi siccitosi verificatisi nel Comune di Urbino dal 1961 al 2015 suddivisi per classi di durata (in giorni) e classi di temperatura massima media registrata per singolo evento.

| Durata (giorni) | N. eventi | % |
|-----------------|-----------|-------|
| <5 | 202 | --- |
| 5-7 | 46 | 43,4% |
| 8-14 | 40 | 37,7% |
| 15-21 | 15 | 14,2% |
| 22-28 | 3 | 2,8% |
| >29 | 2 | 1,9% |

| Temperatura massima media singolo evento ($^{\circ}\text{C}$) | N. eventi | % |
|---|-----------|-------|
| 30-32 | 11 | 10,4% |
| 32-34 | 72 | 67,9% |
| 34-36 | 23 | 21,7% |
| 36-38 | 0 | 0% |
| >38 | 0 | 0% |





Indicatori di sensitività

La sensitività determina il grado per cui un sistema è affetto in maniera avversa o benefica da una determinata esposizione ai cambiamenti climatici. Essa è funzione degli attributi naturali e/o fisici del sistema, includendo ad esempio la topografia, la capacità dei vari tipi di terreno di resistere all'erosione, il tipo di copertura del suolo. Inoltre, la sensitività si riferisce anche alle attività umane che producono effetti fisici sul territorio, come le tecniche di lavorazione del terreno, la gestione delle risorse idriche, l'esaurimento delle risorse e la pressione demografica (GIZ, 2014).

La sensitività alle variazioni climatiche del tema carenza idrica ad uso irriguo del Comune di Urbino è stata analizzata valutando i seguenti indicatori, desunti dai dati del Censimento della Popolazione e delle Abitazioni del 2011 e dal 6° Censimento dell'Agricoltura riferito prevalentemente ai centri aziendali agricoli:

| | Indicatori di sensitività |
|------------|------------------------------------|
| SE1 | Superficie Agricola Utilizzata |
| SE2 | Consumo idrico medio |
| SE3 | Fonte di approvvigionamento idrico |
| SE4 | Numero di occupati in agricoltura |
| SE5 | Colture di pregio |
| SE6 | Aree irrigabili |

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di sensitività.



Indicatore di sensitività SE1 - Superficie Agricola Utilizzata sul totale della superficie comunale

La Superficie Agricola Utilizzata (SAU) rappresenta la superficie territoriale occupata destinata a coltivazioni di tipo agricolo, escluse le coltivazioni per arboricoltura da legno (pioppeti, noceti, specie forestali, ecc.) e le superfici a bosco naturale (latifoglie, conifere, macchia mediterranea), le superfici delle colture intercalari e quelle delle colture in atto (non ancora realizzate). Maggiore è la SAU, maggiore è il peso del settore agricolo nell'economia locale.

I dati del 6° Censimento ISTAT dell'Agricoltura riferiti al Comune di Urbino, mostrano un rapporto SAU/Totale Superficie Comunale pari al 47%.

122

| | Sensitività Relativa SAU/Sup. totale [%] | Sensitività Assoluta SAU/Sup. totale [ha] |
|------------------|---|--|
| Comune di Urbino | 47% | 10.594 |
| Regione Marche | 50% | -- |

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Superficie Agricola Utilizzata sul totale della superficie comunale* del Comune di Urbino, con una percentuale pari al 47%, presenta un **grado di sensitività moderato** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

| Valore SE1 | | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|-----------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Scala 0-100 (%) | Scala 0-1 | | |
| 0-20 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 21-40 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 41-60 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 61-80 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 81-100 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |





Indicatore di sensitività SE2 - Consumo idrico medio

Il consumo idrico medio viene calcolato come rapporto tra la domanda idrica delle colture agrarie presenti (rilevate nel 6° Censimento ISTAT 2010 dell'Agricoltura) e la loro superficie utilizzata. La presenza di colture agrarie ad elevata intensità idrica aumenta la sensitività dei centri aziendali localizzati nel territorio comunale, poiché in caso di riduzione della disponibilità, si ridurrebbe più che proporzionalmente il raccolto o, in casi più estremi, si renderebbe impossibile la coltivazione.

Sulla base dei dati di consumo idrico teorico (domanda idrica media che ciascuna coltura richiede assumendo che questa sia totalmente irrigata), è stata stimata l'*intensità idrica teorica delle colture praticate* nel Comune di Urbino, che risulta pari a 3.051 m³/ha (media regionale 2.810 m³/ha). Di seguito i dati comunali con le quantità di superficie utilizzata per ogni coltura praticata ed il consumo idrico medio associato.

123

| Colture praticate | Superficie utilizzata [ha] | Consumo idrico medio [m ³ /ha] |
|----------------------------|----------------------------|---|
| Mais | 3,0 | 3.621 |
| Altri cereali | 3455,4 | 2.517 |
| Legumi secchi | 365,4 | 2.570 |
| Patata | 0,5 | 403 |
| Colza e ravizzone | 19 | 1.000 |
| Girasole | 522,6 | 3.280 |
| Barbabietola da zucchero | 0,0 | 2.387 |
| Ortive | 56,2 | 1.753 |
| Altri seminativi | 48,0 | 2.890 |
| Foraggere avvicendate | 4375,0 | 3.693 |
| Vite | 238,0 | 1.253 |
| Olivo | 37,8 | 2.344 |
| Fruttiferi | 39,6 | 3.261 |
| Prati permanenti e pascoli | 808,2 | 3.514 |
| Arboricoltura da legno | 61,8 | 5.557 |
| Terreni a riposo | 285,8 | - |
| Vivai | 1,7 | 3.323 |
| Totale | 10.318,0 | - |

| | Consumo idrico medio [m ³ /ha] |
|------------------|---|
| Comune di Urbino | 3.051 |
| Regione Marche | 2.810 |

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Consumo idrico medio* del Comune di Urbino, con una media pari a 3.051 m³/ha, presenta un **grado di sensitività alto** alla problematica della *carenza idrica ad uso irriguo*.

| Valore SE2 | | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|-------------------------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Scala 0-10.000 (m ³ /ha) | Scala 0-1 | | |
| <2.000 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 2.001-2.500 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 2.501-3.000 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 3.001-3.500 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| >3.501 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |





Indicatore di sensitività SE3 - Fonte di approvvigionamento idrico

La tipologia di fonte di approvvigionamento è molto importante nella valutazione della sensitività collegata alla risorsa idrica dei centri aziendali.

