



Spoke 4: Safeguarding and enhancing the natural and cultural heritage and identity of the territories- Technologies for resilient and accessible cultural and natural heritage

PP 4.7.1: Open platform "phigital space" (physical and digital) of the type "user profiling" for the advanced and dynamic codesign of interventions on the built and ex novo.

Manuale d'uso della Dashboard DATI, INFORMAZIONI E MODELLI

Deliverable di riferimento (Atlante digitale e struttura dati della piattaforma)

D7.2.4 – Digital atlas of models, data and information on transition scenarios and open operation on the contextual and usage variables of the case studies and on the technological adaptive alternatives (materials and integrated systems) towards climate neutrality (TRL 6)

D7.2.5 – Development of models for the selection and preparation of prototypes of systems and components on the testing cases (TRL 6)

Deliverable 2025 associati allo sviluppo, popolamento e validazione della piattaforma "phigital space" (dashboard) e dell'Atlante

D(2025) – 4.7.20 – Correlation between the existing structural typologies of the examined building stock and their behaviour under seismic excitation (workshop / advertising material / models) – TRL 6

D(2025) – 4.7.21 – Implementation, populating and use-testing of the data-informational models and protocols to support design and intervention choices (evolved DSS) – TRL 6

D(2025) – 4.7.22 – Digital active control device, based on the concept of inerter, for seismic protection and vibration control of heritage structures (no. 3 scenarios) – Demonstration in operational environment – TRL 7

D(2025) – 4.7.23 – Testing and assessment with users of different profile of the "phigital" platform (pilot project) under the supervision of the dedicated office at UNIRC – TRL 7

D(2025) – 4.7.24 – Structural components in locally resonant metamaterials for structural and environmental safety of historic buildings (nr. 2 series × 3 scenarios) – Demonstration in operational environment – TRL 7

Introduzione

La dashboard è uno strumento interattivo progettato per supportare la lettura, l'interpretazione e l'utilizzo di dati e modelli relativi agli effetti del cambiamento climatico sul patrimonio costruito, culturale e naturale. Nasce per facilitare l'accesso a informazioni tecniche e scientifiche anche da parte di utenti non specialisti, permettendo allo stesso tempo un livello di approfondimento adeguato alle esigenze di professionisti e amministrazioni pubbliche.



Come funziona la dashboard

Tipi di rischio, metodologie, misure e interventi

La dashboard restituisce e visualizza dati e informazioni per la co-progettazione di interventi sul patrimonio costruito ed ex-nuovo, attraverso l'esplorazione e l'interrogazione di modelli e simulazioni sui casi studio piloti interessati dal progetto (ma con possibilità di implementazione con altri casi studio) nelle sezioni sui tipi di rischio "Sicurezza ambientale", "Sicurezza strutturale" e la presentazione di casi studio e "Misure e interventi" per il patrimonio culturale e naturale in scenari di cambiamento climatico.

I contenuti della dashboard sono "user profile", consentendo di personalizzare l'accesso alle informazioni, gestire diversi livelli di dati e offrire funzionalità mirate.
E' possibile effettuare il login come:

Cittadino/utente privato;
Utente della PA
Professionista iscritto ad un ordine professionale
Operatore economico/società privata (necessaria approvazione di iscrizione)

Attraverso un sistema di visualizzazione intuitivo, la dashboard consente di esplorare **tipi di rischio, metodologie di analisi, misure di mitigazione e interventi di adattamento**. I contenuti si basano su modelli e simulazioni sviluppati su casi studio pilota, con la possibilità di estendere progressivamente la piattaforma a nuovi siti o territori.

La dashboard restituisce informazioni utili alla **co-progettazione di strategie e interventi**, con particolare riferimento a:

- **Sicurezza ambientale**
- **Sicurezza strutturale**
- **Misure e interventi** per la conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale e naturale in scenari di cambiamento climatico

Uno degli elementi chiave della piattaforma è la gestione dei contenuti attraverso **profili utente personalizzati** (user profile), che permettono di accedere a livelli informativi differenti e di usufruire di funzionalità specifiche in base al ruolo e alle necessità dell'utilizzatore.

L'accesso alla dashboard può avvenire tramite diverse tipologie di profilo:

- **Cittadino o utente privato**, interessato a comprendere i fenomeni e gli scenari di rischio;
- **Utente della Pubblica Amministrazione**, coinvolto nei processi decisionali e nella pianificazione;
- **Professionista iscritto a un ordine**, con esigenze tecniche più avanzate;
- **Operatore economico o società privata**, previa approvazione della richiesta di iscrizione.

Questo manuale fornisce una guida completa all'utilizzo della dashboard: dall'accesso iniziale alla navigazione tra le sezioni, fino alle modalità con cui possono essere interrogati i dati e interpretati i contenuti visualizzati. L'obiettivo è offrire un supporto chiaro e operativo per consentire a ogni categoria di utente di sfruttare pienamente le potenzialità dello strumento.

1. Accesso alla piattaforma

Per utilizzare la dashboard è necessario disporre di un profilo utente. La piattaforma prevede due modalità principali di accesso: **Accesso** (per chi ha già un account) e **Registrazione** (per i nuovi utenti).

1.1 Registrazione di un nuovo utente

Chi non possiede ancora le credenziali deve completare la procedura di registrazione, accessibile dalla scheda Registrazione.

The screenshot shows the registration page of the Tech4You platform. At the top, there's a navigation bar with links to 'IL PROGETTO', 'DASHBOARD', 'LIVING LAB', 'NEWS', 'Tech4You', and 'ACCEDI'. Below the navigation, there are two tabs: 'Accesso' (selected) and 'Registrazione'. The registration form consists of several input fields: 'Email *' with a placeholder 'Email', 'Password *' with a placeholder 'Password' and an eye icon for visibility, 'Conferma Password *' with a placeholder 'Conferma Password' and an eye icon, 'Nome' with a placeholder 'Nome', 'Cognome' with a placeholder 'Cognome', and 'Ruolo *' with two radio button options: 'Utente' (selected) and 'Professionista/Amministrazione'. At the bottom of the form is a blue 'Registrati' button.

Scelta del profilo

La registrazione richiede innanzitutto di selezionare il **tipo di profilo** tra:

- **Utente**: include cittadini, utenti privati e soggetti non iscritti ad albi professionali;
- **Professionista/Amministrazione**: comprende professionisti tecnici, membri della Pubblica Amministrazione e operatori economici.

La scelta del profilo determina il livello di informazioni e funzionalità disponibili una volta effettuato l'accesso.

Compilazione del modulo

Per completare la registrazione è necessario inserire:

- **Email** (obbligatoria, utilizzata per il login e le comunicazioni);
- **Password e Conferma Password** (devono coincidere);
- **Nome e Cognome**;
- **Ruolo**, selezionando una delle due opzioni disponibili.

Una volta compilati tutti i campi, è possibile confermare selezionando **Registrati**.

Verifica e approvazione

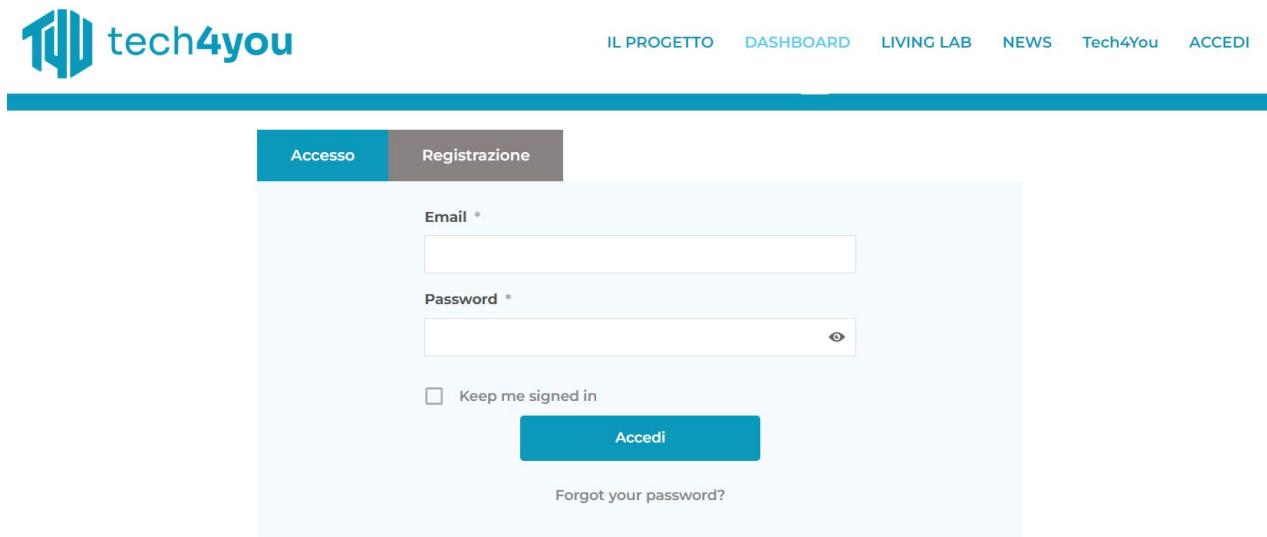
Dopo l'invio, la richiesta viene presa in carico dai ricercatori responsabili della gestione della piattaforma.

La procedura prevede:

- a) **Verifica dei dati inseriti**, in particolare per i profili Professionista/Amministrazione.
- b) **Approvazione dell'iscrizione**, comunicata via email.
- c) Una volta confermata la registrazione, l'utente può accedere con le proprie credenziali dalla scheda Accesso.

1.2 Accesso (Login)

Una volta ottenuta la conferma della registrazione, è possibile accedere alla dashboard tramite la scheda **Accesso**.



The screenshot shows the Tech4You login interface. At the top, there's a blue header bar with the Tech4You logo on the left and several menu items: IL PROGETTO, DASHBOARD, LIVING LAB, NEWS, Tech4You, and ACCEDI. Below the header, there are two tabs: "Accesso" (which is highlighted in blue) and "Registrazione". The main area contains input fields for "Email *" and "Password *". Below the password field is a checkbox labeled "Keep me signed in". At the bottom of the form is a blue button labeled "Accedi". To the right of the "Accedi" button is a link "Forgot your password?".

Come effettuare il login

Nella schermata di accesso sono presenti due campi:

- **Email:** l'indirizzo utilizzato in fase di registrazione
- **Password:** la password definita dall'utente

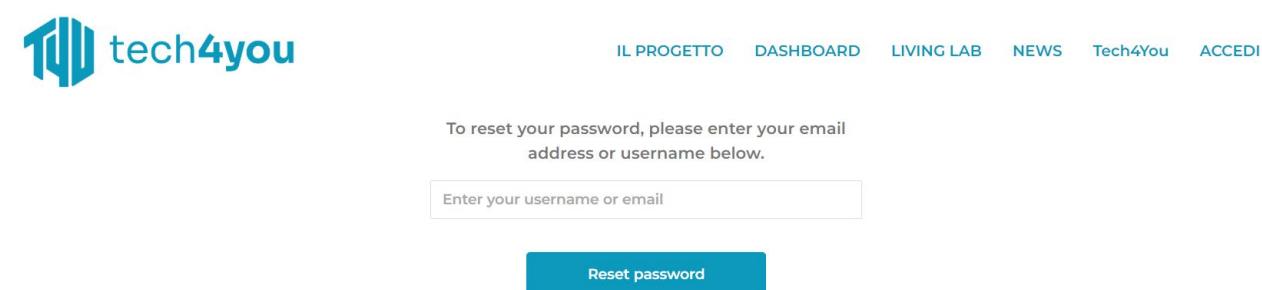
Dopo aver inserito le credenziali, selezionare **Accedi** per entrare nella piattaforma.

In caso di credenziali errate o non ancora approvate è necessario verificare:

- l'esattezza dell'indirizzo email digitato,
- la correttezza della password,
- l'avvenuta approvazione da parte dei ricercatori (per profili professionali o della PA).

1.3 Recupero Password

Nel caso in cui la password sia stata dimenticata, è possibile reimpostarla utilizzando la funzione di recupero.



The screenshot shows the Tech4You password recovery interface. At the top, there's a blue header bar with the Tech4You logo on the left and several menu items: IL PROGETTO, DASHBOARD, LIVING LAB, NEWS, Tech4You, and ACCEDI. Below the header, there is a message: "To reset your password, please enter your email address or username below." followed by a text input field labeled "Enter your username or email". At the bottom of the form is a blue button labeled "Reset password".

Procedura di recupero

- Selezionare l'opzione "**Password dimenticata?**" nella schermata di login.
- Inserire l'indirizzo **Email** associato al proprio account.
- La piattaforma invierà un messaggio contenente un link o un codice per reimpostare la password.
- Cliccare sul link ricevuto e scegliere una **nuova password**, confermandola nel campo dedicato.
- Al termine della procedura, sarà possibile accedere nuovamente utilizzando la nuova combinazione.

2. Struttura della piattaforma

La dashboard è organizzata in **tre aree principali**, pensate per accompagnare l'utente dal quadro dei rischi alla definizione delle possibili risposte: **Sicurezza ambientale e scenari climatici; sicurezza strutturale; misure e interventi**

Ogni sezione può essere consultata da tutti, ma offre **livelli di lettura diversi** per utenti non esperti e per professionisti/PA.

Le tre aree sono pensate come un **percorso integrato**: **sicurezza ambientale** - aiuta a capire quali fenomeni climatici e georischi sono presenti e come evolvono nel tempo; **sicurezza strutturale** - mostra come questi fenomeni si traducono in vulnerabilità per edifici e infrastrutture; **misure e interventi** - propone come intervenire con soluzioni tecniche, tecnologiche e strategiche coerenti con gli scenari di rischio e con gli obiettivi di neutralità climatica.

In questo modo la dashboard permette sia al cittadino sia al professionista di passare dalla **conoscenza del rischio** alla **definizione delle azioni di adattamento e mitigazione**, utilizzando lo stesso ambiente digitale ma con livelli di approfondimento diversi.



IL PROGETTO DASHBOARD ▾ LIVING LAB NEWS Tech4You AREA RISERVATA ESCI

Scarica il manuale d'uso



2.1 Sicurezza ambientale e scenari climatici

Questa sezione raccoglie i contenuti legati agli **effetti dei cambiamenti climatici** sui casi studio (Bova e Palizzi Marina) e più in generale sul patrimonio naturale e culturale.

Cosa contiene, in sintesi:

- scenari climatici attuali e futuri (RCP 4.5 e RCP 8.5);
- indicatori climatici visualizzati con **grafici e mappe** (temperatura, umidità, comfort termico, irraggianza solare, vento, gradi giorno, ecc.);
- mappe e dataset su **innalzamento del livello del mare, precipitazioni estreme e run-off, zone a rischio allagamento**;
- contenuti sui **georischi** (cedimenti, ritiro-rigonfiamento, liquefazione, ecc.) e sugli **impatti dei cambiamenti climatici** sul patrimonio culturale, con indici e metriche di vulnerabilità (es. Damage Index).

2.2 Sicurezza strutturale

Questa sezione è dedicata ai **rischi strutturali** per il patrimonio culturale e naturale, con particolare attenzione agli edifici storici e ai contesti insediativi fragili.

Cosa contiene, in sintesi:

- moduli su **rischio sismico** e **analisi del rischio sismico**;
- indicatori, tabelle e criteri per la **valutazione della vulnerabilità** (classi di rischio PAM, IS-V, classi di vulnerabilità per edifici in muratura, ecc.);
- contenuti sui **meccanismi di collasso** (ribaltamenti, flessione, ecc.) con schemi, formule e protocolli di classificazione;
- strumenti e risorse per la **valutazione del rischio** di strutture in muratura e in cemento armato;
- **vulnerability map** dei casi studio (es. Bova), che integrano dati di rilievo, simulazioni e catalogazione.

2.3 Misure e interventi

Questa sezione traduce i risultati delle analisi ambientali e strutturali in **azioni concrete**: strategie, tecnologie e modelli per ridurre i rischi e aumentare la resilienza del patrimonio culturale e naturale.

