

L'applicazione WebGIS Microzonazione Sismica sul portale cartografico della Provincia di Modena www.sistemonet.it

Antonella Manicardi, Amelio Fraulini, Corrado Ugoletti, Barbara Mengoli

Provincia di Modena, Servizio Pianificazione Urbanistica e Cartografia,
Viale Martiri della Libertà 34, Tel. 059209327, Fax 059209284,
sistemonet@provincia.modena.it

Riassunto

L'applicazione WebGIS Microzonazione Sismica pubblicata sul portale geografico della Provincia di Modena www.sistemonet.it costituisce sia un esempio di buone pratiche per la prevenzione del rischio sismico ma soprattutto divulga il progetto realizzato dal Servizio Pianificazione Urbanistica e SIT della Provincia di Modena, nell'ambito dell'Accordo sottoscritto con i Comuni di Bastiglia, Guiglia, Marano Sul Panaro, Montese e Zocca, a supporto degli studi di microzonazione realizzati. Il progetto prevede l'assunzione degli esiti di microzonazione sismica del territorio, unitamente alla revisione dei cinque PRG. L'Accordo ha realizzato la microzonazione sismica, cioè la suddivisione dettagliata del territorio in base alla risposta sismica locale, mediante la redazione di un vasto complesso di cartografie, elaborate utilizzando e coordinando dati esistenti ed i risultati di nuove indagini geologico-sismiche. La Provincia di Modena si è occupata dell'informatizzazione dei dati, progettazione e redazione delle cartografie. Il Progetto è stato realizzato in conformità alla DAL 12/2007 della Regione Emilia Romagna che ha approvato gli "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" e agli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" approvati dalla Protezione Civile il 13/11/2008. Sulla base di tali atti il progetto è stato ammesso a finanziamento, nel percorso definito dall'OPCM 3907/2010 in materia di prevenzione del rischio sismico e attuato dal Decreto Protezione Civile 8422/2010 che ha definito: i criteri per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica, gli elaborati da produrre e la struttura della banca dati. I principali prodotti realizzati sono: Carte delle indagini, Carte geo-morfologiche, Carte delle frequenze naturali dei terreni e le Carte di Microzonazione Sismica, ovvero le Carte delle aree suscettibili di effetti locali o delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS). In questi elaborati sono individuate le zone stabili, le zone suscettibili di amplificazioni locali e le zone suscettibili di instabilità. L'applicazione WebGIS MICROZONAZIONE SISMICA che viene presentata utilizza la Banca dati creata per il progetto e ne pubblica integralmente i risultati scientifici.

Abstract

The WebGIS application "Seismic Microzonation" (SM), published on the geo-portal www.sistemonet.it, is both an example of good practice in prevention of seismic hazard and the illustration of the project carried out and implemented by the Urban Planning and GIS Services of Provincia di Modena, within the agreement with the Municipalities of Bastiglia, Guiglia, Marano sul Panaro, Montese and Zocca, signed in 2010. The SM project uses the results of the Seismic Microzonation of the investigated areas (II level of investigation) in order to upgrade the Urban Plans of these five Municipalities. The agreement has achieved the SM project, that is a detailed mapping of the territory according to the local seismic response, editing existing databases and the results of about 400 new geological and seismic surveys. Provincia di Modena has provided for the processing of geo-databases and produced several sets of maps. The SM Project was carried out in

accordance with the guidelines of Emilia-Romagna Region (Legislative Assembly Decree n.112/2007 “Guidelines for seismic microzonation studies in Emilia-Romagna to support territorial and urban planning”) and with the “Guidelines and criteria for seismic microzonation”, Department of Civil Protection, approved november 13th, 2008. The SM project was funded by Emilia-Romagna Region according to Decree n.1051/2011, based on Prime Ministerial Decree (OPCM) n.3907/2010 in prevention of seismic risk, implemented by Department of Civil Protection (Decree n. 8422/2010). The Decree establishes strict technical criteria of SM studies, including production of maps and the database structure. The main maps produced within SM project are: “Geomorphological”, “Fundamental frequencies of grounds”, “Seismic waves speed (Vs30)”, “Peak Acceleration Ground (PGA)”, “Amplification factors (Housner Intensity)”, “Areas susceptible to site effects / homogeneous microzones in seismic perspective (MOPS)”. SM project also provides planning standards at municipal level to reduce seismic hazard. WebGIS application “Seismic Microzonation” uses the database created for the SM project and publishes the full scientific results.