Nella Regione Marche, la dipendenza delle colture agricole dalle *acque superficiali* può essere molto problematica nel periodo estivo, poiché in assenza dello scioglimento dei ghiacciai e dei nevai (assenti in ambito regionale) e in presenza di lunghi periodi siccitosi, le acque superficiali potrebbero essere la prima fonte di approvvigionamento idrico a subire delle conseguenze negative.

Seppur con tempistiche e dinamiche più lente e diluite nel tempo, anche il sistema delle *acque sotterranee* risulta vulnerabile agli impatti dei cambiamenti climatici, poiché l'effetto di prosciugamento e abbassamento delle falde è determinato da cause simili a quelle che investono le riserve superficiali.

La gestione della risorsa idrica da parte degli *enti irrigui* garantisce invece un controllo ed un monitoraggio più attento delle reti di approvvigionamento, con la possibilità di un'ottimizzazione del sistema anche attraverso la creazione di bacini artificiali per lo stoccaggio dell'acqua.

Nel caso del Comune di Urbino, i dati evidenziano una dipendenza prevalente dal sistema idrico superficiale (73%), con una lieve dipendenza dal sistema delle acque sotterranee (14%) e una minima dipendenza dalla rete di distribuzione degli Enti Irrigui (9%).

| | Acque sotterranee | Acque superficiali | Enti irrigui | Altro |
|------------------|-------------------|--------------------|--------------|-------|
| Comune di Urbino | 14% | 73% | 9% | 4% |
| Regione Marche | 39% | 35% | 18% | 8% |

Calcolando l'indicatore come media ponderata delle percentuali di dipendenza dei centri aziendali dai tre sistemi di distribuzione delle acque, si ottiene un valore dell'indicatore pari a 4,3. Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, risulta un **grado di sensitività elevato** dell'indicatore *Fonte di approvvigionamento idrico* alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

| Valore SE3 | | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Scala 0-5 | Scala 0-1 | | |
| 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |





Indicatore di sensitività SE4 - Numero di occupati in agricoltura

Il numero di occupati in agricoltura contribuisce al calcolo della sensitività del sistema del lavoro nel territorio comunale. Nel caso in cui il cambiamento climatico determini un peggioramento della produttività agricola, ciò potrebbe di riflesso tradursi in un'ulteriore compressione del numero di occupati (peraltro già in forte calo negli ultimi decenni con l'affermarsi dell'industria).

La sensitività si misura pertanto come rapporto tra il numero di occupati in agricoltura ed il numero totale di occupati a livello comunale. Più è elevato questo dato, maggiore è la vulnerabilità del sistema del lavoro, poiché maggiore sarà il peso economico del settore agricolo nel sistema produttivo locale.

Parallelamente si valuta il numero di occupati nel settore agricolo in termini assoluti, desunto dai dati ISTAT del Censimento della Popolazione e delle Abitazioni del 2011⁵⁴.

In termini assoluti, il Comune di Urbino ha una percentuale di occupati nel settore agricolo sul totale degli occupati pari al 4,2%, in linea con il valore medio regionale del 4,3%.

| | Numero totale di occupati | Numero di occupati nel settore agricolo | % occupati nel settore agricolo |
|------------------|---------------------------|---|---------------------------------|
| Comune di Urbino | 6.487 | 275 | 4,2% |
| Regione Marche | 649.593 | 28.025 | 4,3% |

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Numero di occupati in agricoltura* del Comune di Urbino, con una percentuale pari al 4,2%, presenta un **grado di sensitività lieve** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

| Valore SE4 | | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|-----------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Scala 0-100 (%) | Scala 0-1 | | |
| 0-10 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 11-20 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 21-30 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 31-40 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| >41 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

⁵⁴ <http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx>.





Indicatore di sensitività SE5 - Colture di pregio

Un altro importante fattore di sensitività è costituito dalla presenza di colture agricole di pregio tra quelle gestite dai centri aziendali localizzati nel territorio comunale. La presenza di colture di pregio aumenta la sensitività, poiché si tratta di punti di forza del territorio che possono essere minati dal cambiamento climatico, mettendo talvolta in difficoltà un intero comparto produttivo.

In questo caso sono state considerate le certificazioni DOP e IGP (probabilmente esse non sono sufficienti a descrivere il valore, ma sono un buon punto di partenza). Il censimento dei dati ISTAT 2011 fornisce dati su base comunale per le aziende che hanno acquisito tali certificazioni.

In termini assoluti il Comune di Urbino presenta una percentuale media di colture di pregio sul totale pari al 21%, al di sopra del valore medio regionale pari al 18,4%.

| | Superficie colture di pregio (ha) | %/SAU |
|------------------|-----------------------------------|-------|
| Comune di Urbino | 2.173 | 21% |
| Regione Marche | 86.983 | 18,4% |

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Colture di pregio* del Comune di Urbino, con una percentuale pari al 21%, presenta un **grado di sensitività moderato** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

| Valore SE5 | | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|-----------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Scala 0-100 (%) | Scala 0-1 | | |
| 0-10 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 11-20 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 21-30 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 31-40 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 41-50 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |



Indicatore di sensitività SE6 - Aree irrigabili

L'estensione delle superfici irrigabili, dichiarate dalle aziende agricole nel Censimento dell'Agricoltura 2011, può essere un ulteriore utile indicatore dell'esposizione del territorio alla crisi idrica in agricoltura. Maggiore è l'estensione di queste aree, maggiore è la probabilità che un certo numero di aziende possa risentire, anche pesantemente, della riduzione della disponibilità idrica.