Cosa contiene, in sintesi:

- un **Atlante dei modelli** per gli interventi di sicurezza ambientale e strutturale, collegato al Digital Atlas of models, data and information on transition scenarios: l'accesso avviene tramite uno **specchietto sinottico**, analogo a quello della sezione Sicurezza ambientale, in cui per ogni **tipo di rischio** e **scenario climatico** sono organizzate le diverse **azioni NBS**. Ogni pulsante/icona rimanda alla relativa scheda con la dicitura NBS (protocollo), il tipo di rischio a cui si riferisce e una selezione di casi studio con breve descrizione e fonte;
- esempi di **workflow operativi** per la progettazione di interventi sul patrimonio costruito, che guidano l'utente dal quadro di rischio alla scelta dell'intervento più appropriato;
- contenuti dedicati agli **interventi sul patrimonio naturale e sul suolo** (ad esempio tecniche di miglioramento dei terreni con colonne granulari compattate, analisi numeriche, prove in centrifuga geotecnica);
- materiali su **sistemi di isolamento alla base** e altre soluzioni tecnologiche innovative per la riduzione del rischio strutturale;
- **documentazione tecnica**, tabelle, figure, software dedicati (come GranularColumns), report sperimentali e risultati di simulazioni, utili sia per la consultazione sia per l'uso operativo da parte di professionisti e amministrazioni.

3 Sezione "Sicurezza ambientale e scenari climatici"

3.1 Utente cittadino

La sezione **Sicurezza ambientale e scenari climatici** fornisce una panoramica integrata dei principali effetti del cambiamento climatico sui casi studio di **Bova** e **Palizzi Marina**, con particolare attenzione a:

- evoluzione delle condizioni climatiche (scenari RCP 4.5 e RCP 8.5);
- fenomeni associati (innalzamento del livello del mare, precipitazioni estreme, allagamenti, georischi);
- impatti sul patrimonio naturale e culturale.

L'obiettivo è accompagnare l'utente nella lettura di **grafici, mappe e schemi** in modo progressivo, consentendo di comprendere il quadro dei rischi ambientali senza richiedere competenze specialistiche.

The screenshot shows the Tech4You platform's dashboard for environmental security and climate scenarios. At the top, there are logos for European Union funding, Italidomani, MUR, and the University of Salento. The main header reads "Sicurezza ambientale e scenari climatici". Below the header, there's a "Pipeline Browser" section with icons for different components like STLReader1 and STLReader2. The central area features a large image of a coastal landscape with green arrows indicating environmental changes. A sub-section titled "I rischi ambientali in scenario di cambiamento climatico" provides a detailed description of the platform's purpose and the climate scenarios it offers. It highlights the integration of multiple risk scenarios through maps, graphs, and databases, allowing users to explore the dynamic vulnerability of natural and cultural heritage under different climate conditions. The section also mentions the two case studies: Bova and Palizzi Marina. At the bottom, there's a "Contenuti sui tipi di rischio ambientale" section with links to download content on various environmental risks.

I rischi ambientali in scenario di cambiamento climatico

Questa sezione della piattaforma offre un quadro integrato e aggiornato dei rischi ambientali in scenari di cambiamento climatico, consentendo non solo di comprendere le condizioni attuali ma anche di esplorare gli effetti futuri, così da supportare decisioni progettuali e politiche orientate alla resilienza climatica e alla salvaguardia del patrimonio naturale e culturale.

Nel contesto internazionale attuale, il cambiamento climatico sta imponendo nuove sfide che richiedono risposte rapide e innovative. La piattaforma Tech4You fornisce strumenti per analizzare i dati e le previsioni climatiche, fornendo informazioni scientifiche che possono essere consultate e scaricate per i casi studio. La piattaforma dedicata ai rischi ambientali permette di esplorare in maniera interattiva scenari multi-risk attraverso mappe, grafici e database, offrendo un quadro dinamico delle vulnerabilità ambientali e culturali. I dati climatici vengono integrati con modelli previsionali e strumenti di simulazione geospatiale, così da rendere visibili e comprensibili fenomeni complessi come lo stress termico sugli edifici storici, la degradazione dei materiali, il deflusso superficiale dovuto a piogge intense e l'interazione tra eventi estremi consecutivi.

Un aspetto centrale della ricerca è l'analisi di scenari what if, che consentono di valutare le possibili traiettorie future del clima in base a diversi livelli di emissioni di gas serra. Due percorsi principali vengono presi in considerazione: lo scenario RCP 4.5, che ipotizza una moderata riduzione delle emissioni e permette di osservare gli impatti climatici in un futuro a breve termine (2030) e in uno a lungo termine (2085-2090), con una progressiva stabilizzazione verso la fine del secolo; lo scenario RCP 8.5, che rappresenta invece un andamento "business as usual", senza mitigazioni significative, con effetti più gravi già nel medio periodo (2050) e ancora più accentuati nel 2090.

Attraverso questi scenari è possibile simulare e confrontare condizioni climatiche differenti, evidenziando come le strategie di mitigazione possano ridurre sensibilmente i rischi, oppure, in assenza di interventi, aggravare le vulnerabilità del patrimonio culturale e del patrimonio naturale.

Contenuti sui tipi di rischio ambientale

Consulta e scarica contenuti sul tema dei rischi ambientali in scenario di cambiamento climatico per le aree di sperimentazione Bova e Palizzi Marina

| | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------|
| Tipi di Rischio Ambientale DASHBOARD | Rischi e dataset sugli effetti dei cambiamenti climatici | Radiazione Solare Stress UV | Innalzamento Livello del Mare |
| | | | |

3.1.1 Rischi e dataset legati agli effetti dei cambiamenti climatici

Questa sotto-sezione presenta i principali **indicatori climatici** (temperatura, umidità, comfort termico, ecc.) in forma di **grafici** riferiti a:

- **stato attuale (Attuale 2024)**
- **scenario RCP 4.5** – con orizzonti temporali 2030 e 2090
- **scenario RCP 8.5** – con orizzonti temporali 2050 e 2085

I grafici comparativi consentono di:

- confrontare le **tendenze nel tempo** tra scenario attuale e futuri scenari di cambiamento climatico;
- evidenziare **incrementi o variazioni** degli indicatori più rilevanti per il benessere delle persone e la conservazione del patrimonio.

Come si utilizza (profilo cittadino)

- Selezionare l'indicatore di interesse (ad es. comfort termico, temperatura, ecc.).
- Osservare le curve relative ai diversi scenari per comprendere se, nel tempo, le condizioni risultano più favorevoli o più critiche.
- Utilizzare i grafici come supporto alla comprensione dei fenomeni illustrati nelle mappe e nelle sezioni successive (mare, allagamenti, georischi).



Rischi e dataset legati agli effetti dei cambiamenti climatici

In questa sezione è possibile navigare il dataset, sintetizzato in forma di grafici, relativo ai fenomeni legati ai cambiamenti climatici riferito agli scenari RCP 4.5 – 2030, 2090; RCP 8.5 – 2050, 2085

Bova (RC)

Palizzi Marina (RC)

Grafici comparativi degli scenari climatici

Dataset in grafici comparativi che mettono a confronto le tendenze dei diversi scenari RCP, evidenziando le variazioni e le proiezioni dei principali indicatori climatici nel tempo.

| Percorsi Rappresentativi di Concentrazione (RCP) MAPPE DEI FENOMENI CLIMATICI | ATTUALE 2024 | RCP 4.5 2030 - 2085 | RCP 8.5 2050 - 2090 |
|--|-----------------|------------------------|------------------------|
| Innalzamento livello del mare | ● | ● | ● |
| Dilavamento superficiale delle acque | ● | ● | ● |
| UTCI (Indice di comfort termico umano) | ● | ● | ● |
| Flussi venti prevalenti | ● | ● | ● |
| Allagamenti | ● | ● | ● |

3.1.2 Mappe dei fenomeni climatici (RCP – quadro sintetico)

La tabella “**Mappe dei fenomeni climatici**” organizza, in modo sintetico, i principali fenomeni ambientali valutati per gli scenari:

- **Attuale 2024**
- **RCP 4.5 – 2030 / 2085**
- **RCP 8.5 – 2050 / 2090**

I fenomeni considerati comprendono:

- **Innalzamento livello del mare**
- **Dilavamento superficiale delle acque** (runoff)
- **UTCI – Indice di comfort termico umano**
- **Flussi dei venti prevalenti**
- **Allagamenti**

La tabella funziona come **indice di accesso** alle diverse famiglie di contenuti (mappe, analisi, casi studio) presenti nelle sotto-sezioni seguenti.

Come si utilizza

- Utilizzare la tabella come “mappa concettuale” per orientarsi tra i temi trattati.
- Partire dal fenomeno di interesse (es. allagamenti, livello del mare, comfort termico) e seguire i collegamenti alle relative sotto-sezioni tematiche.

3.1.3 Innalzamento del livello del mare (Sea Level Rise)

Questa sotto-sezione è dedicata all'**innalzamento del livello del mare** per il caso pilota **Palizzi Marina**, analizzato in diversi scenari climatici:

- **RCP 4.5 “bad luck” / “medium luck”**
- **RCP 8.5 “bad luck” / “medium luck”**

Per ciascuna combinazione sono disponibili proiezioni agli orizzonti:

- **2050 – 2080 – 2100**

Le informazioni sono restituite in forma di **mappe di scenario**, che mostrano le aree costiere potenzialmente interessate dall'innalzamento del mare.

Come si utilizza

- Selezionare lo scenario (RCP 4.5 o 8.5) e la variante (“bad luck” / “medium luck”).
- Aprire la mappa di dettaglio per l'anno di interesse (2050, 2080, 2100).
- Leggere, tramite legenda cromatica, quali porzioni di costa e di territorio risultano maggiormente esposte.
- Utilizzare le mappe per comprendere l'ordine di grandezza del fenomeno e per contestualizzare le eventuali misure di adattamento presentate in altre sezioni della dashboard.



Indicatori di rischio e metriche (Sea Level Rise)

La sezione seguente presenta i dataset sintetizzati in forma di mappe relative all'innalzamento del livello del mare, analizzato secondo gli scenari RCP (Representative Concentration Pathways) per il caso pilota Palizzi Marina.

⟨ RCP 4.5 “bad luck” | Proiezioni dell’innalzamento del livello del mare – traiettoria attuale (RCP 4.5, scenario di “sfortuna”): 2050, 2080, 2100 ⟩

Dettagli

3.1.4 Precipitazioni estreme e run-off

Questa parte presenta i **dataset e le mappe** relativi a:

- **eventi di precipitazione estrema;**
- **runoff superficiale e aree a rischio di allagamento a Palizzi Marina.**

I contenuti includono:

- una mappa di sintesi “**Run-off | Individuazione delle aree a rischio di allagamento**”;
- ulteriori rappresentazioni cartografiche e grafiche che mostrano la **distribuzione spaziale delle piogge intense** e dei deflussi nei diversi scenari temporali.

Come si utilizza

- Accedere alla mappa dedicata agli allagamenti (“Run-off | Individuazione delle aree a rischio di allagamento”).
- Osservare le zone evidenziate come maggiormente esposte ad allagamento in occasione di eventi di pioggia intensa.
- Mettere in relazione queste informazioni con il quadro generale dei rischi (es. allagamenti in aree costiere già interessate da SLR) e con le misure di mitigazione illustrati nei successivi moduli sulla sicurezza strutturale e sulle misure/interventi.



Precipitazioni estreme e runoff

La sezione seguente presenta i dataset sintetizzati in forma di mappe e grafici relativi agli eventi di precipitazione estrema e al runoff superficiale, analizzati secondo gli scenari RCP (Representative Concentration Pathways) per il caso studio Palizzi Marina. Le elaborazioni consentono di valutare la frequenza, l'intensità e la distribuzione spaziale delle piogge intense e dei conseguenti deflussi, con una tabella comparativa che mette a confronto le tendenze tra i diversi scenari previsionali.

Run-off | Individuazione delle aree a rischio di allagamento a Palizzi Marina durante eventi di pioggia intensa

Dettagli

3.1.5 Georischi associati ai cambiamenti climatici

Questa sezione descrive i principali **georischi** connessi ai cambiamenti climatici, quali:

- **cedimenti** legati all'abbassamento della falda in terreni granulari compressibili;
- **ritiro–rigonfiamento** di argille espansive in presenza di cicli estremi pioggia–siccità;
- **liquefazione** di terreni sabbioso-limosi saturi in scenari di innalzamento del livello del mare e sollecitazione sismica.

I contenuti comprendono:

- **fotografie** e dati relativi ai danni osservati su edifici e infrastrutture;
- **tabelle e grafici** che illustrano le relazioni tra condizioni climatiche, caratteristiche dei terreni e risposta geotecnica;
- **materiale di caso studio** riferito a Palizzi Marina (prove in situ, prove di laboratorio, indici di potenziale di liquefazione, ecc.).

Come si utilizza

- Consultare le gallerie di immagini e i riepiloghi tabellari per comprendere, in modo qualitativo e quantitativo, il legame tra clima e comportamento dei terreni.
- Utilizzare le informazioni come supporto alla comprensione dei motivi per cui, in alcune aree, sono necessari interventi di miglioramento dei terreni o specifiche misure di prevenzione.
- Collegare i georischi alle altre componenti di rischio (allagamenti, SLR, sismicità) in un'ottica di lettura integrata del territorio.



Georischi associati ai cambiamenti climatici

I cambiamenti climatici stanno alterando il regime meteorologico, determinando numerosi georischi con conseguenti danni a strutture e infrastrutture. Questa sezione analizza i principali effetti causati dai georischi: cedimenti dovuti all'abbassamento della falda freatica in terreni granulari compressibili per siccità prolungata; danni strutturali causati dal ritiro–rigonfiamento di argille espansive per cicli estremi di pioggia e siccità; liquefazione in terreni sabbioso-limosi saturi per l'innalzamento del livello del mare. Particolare attenzione è stata dedicata al fenomeno della liquefazione sismica dei terreni di particolare importanza per il sito pilota di Palizzi Marina ove sono risultate essere presenti nell'area costiera sabbie limose saturate potenzialmente liquefacibili. Sono stati sviluppati e validati modelli avanzati per la previsione del rischio di liquefazione basati sul concetto di energia. Inoltre per il sito pilota di Palizzi Marina è stato valutato il rischio di liquefazione sismica in diversi scenari sismici e climatici. Per mitigare tale rischio è stata proposta la tecnica di miglioramento dei terreni basata sull'impiego di colonne granulari compattate, nella versione "Rammed Aggregate Piers" (RAPs).

| CONTENUTI SUI GEORISCHI ASSOCIATI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI |
|---|
| Foto e dati sui danni agli edifici causati dai georischi legati agli effetti del cambiamento climatico |
| Tabelle, dati e/o riferimenti relativi agli effetti dei cambiamenti climatici su terreni su cui sono presenti strutture |

| Rischio di liquefazione sismica nei terreni sabbiosi saturi in futuri scenari di cambiamento climatico |
|--|
| Sviluppo di modelli di generazione delle sovrappressioni interstiziali indotte da eventi sismici in terreni sabbioso-limosi basati sul concetto di energia |
| Validazione dei modelli di generazione delle sovrappressioni interstiziali sismiche in sabbia attraverso modellazione numerica di prove in centrifuga |

| RISCHI DI NATURA GEOTECNICA Caso Studio Palizzi Marina |
|--|
| Dati/tabelle/figure acquisiti per il caso pilota di Palizzi su rischi geologici, geotecnici e sismici (fonte: Amministrazione Comunale di Palizzi) |
| Dati e certificati delle prove geotecniche in situ (MASW) per la caratterizzazione dei terreni |
| Dati e certificati delle prove di laboratorio per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione (fonte: Amministrazione Comunale di Palizzi) |
| Grafici e dati relativi a diversi scenari sismici nel sito pilota di Palizzi Marina |
| Grafici dell'indice del potenziale di liquefazione (LPI) nel sito pilota di Palizzi Marina: situazione attuale e futuri scenari climatici di innalzamento del livello del mare (2050, 2080, 2010) |
| Grafici dell'indice del potenziale di liquefazione (LPI) nel sito pilota di Palizzi Marina per terreni non migliorati e migliorati mediante l'impiego di colonne granulari compattate: situazione attuale e futuri scenari climatici di innalzamento del livello del mare (2050, 2080, 2010) |

3.1.6 Meccanismi di impatto dei cambiamenti climatici sul patrimonio culturale

Questa macrosezione mette in relazione i **fattori climatici** con i **meccanismi di degrado** che interessano il patrimonio culturale, in particolare:

- edifici storici;
- strutture di pregio;
- tessuti urbani consolidati.

I contenuti principali sono:

- una **figura di sintesi (Fig. 1)** che categorizza:
 - i fattori climatici (hazard);
 - gli effetti attesi sugli edifici e sulle strutture;
- una **tabella (Tab. 1)** che presenta un set di **indici per la misura della vulnerabilità climatica** degli edifici e delle strutture del patrimonio culturale.