Introduzione

A partire dalla Legge Regionale dell’Emilia Romagna n. 31/2002 (nel seguito LR 31/2002) e con maggiore incisività a seguito dell’entrata in vigore della riclassificazione sismica nazionale le province hanno assunto, in parallelo alle competenze urbanistiche, anche un ruolo proprio per l’espressione di pareri sugli strumenti di pianificazione nelle zone sismiche. Tale ruolo è stato poi definitivamente codificato con la LR 19/2008 che all’art. 5 ha demandato alla Provincia l’espressione dei pareri sulla “compatibilità delle ... previsioni (del PSC, POC, PUA e PRG) con le condizioni di pericolosità locale del territorio” ed ha definito i principi generali in materia di pianificazione sia provinciale (art. 7) che comunale (art. 8) per la riduzione del rischio sismico. In materia la Regione Emilia Romagna (RER) aveva già provveduto emanando l’atto di indirizzo e coordinamento tecnico per gli studi di microzonazione sismica applicati al campo della pianificazione, approvato con Delibera dell’Assemblea Legislativa n.112 del 2 maggio 2007 (nel seguito DAL 112/2007). La Provincia di Modena, dando attuazione all’art. 7 della LR 19/2008, nell’ambito della revisione del Piano Territoriale di Coordinamento (PTCP), ha realizzato la “**Carta delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali per eventi sismici**” e la “**Carta dei depositi del sottosuolo che possono influenzare il moto sismico in superficie**”. Da queste, realizzando un accorpamento delle diverse combinazioni lito-morfologiche sulla base degli effetti sismici attesi si è ottenuto un elaborato che sintetizzando i dati di superficie e sottosuolo in una sola carta con un minore numero di classi non richiede specifiche conoscenze geologiche: la “**Carta delle aree suscettibili di effetti locali**”. Essa non è ancora una carta di Microzonazione Sismica (MS), la cui elaborazione è demandata alla competenza comunale, ma costituisce un livello di conoscenza propedeutico e necessario alla microzonazione sismica poiché, localizzando aree a diversa pericolosità, fornisce indicazioni utili per il tipo di indagini da realizzare e per la loro localizzazione. In questo senso, costituisce un “primo livello di approfondimento” negli studi di MS. La pubblicazione di tali specifici elaborati è già realizzata, tramite l’applicazione web-GIS di pubblicazione del PTCP2009 ed è disponibile sul portale provinciale www.sistemonet.it.

Il Progetto di Microzonazione Sismica (MS)

La Provincia di Modena ed i Comuni di Bastiglia, Guiglia, Marano sul Panaro, Montese e Zocca hanno sottoscritto un accordo (2010) per la realizzazione della MS dei cinque territori comunali. Sulla base dell’accordo sono stati realizzati studi per ognuno dei Comuni, per la redazione dei quali si è dato incarico a un geologo specializzato in materia, mentre la Provincia si è assunta l’impegno della digitalizzazione dei dati e della realizzazione della banca-dati, della progettazione e redazione delle cartografie. Il progetto infine prevede l’assunzione degli esiti della MS del territorio nell’ambito della revisione della pianificazione comunale. L’accordo ha quindi realizzato da una parte la MS, cioè la suddivisione dettagliata del territorio in base alla risposta sismica locale, mediante la redazione di un vasto complesso di cartografie, elaborate utilizzando e coordinando i