In termini assoluti il Comune di Urbino presenta una percentuale di superficie irrigabile sul totale della SAU pari ad 1%. I dati sono da considerare comunque con le dovute cautele, dato che essi provengono da autodichiarazioni delle aziende agricole stesse, e quindi con valori potenzialmente non corrispondenti alla situazione reale.

127

| | SAU irrigabile (estensione in ha) | SAU totale centri aziendali (estensione in ha) | % SAU irrigabile |
|------------------|--------------------------------------|--|------------------|
| Comune di Urbino | 137,7 | 10.309 | 1% |
| Regione Marche | 41.708 | 471.828 | 8,8% |

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Aree irrigabili* del Comune di Urbino, con una percentuale pari a 1%, presenta un **grado di sensitività lieve** alla problematica della *carenza idrica ad uso irriguo*.

| Valore SE6 | | Classe di sensitività | Grado di sensitività |
|-----------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Scala 0-100 (%) | Scala 0-1 | | |
| 0-20 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 21-40 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 41-60 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 61-80 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 81-100 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |





Indicatore sintetico di sensitività - SE

L'indicatore sintetico di sensitività del territorio comunale è stato calcolato come media ponderata dei sei indicatori precedentemente calcolati:

$$SE = \frac{(SE_1 * w_1 + SE_2 * w_2 + SE_3 * w_3 + SE_4 * w_4 + SE_5 * w_5 + SE_6 * w_6)}{\sum_1^6 w}$$

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti, in maniera dipendente dal loro grado di incidenza sulla *riduzione della disponibilità idrica in agricoltura* e del loro grado di attendibilità. Pertanto, si è dato un peso maggiore all'indicatore di consumo idrico medio (0,3), seguito dagli indicatori di approvvigionamento idrico e SAU/superficie territoriale (0,2).

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di sensitività calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di sensitività alta** del *sistema aziendale agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo*.

| Indicatori di sensitività | Peso indicatore (w) | Valore grado di sensitività [scala 1-5] | Valore normalizzato [scala 0-1] | Classe di sensitività |
|---|---------------------|---|---------------------------------|-----------------------|
| SE1 - SAU/Sup. Tot. Comunale | 0,2 | 3,0 | 0,60 | Moderata |
| SE2 - Consumo idrico medio | 0,3 | 4,0 | 0,80 | Alta |
| SE3 - Approvvigionamento idrico | 0,2 | 4,3 | 0,86 | Elevata |
| SE4 - Numero occupati in agricoltura | 0,1 | 1,0 | 0,20 | Lieve |
| SE5 - Presenza colture di pregio | 0,1 | 2,0 | 0,40 | Bassa |
| SE6 - Aree irrigabili | 0,1 | 1,0 | 0,20 | Lieve |
| SE - Indicatore sintetico di sensitività | 1,0 | 3,1 | 0,61 | Alta |



Indicatori di capacità adattiva

Il Censimento dell'Agricoltura fornisce anche un dettaglio comunale sulla struttura dei centri aziendali. Questo aspetto, nonostante possa risultare secondario nel calcolo della vulnerabilità dell'erosione dei suoli, non dovrebbe essere trascurato, poiché può incidere sulla resilienza del settore agricolo. Tale aspetto è stato approfondito anche dall'Osservatorio Regionale dei Suoli, il quale sostiene infatti che l'agricoltura è un settore poco incline a subire gli impatti del cambiamento climatico, poiché fortemente adattabile.

Nella tabella seguente vengono riassunti gli indicatori di capacità adattiva calcolati.

| | Indicatori di capacità adattiva |
|------------|--|
| CA1 | Età del titolare del centro aziendale |
| CA2 | Livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale |
| CA3 | Livello di informatizzazione delle aziende agricole |
| CA4 | Diritto reale sul terreno |
| CA5 | Tipologia di irrigazione |
| CA6 | Consulenza irrigua |

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di capacità adattiva.





Indicatore di capacità adattiva CA1 - Età del titolare del centro aziendale

Conoscere l'età media dei titolari dei centri aziendali è utile nel descrivere la propensione delle aziende del territorio ad introdurre tecniche e metodi innovativi e quindi a modificare i paradigmi applicati dall'agricoltura tradizionale.

L'indicatore viene calcolato come rapporto tra la percentuale dei titolari di aziende con età inferiore a 39 anni (A) e la percentuale dei titolari di aziende con età superiore a 59 anni (B)⁵⁵.

Come indicato nella tabella successiva, nel Comune di Urbino si rileva una percentuale di "giovani" titolari di centri aziendali (10%) superiore rispetto alla media regionale (7%), ed una percentuale di titolari con età superiore a 59 anni (51%) inferiore rispetto alla media regionale (56%).

| | Età < 39 anni (A) | Età > 59 anni (B) | Rapporto A/B |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Comune di Urbino | 10% | 51% | 0,19 |
| Regione Marche | 7% | 56% | 0,14 |
| Mediana regionale | - | - | 0,12 |
| 25° percentile regionale | - | - | 0,09 |
| 75° percentile regionale | - | - | 0,17 |

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Età del titolare del centro aziendale* del Comune di Urbino, con un valore pari a 0,19, presenta un **grado di capacità adattiva moderato** alla problematica della *carenza idrica ad uso irriguo*.

| Valore CA1 | | Classe di capacità adattiva | Grado di capacità adattiva |
|------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|
| A/B | Scala 0-1 | | |
| 0,01-0,02 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 0,03-0,05 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 0,06-0,20 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 0,21-0,50 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| > 0,51 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

⁵⁵ Dati ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura, centri aziendali agricoli.





Indicatore di capacità adattiva CA2 - Livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale

Come per il precedente indicatore CA1 - Età del titolare del centro aziendale, il livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale è utile a descrivere la propensione delle aziende del territorio ad introdurre tecniche e metodi innovativi e quindi a modificare i paradigmi applicati dall'agricoltura tradizionale.