Tramite il pulsante “**Dettagli**”, l’utente può visualizzare in forma ingrandita le immagini e consultare le tabelle.



Meccanismi di impatto dei cambiamenti climatici sul patrimonio culturale

Le immagini illustrano un framework di correlazione tra i meccanismi di impatto climatico e i processi di degrado fisico che interessano il patrimonio culturale, in particolare le strutture e il patrimonio urbano (Fig. 1).

Fig.1 | Categorizzazione dei fattori climatici e degli effetti attesi (hazard) e categorizzazione degli impatti dei cambiamenti climatici sugli edifici e sulle strutture del patrimonio culturale

Dettagli

Come si utilizza

- Selezionare la figura o la tabella di interesse tramite “**Dettagli**”.
- Analizzare la rappresentazione dei collegamenti tra fattori climatici, fenomeni di degrado (fisico e biologico) e impatti sul patrimonio.
- Utilizzare tali schemi come riferimento generale per interpretare, in modo più consapevole, le informazioni fornite dalla dashboard sui casi studio e sulle vulnerabilità del patrimonio locale.

3.1.7 Metodologia dell'indice di danno (Damage Index)

Questa sezione illustra la **metodologia dell'Indice di danno (Damage Index)** applicata al caso studio **Palazzo Mesiani (Bova)**, come esempio di strumento integrato per la valutazione della vulnerabilità del patrimonio culturale.

Sono resi disponibili:

- **Tab.4** – sintesi del calcolo del Damage Index per Palazzo Mesiani;
- **Tab.5–7** – indicatori e sotto-indicatori relativi a:
 - condizioni ambientali (F_{env});
 - proprietà dei materiali (F_{mat});
 - fattori esterni (F_{ext});
- **Fig.2** – immagini termografiche dell'edificio;
- ulteriori tabelle (Tab.8–12) e report (in formato .csv, .xlsx, .pdf) che documentano criteri, metodologie e risultati.



Metodologia dell'indice di danno per la valutazione dei fattori ambientali, materiali ed esterni

I dati analizzati, relativi ai meccanismi di impatto fisici e biologici, ai driver climatici, agli effetti attesi sul patrimonio culturale e agli impatti sulle comunità, sono stati selezionati e messi in correlazione attraverso una metodologia di lavoro finalizzata alla costruzione di un framework sistematico, capace di identificare i principali meccanismi di impatto fisici e biologici attraverso i quali i fenomeni di cambiamento e i relativi driver climatici (hazard) possono influire sulla dimensione fisica e materiale del patrimonio considerato.

Tra i più rappresentativi indicatori di endpoint è stato selezionato l'indice di danno (Damage Index) (Tab.4). La sua identificazione, definizione e quantificazione risultano strettamente connesse a tre principali fattori (Tabb. 5-7):

1. Condizioni ambientali (F_{env})
2. Proprietà dei materiali (F_{mat})
3. Fattori esterni (F_{ext})

In accordo con tali fattori di impatto, sono stati inoltre individuati i principali indici di midpoint, che contribuiscono in modo significativo alla definizione dell'indice di danno. Tra questi, sono stati selezionati:

- (i) l'indice di deterioramento,
- (ii) l'indice di carbonizzazione (relativo al substrato di riferimento),
- (iii) l'indice di efflorescenze, e
- (iv) l'indice di corrosione degli elementi metallici.



Tab.4 | Calcolo del Damage Index di Palazzo Mesiani (Bova)

[Dettagli](#)

Come si utilizza

- Consultare le tabelle sintetiche per comprendere come diversi fattori (ambiente, materiali, contesto) concorrono alla definizione di un unico **indice di danno**.
- Osservare le immagini termografiche per visualizzare la corrispondenza tra indicatori numerici e manifestazioni fisiche di degrado.

3.2 Utente avanzato

La sezione "Sicurezza ambientale e scenari climatici" per utenti avanzati permette di lavorare in dettaglio su **dataset, mappe, grafici e tabelle** relativi agli effetti del cambiamento climatico sui casi studio (Bova e Palizzi Marina).

Di norma, l'accesso avviene:

- dalla **dashboard principale**, selezionando la voce Sicurezza ambientale e scenari climatici;
- scegliendo **caso studio** di interesse, tramite menu a tendina o pulsanti (es. "Caso studio ▾").

Una volta entrati, i contenuti sono organizzati in **macro-sezioni**, descritte di seguito.

 tech4you

IL PROGETTO DASHBOARD ▾ LIVING LAB NEWS Tech4You AREA RISERVATA ESCI

Contenuti sui tipi di rischio ambientale

Consulta e scarica contenuti sul tema dei rischi ambientali in scenario di cambiamento climatico per le aree di sperimentazione Bova e Palizzi Marina

| | | | |
|---|---|--|---|
| Tipi di Rischio Ambientale DASHBOARD |  Rischi e dataset sugli effetti dei cambiamenti climatici |  Radiazione Solare Stress UV |  Innalzamento Livello del Mare |
|  Precipitazioni Esterne / Run-off |  Georischi associati ai Cambiamenti Climatici |  Meccanismi di Impatto |  Metodologia dell'Indice di Danno |

Dataset per singolo scenario: come funziona la tabella

Per ogni combinazione **indicatore × scenario**, la tabella permette due azioni:

Visualizzazione del grafico

- clic sull'**icona a forma di occhio** nella colonna corrispondente (Attuale 2024, RCP 4.5 o RCP 8.5);
- si apre un **grafico interattivo** (solitamente a linee o a barre) che mostra l'andamento dell'indicatore nel periodo considerato (es. medie mensili, valori giornalieri o orari, a seconda del dataset);
- posizionando il cursore sui punti del grafico compaiono i **valori numerici** associati (tooltip).

Download del dataset

- clic sull'**icona con freccia verso il basso** nella stessa cella;
- viene scaricato un file (es. .csv o .xlsx) che contiene:
 - la serie temporale dell'indicatore;
 - informazioni su scenario, anno di riferimento e unità di misura.

Questo meccanismo è identico per tutti gli indicatori e per tutti gli scenari.

3.2.1 Rischi e dataset legati agli effetti dei cambiamenti climatici

In questa sezione l'utente avanzato può consultare e scaricare i **dataset climatici** relativi ai casi studio di **Bova (RC)** e **Palizzi Marina (RC)**, organizzati per **indicatore** e **scenario climatico**.

Nella parte superiore sono presenti due pulsanti:

- **Bova (RC)**
- **Palizzi Marina (RC)**

La scelta del pulsante determina **quale caso studio** viene visualizzato nella tabella sottostante.

Subito sotto compare una **tabella sinottica** con:

- in riga, gli **indicatori climatici**;
- in colonna, gli **scenari temporali/climatici**:
 - **Attuale 2024**
 - **RCP 4.5 – 2030 / 2090**
 - **RCP 8.5 – 2050 / 2085**

Per ogni cella (indicatore × scenario) ci sono due icone:

- **icona con freccia verso il basso** → permette di **scaricare il dataset** (file, es. .csv o .xlsx);
- **icona con occhio** → permette di **visualizzare il grafico** relativo a quell'indicatore nello scenario selezionato.

 tech4you

IL PROGETTO DASHBOARD LIVING LAB NEWS Tech4You AREA RISERVATA ESCI

Rischi e dataset legati agli effetti dei cambiamenti climatici

In questa sezione è possibile navigare il dataset, sintetizzato in forma di grafici, relativo ai fenomeni legati ai cambiamenti climatici riferito agli scenari RCP 4.5 – 2030, 2090; RCP 8.5 – 2050, 2085

| | Bova (RC) | Palizzi Marina (RC) | |
|--|-----------------|------------------------|------------------------|
| Percorsi Rappresentativi di Concentrazione (RCP) DATI, MODELLI E GRAFICI DEGLI INDICATORI | ATTUALE 2024 | RCP 4.5 2030 - 2090 | RCP 8.5 2050 - 2085 |
| Temperatura del punto di rugiada | | | |
| Rapporto Umidità | | | |
| UTCI (Indice di comfort termico umano) | | | |
| Temperature di bulbo umido | | | |
| Irradianza solare | | | |
| Irradianza solare con azymut 180° | | | |
| Velocità del vento | | | |
| Gradi giorno di riscaldamento e raffreddamento | | | |
| Entalpia | | | |

Grafici comparativi degli scenari climatici

Dataset in grafici comparativi che mettono a confronto le tendenze dei diversi scenari RCP, evidenziando le variazioni e le proiezioni dei principali indicatori climatici nel tempo.

| Percorsi Rappresentativi di Concentrazione (RCP) DATI, MODELLI E GRAFICI DEGLI INDICATORI | TENDENZE A CONFRONTO | |
|--|----------------------|--|
| Temperatura del punto di rugiada | | |
| Rapporto Umidità | | |
| UTCI (Indice di comfort termico umano) | | |
| Temperature di bulbo umido | | |
| Irradianza solare | | |
| Irradianza solare con azymut 180° | | |
| Velocità del vento | | |
| Gradi giorno di riscaldamento | | |
| Gradi giorno di raffreddamento | | |
| Entalpia | | |

Descrizione degli indicatori

Ogni riga della tabella corrisponde a un indicatore climatico specifico. Di seguito cosa significa ciascuno e a cosa serve.

Temperatura del punto di rugiada

Indica la **temperatura alla quale l'aria diventa satira** di vapore e inizia la condensazione.

- misura indiretta del contenuto di **umidità** dell'aria;
- utile per valutare la **formazione di condensa**, fenomeni di degrado dei materiali e condizioni di discomfort termo-igrometrico;
- rilevante per analisi su muffe, degrado delle superfici e microclima interno/esterno.

Rapporto umidità

Corrisponde alla **quantità di vapore acqueo** contenuto nell'aria rispetto alla massa di aria secca (spesso indicato come "mixing ratio" o umidità specifica).

- consente valutazioni più precise rispetto alla sola umidità relativa;
- fondamentale per analisi energetiche degli edifici, calcolo dei carichi di ventilazione e studi su degrado dei materiali sensibili all'umidità.

UTCI (Indice di comfort termico umano)

L'**Universal Thermal Climate Index** integra temperatura dell'aria, umidità, velocità del vento e radiazione solare per restituire un indice sintetico di **benessere o stress termico** percepito dalle persone.

- misura l'**impatto dei cambiamenti climatici sulle persone**, negli spazi aperti e presso gli edifici storici;
- utile per valutare **stress da caldo** o da freddo, rischi per la salute, comfort nei percorsi turistici e nei luoghi pubblici.

Temperatura di bulbo umido

È la temperatura misurata da un termometro avvolto in un panno bagnato, investito da aria in movimento: combina effetto di **temperatura e evaporazione**.

- parametro critico per valutare **stress termico severo** (oltre certe soglie l'organismo umano non riesce più a dissipare calore);
- utile per definire scenari di rischio in ondate di calore e per valutare condizioni limite di utilizzo degli spazi aperti.
-

Irradianza solare

Indica la **potenza della radiazione solare** che raggiunge una superficie (per unità di area).

- misura i **carichi radiativi** sugli edifici (surriscaldamento di facciate, coperture, spazi urbani);
- fondamentale per studi su **isola di calore urbana**, degrado di superfici esposte, produzione fotovoltaica potenziale.

Irradianza solare con azymut 180°

Rappresenta l'irradianza valutata su superfici con **esposizione azimutale 180°** (tipicamente facciate esposte a Sud nell'emisfero nord).

- consente di valutare in modo mirato l'**irraggiamento su facciate critiche** (es. edifici storici esposti a sud);
- utile per simulazioni energetiche di facciata, studi di degrado di materiali lapidei, valutazioni su schermature e NBS ombreggianti.

Velocità del vento

Indica la **velocità media del vento** per il periodo e lo scenario considerato.

- influenza il **raffrescamento per convezione** e quindi il comfort termico;
- rilevante per **azioni meccaniche** su elementi esposti (coperture, strutture leggere);
- entra nei modelli di trasporto di aerosol, sali marini, polveri e in generale nelle condizioni di esposizione dei materiali.

Gradi giorno di riscaldamento e raffreddamento

Sono indici che quantificano il **fabbisogno potenziale di energia** per mantenere una temperatura interna di riferimento: **gradi giorno di riscaldamento** - quanto l'aria esterna è, in media, sotto la temperatura di comfort in stagione fredda; **gradi giorno di raffreddamento** - quanto l'aria esterna è sopra la temperatura di comfort in stagione calda.

- misura indiretta dei **consumi energetici attesi** per riscaldamento e raffrescamento;
- utile per valutare come gli scenari climatici futuri modifichino la domanda energetica di edifici residenziali, storici o pubblici.
-

Entalpia

È una grandezza termodinamica che esprime il **contenuto totale di energia** (sensibile + latente) dell'aria umida.

- consente di valutare in modo integrato **temperatura e umidità** nei processi di climatizzazione;
- fondamentale per analisi avanzate su **impianti HVAC**, recupero di calore, ventilazione naturale/ibrida;
- utile per correlare condizioni climatiche esterne a fenomeni di condensazione ed essiccamiento dei materiali.

Grafici comparativi tra scenari (“Tendenze a confronto”)

In una sezione dedicata (Tendenze a confronto), l'utente avanzato può:

- selezionare un **singolo indicatore** (es. UTCI, irragianza solare, gradi giorno);
- **attivare/disattivare** gli scenari da confrontare (Attuale / RCP 4.5 / RCP 8.5);
- visualizzare sullo stesso grafico le **curve sovrapposte**, per cogliere immediatamente:
 - lo spostamento delle medie;
 - l'aumento di estremi;
 - le differenze tra scenari di mitigazione (RCP 4.5) e business-as-usual (RCP 8.5).

Come può usare questa sezione l'utente avanzato

La sezione “Rischi e dataset legati agli effetti dei cambiamenti climatici” è pensata per **professionisti, tecnici, PA e ricercatori** che necessitano di dati robusti e standardizzati per:

- **alimentare modelli numerici** (energetici, idrologici, geotecnici, strutturali);
- eseguire **analisi di sensitività** e confronti tra scenari RCP e condizioni attuali;
- definire **ipotesi di progetto** e dimensionamento di interventi (NBS, opere di difesa, strategie di adattamento);
- collegare indicatori climatici (es. irradianza, run-off, gradi giorno) a **indicatori di vulnerabilità** del patrimonio culturale e naturale.

In pratica, da questa tabella l'utente avanzato può:

- **scegliere il caso studio** (Bova / Palizzi);
- **identificare l'indicatore più rilevante** per il proprio ambito (energia, comfort, georischi, ecc.);
- **visualizzare il comportamento** nel tempo mediante grafici;
- **scaricare i dataset** e integrarli nei propri strumenti di calcolo, GIS o software specialistici, garantendo coerenza con il resto della dashboard e con le altre sezioni (Sicurezza strutturale, Misure e interventi).