dati esistenti ed i risultati di nuove ed importanti campagne di indagini geologico-sismiche. In parallelo un tavolo tecnico tra Provincia e Comuni ha provveduto a predisporre il quadro conoscitivo dei territori e della pianificazione comunale, al fine di porre le basi per la formazione dei Piani Strutturali Comunali o di specifiche varianti al PRG in adeguamento al PTCP, attraverso le quali recepire organicamente gli esiti della MS. Anche per la realizzazione del quadro conoscitivo dei Comuni la Provincia si è assunta l'onere della informatizzazione di tutte le cartografie e relative banche dati. Il progetto di MS è stato realizzato in conformità alla già citata DAL-RER 112/2007 che ha approvato gli "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", agli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" approvati dal Dipartimento della Protezione Civile il 13/11/2008 ed al Decreto Protezione Civile 8422/2010 che ha definito: i criteri per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica, gli elaborati da produrre e la struttura della banca dati. Sulla base di tali elementi il progetto ha goduto dei finanziamenti in materia di prevenzione del rischio sismico. L'intero progetto è realizzato in collaborazione con il Servizio Geologico della RER che costituisce il trait d'union tra il Dipartimento della Protezione Civile e le Amministrazioni comunali, destinatarie esclusive dei relativi finanziamenti. I prodotti realizzati sono diversi per i Comuni in territorio montano (Guiglia, Marano Sul Panaro, Montese, Zocca) e per l'unico Comune di pianura (Bastiglia). L'ovvia differenziazione territoriale ha infatti consentito che lo studio di microzonazione sismica del Comune di Bastiglia si spingesse fino alla realizzazione del terzo livello di analisi. I prodotti realizzati per il Comune di Bastiglia sono: -Primo livello di approfondimento: Carta delle indagini pregresse e nuove, Carta geo-morfologica, Sezioni geologiche, Carta delle isopieze, Carta della soggiacenza, Carta delle aree suscettibili di effetti locali (MOPS), Carta del primo contrasto, Carta delle frequenze naturali dei terreni e Carta del Tetto AES6. -Secondo livello di approfondimento: Carta delle nuove indagini e Carta della velocità delle onde di taglio S(Vs). -Terzo livello di approfondimento: Carta FA PGA, Carta dei fattori di amplificazione 0,1-0,3 / 0,3-0,5 / 0,5-1 / 1-1,5, Carta Fa e Carta Fv. I prodotti realizzati per i Comuni di Guiglia, Marano Sul Panaro, Montese, Zocca sono: -Primo livello di approfondimento: Carta delle indagini pregresse e nuove, Carta litomorfologica, Sezioni geologiche, Carta delle aree suscettibili di effetti locali (MOPS), Carta delle frequenze naturali dei terreni. -Secondo livello di approfondimento: Carta delle nuove indagini, Carta della velocità delle onde di taglio S (Vs), Carta dei fattori di amplificazione. A tali prodotti cartografici si accompagnano specifiche Relazioni tecniche che dettagliano le modalità di realizzazione dello studio geologico-sismico e di come questo abbia portato alla realizzazione delle singole elaborazioni.

L'applicazione WebGIS Micronazione Sismica

A partire dai prodotti descritti sopra la Provincia di Modena, nell'ambito del Servizio Pianificazione Urbanistica e Cartografia e attraverso il personale tecnico dell'Unità Operativa Cartografico e SIT ha provveduto alla progettazione e realizzazione dell'applicazione WebGIS MICROZONAZIONE SISMICA che si pone l'obiettivo di divulgare il progetto realizzato nell'ambito dell'Accordo sopra descritto. L'applicazione WebGIS MICROZONAZIONE SISMICA realizza la pubblicazione dell'intero gruppo di carte prodotte per ogni singolo comune. La visualizzazione avviene in modalità alternativa, non è possibile consultare contemporaneamente più carte in quanto l'elaborazione dell'immagine sarebbe troppo lenta. Il servizio web offre le comuni modalità di consultazione geografica: posizionamento attraverso la scelta di specifici parametri di localizzazione (comune, località, indirizzo, particella catastale, argomento), navigazione, interrogazione dei livelli informativi, stampa delle mappe visualizzate corredate delle opportune legende descrittive delle informazioni relative all'area inquadrata, salvataggio delle impostazioni di ricerca impostate utilizzabili poi per consultazioni successive.