I dati ISTAT del 6° Censimento dell'Agricoltura riferiti ai centri aziendali distinguono il livello di scolarizzazione in due categorie: *livello di scolarizzazione basso* (nessun titolo, licenza elementare, licenza scuole medie) e *livello di scolarizzazione alto* (licenza scuole superiori, laurea).

131

L'indicatore viene calcolato a partire dalle percentuali dei titolari con un livello di scolarizzazione alto (B) e dei titolari con un livello di scolarizzazione basso (A).

Come indicato nella tabella successiva, nel Comune di Urbino si rileva una percentuale di titolari di centri aziendali con livello di scolarizzazione alto (29%) superiore rispetto alla media regionale (25%), ed una percentuale di titolari con livello di scolarizzazione basso (71%) inferiore rispetto alla media regionale (75%). Il rapporto B/A risulta pari a 0,4.

| | Livello scolarizzazione Basso (A) | Livello scolarizzazione Alto (B) | Rapporto B/A |
|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------|
| Comune di Urbino | 71% | 29% | 0,40 |
| Regione Marche | 75% | 25% | 0,33 |

Suddividendo le classi di capacità adattiva sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, definite considerando il solo valore B, l'indicatore del *Livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale* del Comune di Urbino, con un valore percentuale pari al 29%, presenta un **grado di capacità adattiva basso** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

| Valore CA2 | | Classe di capacità adattiva | Grado di capacità adattiva |
|-----------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|
| Scala 0-100 (%) | Scala 0-1 | | |
| 0-20 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 21-40 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 41-60 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 61-80 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 81-100 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |





Indicatore di capacità adattiva CA3 - Livello di informatizzazione delle aziende agricole

Questo indicatore consente di valutare in modo diretto la capacità dell'azienda di accedere alle nuove tecnologie e in modo indiretto la predisposizione del centro aziendale all'aggiornamento costante delle tecniche e dei metodi di lavoro. Il Censimento dell'Agricoltura fornisce il valore percentuale delle aziende informatizzate al 2010. Seppur tale indicatore sia influenzato dalla velocità del processo d'informatizzazione, si assume che tutti i Comuni progrediscono allo stesso livello e che il loro rapporto reciproco rimanga invariato.

L'indicatore viene calcolato a partire dalle percentuali delle aziende informatizzate (A) e delle aziende non informatizzate (B)⁵⁶.

Come indicato nella tabella successiva, nel Comune di Urbino si rileva una quasi totalità di aziende non informatizzate (95%), con un rapporto A/B che risulta pari a 0,06.

| | Aziende informatizzate (A) | Aziende non informatizzate (B) | Rapporto A/B |
|------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------|
| Comune di Urbino | 5% | 95% | 0,06 |
| Regione Marche | 13% | 87% | 0,15 |

Suddividendo le classi di capacità adattiva sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, definite considerando il solo valore A, l'indicatore del *Livello di informatizzazione delle aziende agricole* del Comune di Urbino, con un valore percentuale pari al 5%, presenta un **grado di capacità adattiva lieve** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

| Valore CA3 | | Classe di capacità adattiva | Grado di capacità adattiva |
|-----------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|
| Scala 0-100 (%) | Scala 0-1 | | |
| 0-20 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 21-40 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 41-60 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 61-80 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 81-100 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

⁵⁶ Dati ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura, centri aziendali agricoli.





Indicatore di capacità adattiva CA4 - Diritto reale sul terreno

L'indicatore permette di valutare la propensione dell'azienda agricola a realizzare investimenti di adeguamento tecnologico delle proprie infrastrutture, quali gli impianti di irrigazione utilizzati. La proprietà del terreno induce il titolare ad una maggiore propensione all'investimento; viceversa, l'esercizio di un diritto reale di affitto del terreno limita questo tipo di operazioni. Si tratta ovviamente di assunzioni generali, non valide per il singolo caso, ma utili a completare il quadro della capacità adattiva.

L'indicatore viene calcolato a partire dalle percentuali delle aziende in affitto/uso misto senza proprietà (B) e delle aziende in proprietà/uso misto con proprietà (A)⁵⁷.

Come indicato nella tabella successiva, nel Comune di Urbino si rileva una netta prevalenza di aziende proprietarie dei terreni lavorati (73%), con un rapporto B/A che risulta pari a 0,38.

| | Aziende in proprietà/uso misto con proprietà (A) | Aziende in affitto/uso misto senza proprietà (B) | Rapporto B/A |
|------------------|--|--|--------------|
| Comune di Urbino | 73% | 27% | 0,38 |
| Regione Marche | 81% | 19% | 0,24 |

Suddividendo le classi di capacità adattiva sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, definite considerando il solo valore A, l'indicatore del *Diritto reale sul terreno* del Comune di Urbino, con un valore percentuale pari al 73%, presenta un **grado di capacità adattiva alto** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

| Valore CA4 | | Classe di capacità adattiva | Grado di capacità adattiva |
|-----------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|
| Scala 0-100 (%) | Scala 0-1 | | |
| 0-20 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 21-40 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 41-60 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 61-80 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 81-100 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

⁵⁷ Dati ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura, centri aziendali agricoli.





Indicatore di capacità adattiva CA5 - Tipologia di irrigazione

La tipologia di irrigazione utilizzata a livello locale permette di valutare in modo qualitativo la capacità adattiva del territorio. La presenza di sistemi di micro-irrigazione è già indice di una buona risposta alla riduzione della disponibilità idrica; viceversa, la presenza di un'irrigazione di tipo a pioggia comporta una maggiore vulnerabilità del sistema. In questo caso è necessario tenere presente che non per tutte le tipologie colturali possono essere utilizzati tutti i sistemi di irrigazione.

L'indicatore viene calcolato come media ponderata a partire dai dati delle percentuali di utilizzo di tecniche di irrigazione quali: scorrimento/infiltrazione, sommersione, a pioggia, micro-irrigazione e altre tipologie⁵⁸.