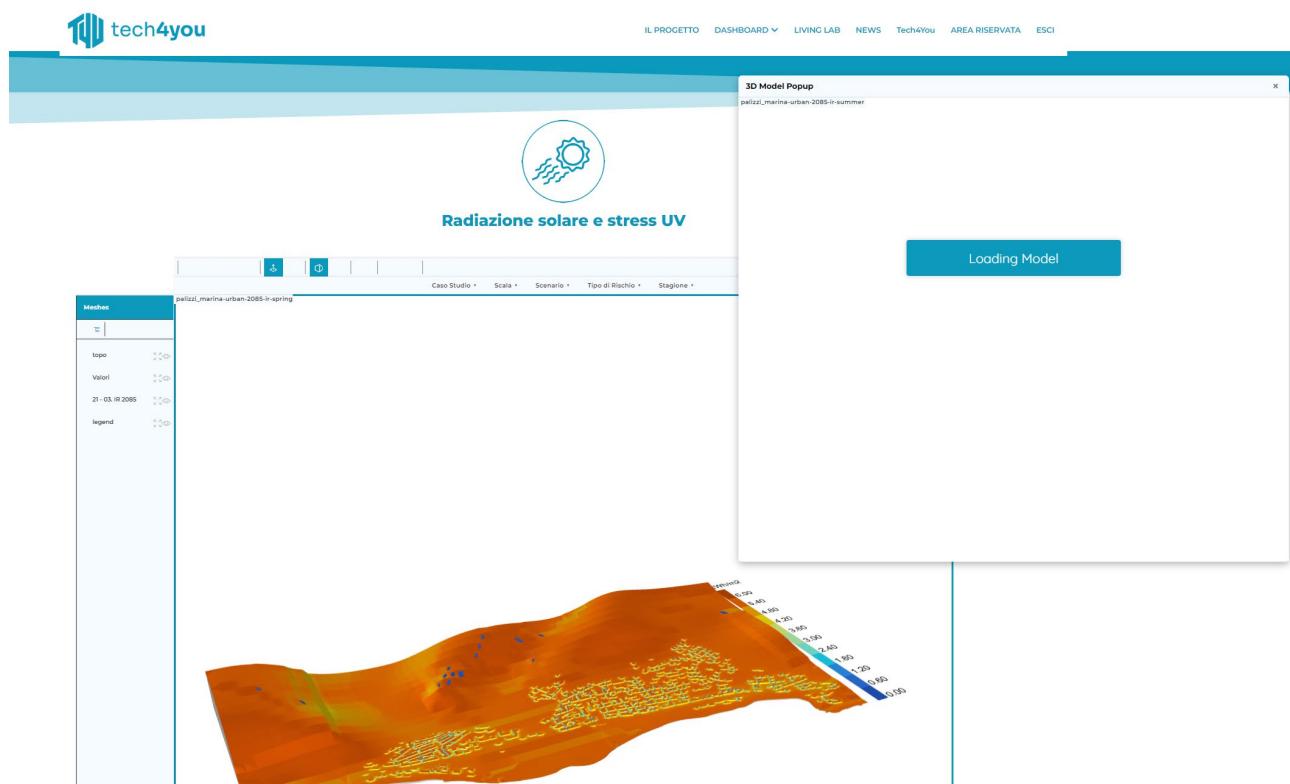
3.2.2 Radiazione solare e stress UV

Radiazione solare e stress UV – Prototipi digitali (utente avanzato)

Questa sezione consente all'utente avanzato di esplorare i **prototipi digitali** sviluppati dalla ricerca: modelli 3D a diverse scale (urbana e di cluster edilizio) sui quali sono stati calcolati gli effetti della **radiazione solare** e dello **stress UV** in diversi scenari di cambiamento climatico.

L'interfaccia è composta da:

- un menu “**Caso Studio ▾**” per scegliere il sito da analizzare (attualmente **Bova** e **Palizzi Marina**);
- un selettori di **scala** (ad es. Urban / Cluster), che definisce quanto territorio o quanti edifici vengono visualizzati;
- la colonna “**Meshes**”, che elenca i singoli modelli 3D disponibili per il caso studio e la scala scelti;
- un ampio **viewport centrale**, in cui viene visualizzato il modello;
- una **barra degli strumenti** superiore con le icone per scegliere il tipo di analisi, l'anno/scenario, la modalità di vista, il download e gli screenshot.



Per generare correttamente le mappe di radiazione e stress UV sul modello 3D è necessario seguire questi passaggi:

a) **Selezionare il caso studio**

Dal menu “**Caso Studio ▾**” scegliere:

- **Bova (RC)** oppure
- **Palizzi Marina (RC)**.

b) **Selezionare la scala del modello**

Nella barra di controllo scegliere la scala di analisi:

- **Urban** (scala urbana, porzione più ampia di tessuto);
- **Cluster** (gruppo di edifici o parte più dettagliata del caso studio).

c) **Selezionare la mesh (modello 3D)**

Nella colonna di sinistra “**Meshes**” scegliere il modello da visualizzare:

- **porzioni di tessuto urbano;**
- **singoli edifici;**
- **facciate o elementi specifici, a seconda di ciò che è stato reso disponibile.**

Dopo la selezione, nel riquadro centrale scompare la dicitura “SELEZIONA MODELLO” e viene caricata la geometria 3D.

d) **Selezionare lo scenario temporale/climatico**

Nella barra degli strumenti scegliere lo **scenario**:

- **Actual (condizioni attuali);**
- **2030, 2050, 2085, 2090 (a seconda delle combinazioni disponibili per RCP 4.5 e RCP 8.5).**

La Direct Sun Hours è indipendente dallo scenario climatico (le traiettorie del sole non cambiano con le emissioni) e viene quindi calcolata e resa disponibile solo nella voce Actual.

L’Incident Radiation, invece, dipende dagli scenari climatici (RCP 4.5 / RCP 8.5) e può essere selezionata sia per Actual sia per gli anni futuri.

e) **Selezionare il tipo di analisi**

- Se lo scenario selezionato è Actual, l’utente può scegliere:
 - Direct Sun Hours
 - Incident Radiation
- Se lo scenario selezionato è un anno futuro (2030, 2050, 2085, 2090), è disponibile Incident Radiation coerente con lo scenario climatico scelto.

f) **Selezionare la stagione**

Per l’analisi scelta (Direct Sun Hours o Incident Radiation) si seleziona la **stagione** per cui sono disponibili le simulazioni:

- **Spring (primavera)**
- **Summer (estate)**
- **Autumn (autunno)**
- **Winter (inverno)**

g) **Visualizzare il modello**

Infine, premere il pulsante “**Visualizza**” e scegliere:

- **visualizzazione nell’editor (il modello si aggiorna nel viewport principale della dashboard), oppure**
- **visualizzazione in finestra pop-up, per affiancare più modelli/scenari e confrontarli in tempo reale (es. estate vs inverno, Actual vs 2050).**

Direct Sun Hours

Le **Direct Sun Hours** rappresentano il **numero di ore in cui una superficie riceve luce solare diretta** (non schermata da edifici, vegetazione o altri ostacoli).

Nel modello 3D, una volta selezionata questa analisi:

- le superfici sono colorate secondo una **scala cromatica** (legenda visibile a lato);
- **colori freddi** indicano poche ore di irraggiamento diretto (zone ombreggiate);
- **colori caldi** indicano molte ore di sole diretto (zone fortemente esposte).

Questa mappa consente di riconoscere rapidamente:

- facciate e coperture più esposte a **surriscaldamento e stress UV**;
- spazi pubblici molto soleggiati o, al contrario, persistentemente ombreggiati, utili per valutare criticità e opportunità di progetto.

Incident Radiation

L'**Incident Radiation** misura la **quantità di energia solare** che arriva su una superficie (espressa, ad esempio, in Wh/m² o kWh/m²).

Tiene conto di:

- intensità della radiazione (diretta e diffusa);
- **orientamento e inclinazione** delle superfici;
- **scenario climatico** selezionato (Actual / RCP 4.5 / RCP 8.5, anni 2030–2050–2085–2090).

Nel modello:

- le superfici sono colorate con una scala cromatica che evidenzia i **carichi radiativi**;
- le zone con valori elevati (colori più caldi) corrispondono a **esposizioni critiche** per degrado dei materiali e isola di calore;
- le zone con valori più bassi (colori freddi) possono essere adatte a funzioni che richiedono minore irraggiamento (spazi di sosta, percorsi ombreggiati, ecc.).

L'utente può cambiare **stagione** e **scenario** per osservare come evolvono i carichi radiativi nel tempo.

Navigazione, confronto e modalità di vista

Una volta visualizzato il modello, l'utente può:

- **ruotare** il modello (drag del mouse);
- **zoomare** (rotella del mouse o gesture);
- **traslare** la vista (pan) per concentrarsi su facciate o dettagli.

Per il **confronto tra scenari o stagioni** è possibile aprire una seconda vista in **pop-up**, selezionando un altro scenario o stagione e ripetendo il comando Visualizza:

le due finestre possono essere mosse e ruotate indipendentemente, permettendo confronti immediati (es. Incident Radiation – Summer Actual vs Summer 2050 RCP 8.5).

La barra degli strumenti consente inoltre di scegliere la **modalità di visualizzazione**:

- **Pianta** – vista dall'alto, utile per coperture, corti, spazi aperti;
- **Prospetto** – vista ortogonale di una facciata, ideale per leggere distribuzioni verticali;
- **Prospettiva** – vista tridimensionale realistica;
- **Assonometria** – vista tecnica tridimensionale senza deformazioni prospettiche, utile per confronti metrici e per export.

Download dei prototipi e screenshot ad alta risoluzione

Dalla barra degli strumenti l'utente avanzato può:

- **scaricare il prototipo digitale** nei formati:
 - **.glb** – adatto a visualizzatori 3D web e ambienti di realtà virtuale;
 - **.stl** – adatto alla **stampa 3D** e a software di modellazione geometrica;
- generare **screenshot ad alta risoluzione** della vista corrente, comprensivi di modello e legenda cromatica, per:
 - report tecnici, tavole di progetto;
 - presentazioni, articoli scientifici;
 - materiali di comunicazione con amministrazioni, stakeholder e cittadini.

Uso operativo per l'utente avanzato

Questa sezione offre allo specialista uno strumento per:

- individuare **zone critiche di surriscaldamento e stress UV** su edifici e spazi urbani;
- confrontare rapidamente **stagioni e scenari climatici** per valutare l'evoluzione dei carichi radiativi;
- verificare, in fase preliminare, l'efficacia potenziale di **NBS e interventi di ombreggiamento** (alberi, pergole, schermature, ecc.);
- esportare i **modelli 3D** per analisi aggiuntive e prototipazione fisica;
- produrre **materiali grafici** a supporto di piani, progetti e percorsi decisionali.

In sintesi, "Radiazione solare e stress UV" mette in relazione i dati climatici con i luoghi reali dei casi studio, trasformandoli in mappe e modelli direttamente utilizzabili nelle valutazioni progettuali e nelle strategie di adattamento.

3.2.3 Innalzamento del livello del mare (Sea Level Rise)

Questa sezione mette a disposizione, per il caso pilota **Palizzi Marina**, una serie di **mappe tematiche** dell'innalzamento del livello del mare (Sea Level Rise, SLR) realizzate in **QGIS** ed esportate come **pagine web HTML**.

Ogni mappa rappresenta uno **scenario combinato** tra traiettoria climatica (RCP), ipotesi di evoluzione ("bad luck" / "medium luck") e orizzonte temporale.

La pagina è organizzata in una griglia di scenari:

- **RCP 4.5**
 - variante "**bad luck**"
 - variante "**medium luck**"
- **RCP 8.5**
 - variante "**bad luck**"
 - variante "**medium luck**"

Per ciascuna combinazione sono disponibili mappe relative agli **anni target**:

- **2050**
- **2080**
- **2100**

Le mappe sono state generate in QGIS e pubblicate come **web map**: all'apertura si visualizza l'area di Palizzi Marina con i layer del SLR già caricati e simbolizzati.

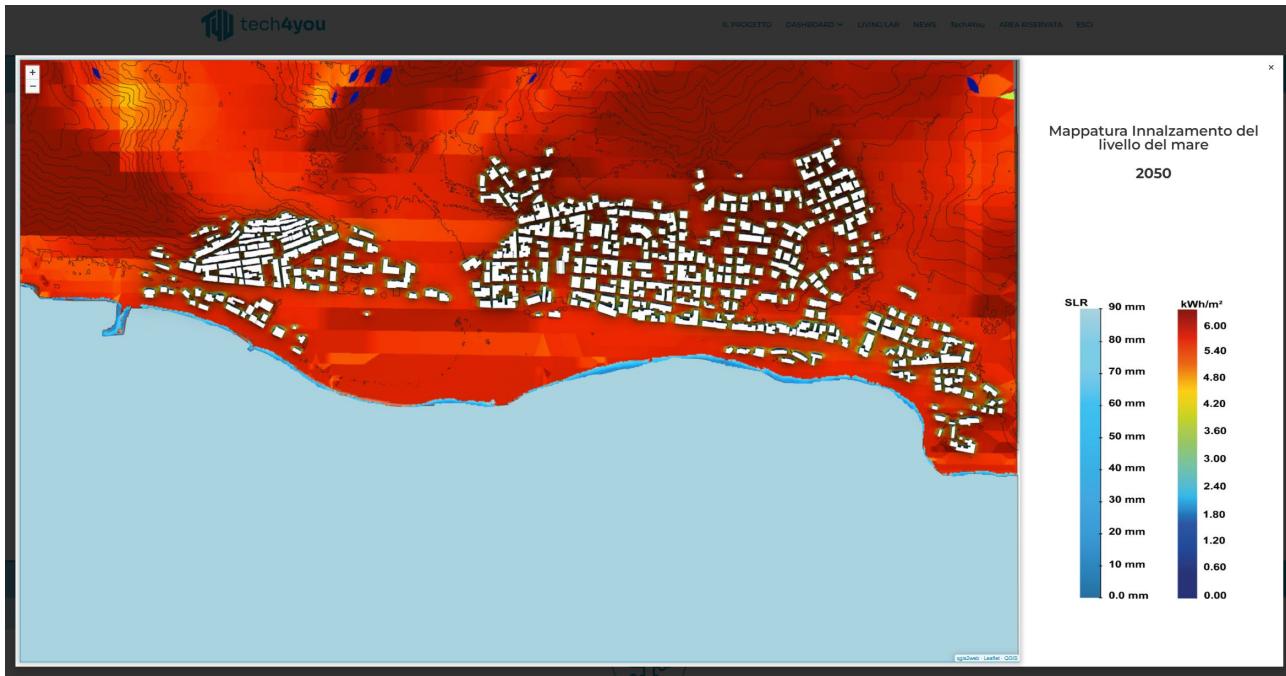
In aggiunta, la sezione "**Mappatura dell'innalzamento del livello del mare**" offre collegamenti rapidi alle mappe per gli anni principali (Actual / 2030 / 2050 / 2085 / 2100), in modo da passare velocemente da un orizzonte temporale all'altro.

The screenshot shows a web-based mapping application for sea level rise projections. At the top, there's a circular icon with a stylized water drop and arrow symbol, followed by the text "Indicatori di rischio e metriche (Sea Level Rise)". Below this, a descriptive paragraph states: "La sezione seguente presenta i dataset sintetizzati in forma di mappe relative all'innalzamento del livello del mare, analizzato secondo gli scenari RCP (Representative Concentration Pathways) per il caso pilota Palizzi Marina." The main area features a map of Palizzi Marina with various colored layers representing projected sea level rise levels. A banner at the bottom of the map area reads: "RCP 4.5 "medium luck" | Proiezioni dell'innalzamento del livello del mare - traiettoria attuale (RCP 4.5, scenario di "fortuna media"): 2050, 2080, 2100". Below the map are five navigation buttons labeled "Actual", "2030", "2050", "2085", and "2100". At the very bottom, a header says "Mappatura dell'innalzamento del livello del mare" and the same set of year buttons is repeated.

Contenuto delle mappe HTML

All'apertura di una mappa web, l'utente vede:

- il **fondo cartografico** (ortofoto o base map) del territorio;
- i **poligoni delle aree potenzialmente allagate** nello scenario selezionato;
- una **leggenda** che indica:
 - livelli di innalzamento del mare o **profondità di allagamento** (classi cromatiche);
 - eventuali categorie di uso del suolo o altri layer informativi.



Come si usa

a) Selezionare l'anno di interesse

All'interno della riga corrispondente, individuare l'anno per passare rapidamente a Actual, 2030, 2050, 2085, 2100.

b) Aprire la mappa HTML

Cliccare sul pulsante “**Actual, 2030, 2050, 2080, 2100**”:

- si apre una **nuova finestra o scheda del browser** con la mappa QGIS esportata in HTML;
- la mappa è **navigabile**: si può zoomare, spostare la vista (pan) e attivare/disattivare i layer, se previsto.

c) Interpretare la mappa

la legenda permette di leggere:

- l'intervallo di quota o la **profondità dell'acqua** in ciascuna classe;
- eventuali altre categorie (es. tipologie di suolo o zone funzionali).

d) Accessibilità dei dati

- passando il mouse o cliccando su un'area (se i popup sono attivi) è possibile visualizzare gli **attributi associati** (es. scenario, profondità, codice zona);
- aprendo **più mappe in schede diverse** il professionista può confrontare rapidamente scenari diversi (es. RCP 4.5 vs RCP 8.5, 2050 vs 2100).

Come può utilizzare questa sezione l'utente avanzato

Per un **utente avanzato** (tecnico della PA, progettista, geologo, pianificatore, ricercatore), la sotto-sezione sull'**innalzamento del livello del mare** è uno strumento operativo per:

• Valutare l'esposizione al rischio costiero

individuare quali porzioni di costa, aree urbane, infrastrutture o edifici rientrano nelle zone potenzialmente allagate per ciascuno **scenario RCP / anno**;

distinguere tra scenari più conservativi (“medium luck”) e scenari di maggiore criticità (“bad luck”), così da costruire un ventaglio di possibili condizioni future.