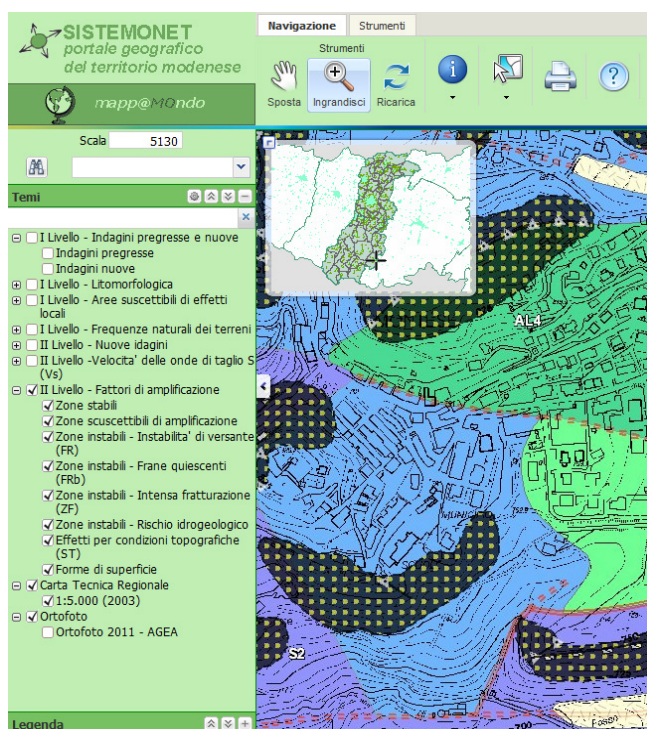


Figura 1. Legenda dell' applicazione WebGIS.

L'organizzazione dei dati utilizzati per la realizzazione dei prodotti cartografici segue le specifiche dettate dalla Delibera Giunta RER n. 1051/2011 e dagli Indirizzi del Dipartimento della Protezione Civile già citati, ovvero agli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica", versione 1.5. Il sistema cartografico di riferimento è quello in uso in RER (European datum 1950 UTM32 Nord* con falso Nord a -4000000 m). La consultazione delle carte oltre che per comune è organizzata secondo i tre livelli di approfondimento previsti dalle specifiche regionali e nazionali in materia di riduzione del rischio sismico. Il primo ed il secondo livello di approfondimento sono stati realizzati per tutti i cinque comuni compresi nello studio, il terzo livello solo per il comune di Bastiglia. La maggior parte delle carte descrittive dei primi due livelli è comune ad entrambi gli ambiti, pianura ed alta collina-montagna, ci sono poi carte specifiche legate alla natura morfologica dei luoghi e descrittive di aspetti e comportamenti peculiari. Le carte comuni a tutto il territorio esaminato sono, per il primo livello di approfondimento: **-Carta delle indagini pregresse e nuove:** scala 1:10.000, individua e qualifica le prove geognostiche svolte, di nuova realizzazione o tratte da bibliografia esistente, specificando la data di esecuzione e la profondità nel sottosuolo raggiunta dall'indagine; **-Carta litomorfológica** (montagna) e **-Carta geomorfológica** (pianura): scala 1:10.000, descrivono la natura del substrato, le forme morfologiche e le strutture tettoniche, in particolare sono indicati gli elementi in grado di indurre modifiche del moto sismico superficiale; **-Sezioni geologiche:** scala 1:5.000 per le aree montane e scala 1:10.000 per Bastiglia; riportano, lungo le tracce di sezione, l'organizzazione in profondità delle unità litologiche e delle forme di discontinuità litologiche e strutturali illustrate in pianta nelle carte descritte al punto precedente. **Carta delle frequenze naturali dei terreni:** scala 1:5.000 per l'ambito montano e solo per gli sviluppi con approfondimenti di secondo livello; scala 1:10.000 per Bastiglia, estesa a tutto il Comune. Riporta le frequenze proprie dei terreni misurate in situ attraverso l'esecuzione di prove HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*). In carta vengono indicate la posizione