Come indicato nella tabella successiva, nel Comune di Urbino si rileva una netta prevalenza di utilizzo di impianti a pioggia (55%), ed un ridotto uso di impianti di micro-irrigazione (4%).

| | Scorrimento/ infiltrazione | Sommersione | A pioggia | Micro- irrigazione | Altro |
|------------------|-------------------------------|-------------|-----------|-----------------------|-------|
| Comune di Urbino | 8% | 0% | 55% | 4% | 33% |
| Regione Marche | 14% | 0% | 53% | 9% | 5% |

Applicando un peso a ciascuna tipologia di irrigazione in funzione del potenziale risparmio idrico ad essa connesso, è possibile calcolare un indicatore di vulnerabilità del sistema. I pesi utilizzati sono i seguenti:

| Scorrimento/ infiltrazione | Sommersione | A pioggia | Micro- irrigazione |
|-------------------------------|-------------|-----------|-----------------------|
| 2,0 | 1,0 | 3,0 | 5,0 |

Suddividendo le classi di capacità adattiva sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore della *Tipologia di irrigazione* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,0, presenta un **grado di capacità adattiva moderato** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

| Valore CA5 | | Classe di capacità adattiva | Grado di capacità adattiva |
|------------|-----------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Scala 0-5 | Scala 0-1 | | |
| 0,0-1,0 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 1,1-2,0 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 2,1-3,0 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 3,1-4,0 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 4,1-5,0 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

⁵⁸ Dati ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura, centri aziendali agricoli.





Indicatore di capacità adattiva CA6 - Consulenza irrigua

La presenza di servizi di consulenza irrigua riduce considerevolmente la vulnerabilità del centro aziendale, incrementandone la capacità adattiva. Il consulente irriguo accresce la consapevolezza del titolare del centro aziendale sul tema del risparmio idrico, anche in chiave del risparmio economico, indicando le opzioni praticabili in relazione alle caratteristiche del centro aziendale (tipologie di coltivi, pendenza del terreno, ecc.).

L'indicatore viene calcolato a partire dai dati delle percentuali di superficie territoriale di proprietà di aziende che ricorrono a consulenze irrigue⁵⁹.

Come indicato nella tabella successiva, nel 2010 non sono state rilevate nel Comune di Urbino aziende che si sono avvalse di consulenze irrigue (0%), su una media regionale che comunque è inferiore all'unità percentuale (0,9%).

| | Superficie Aziende con consulente irriguo |
|------------------|---|
| Comune di Urbino | 0% |
| Regione Marche | 0,9% |

Suddividendo le classi di capacità adattiva sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore della *Consulenza irrigua* del Comune di Urbino, con un valore percentuale pari a 0%, presenta un **grado di capacità adattiva lieve** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

| Valore CA6 | | Classe di capacità adattiva | Grado di capacità adattiva |
|-----------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|
| Scala 0-100 (%) | Scala 0-1 | | |
| 0-20 | 0,00-0,20 | Lieve | 1 |
| 21-40 | 0,21-0,40 | Bassa | 2 |
| 41-60 | 0,41-0,60 | Moderata | 3 |
| 61-80 | 0,61-0,80 | Alta | 4 |
| 81-100 | 0,81-1,00 | Elevata | 5 |

⁵⁹ Dati ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura, centri aziendali agricoli.



Indicatore sintetico di capacità adattiva - CA

La capacità adattiva viene letta con accezione negativa; ciò significa che un'assenza di capacità adattiva determina un elevato valore di vulnerabilità e viceversa. L'indicatore sintetico di capacità adattiva del territorio comunale, riferito ai centri aziendali, è stato calcolato come media ponderata dei sei indicatori precedentemente calcolati:

$$CA = \frac{(CA_1 * w_1 + CA_2 * w_2 + CA_3 * w_3 + CA_4 * w_4 + CA_5 * w_5 + CA_6 * w_6)}{\sum_1^6 w}$$

135

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti, in maniera dipendente dal loro grado di incidenza sulla *riduzione della disponibilità idrica in agricoltura* e del loro grado di attendibilità. Il fattore che incide maggiormente nel calcolo del valore globale di capacità adattiva è senza dubbio la *tipologia di irrigazione praticata*. Si tratta del parametro più importante ed il primo sul quale è possibile agire per aumentare l'efficienza idrica del sistema. Questo parametro assume pertanto un peso di 0,5. Anche la *proprietà diretta del terreno coltivato* può incidere in maniera consistente, poiché essa incentiva forme di investimento del titolare dell'azienda agricola sulla proprietà. Per questo parametro si assume quindi un peso di 0,2. I due fattori relativi al titolare dell'azienda agricola (*età e scolarizzazione*) sono ugualmente importanti, poiché possono incidere sul livello di consapevolezza e di sensibilità alla tematica del rischio idrico del decisore (il titolare stesso). Per entrambi viene utilizzato il peso 0,1. Infine, il *livello di informatizzazione dell'azienda* e la presenza di un *consulente irriguo*, sono sicuramente fattori importanti, ma meno decisivi nell'orientare le scelte del titolare dell'azienda agricola.

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di capacità adattiva calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di capacità adattiva moderata** del *sistema aziendale agricolo* alla *carenza idrica ad uso irriguo*.

| Indicatori di capacità adattiva | Peso indicatore (w) | Valore grado di capacità adattiva [scala 1-5] | Valore normalizzato [scala 0-1] | Classe di capacità adattiva |
|--|---------------------|---|---------------------------------|-----------------------------|
| CA1 - Età del titolare del centro aziendale | 0,10 | 3,0 | 0,60 | Moderata |
| CA2 - Livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale | 0,10 | 2,0 | 0,40 | Bassa |
| CA3 - Livello di informatizzazione delle aziende agricole | 0,05 | 1,0 | 0,20 | Lieve |
| CA4 - Diritto reale sul terreno | 0,20 | 4,0 | 0,80 | Alta |
| CA5 - Tipologia di irrigazione | 0,50 | 3,0 | 0,60 | Moderata |
| CA6 - Consulenza irrigua | 0,05 | 1,0 | 0,20 | Lieve |
| CA - Indicatore sintetico di capacità adattiva | 1,00 | 2,9 | 0,58 | Moderata |





Sintesi dell'analisi di vulnerabilità del sistema agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo

Riassumendo quanto sopra esposto, il principale elemento di vulnerabilità del sistema agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo del Comune di Urbino è legato all'esposizione. Sebbene gli indici di precipitazione ed evapotraspirazione (SPI e SPEI) mostrano una lievissima tendenza verso un clima più umido, l'analisi degli eventi siccitosi avvenuti dal 1961 al 2015 evidenzia un numero sostanziale di eventi di durata 5-7 giorni e $32^{\circ}\text{C} < T < 34^{\circ}\text{C}$.