• Supportare la pianificazione urbanistica e la gestione del territorio

zonizzazioni di pericolosità e rischio;

vincoli o prescrizioni per nuove edificazioni;

strategie di arretramento, delocalizzazione o protezione delle aree più vulnerabili;

confrontare rapidamente gli scenari (2050, 2080, 2100) per valutare **quando** certe aree diventano critiche.

• Integrare i risultati in analisi GIS e modelli complessi scaricare, se disponibili, i layer sorgente (raster/vettoriali) per importarli in QGIS o altri software GIS, sovrapponendoli a:

inventari di beni culturali o naturalistici;

usare i dati tabellari in modelli di rischio multi-criterio o in **analisi costi-benefici** di misure di mitigazione/adattamento.

- **Collegare il SLR alle misure e agli interventi (NBS e hard measures)**

leggere le mappe di SLR in relazione alle sezioni “**Sicurezza ambientale**”, “**Sicurezza strutturale**” e “**Misure e interventi**” della dashboard;

introdurre **Nature-Based Solutions** (es. barriere ecologiche, dune, wetland retrodunali);

programmare opere di difesa costiera o strategie di arretramento.

In sintesi, questa sezione non è solo una “galleria di mappe”, ma un **cruscotto decisionale** che permette di esplorare come l’innalzamento del livello del mare possa evolvere nei diversi scenari climatici e quali implicazioni abbia per il territorio di Palizzi Marina, gettando le basi per scelte di adattamento consapevoli e coordinate con le altre analisi della piattaforma.

3.2.4 Precipitazioni estreme e runoff

Precipitazioni estreme e run-off (utente avanzato)

Questa sotto-sezione raccoglie le **mappe tematiche** relative agli eventi di **precipitazione estrema** e al **run-off superficiale** per il caso pilota **Palizzi Marina**, realizzate in **QGIS** ed esportate come **mappe web HTML**.

Le elaborazioni consentono di valutare come cambiano, nei diversi scenari di cambiamento climatico, la **frequenza/intensità delle piogge** e la **distribuzione spaziale dei deflussi** e delle **aree a rischio allagamento**.

La pagina è articolata in più blocchi di mappe, ciascuno richiamabile tramite un pulsante o un link (es. “**Dettagli**” / “**Apri mappa**”):

- **Run-off | Individuazione delle aree a rischio di allagamento**
- mappa che mostra le **aree soggette a allagamento** a Palizzi Marina in caso di eventi di pioggia intensa;
- è in genere la vista “di sintesi”, mirata a individuare rapidamente le zone più vulnerabili.
- **Mappatura eventi di precipitazioni estreme e run-off**
- la distribuzione spaziale delle **piogge intense**;
- il **run-off superficiale** associato;

Zone a rischio allagamento

- mappe dedicate alla **classificazione del rischio di allagamento** (es. bassa / media / alta) per gli stessi anni;
- rappresentano un’elaborazione ulteriore che integra precipitazioni, run-off e caratteristiche del territorio.

Precipitazioni estreme e runoff

La sezione seguente presenta i dataset sintetizzati in forma di mappe e grafici relativi agli eventi di precipitazione estrema e al runoff superficiale, analizzati secondo gli scenari RCP (Representative Concentration Pathways) per il caso studio Palizzi Marina. Le elaborazioni consentono di valutare la frequenza, l'intensità e la distribuzione spaziale delle piogge intense e dei conseguenti deflussi, con una tabella comparativa che mette a confronto le tendenze tra i diversi scenari previsionali.

Run-off | Individuazione delle aree a rischio di allagamento a Palizzi Marina durante eventi di pioggia intensa

Mappatura eventi di precipitazioni estreme e run-off

Zone a rischio allagamento

Come si usa

1. Selezionare il tipo di mappa

- o dalla sezione dedicata alle precipitazioni estreme e al run-off, scegliere se aprire:
 - la mappa di **Run-off | Individuazione delle aree a rischio di allagamento**;
 - una delle mappe di **Mappatura eventi di precipitazioni estreme e run-off**;
 - una delle mappe di **Zone a rischio allagamento**.

2. Selezionare l'anno o lo scenario temporale

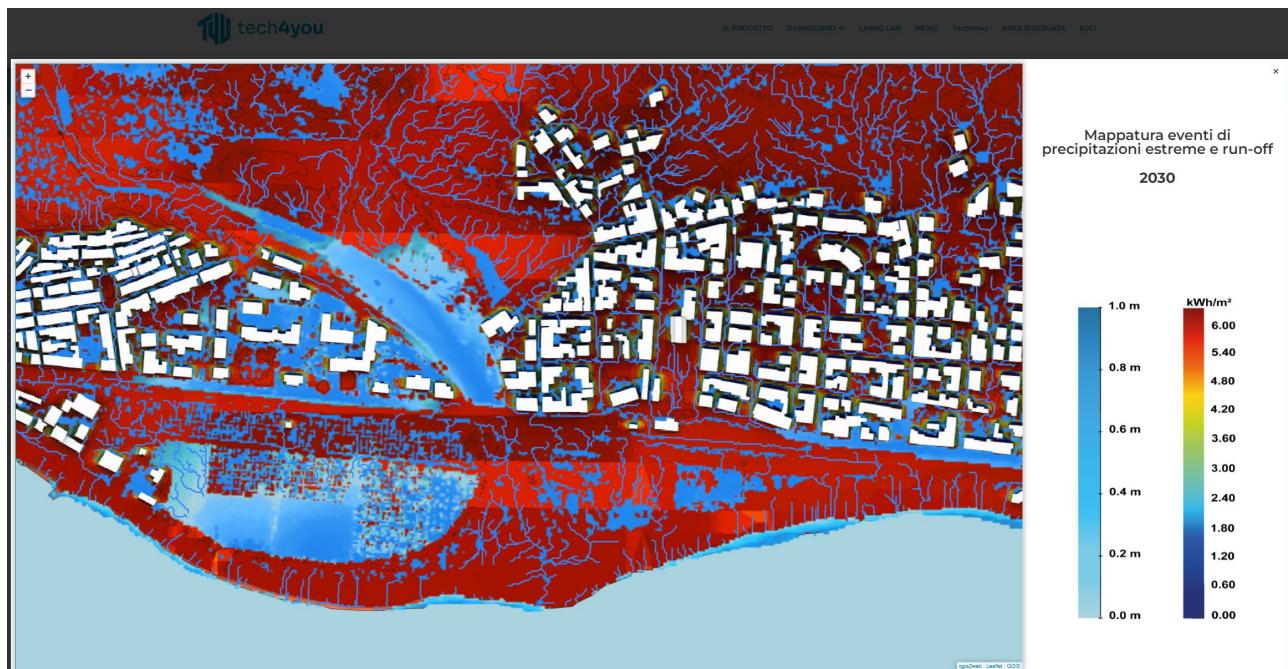
- o per "Mappatura eventi..." e "Zone a rischio allagamento":
 - scegliere l'anno desiderato (**Actual, 2030, 2050, 2085, 2100**);
- o a seconda della configurazione, gli anni sono associati a specifici scenari climatici (RCP 4.5 / RCP 8.5) già incorporati nell'elaborazione QGIS.

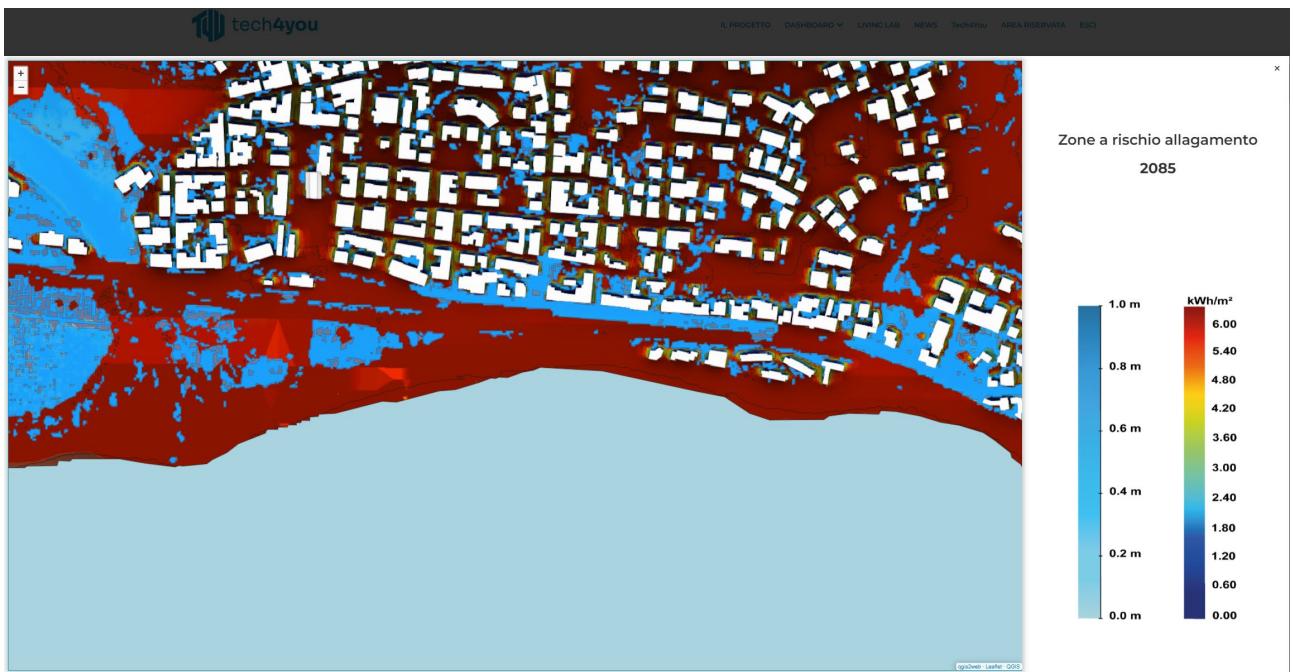
3. Navigare la mappa

- o usare i comandi standard della mappa web:
 - **zoom** (rotella del mouse, +/-);
 - **pan** (trascinando la mappa col mouse);
- o consultare la **leggenda** per interpretare la simbologia:
 - valori di intensità di pioggia o run-off;
 - classi di rischio di allagamento (colori distinti).

4. Interrogare le aree e leggere i dati

- o se sono attivi i **popup**, cliccando su un poligono o cella:
 - si aprono finestre informative con **attributi** (es. id zona, classe di rischio, valori di portata, profondità stimata, scenario di riferimento);
- o è possibile aprire **più mappe in schede diverse** (es. Actual vs 2050) per confrontare visivamente l'evoluzione del rischio.





Come può utilizzare questa sezione l'utente avanzato

Per un utente avanzato (ingegnere idraulico, tecnico della PA, pianificatore, ricercatore) la sezione

Precipitazioni estreme e run-off è uno strumento essenziale per:

- **Analizzare la risposta del territorio agli eventi di pioggia estrema**

leggere dove e quanto il territorio **tende ad accumulare acqua** (run-off elevato);

identificare le zone in cui le caratteristiche topografiche e urbanistiche favoriscono l'**allagamento**.

- **Valutare l'evoluzione del rischio nel tempo**

confrontare le mappe **Actual / 2030 / 2050 / 2085 / 2100** per capire come aumentano intensità e

frequenza degli eventi estremi, e come si modificano le **aree a rischio allagamento**;

distinguere traiettorie coerenti con diversi scenari climatici (RCP) integrati negli anni simulati.

- **Supportare la progettazione di infrastrutture blu-verdi e NBS**

implementare **sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SuDS)**;

creare **parchi inonabili, bacini di laminazione, rain gardens**;

inserire interventi di **permeabilizzazione** o rinaturalizzazione.

- **Integrare il run-off con altre componenti di rischio**

edifici e infrastrutture critiche;

beni culturali;

combinarle con le mappe di **innalzamento del livello del mare** e i contenuti su georischi per avere una **visione multi-rischio** dell'area.

In sintesi, la sezione **run-off** non è solo un archivio di mappe, ma un **strumento operativo di analisi e supporto alle decisioni** per la gestione del rischio idraulico in contesti costieri soggetti a cambiamenti climatici, pienamente integrato con le altre componenti della dashboard.

3.2.5 Georischi associati ai cambiamenti climatici

Questa parte analizza i **georischi** legati ai cambiamenti climatici: sedimenti, ritiro–rigonfiamento, liquefazione, ecc.



IL PROGETTO DASHBOARD ▾ LIVING LAB NEWS Tech4You AREA RISERVATA ESCI



Georischi associati ai cambiamenti climatici

I cambiamenti climatici stanno alterando il regime meteorologico, determinando numerosi georischi con conseguenti danni a strutture e infrastrutture. Questa sezione analizza i principali effetti causati dai georischi sedimenti dovuti all'abbassamento della falda freatica in terreni granulari compressibili per siccità prolungate; danni strutturali causati dal ritiro–rigonfiamento di argille espansive per cicli estremi di pioggia e siccità; liquefazione in terreni sabbioso-limosi saturi per l'innalzamento del livello del mare. Particolare attenzione è stata dedicata al fenomeno della liquefazione sismica dei terreni di particolare importanza per il sito pilota di Palizzi Marina ove sono risultate essere presenti nell'area costiera sabbie limose sature potenzialmente liquefacibili. Sono stati sviluppati e validati modelli avanzati per la previsione del rischio di liquefazione basati sul concetto di energia. Inoltre per il sito pilota di Palizzi Marina è stato valutato il rischio di liquefazione sismica in diversi scenari sismici e climatici. Per mitigare tale rischio è stata proposta la tecnica di miglioramento dei terreni basata sull'impiego di colonne granulari compattate, nella versione "Rammed Aggregate Piers" (RAPs).

CONTENUTI SUI GEORISCHI ASSOCIATI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Foto e dati sui danni agli edifici causati dai georischi legati agli effetti del cambiamento climatico
Tabelle, dati e/o riferimenti relativi agli effetti dei cambiamenti climatici su terreni su cui sono presenti strutture

Rischio di liquefazione sismica nei terreni sabbiosi saturi in futuri scenari di cambiamento climatico

Sviluppo di modelli di generazione delle sovrappressioni interstiziali indotte da eventi sismici in terreni sabbioso-limosi basati sul concetto di energia
Validazione dei modelli di generazione delle sovrappressioni interstiziali sismiche in sabbia attraverso modellazione numerica di prove in centrifuga

RISCHI DI NATURA GEOTECNICA | Caso Studio Palizzi Marina

Dati/Tabelle/Figure acquisiti per il caso pilota di Palizzi su rischi geologici, geotecnici e sismici (fonte: Amministrazione Comunale di Palizzi)
Dati e certificati delle prove geotecniche in situ (MASW) per la caratterizzazione dei terreni di fondazione
Dati e certificati delle prove di laboratorio per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione (fonte: Amministrazione Comunale di Palizzi)
Grafici e dati relativi a diversi scenari sismici nel sito pilota di Palizzi Marina
Grafici dell'indice del potenziale di liquefazione (LPI) nel sito pilota di Palizzi Marina: situazione attuale e futura in base all'innalzamento del livello del mare per i anni 2050, 2080, 2010
Grafici dell'indice del potenziale di liquefazione (LPI) nel sito pilota di Palizzi Marina per terreni non migliorati e migliorati mediante l'impiego di colonne granulari compattate: situazione attuale e futuri scenari climatici di innalzamento del livello del mare (2050, 2080, 2010)

Contenuti sui georischi:

Foto e dati dei danni osservati su edifici e infrastrutture;

tabelle e riferimenti su come i cambiamenti climatici influenzano i terreni di fondazione;

risultati di studi su:

- rischio di **liquefazione sismica** in futuri scenari climatici;
- **modelli di generazione delle sovrappressioni interstiziali**;
- validazione dei modelli attraverso prove in centrifuga.

I contenuti sono organizzati come:

- **gallerie di immagini** (foto di danni, prove sperimentali);
- **tabelle e grafici** (curve di sovrappressione, indici di rischio);
- **file scaricabili** (report, dataset, certificati di prova) in formato **.pdf, .csv, .xlsx**.

Rischi di natura geotecnica – Caso studio Palizzi Marina

Una sotto-sezione specifica raccoglie:

- dati, tabelle e figure su rischi geologici, geotecnici e sismici (fonte: Amministrazione Comunale di Palizzi);
- certificati di prove geotecniche in situ (MASW) e di laboratorio;
- grafici degli **indici di potenziale di liquefazione (LPI)** per:
 - situazione attuale;
 - futuri scenari di innalzamento del livello del mare;
 - confronti tra terreni non migliorati e migliorati con colonne granulari compattate.

Come si usa

1. Naviga tra le **voci di elenco** (es. "Rischio di liquefazione sismica...", "Dati/Tabelle/Figure...").
2. Ogni voce apre:
 - o una **scheda di dettaglio** con testo esplicativo;
 - o **grafici e tabelle**;
 - o pulsanti per scaricare dati o report.
3. I file più tecnici (es. LPI, certificati prove, dati MASW) possono essere importati in software di calcolo o modellazione geotecnica.

The screenshot shows a detailed certificate for a MASW test. The top header includes logos for the Istituto Nazionale di Ricerca per il Petrificazione (I.N.R.I.P.), the Ministero dell'Università e della Ricerca, Italconsult, and Tech4You. The main title is "Certificate MASW test". The certificate contains the following information:

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Province: Reggio Calabria | Municipality: Palizzi Marina |
| Site: Pilot site ("ex-mattatoio") | Date: 16/01/2024 |
| Test code: MASW_V_01_24 | Operator: Michelangelo Malara |

INSTRUMENTATION

| | |
|--|--|
| Seismograph: Sara Electronic Instruments | Model: CorrEM seismograph |
| Geophones: Sara Electronic Instruments | Orientation: □ H □ V Frequency (Hz): 4.5 |

SURVEY TECHNICAL FEATURES

| |
|---|
| Recording system: SARA-DuREMI 24 channels seismograph |
| Sampling interval: 167 us |
| Recording format: DAT, DRM, SGY |
| Geophones: 24 geophones of 4.5 Hz |
| Geophones array: Linear with geophone spacing of 2 m |
| Source: 5 kg sledge hammer on 491 cm ² aluminum plate |
| Source array: 2m and 4m from the strat and end points of the spread |

Geometry of the measurement profile: A diagram showing a profile line with a length of 24 m. A scale bar indicates distances from 0 to 24 m.

Dati e certificati delle prove di laboratorio per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione (fonte: Amministrazione Comunale di Palizzi).

The screenshot shows plots related to different seismic scenarios in the Palizzi Marina site. The top header includes logos for the Istituto Nazionale di Ricerca per il Petrificazione (I.N.R.I.P.), the Ministero dell'Università e della Ricerca, Italconsult, and Tech4You. The main title is "Plots, data relative to different seismic scenarios in Palizzi Marina site". The plots include:

- Site: Palizzi Marina
- Coordinate: 37° 51' 00.0" N, 15° 59' 23.7" E (WGS84)
- Altitude: 6 m s.l.m.
- Stratigraphic condition (NTC18): B
- Topographic condition (NTC18): T1

Modello di pericolosità sismica MPS04-SI

This section displays a map of Italy with a specific area highlighted, showing seismic hazard levels. A legend indicates the color coding for different hazard levels. A sidebar provides options for selecting a map projection, coordinate system, and other parameters.

Come può utilizzare questa sezione l'utente avanzato

Per un utente avanzato (ingegnere geotecnico, strutturista, tecnico della PA, ricercatore), la sezione **Georischi associati ai cambiamenti climatici** è utile per:

- **Comprendere l'effetto del clima sui terreni di fondazione**

cedimenti e subsidenza;

fenomeni di ritiro–rigonfiamento;

condizioni favorevoli alla liquefazione;

utilizzare tabelle e grafici per collegare i **parametri climatici** ai **meccanismi geotecnici** di degrado.

- **Valutare il rischio di liquefazione e altri georischi in scenari futuri**

stimare il comportamento dei terreni in diversi scenari sismici e climatici;

capire come l'innalzamento del livello del mare o la variazione della falda possano modificare la suscettibilità alla liquefazione;

usare i grafici degli **indici LPI** come riferimento per classificare le condizioni di sito.

- **Integrare dati sperimentali e di sito nella progettazione geotecnica**

dati e certificati delle prove MASW e di laboratorio;

tabelle, curve e parametri derivati dalle prove in centrifuga;

- **impiegare questi dati come base per:**

modellazioni numeriche avanzate;

calibrazione di modelli costitutivi;

verifiche di miglioramento dei terreni (es. colonne granulari compattate)

- **Supportare la scelta e la progettazione degli interventi**

confrontare le condizioni **non migliorate** e **migliorate** (colonne granulari, ecc.) per valutare:

la riduzione degli indici di rischio;

l'efficacia delle tecniche di consolidamento in presenza di scenari di cambiamento climatico;

collegare questi risultati alla sezione "**Misure e interventi**", dove sono descritti in dettaglio i metodi di miglioramento dei terreni e le relative applicazioni.

- **Documentare e comunicare il rischio geotecnico** utilizzando **foto, grafici e report** per:

redigere relazioni tecniche, studi di fattibilità e piani di gestione del rischio;

supportare processi autorizzativi e confronti con altri professionisti e amministrazioni;

In sintesi, questa sezione permette di passare dai **fenomeni climatici** ai **meccanismi geotecnici di rischio**, mettendo a disposizione dati, modelli e casi studio che possono essere direttamente utilizzati nella valutazione, progettazione e gestione degli interventi sul territorio.

3.2.6 Meccanismi di impatto dei cambiamenti climatici sul patrimonio culturale

Questa macrosezione collega i **fattori climatici** ai **meccanismi di degrado** di materiali, strutture e patrimonio urbano.

tech4you

IL PROGETTO DASHBOARD LIVING LAB NEWS Tech4You AREA RISERVATA ESCI

Meccanismi di impatto dei cambiamenti climatici sul patrimonio culturale

Dalla revisione della letteratura, che ha evidenziato i primi risultati sugli impatti del cambiamento climatico su edifici, strutture e patrimonio urbano (Fig. 1), questo studio avvia la definizione di un set di indici di riferimento per misurare la vulnerabilità dei materiali, delle strutture e del patrimonio urbano a Impatti climatici pericolosi (Tab. 1). Si propone un insieme di indici come benchmark per valutare la vulnerabilità climatica del patrimonio culturale, distinguendo tra indici di midpoint, che rappresentano l'effetto medio di uno stress su diverse scale, e indici di endpoint, che considerano l'effetto complessivo. Il framework (Tab. 2) integra dati dell'UNESCO (2007), ICOMOS (2019) e Rebollo & Latinos (ICLEI, 2020), includendo esempi IPCC per sintetizzare i principali impatti climatici sul patrimonio e sulle comunità.

Fig.1 | Categorizzazione dei fattori climatici e degli effetti attesi (hazard) e categorizzazione degli impatti dei cambiamenti climatici sugli edifici e sulle strutture del patrimonio culturale

| HAZARD | IMPATTI | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|--|
| | Edifici e strutture | | | | | Patrimonio urbano | | | | |
| Temperatura | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | |
| Piogge estreme | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | |
| Tempeste atmosferiche | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | |
| Furti vento e tempesta | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | |
| Inondazioni | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | |
| Aumento dell'umidità | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | |
| Misurazioni costiere | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | |

Dettagli

| Driver climatici (ICOMOS, 2019) | Mecanismi d'impatto (ICOMOS, 2019) | Hazard / Effetti (ICOMOS, 2019) | Impatti sul patrimonio (ICOMOS, 2019; Petruolo et al., 2020) | Impatti su patrimonio urbano e comunità (ICOMOS, 2019) |
|------------------------------------|--|---|---|---|
| Innalzamento delle temperature | Ondate di calore, cicli di gelo-disgelo alterati | Isola di calore urbana, degrado dei materiali | Degradazione chimica/meccanica, fessurazione, cristallizzazione del sale | Abbandono dei beni, migrazione, perdita delle conoscenze tradizionali |
| Frane | Esecismo del suolo, scarsità d'acqua | Isola di calore urbana, degrado dei materiali | Condensazione, scorrimento, congelamento, scioglimento, dilavamento, erosione, inquinamento delle acque, inquinamento delle acque sotterranee | Migrazione, perdita dei mezzi di sussistenza, patrimonio trascurato |
| Innalzamento del livello del mare | Erosione costiera, salinizzazione | Inondazioni, infiltrazioni saline | Indennamento delle fondamenta, danni causati dal sale, corrosione, perdita totale o parziale delle strutture | Inaccessibilità, trasformazione urbana, sfollamento delle comunità |

Consulta articoli, studi e report

- **Figure** (es. Fig. 1) con schemi di categorizzazione degli hazard climatici e dei relativi effetti sugli edifici;
 - **tabelle** (Tab.1, Tab.2, Tab.3) che:
 - definiscono set di **indici di vulnerabilità climatica** (midpoint e endpoint);
 - mettono in relazione meccanismi fisici/biologici, fattori climatici, effetti attesi e impatti sulle comunità.

Ogni figura o tabella è richiamata con un link “**Dettagli**” che apre:

- l'immagine in formato ingrandito (per le figure);
 - la tabella completa con eventuale possibilità di **download in .pdf o .xlsx**.

È disponibile anche una sezione “**Consulta articoli, studi e report**” che rimanda a:

- riferimenti bibliografici;
 - report scaricabili su impatti climatici sul patrimonio culturale.

Come si usa

1. Seleziona la figura/tabella di interesse (clic su “Dettagli”).
 2. Analizza la struttura degli indici (es. quali parametri concorrono alla vulnerabilità).
 3. Utilizza le tabelle come **riferimento metodologico** per costruire o verificare i propri indicatori nei progetti.

Come può utilizzare questa sezione l'utente avanzato

Per un utente avanzato (progettista, tecnico della PA, conservatore, ricercatore), la macrosezione **“Meccanismi di impatto dei cambiamenti climatici sul patrimonio culturale”** è utile per:

- **Costruire un quadro logico dei nessi causa-effetto**

utilizzare schemi e tabelle per chiarire il passaggio:

fattore climatico → meccanismo fisico/biologico → effetto su materiali/strutture → impatto su comunità e usi;

impiegare questo quadro come base per relazioni tecniche, studi di vulnerabilità e piani di adattamento.

- **Selezionare e definire gli indicatori di vulnerabilità climatica**

prendere gli indici “midpoint” ed “endpoint” come **benchmark** per costruire set di indicatori coerenti nei propri progetti;

verificare se gli indici usati in studi o piani locali siano allineati con quelli proposti (ICOMOS, IPCC, ecc.).

- **Integrare il patrimonio culturale nelle strategie di adattamento**

usare le tabelle di correlazione per:

identificare quali fattori climatici sono più critici per uno specifico sito o tipologia edilizia;

collegare tali fattori alle possibili misure di mitigazione/adattamento (da approfondire nella sezione “Misure e interventi”).

3.2.7 Metodologia dell'indice di danno (Damage Index)

Questa sezione illustra nel dettaglio la **metodologia del Damage Index** applicata al caso studio **Palazzo Mesiani (Bova)**.

Contenuti disponibili:

- **Tab.4** – calcolo del Damage Index per il caso studio (valori numerici, punteggi, pesi);
- **Tab.5-7** – indicatori e sotto-indicatori relativi a:
 - condizioni ambientali;
 - fattori esterni;
 - fattori materici;
- **Fig.2** – immagini termografiche di Palazzo Mesiani;
- **Tab.8-12** – file con calcoli, criteri e metodologie di misura:
 - Tab.8 in formato **.csv**;
 - Tab.12 e altri in formato **.xlsx**;
- report delle indagini sperimentali e dei rilievi con termocamera in **.pdf**.



IL PROGETTO DASHBOARD LIVING LAB NEWS Tech4You AREA RISERVATA ESCI



Metodologia dell'indice di danno per la valutazione dei fattori ambientali, materiali ed esterni

INDICATORI DRIVER ESTERNI

Rischi legati alla geologia

Indicatori

Frequenza dei terremoti

Tab.6 | Indicatori e sotto-indicatori relativi ai fattori esterni

Dettagli

Eruzioni vulcaniche

Tab.8 | Calcolo Damage Index.csv



| Indicatori | Sub-indicatori | Misurazioni | Normalizzazione dati |
|--------------------------------|-------------------------------|---|-----------------------------|
| Deterioramento superficiale | Composizione della superficie | Composizione (composti N) | 8(>5% rispetto al peso) 2,4 |
| Erosione superficiale | Percentuale di erosione | 8,7% | 0,2 |
| Grado di porosità superficiale | Percentuale di porosità | 10,7% | 0,3 |
| Cristallinità superficiale | Percentuale di cristallinità | Non misurabile; ipotizzato decremento del 10% | 1 |

Tab.11 | Criteri di misurazione, e metodologie di calcolo dei fattori

materici

Dettagli

Tab.12 | Metodologie di calcolo fattori Fenv, Fmat e Fext.xlsx



Report indagini sperimentali sul caso studio Palazzo Mesiani (Bova)



Report indagini e rilievi con termocamera.pdf



Come si usa

1. Clicca sulle varie tabelle/figure per aprire i **dettagli**.
2. Utilizza:
 - le tabelle per comprendere la **struttura dell'indice** (pesi, scale di valutazione, soglie);
 - i file **.csv/.xlsx** per replicare o adattare il calcolo a nuovi casi studio;
 - i report **.pdf** come guida metodologica e fonte di esempi applicativi.
3. La sezione “Consulta articoli, studi e report” permette di approfondire il contesto scientifico del Damage Index.

Come può utilizzare questa sezione l'utente avanzato

Per la sezione “**Metodologia dell’indice di danno (Damage Index)**”, l’utente avanzato può:

- **Applicare il Damage Index a nuovi casi studio**
 - usare **Tab.4–7** per comprendere in dettaglio struttura, pesi e sotto-indicatori;
 - partire dai file **.csv/.xlsx (Tab.8–12)** come **template operativo** per calcolare il Damage Index su altri edifici o complessi storici, adattando pesi e soglie al contesto.
- **Integrare dati di rilievo e monitoraggio nello stesso framework**
 - collegare le **immagini termografiche (Fig.2)** e i report di indagine alle voci di indice (materiali, condizioni ambientali, fattori esterni);
 - usare la metodologia per trasformare osservazioni qualitative (es. segni di degrado) in **valutazioni quantitative e confrontabili**.
- **Supportare priorità di intervento e pianificazione**
 - utilizzare il Damage Index come strumento per:
 - ordinare gli edifici/elementi per livello di criticità;
 - motivare la scelta di interventi e priorità in piani di conservazione, programmazione triennale, ecc.
- **Documentare in modo trasparente il processo valutativo**
 - impiegare le tabelle e i report come allegati alle relazioni tecniche, così da rendere **tracciabile e replicabile** il percorso che porta al valore finale di danno;
 - favorire il confronto tra diversi esperti sulla base di una metrica condivisa.

In entrambi i casi, queste sezioni funzionano come **ponte metodologico** tra i dati climatici/ambientali e le decisioni concrete su tutela, gestione e progetto del patrimonio culturale.

4 Sezione "Sicurezza strutturale"

4.1 Profilo: Cittadino

La sezione **Sicurezza strutturale** presenta in modo sintetico e accessibile i principali **rischi strutturali** che interessano il patrimonio culturale e naturale, con particolare attenzione:

- agli **edifici storici** e agli insediamenti più fragili;
- agli effetti dei **sismi** e dei cambiamenti nelle condizioni del terreno;
- ai possibili **meccanismi di collasso** delle costruzioni.

L'obiettivo, per il profilo cittadino, è fornire un quadro chiaro di:

- quali sono i principali rischi per le strutture;
- come questi rischi vengono analizzati e rappresentati;
- in che modo tali informazioni possono contribuire alla **tutela del patrimonio** e alla **sicurezza delle comunità**.

La sezione è organizzata in blocchi tematici, accessibili tramite voci come:

- **Contenuti sui tipi di rischio strutturale**
- **Metodologie e linee guida**
- **Vulnerability Map (Caso pilota Bova)**
- **Identificazione e classificazione dei meccanismi di collasso**
- **Rischio sismico per le strutture in cemento armato**
- **Rischio sismico per le strutture in muratura**



I rischi strutturali per il patrimonio culturale e naturale

Questa sezione della piattaforma offre un quadro integrato e aggiornato dei rischi strutturali che interessano il patrimonio culturale e naturale, con particolare attenzione agli edifici storici e ai contesti insediativi più fragili. L'obiettivo è quello di supportare strategie di prevenzione, protezione e conservazione attraverso strumenti innovativi capaci di valutare la vulnerabilità e di sperimentare soluzioni efficaci per la riduzione del rischio.