Per quanto riguarda la componente della sensibilità, seppure la Superficie Agricola Utilizzata occupi circa il 47% del territorio comunale, essa presenta un grado alto, determinato prevalentemente dall'elevato grado dell'indicatore delle fonti di approvvigionamento idrico (dipendenti perlopiù dalla rete delle acque superficiali) e dall'alto valore del consumo idrico medio delle colture praticate.

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

In sintesi, risulta per il settore agricolo del Comune di Urbino un **grado di vulnerabilità moderato (2,57)** alla carenza idrica, come di seguito dimostrato:

| Componenti della vulnerabilità | Valore [Scala 1-5] | Valore normalizzato [Scala 0-1] | Classe di vulnerabilità |
|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Esposizione (ES) | 3,00 | 0,6 | Moderata |
| Sensibilità (SE) | 3,10 | 0,61 | Alta |
| Capacità adattiva (CA) | 2,90 | 0,58 | Moderata |
| VULNERABILITA' | 2,57 | 0,51 | Moderata |

- Indicatore di Esposizione ES = 3,00 (Moderato)
- Indicatore di Sensibilità SE = 3,10 (Alto)
- Impatto Potenziale I (ES+SE) = 3,05 (Alto)
- Capacità Adattiva CA = 2,90 (Moderata)
- Vulnerabilità = (3,05 + (5-2,90)) / 2 = 2,575 (Moderata)





Analisi degli scenari di rischio del settore agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo

Come indicato nella metodologia di progetto, il grado di *rischio* (R) del settore agricolo all'erosione dei suoli è stato definito in maniera direttamente proporzionale alla *vulnerabilità* (V) di un determinato territorio ed alla *pericolosità* (H) di un certo evento, espressa quest'ultima come *probabilità di accadimento* (P) ed *effetti prodotti* (E) dall'evento:

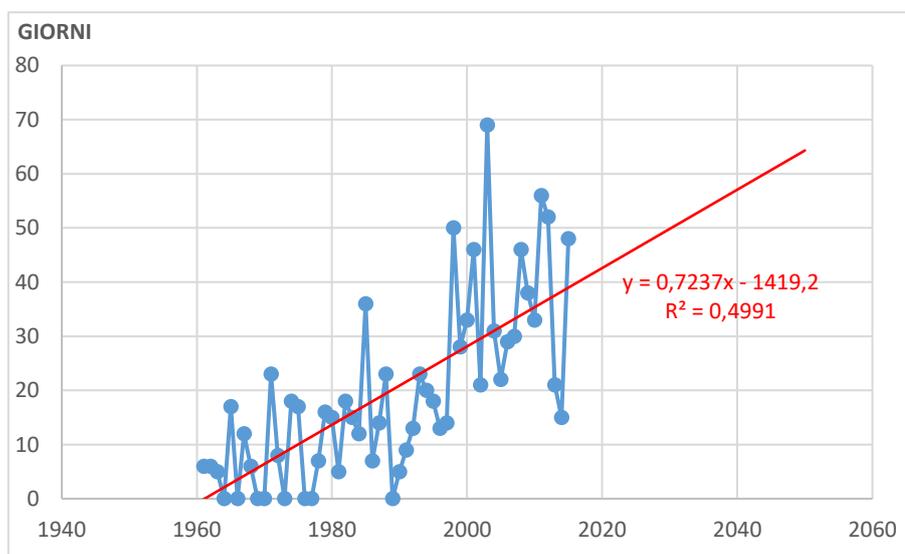
$$R = V * H = V * P * E$$

Per definire la *probabilità di accadimento* (P) degli eventi che potenzialmente incidono sulla carenza idrica ad uso irriguo, è stato calcolato il numero di eventi con giorni consecutivi di pioggia $P < 1$ mm e temperatura $T > 30^\circ\text{C}$ per il periodo 1960-2015⁶⁰.

Come si evince dal grafico seguente, sono stati registrati per il Comune di Urbino un totale di circa 105 eventi siccitosi, con una durata prevalente compresa fra 5 e 7 giorni e una temperatura massima media compresa fra 32°C e 34°C . Dal 1961 al 2015 sono stati dunque registrati in media 19 giorni siccitosi all'anno.

Inoltre, dall'analisi dell'andamento annuale del numero di giorni siccitosi (grafico seguente), si evince una netta tendenza all'aumento, avvenuta specialmente negli ultimi 20 anni e in incremento per i prossimi anni.

Sulla base delle classi di probabilità riportate in tabella, risulta quindi per il territorio comunale un **grado di probabilità di accadimento basso** di eventi siccitosi.



| Eventi siccitosi | Classi di probabilità | |
|------------------|-----------------------|----------|
| ≤14 | 1 | Lieve |
| 15-28 | 2 | Bassa |
| 29-42 | 3 | Moderata |
| 43-56 | 4 | Alta |
| ≥57 | 5 | Elevata |

Per definire gli *effetti prodotti* (E) dall'evento, non avendo a disposizione dati di quantificazione diretta, è stato stimato il valore economico del bene esposto tramite la definizione del valore della produzione (*Standard Output* - SO), che rappresenta il valore normale della produzione lorda relativa alle singole attività produttive aziendali in base alle diverse tipologie colturali o di allevamenti praticati.