Nel contesto attuale, caratterizzato da eventi sismici frequenti e da condizioni territoriali fragili, diventa fondamentale sviluppare metodologie di analisi avanzata per comprendere i meccanismi di collasso degli edifici storici e prevederne il comportamento strutturale. La piattaforma mette a disposizione contenuti scientifici e strumenti interattivi che consentono di esplorare scenari complessi e di valutare l'impatto delle diverse tipologie di rischio.

Attraverso i moduli dedicati al rischio sismico e all'analisi del rischio sismico, l'utente può accedere a linee guida generali, indicatori e tabelle che consentono di interpretare le vulnerabilità presenti nei territori studiati. I contenuti sui tipi di rischio strutturale permettono di approfondire aspetti chiave come l'analisi della vulnerabilità degli edifici in muratura, la valutazione degli effetti di liquefazione nei terreni sabbiosi saturi, o il rischio specifico per le strutture in cemento armato e in muratura.

Un elemento innovativo della piattaforma è rappresentato dalle mappe di vulnerabilità, che integrano dati di rilievo, simulazioni numeriche e protocolli di catalogazione avanzata. Attraverso queste mappe è possibile visualizzare in maniera chiara i livelli di rischio nei diversi scenari, comprendendo come il degrado dei materiali, l'evoluzione del contesto urbano e le caratteristiche del suolo influiscano sulla sicurezza delle strutture.

La sezione dedicata ai rischi strutturali consente dunque non solo di conoscere le condizioni attuali degli edifici storici e dei territori di riferimento, ma anche di esplorare scenari previsionali che integrano soluzioni di miglioramento del suolo, modelli numerici avanzati e sistemi di monitoraggio digitale. Grazie a questo approccio, la piattaforma diventa uno strumento operativo a supporto di scelte progettuali e politiche mirate alla conservazione del patrimonio e alla sicurezza delle comunità.



CONTENUTI SUI TIPI DI RISCHIO STRUTTURALE



4.1.1 Metodologie e linee guida

Questa sezione raccoglie, in forma di **documento PDF scaricabile**, le principali **metodologie per la valutazione del rischio strutturale** e le relative **linee guida ufficiali**.

Tra i materiali disponibili rientra, ad esempio, il documento:

“Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni – Allegato A”

che fornisce gli strumenti operativi per:

- definire le **Classi di Rischio sismico** delle costruzioni (otto classi, dalla A+ alla G);
- applicare due diversi **metodi di valutazione**:
 - **metodo convenzionale**, basato sulle normali analisi previste dalle Norme Tecniche;
 - **metodo semplificato**, basato su una classificazione macrosismica dell'edificio, utilizzabile per valutazioni preliminari degli edifici in muratura;
- determinare la Classe di Rischio a partire da parametri quali:
 - la **Perdita Annuale Media attesa (PAM)**, che rappresenta le perdite economiche connesse ai danni sismici;
 - l'**Indice di Sicurezza (IS-V)**, che esprime il rapporto tra l'azione sismica che porta la struttura allo stato limite e l'azione sismica di progetto.

sabbirosi saturi, o il rischio specifico per le strutture in cemento armato e in muratura.

Un elemento innovativo della piattaforma è rappresentato dalle mappe di vulnerabilità, che integrano dati di rilievo, simulazioni numeriche e protocolli di catalogazione avanzata. Attraverso queste mappe è possibile visualizzare in maniera chiara i livelli di rischio nei diversi scenari, comprendendo come il degrado dei materiali, l'evoluzione del contesto urbano e le caratteristiche del suolo influiscano sulla sicurezza delle strutture.

La sezione dedicata ai rischi strutturali consente dunque non solo di conoscere le condizioni attuali degli edifici storici e dei territori di riferimento, ma anche di esplorare scenari prospettivali che integrano soluzioni di miglioramento del suolo, modelli numerici avanzati e sistemi di monitoraggio digitale. Grazie a questo approccio, la piattaforma diventa uno strumento operativo a supporto di scelte progettuali e politiche mirate alla conservazione del patrimonio e alla sicurezza delle comunità.



Come si utilizza

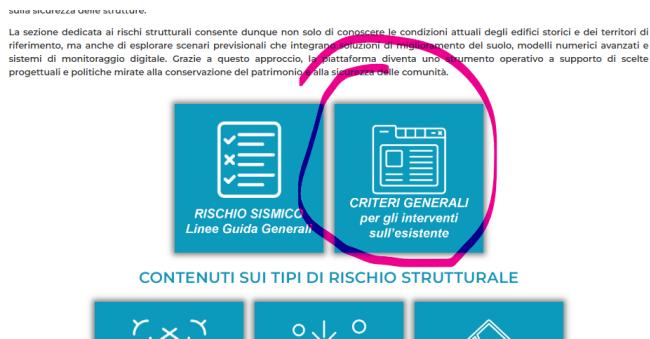
- **Clic** sulla voce “Metodologie e linee guida” (o sul titolo del documento) → il sistema avvia il **download del PDF** corrispondente.
- Il cittadino può:
 - consultare il documento per comprendere, a livello generale, **come viene definita la Classe di Rischio di un edificio**;
 - verificare che la valutazione del rischio si basi su **criteri codificati e trasparenti**, e non su stime arbitrarie;
 - utilizzare le informazioni come riferimento quando la dashboard o altri strumenti riportano la **Classe di Rischio sismico** di un edificio o di un insieme di costruzioni.

4.1.2 Criteri generali

Questa sezione rende disponibile, tramite **documento PDF scaricabile**, il testo relativo ai “**Criteri generali**” per la valutazione della sicurezza e per la progettazione degli interventi sulle **costruzioni esistenti** (Capitolo 8 delle NTC 2018).

Il documento illustra in modo sistematico:

- l'**oggetto** della norma per le costruzioni esistenti e la definizione di “costruzione esistente”;
- i **principi generali** che guidano la valutazione della sicurezza, tenendo conto:
 - dello stato di fatto della struttura (eventuali difetti originari, degrado, danni pregressi);
 - delle azioni a cui l’edificio è stato sottoposto nel tempo;
- le condizioni in cui è **obbligatorio effettuare una valutazione di sicurezza** (danni evidenti, cambi di uso, interventi che modificano il comportamento strutturale, opere realizzate in difformità, ecc.);
- le principali **categorie di intervento**:
 - interventi di **riparazione o locali**;
 - interventi di **miglioramento**;
 - interventi di **adeguamento**;
- i criteri per la **definizione del modello di riferimento**, l’analisi storico-critica, il rilievo, la caratterizzazione dei materiali e la definizione dei **livelli di conoscenza** e relativi **fattori di confidenza**;
- le indicazioni generali sui **tipi di intervento** possibili (su muratura, calcestruzzo armato, acciaio, strutture miste) e sugli **elaborati di progetto** richiesti.



Come si utilizza

- Fare **clic sul pulsante “Criteri generali”** per scaricare il PDF corrispondente.
- Il cittadino può utilizzare il documento per:
 - comprendere in quali casi è prevista, dalla normativa, una **valutazione formale della sicurezza** di un edificio esistente;
 - conoscere le **tipologie di intervento** (locale, miglioramento, adeguamento) e le loro finalità;
 - verificare che eventuali interventi o valutazioni sul costruito siano inquadrati entro **criteri tecnici e normativi chiari**, non discrezionali.

4.1.3 Vulnerability Map (Caso Pilota Bova)

La **Vulnerability Map** per il **caso pilota Bova** rappresenta, in forma cartografica, i **livelli di vulnerabilità strutturale** delle costruzioni in un determinato ambito.

Sulla mappa:

- gli edifici o gli isolati sono rappresentati con **colori differenti**, a seconda della classe di vulnerabilità assegnata;
- la legenda indica il **grado di vulnerabilità**, ad esempio da più bassa a più alta.



Come si utilizza

- Aprire la mappa e individuare le aree di interesse (centro storico, edifici pubblici, ecc.).
- Consultare la legenda per comprendere quali elementi risultano **più esposti** dal punto di vista strutturale.
- Utilizzare la carta come supporto per:
 - leggere in modo sintetico **dove** il patrimonio risulta più fragile;
 - comprendere l'importanza di interventi di prevenzione o consolidamento nelle aree a maggiore vulnerabilità.

4.1.4 Identificazione e classificazione dei meccanismi di collasso

Questa sotto-sezione descrive, con schemi e note esplicative, i principali **meccanismi di collasso** che possono interessare gli edifici, in particolare quelli in muratura:

- **Meccanismo semplice di ribaltamento**
- **Meccanismo di ribaltamento composto**
- **Meccanismo di flessione verticale**
- **Meccanismo di flessione orizzontale**

Per ciascun meccanismo sono generalmente disponibili:

- una scheda di “**Dettagli e classificazione**”;
- **schemi e formule** (per il profilo tecnico), accompagnati da una descrizione qualitativa utile anche al cittadino.

In termini comprensibili:

- i meccanismi di **ribaltamento** descrivono situazioni in cui parti di muratura (es. facciate, porzioni di parete) tendono a “ruotare” e staccarsi dall’edificio;
- i meccanismi di **flessione** descrivono deformazioni della muratura in senso verticale o orizzontale, che possono portare alla formazione di fessure e alla perdita di stabilità.



IL PROGETTO DASHBOARD ▾ LIVING LAB NEWS Tech4You AREA RISERVATA ESCI



Valutazione della Vulnerabilità nelle Strutture in muratura

Identificazione e classificazione dei meccanismi di collasso

The image shows two cards side-by-side. Both cards have a small icon of a building on the left. The top card is titled "Meccanismo semplice di ribaltamento" and has a blue bar at the bottom labeled "Dettagli e classificazione". The bottom card is also titled "Meccanismo semplice di ribaltamento" and has two blue bars at the bottom labeled "Dettagli e classificazione" and "Schemi e formule".

Come si utilizza

- Selezionare il meccanismo di interesse e consultare la scheda “**Dettagli e classificazione**”.
- Utilizzare gli schemi per comprendere, in termini visuali, **come un edificio può danneggiarsi** durante un evento sismico.
- Considerare queste informazioni come chiave di lettura per:
 - interpretare meglio le immagini di danno riportate in altri documenti;
 - comprendere perché determinati interventi (tirantature, cerchiature, consolidamenti locali) risultano necessari.

4.1.5 Rischio sismico per le strutture in cemento armato

Questa parte è dedicata alle **strutture in cemento armato**, ossia gli edifici costruiti con telai, pilastri e travi in calcestruzzo armato.

Sono presentati, in forma sintetica:

- i criteri principali con cui viene valutato il **rischio sismico** per queste strutture;
- le tipologie di vulnerabilità più ricorrenti (ad esempio carenze di dettaglio, degrado dei materiali, configurazioni irregolari).

The screenshot shows the Tech4You platform interface. At the top, there is a navigation bar with links: IL PROGETTO, DASHBOARD, LIVING LAB, NEWS, Tech4You, AREA RISERVATA, and ESCI. Below the navigation bar, there is a search bar and a button labeled "Schemi e formule". The main content area features a title "Rischio per le Strutture in Cemento Armato e Strutture in Muratura" with a small house icon. Below this, a sub-section titled "Rischio Sismico per le strutture in cemento armato" is displayed. This section includes a sidebar with a list of "Elementi dorsali delle tipologie strutturali in cemento armato" and a main chart area titled "Backbones of the CR residential structural typologies". The chart plots Force (Fm [kN]) against Displacement (δ [mm]). It shows multiple backbone curves for different structural typologies: CDL_H1_10 (dark blue), CDL_H2_10 (orange), CDL_H3_10 (yellow), CDL_H4_10 (purple), CDL_H5_10 (green), and CDL_H6_10 (light blue). The curves generally show an initial peak force followed by a gradual decline as displacement increases.

Come si utilizza

- Consultare la sezione per comprendere che il rischio sismico non riguarda solo gli edifici in muratura, ma anche quelli più recenti in cemento armato.
- Utilizzare le informazioni come base per:
 - interpretare eventuali indicazioni di criticità nel proprio contesto;
 - comprendere la logica alla base di programmi di adeguamento o miglioramento sismico.

4.1.6 Rischio sismico per le strutture in muratura

Questa sezione approfondisce il **rischio sismico per gli edifici in muratura**, categoria che comprende gran parte del patrimonio edilizio storico.

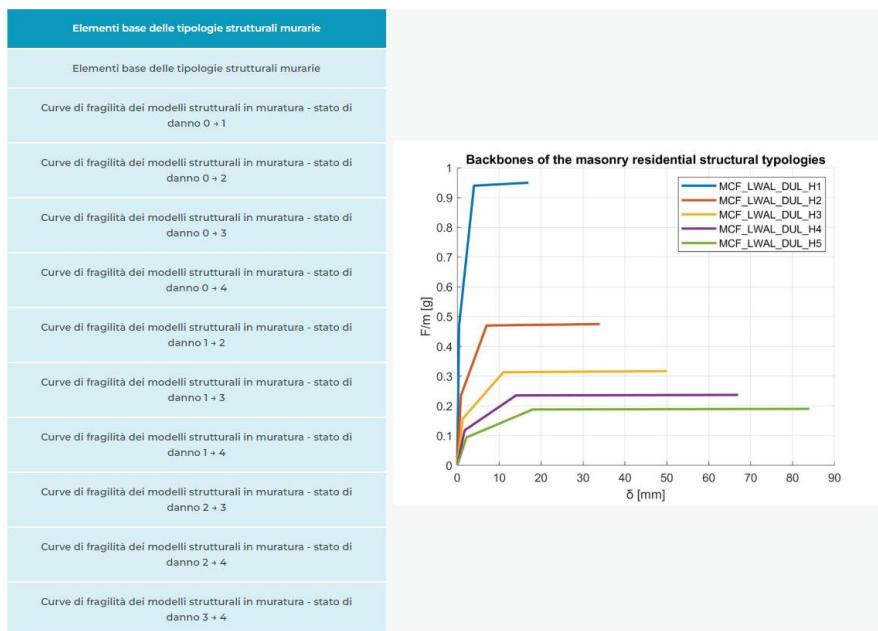
I contenuti (testi, schemi, eventuali tabelle) illustrano:

- le caratteristiche tipiche delle murature storiche;
- i punti di debolezza più frequenti (connessioni tra pareti, aperture, coperture);
- il collegamento con i meccanismi di collasso descritti nella sezione precedente.



IL PROGETTO DASHBOARD LIVING LAB NEWS Tech4You AREA RISERVATA ESCI

Rischio Sismico per le strutture in muratura



Come si utilizza

- Leggere la sezione per comprendere le **specificità dei fabbricati in muratura** rispetto all'azione sismica.
- Collegare queste informazioni alle mappe di vulnerabilità e alle immagini di danno presenti nella sezione di sicurezza ambientale e nelle altre parti della piattaforma.
- Utilizzare la descrizione per acquisire maggiore consapevolezza del perché gli edifici storici necessitino di **attenzione particolare** e di interventi calibrati.

4.2 Utente avanzato

La sezione **Sicurezza strutturale** mette a disposizione dell'utente avanzato (tecnicici della PA, professionisti, ricercatori) strumenti e contenuti per:

- valutare il **rischio sismico** del patrimonio costruito;
- analizzare la **vulnerabilità strutturale** degli edifici storici e degli insediamenti fragili;
- esplorare **mappe di vulnerabilità, database di indici di danno e modelli di meccanismi di collasso**;
- scaricare **documenti normativi e dataset** utilizzabili in ambiente di calcolo.

La pagina si articola in due blocchi principali:

1. Analisi del rischio sismico | Indicatori e tabelle

2. Contenuti sui tipi di rischio strutturale – “Selezione e visualizza”

(Metodologie e linee guida, Database Indici di Danno, Vulnerability Map, Meccanismi di collasso, Rischio sismico per c.a. e muratura, ecc.)

The screenshot shows a web-based application for structural safety analysis. At the top, there's a navigation bar with the Tech4You logo, followed by links for 'IL PROGETTO', 'DASHBOARD', 'LIVING LAB', 'NEWS', 'Tech4You', 'AREA RISERVATA', and 'ESCI'. The main content area has a teal background and features two 3D models of buildings. The left model is labeled 'Sicurezza Strutturale'. Between the models, there are several data boxes and arrows. One box contains values: N_{sp} (2.60), d (0.10), P_s (30), and \min_{alpha} (0.164483). Another box contains N_{sp} (2.60), P_s (30), and \min_{alpha} (0.171126). Arrows point from these boxes to specific parts of the building models. The models themselves show internal structural components like beams and columns, with red arrows indicating stress or force vectors.

I rischi strutturali per il patrimonio culturale e naturale

Questa sezione della piattaforma offre un quadro integrato e aggiornato dei rischi strutturali che interessano il patrimonio culturale e naturale, con particolare attenzione agli edifici storici e ai contesti insediativi più fragili. L'obiettivo è quello di supportare strategie di prevenzione, protezione e conservazione attraverso strumenti innovativi capaci di valutare la vulnerabilità e di sperimentare soluzioni efficaci per la riduzione del rischio.

Nel contesto attuale, caratterizzato da eventi sismici frequenti e da condizioni territoriali fragili, diventa fondamentale sviluppare metodologie di analisi avanzata per comprendere i meccanismi di collasso degli edifici storici e prevederne il comportamento strutturale. La piattaforma mette a disposizione contenuti scientifici e strumenti interattivi che consentono di esplorare scenari complessi e di valutare l'impatto delle diverse tipologie di rischio.

Attraverso i moduli dedicati al rischio sismico e all'analisi del rischio sismico, l'utente può accedere a linee guida generali, indicatori e tabelle che consentono di interpretare le vulnerabilità presenti nei territori studiati. I contenuti sui tipi di rischio strutturale permettono di approfondire aspetti chiave come l'analisi della vulnerabilità degli edifici in muratura, la valutazione degli effetti di liquefazione nei terreni sabbiosi saturi, o il rischio specifico per le strutture in cemento armato e in muratura.

Un elemento innovativo della piattaforma è rappresentato dalle mappe di vulnerabilità, che integrano dati di rilievo, simulazioni numeriche e protocolli di catalogazione avanzata. Attraverso queste mappe è possibile visualizzare in maniera chiara i livelli di rischio nei diversi scenari, comprendendo come il degrado dei materiali, l'evoluzione del contesto urbano e le caratteristiche del suolo influiscano sulla sicurezza delle strutture.

La sezione dedicata ai rischi strutturali consente dunque non solo di conoscere le condizioni attuali degli edifici storici e dei territori di riferimento, ma anche di esplorare scenari previsionali che integrano soluzioni di miglioramento del suolo, modelli numerici avanzati e sistemi di monitoraggio digitale. Grazie a questo approccio, la piattaforma diventa uno strumento operativo a supporto di scelte progettuali e politiche mirate alla conservazione del patrimonio e alla sicurezza delle comunità.

4.2.1 Analisi del rischio sismico | Indicatori e tabelle

Questa sotto-sezione raccoglie le **tabelle operative** che permettono di passare dagli indicatori di rischio alle **classi di vulnerabilità** e alle **classi di rischio sismico** delle costruzioni.

Contenuti principali

Le voci elencate comprendono:

- **Attribuzione della Classe di Rischio PAM**
 - relazione tra intervalli di **Perdita Media Annuata attesa (PAM)** e **Classe di Rischio (A+-G)**.
- **Attribuzione della Classe di Rischio IS-V**
 - relazione tra **Indice di Sicurezza (IS-V)** e Classe di Rischio.
- **Percentuale del costo di ricostruzione (CR)**
 - percentuali del **costo di ricostruzione** associate al raggiungimento dei diversi **stati limite**.
- **Approccio semplificato per l'attribuzione della Classe di Vulnerabilità agli edifici in muratura**
 - classificazione macrosismica degli edifici in muratura in **classi di vulnerabilità**.
- **Costruzioni in muratura: classi medie di vulnerabilità globale e passaggi di classe**
 - classi medie di vulnerabilità per tipologia edilizia e indicazione dei possibili **passaggi di classe**.
- **Classe PAM attribuita in funzione della classe di vulnerabilità e della zona sismica**
 - tabella che consente di derivare la **Classe PAM** combinando classe di vulnerabilità e **zona sismica**.
- **Approccio semplificato per gli interventi sulle costruzioni in muratura – Interventi locali necessari per ridurre la vulnerabilità di una sola classe (1/2 e 2/2)**
 - elenchi di **interventi locali** (su solai, pareti, coperture, connessioni) necessari per ridurre la vulnerabilità di una classe.

 tech4you

IL PROGETTO DASHBOARD LIVING LAB NEWS Tech4You AREA RISERVATA ESCI

RISCHIO SISMICOLinee Guida Generaliper gli interventi sull'esistente

ANALISI DEL RISCHIO SISMICO | Indicatori e tabelle

Attribuzione della Classe di Rischio PAM in funzione dell'entità delle Perdite medie annue attese

Attribuzione della Classe di Rischio IS-V in funzione dell'entità dell'Indice di Sicurezza

Percentuale del costo di ricostruzione (CR), associata al raggiungimento di ciascuno stato limite

Approccio semplificato per l'attribuzione della Classe di Vulnerabilità agli edifici in muratura

Costruzioni in muratura: classi medie di vulnerabilità globale e passaggi di classe

Classe PAM attribuita in funzione della classe di vulnerabilità assegnata all'edificio e della zona sismica in cui lo stesso è situato

Approccio semplificato per gli interventi sulle le costruzioni di muratura – Interventi locali necessari per ridurre la vulnerabilità di una sola classe (1/2)

Approccio semplificato per gli interventi sulle le costruzioni di muratura – Interventi locali necessari per ridurre la vulnerabilità di una sola classe (2/2)

Come si usa (utente avanzato)

1. Utilizzare le tabelle **PAM** e **IS-V** per attribuire o verificare la **Classe di Rischio** degli edifici a partire dai risultati delle analisi (convenzionali o semplificate).
2. Impiegare le tabelle di **vulnerabilità in muratura** per classificare tipologie edilizie e programmare passaggi di classe mediante interventi mirati.
3. Fare riferimento alla tabella sulle **percentuali di CR** per valutazioni economiche (analisi costi-benefici, priorità di intervento).
4. Utilizzare le tabelle sugli **interventi locali** come guida operativa di primo livello per la definizione di strategie di riduzione della vulnerabilità coerenti con le linee guida nazionali.

The screenshot shows the software's main navigation bar at the top with options like 'IL PROGETTO', 'DASHBOARD', 'LIVING LAB', 'NEWS', 'Tech4You', 'AREA RISERVATA', and 'ESCI'. Below this, there are two tabs: 'RISCHIO SISMICO Linee Guida Generali' and 'per gli interventi sull'esistente'. The main content area is titled 'ANALISI DEL RISCHIO SISMICO | Indicatori e tabelle'. It contains several tables and links related to seismic risk analysis, including:

- Attribuzione della Classe di Rischio PAM in funzione dell'entità delle Perdite medie annue attese
- Attribuzione della Classe di Rischio IS-V in funzione dell'entità dell'Indice di Sicurezza
- Percentuale del costo di ricostruzione (CR), associata al raggiungimento di ciascuno stato limite
- Approccio semplificato per l'attribuzione della Classe di Vulnerabilità agli edifici in muratura
- Costruzioni in muratura: classi medie di vulnerabilità globale e passaggi di classe
- Classe PAM attribuita in funzione della classe di vulnerabilità assegnata all'edificio e della zona sismica in cui lo stesso è situato
- Approccio semplificato per gli interventi sulle costruzioni di muratura - Interventi locali necessari per ridurre la vulnerabilità di una sola classe (1/2)
- Approccio semplificato per gli interventi sulle costruzioni di muratura - Interventi locali necessari per ridurre la vulnerabilità di una sola classe (2/2)

Below this, there is a section titled 'CONTENUTI SUI TIPI DI RISCHIO STRUTTURALE' which includes a table for 'Indice di Sicurezza' and 'Classe IS-V'.

| Indice di Sicurezza | Classe IS-V |
|---------------------|-------------------|
| 100% < IS-V | A _{IS-V} |
| 80% ≤ IS-V < 100% | A _{IS-V} |
| 60% ≤ IS-V < 80% | B _{IS-V} |
| 45% ≤ IS-V < 60% | C _{IS-V} |
| 30% ≤ IS-V < 45% | D _{IS-V} |
| 15% ≤ IS-V < 30% | E _{IS-V} |
| IS-V ≤ 15% | F _{IS-V} |

At the bottom, a note states: 'Attribuzione della Classe di Rischio IS-V in funzione dell'entità dell'Indice di Sicurezza.'

This screenshot is nearly identical to the one above, showing the same software interface and content for the 'RISCHIO SISMICO' section. The main difference is in the 'CONTENUTI SUI TIPI DI RISCHIO STRUTTURALE' section, which now displays a table for 'Perdita Media Annuas attesa (PAM)' and 'Classe PAM'.

| Perdita Media Annuas attesa (PAM) | Classe PAM |
|-----------------------------------|------------------|
| PAM ≤ 0,50% | A _{PAM} |
| 0,50% < PAM ≤ 1,0% | A _{PAM} |
| 1,0% < PAM ≤ 1,5% | B _{PAM} |
| 1,5% < PAM ≤ 2,5% | C _{PAM} |
| 2,5% < PAM ≤ 3,5% | D _{PAM} |
| 3,5% < PAM ≤ 4,5% | E _{PAM} |
| 4,5% < PAM ≤ 7,5% | F _{PAM} |
| 7,5% ≤ PAM | G _{PAM} |

At the bottom, a note states: 'Classe PAM attribuita in funzione della classe di vulnerabilità assegnata all'edificio e della zona sismica in cui lo stesso è situato.'

4.3 Contenuti sui tipi di rischio strutturale – “Seleziona e visualizza”

Il blocco “**Seleziona e visualizza**” funge da **indice funzionale** verso i diversi insiemi di contenuti specialistici:

- **Metodologie e linee guida**
- **Criteri generali**
- **Database Indici di Danno**
- **Vulnerability Map (Caso Pilota Bova)**
- **Riferimenti di letteratura e stato dell'arte**
- **Metodologia implementata**
- **Identificazione e classificazione dei meccanismi di collasso**
- **Rischio sismico per le strutture in cemento armato**
- **Rischio sismico per le strutture in muratura**

Cliccando sul pulsante corrispondente, si apre il documento, la mappa o il dataset associato.

The screenshot shows the Tech4You website interface. At the top, there is a navigation bar with links: IL PROGETTO, DASHBOARD, LIVING LAB, NEWS, Tech4You, AREA RISERVATA, and ESCI. Below the navigation bar, there is a section titled "CONTENUTI SUI TIPI DI RISCHIO STRUTTURALE". This section contains three cards, each with an icon and a title:

- Analisi del Rischio Strutturale e Mappa di Vulnerabilità**: An icon of a house with a lightning bolt striking it.
- Valutazione della Vulnerabilità nelle Strutture in muratura**: An icon of a brick wall with a hole in it.
- Rischio per le Strutture in Cemento Armato e Strutture in Muratura**: An icon of a house with a broken window.

4.3.1 Metodologie e linee guida

Contenuti

La voce rimanda a un **PDF scaricabile** che raccoglie le principali **metodologie ufficiali** per la classificazione del rischio, tra cui:

- Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni – Allegato A.

Nel documento sono illustrati:

- le **otto Classi di Rischio** (A+–G);
- il **metodo convenzionale** e il **metodo semplificato** di valutazione;
- i parametri **PAM** e **IS-V** e il loro impiego nella determinazione della Classe di Rischio.

Come si usa

- Clic sul pulsante “**Metodologie e linee guida**” → download del PDF.
- Il documento costituisce il riferimento normativo per:
 - l'interpretazione delle tabelle di **Analisi del rischio sismico**;
 - la coerenza metodologica dei calcoli svolti dall'utente avanzato.

4.3.2 Vulnerability Map (Caso Pilota Bova)

Contenuti

La **Vulnerability Map** del caso pilota Bova è fornita come:

- mappa web interattiva oppure pacchetto cartografico (HTML + layer),
- in cui gli edifici/aggregati sono classificati in **classi di vulnerabilità** con simbologia cromatica.

Ogni elemento cartografico è associato a:

- classe di vulnerabilità;
- eventuali attributi (tipologia, epoca, stato di conservazione, indice di danno).

Come si usa

1. Clic sul pulsante “**Vulnerability Map (Caso Pilota Bova)**” per aprire la mappa.
2. Navigare (zoom/pan) per analizzare la distribuzione delle classi di vulnerabilità a scala urbana.
3. Se previsto, interrogare i singoli edifici per visualizzare gli attributi.
4. Utilizzare la carta come base per:
 - definire **priorità di intervento**;
 - incrociare la vulnerabilità strutturale con informazioni ambientali (SLR, run-off, georischi).



4.3.3 Riferimenti di letteratura e stato dell'arte

Contenuti

Elenco di:

- articoli scientifici;
- report tecnici;
- documenti di progetto e linee guida internazionali.

Come si usa

- Clic su ciascun riferimento per aprire il relativo PDF o collegamento esterno.
- Utilizzare la sezione come **base bibliografica** per lavori di ricerca, relazioni tecniche, proposte di progetto.

4.3.4 Metodologia implementata

Contenuti

Documento descrittivo (pagina o PDF) che ricostruisce il **workflow adottato nel progetto**, includendo:

- raccolta dati (rilevi, prove, catalogazioni);
- definizione di indicatori e indici di danno;
- criteri di classificazione della vulnerabilità;
- generazione di mappe e database.

Come si usa

- Consultare per comprendere in modo organico **come sono stati prodotti** i risultati pubblicati nella dashboard.
- Utilizzare la metodologia come **modello replicabile** per nuovi casi studio.

4.3.5 Identificazione e classificazione dei meccanismi di collasso

Contenuti

Per ciascun meccanismo di collasso degli edifici in muratura sono disponibili due tipologie di schede:

- “**Dettagli e classificazione**”
- “**Schemi e formule**”

I meccanismi considerati includono:

- **Meccanismo semplice di ribaltamento**
- **Meccanismo di ribaltamento composto**
- **Meccanismo di flessione verticale**
- **Meccanismo di flessione orizzontale**



Vulnerazione della
Vulnerabilità nelle
Strutture in muratura

Riferimenti di letteratura e stato dell'arte [Download](#)

Metodologia Implementata [Download](#)

Identificazione e classificazione dei meccanismi di collasso



Meccanismo semplice di ribaltamento

Dettagli e classificazione



Meccanismo semplice di ribaltamento

Dettagli e classificazione

Schemi e formule

Come si usa

1. Clic sulla voce del meccanismo → apertura della scheda di dettaglio.
2. Consultare:
 - definizione del meccanismo;
 - condizioni di innesco;
 - parametri geometrici e cinematici.
3. Aprire la scheda “**Schemi e formule**” per:
 - schemi grafici;
 - formulazioni per il calcolo dei moltiplicatori di collasso o dei parametri di verifica.
4. Integrare queste informazioni con:
 - risultati del Database Indici di Danno;
 - mappe di vulnerabilità;
per valutazioni locali e globali coerenti.

4.3.6 Rischio sismico per le strutture in cemento armato e in muratura

Contenuti

Due dataset in formato .mat:

- **VALORI_FC_RC.mat** – parametri per strutture in **cemento armato**;
- **VALORI_FC_URM.mat** – parametri per strutture in **muratura**.

I file contengono valori numerici (es. fattori di confidenza, parametri di capacità, curve di fragilità) impiegati nelle valutazioni di rischio tipologico.

Come si usa

1. Clic sul nome del file per scaricare il dataset.
2. Importare in MATLAB o software compatibile per:
 - elaborazioni statistiche;
 - modellazioni di rischio a scala tipologica;
 - analisi di sensitività sui parametri di sicurezza.

The screenshot shows the tech4you platform interface with the following details:

- Header:** IL PROGETTO, DASHBOARD, LIVING LAB, NEWS, Tech4You, AREA RISERVATA, ESCI.
- Left sidebar:** tech4you logo, a 3D model icon, and a "Schemi e formule" button.
- Main Content:**
 - Rischio Sismico per le strutture in cemento armato:** Includes a legend for "Backbones of the CR residential structural typologies" (CDL_H1, CDL_H2, CDL_H3, CDL_H4, CDL_H5, CDL_H6) and a table of backbone values for different damage states (0-1, 0-2, 0-3, 0-4, 1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4).
 - Rischio Sismico per le strutture in muratura:** Includes a legend for "Backbones of the masonry residential structural typologies" (MOP_L1NL_DUL_H1, MOP_L1NL_DUL_H2, MOP_L1NL_DUL_H3, MOP_L1NL_DUL_H4) and a table of backbone values for different damage states (0-1, 0-2, 1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 2-4).
- Bottom:** Buttons for "VALORI_FC_RC.mat" and "VALORI_FC_URM.mat".