Prendendo dunque in considerazione i valori di *Standard Output* espressi in €/ha per ogni coltura praticata nella Regione Marche e sulla base delle tipologie colturali praticate e censite nel 2010 dall'ISTAT per l'anno 2010 (dati

⁶⁰ Dati forniti dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.





forniti dal CRA-INEA e riportati in tabella in calce al paragrafo), è stato possibile determinare il valore di SO assoluto e il valore di SO rapportato alla SAU effettiva per ogni Comune della Regione Marche. Come si evince dalla tabella seguente, il Comune di Urbino presenta un valore di *Standard Output* sul totale della Superficie Agricola Utilizzata pari a 1.089,00 €/ha, rispetto un valore medio regionale pari a 1.692,00 €/ha.

| | SAU totale (ha) | Standard Output totale (€) | SO/SAU (€/ha) |
|------------------|-----------------|----------------------------|---------------|
| Comune di Urbino | 9.974 | € 10.862.663,00 | € 1.089,00 |
| Regione Marche | 441.580 | € 747.239.301,00 | € 1.692,00 |

In relazione al valore massimo di *Standard Output* ottenuto per i Comuni della Regione Marche, pari a circa 20 MI €/ha, sono state individuate 5 diverse classi di Valore Economico. Per il Comune di Urbino, con un valore di SO totale di € 10.862.663,00, risulta pertanto un **grado di valore economico moderato**.

| Standard Output totale (Milioni €) | Classi di valore economico | |
|------------------------------------|----------------------------|----------|
| < 4 | 1 | Lieve |
| 4-8 | 2 | Bassa |
| 8-12 | 3 | Moderata |
| 12-16 | 4 | Alta |
| > 16 | 5 | Elevata |

Calcolando dunque la pericolosità del fenomeno come prodotto tra la *probabilità di accadimento (grado basso)* e gli *effetti prodotti (grado moderato)*, si ottiene per il Comune di Urbino un **grado di pericolosità moderato (H=2,5)** di eventi siccitosi.

Come si evince dalla tabella seguente, mettendo in relazione i valori calcolati di vulnerabilità moderata (V=2,57) e pericolosità moderata (H=2,5), risulta per il Comune di Urbino un **grado di rischio alto per il settore agricolo in relazione alla carenza idrica ad uso irriguo**.

| | | | | | | |
|-------------------|---|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| VULNERABILITÀ (V) | 5 | MODERATO | ALTO | ELEVATO | ELEVATO | ELEVATO |
| | 4 | MODERATO | ALTO | ELEVATO | ELEVATO | ELEVATO |
| | 3 | MODERATO | ALTO | ALTO | ALTO | ALTO |
| | 2 | BASSO | MODERATO | MODERATO | MODERATO | MODERATO |
| | 1 | TRASCURABILE | BASSO | BASSO | BASSO | BASSO |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | PERICOLOSITÀ (H=P*E) | | | | |





| Tipologia Culturale | UM | Comune di Urbino | REGIONE MARCHE |
|-----------------------------|-----------------|------------------|----------------|
| Frumento tenero e spelta | Sup. (ha) | 131 | 12.532 |
| | SO (995 €/ha) | 130.584 | 12.469.430 |
| Frumento duro | Sup. (ha) | 2.804 | 137.507 |
| | SO (1196 €/ha) | 3.353.536 | 164.458.527 |
| Segale | Sup. (ha) | 0 | 326 |
| | SO (346 €/ha) | 0 | 112.869 |
| Orzo | Sup. (ha) | 310 | 19.054 |
| | SO (788 €/ha) | 244.217 | 15.014.442 |
| Avena | Sup. (ha) | 100 | 1.933 |
| | SO (548 €/ha) | 54.548 | 1.059.514 |
| Mais | Sup. (ha) | 3 | 6.622 |
| | SO (1138 €/ha) | 3.414 | 7.536.109 |
| Riso | Sup. (ha) | 0 | 12 |
| | SO (1631 €/ha) | 0 | 19.458 |
| Sorgo | Sup. (ha) | 0 | 3.259 |
| | SO (1011 €/ha) | 0 | 3.294.384 |
| Altri cereali | Sup. (ha) | 111 | 1.678 |
| | SO (1011 €/ha) | 111.918 | 1.696.033 |
| Pisello | Sup. (ha) | 126 | 4.388 |
| | SO (1314 €/ha) | 165.419 | 5.765.201 |
| Fagiolo secco | Sup. (ha) | 0 | 76 |
| | SO (1244 €/ha) | 0 | 95.042 |
| Fava | Sup. (ha) | 49 | 4.878 |
| | SO (1314 €/ha) | 64.176 | 6.409.613 |
| Lupino dolce | Sup. (ha) | 0 | 25 |
| | SO (1314 €/ha) | 0 | 33.494 |
| Altri legumi secchi | Sup. (ha) | 191 | 3.686 |
| | SO (1174 €/ha) | 223.882 | 4.327.247 |
| Patata | Sup. (ha) | 1 | 203 |
| | SO (8325 €/ha) | 4.163 | 1.690.558 |
| Barbabetola da zucchero | Sup. (ha) | 0 | 2.642 |
| | SO (2357 €/ha) | 0 | 6.226.298 |
| Piante sarciate da foraggio | Sup. (ha) | 0 | 118 |
| | SO (1768 €/ha) | 0 | 208.907 |
| Tabacco | Sup. (ha) | 0 | 26 |
| | SO (7411 €/ha) | 0 | 189.425 |
| Luppolo | Sup. (ha) | 0 | 0 |
| | SO (13600 €/ha) | 0 | 136 |
| Lino | Sup. (ha) | 18 | 57 |
| | SO (1135 €/ha) | 20.430 | 64.638 |
| Canapa | Sup. (ha) | 0 | 27 |
| | SO (795 €/ha) | 0 | 21.330 |
| Altre piante tessili | Sup. (ha) | 0 | 7 |
| | SO (1135 €/ha) | 0 | 7.548 |
| Colza e ravizzone | Sup. (ha) | 19 | 603 |
| | SO (505 €/ha) | 9.595 | 304.404 |
| Girasole | Sup. (ha) | 523 | 40.111 |
| | SO (540 €/ha) | 282.199 | 21.659.929 |
| Soia | Sup. (ha) | 0 | 658 |
| | SO (814 €/ha) | 0 | 535.376 |
| Semi di lino | Sup. (ha) | 0 | 4 |
| | SO (1129 €/ha) | 0 | 3.952 |

| | | | |
|--|------------------|--------------|---------------|
| Altre piante di semi oleosi | Sup. (ha) | 19 | 187 |
| | SO (3196 €/ha) | 60.724 | 596.278 |
| Piante aromatiche, medicinali | Sup. (ha) | 11 | 2.203 |
| | SO (20000 €/ha) | 220.000 | 44.060.200 |
| Altre piante industriali | Sup. (ha) | 0 | 366 |
| | SO (1600 €/ha) | 0 | 585.488 |
| Ortaggi freschi in pieno campo | Sup. (ha) | 54 | 5.918 |
| | SO (11969 €/ha) | 644.531 | 70.828.473 |
| Ortaggi freschi in orti stabili e industriali | Sup. (ha) | 2 | 1.167 |
| | SO (12983 €/ha) | 26.355 | 15.157.523 |
| Ortaggi freschi in serra | Sup. (ha) | 0 | 138 |
| | SO (33533 €/ha) | 9.054 | 4.621.518 |
| Fiori e piante ornamentali in piena aria | Sup. (ha) | 3 | 105 |
| | SO (38161 €/ha) | 106.851 | 3.995.838 |
| Fiori e piante ornamentali in serra | Sup. (ha) | 1 | 41 |
| | SO (208601 €/ha) | 129.333 | 8.623.565 |
| Prati avvicendati | Sup. (ha) | 4.297 | 93.935 |
| | SO (341 €/ha) | 1.465.352 | 32.031.835 |
| Erbaio di mais da foraggio | Sup. (ha) | 74 | 1.598 |
| | SO (1105 €/ha) | 81.439 | 1.765.680 |
| Altri erbai monofiti di cereali | Sup. (ha) | 0 | 315 |
| | SO (558 €/ha) | 0 | 175.608 |
| Altri erbai | Sup. (ha) | 4 | 1.671 |
| | SO (672 €/ha) | 2.755 | 1.123.147 |
| Vite per uva da vino di qualità (DOP e IGP) | Sup. (ha) | 204 | 11.155 |
| | SO (12474 €/ha) | 2.544.197 | 139.146.472 |
| Vite per uva da vino comune | Sup. (ha) | 34 | 5.763 |
| | SO (7438 €/ha) | 252.966 | 42.861.847 |
| Olive da tavola | Sup. (ha) | 2 | 170 |
| | SO (2829 €/ha) | 6.733 | 479.742 |
| Olive per olio | Sup. (ha) | 35 | 13.345 |
| | SO (2465 €/ha) | 87.310 | 32.895.647 |
| Agrumeti | Sup. (ha) | 0 | 42 |
| | SO (1597 €/ha) | 0 | 66.834 |
| Frutta fresca di origine temperata | Sup. (ha) | 11 | 2.354 |
| | SO (8173 €/ha) | 90.965 | 19.235.564 |
| Altra frutta fresca di origine subtropicale | Sup. (ha) | 0 | 12 |
| | SO (9646 €/ha) | 0 | 111.315 |
| Piccoli frutti | Sup. (ha) | 2 | 375 |
| | SO (18987 €/ha) | 34.936 | 7.112.340 |
| Frutta per frutta a guscio | Sup. (ha) | 27 | 1.755 |
| | SO (2298 €/ha) | 61.196 | 4.032.691 |
| Vivai fruttiferi | Sup. (ha) | 0 | 39 |
| | SO (23200 €/ha) | 0 | 909.672 |
| Vivai (semazai e piantonai) | Sup. (ha) | 2 | 982 |
| | SO (43573 €/ha) | 74.074 | 42.810.037 |
| Prati permanenti utilizzati | Sup. (ha) | 153 | 12.724 |
| | SO (366 €/ha) | 55.852 | 4.657.032 |
| Pascoli utilizzati | Sup. (ha) | 656 | 43.584 |
| | SO (366 €/ha) | 239.961 | 15.951.718 |
| Prati permanenti e pascoli non più destinati alla produzione | Sup. (ha) | 0 | 1.208 |
| | SO (165 €/ha) | 0 | 199.374 |
| SAU TOTALE (ha) | | 9.974 | 441.580 |
| STANDARD OUTPUT TOTALE (€) | | € 10.862.663 | € 747.239.301 |
| SO/SAU (€/ha) | | € 1.089,12 | € 1.692,00 |

Calcolo dello Standard Output (SO) relativo alle diverse tipologie culturali praticate nel Comune di Urbino (dati ISTAT, Censimento agricoltura 2010).



Bibliografia

- Commissione Europea (2016), Il Sistema europeo di indicatori per il turismo. Toolkit ETIS per la gestione sostenibile delle destinazioni. ISBN 978-92-79-55251-9
- 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
- IPCC, 2007 - "Fourth Assessment Report - AR4".
- INEA, 2009 – "Monitoraggio dei sistemi irrigui delle regioni centro settentrionali – Rapporto 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., Rymaszewicz, 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., Meusbürger, 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.
- Pearson, M., D. Johnston, et al. (1998). Environmental indicators for national state of the environment reporting - Natural and Cultural Heritage. Australia: State of the Environment (Environmental Indicator Reports). Canberra, Department of the Environment.
- 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
- Congedo L., 2018: From GIS to Remote Sensing - Estimation of Land Surface Temperature with Landsat and ASTER
- UNESCO (2016), World Heritage and Tourism in a Changing Climate. ISBN UNESCO: 978-92-3-100152-9