dell'indagine, il valore della frequenza di risonanza misurato e l'ampiezza massima della curva HVSR. Per Bastiglia è stato possibile suddividere il territorio in aree caratterizzate da frequenze proprie simili o paragonabili, attraverso l'attribuzione di classi di variabilità del parametro misurato. Tale suddivisione costituisce il riferimento per la Pianificazione attuativa e per le Norme tecniche di attuazione/Regolamenti urbanistici edilizi, al fine di prevenire, in caso di sisma, il fenomeno di doppia risonanza. **-Carta delle aree suscettibili di effetti locali** (MOPS - microzone omogenee in prospettiva sismica): scala 1:10.000; suddivide il territorio in base alla sua propensione ad amplificare il moto sismico. Vengono individuate: le zone stabili, nelle quali si ritiene non possano manifestarsi effetti di sito, e in cui non sono previsti ulteriori approfondimenti; le zone suscettibili di amplificazioni locali in cui sono previsti approfondimenti di secondo o terzo livello, e le zone instabili in cui sono attesi sia fenomeni di amplificazione locale che deformazioni permanenti del suolo, per le quali, nel caso si intenda modificare lo stato dei luoghi, sono sempre richiesti approfondimenti di terzo livello. La stessa carta, per il comune di Bastiglia è stata costruita considerando anche la possibile occorrenza di fenomeni quali liquefazione e densificazione dei terreni. Nelle colonne stratigrafiche illustrative dei terreni sono riportate anche caratteristiche geomeccaniche e geotecniche come consistenza, densità e resistenza alla penetrazione alla punta utilizzata per le prove penetrometriche. Sempre a corredo degli studi di primo livello, per il comune di Bastiglia sono state prodotte carte, scala 1:10.000, descrittive del livello della falda acquifera rispetto al piano campagna (**Carta della soggiacenza**); della superficie piezometrica (**Carta delle isopieze**); la **Carta del tetto dell'AES6** ovvero la profondità del tetto, sempre rispetto al piano campagna, del deposito alluvionale più recente e la **Carta del primo contrasto di impedenza sismica** che individua la profondità del tetto del livello stratigrafico che realizza la discontinuità nella velocità di propagazione delle onde sismiche. Il secondo livello di approfondimento prevede la realizzazione per tutti i comuni studiati della **Carta delle nuove indagini** che riporta le prove geognostiche di nuova esecuzione realizzate per gli studi di approfondimento al fine di aumentare il dettaglio delle informazioni relative alle zone suscettibili di amplificazioni del moto sismico e di caratterizzare le aree per le quali non si avevano notizie bibliografiche, e la **Carta della velocità delle onde di taglio S (Vs)**. Questa carta si differenzia a seconda che l'ambito sia quello di pianura, nel quale è stato possibile stimare il valore di Vs30 e rappresentare le sue variazioni attraverso isolinee, o quello di montagna nel quale le condizioni geomorfologiche variabili non consentono simili estrapolazioni. In questo caso le carte riportano, in corrispondenza di ogni stazione, la tipologia della prova geofisica svolta (HVSR o Re.Mi), il valore di velocità misurato, la profondità corrispondente ed il valore stimato di Vs30. Per i comuni dell'area montana le carte di secondo livello comprendono anche la **Carta dei fattori di amplificazione** che associa alle zone individuate nella carta MOPS (aree stabili, suscettibili di amplificazioni ed instabili) la stratigrafia del substrato e, per ognuna delle litologie presenti nelle colonne, i valori di Vs e dei fattori di amplificazione, espressi in funzione del rapporto di accelerazione massima orizzontale (FA PGA) e del rapporto di Intensità Spettrale di Housner (FA IS) e calcolati per i periodi 0.1/0.5 sec e 0.5/1 sec. Per le zone suscettibili di instabilità sono state individuate e descritte le forme di dissesto, gli elementi tettonici, morfologici e topografici capaci di produrre effetti di sito e sono infine state individuate le aree in cui effettuare il terzo livello di approfondimento. La stessa carta per il comune di Bastiglia è stata realizzata nell'ambito degli approfondimenti di terzo livello e scorporata in più serie di tavole; la **Carta FA PGA** e le **Carte dei fattori di amplificazione**, dove sono stati cartografati singolarmente gli andamenti dei due diversi fattori di amplificazione. La prima suddivide l'intero territorio comunale in funzione dei valori del fattore di amplificazione da utilizzare nell'ambito delle verifiche di sicurezza proprie delle fasi esecutive della progettazione strutturale. La carta riporta l'ubicazione delle prove geofisiche svolte ed indica le aree per le quali si ipotizza che si possano manifestare fenomeni di liquefazione e densificazione dei terreni. La seconda si compone di quattro tavole ognuna delle quali identifica le aree caratterizzate da omogenei valori di FA IS, calcolati per i quattro periodi temporali ritenuti rappresentativi dei periodi propri di vibrazione delle tipologie costruttive tipicamente presenti sul territorio e prevedibili nelle future urbanizzazioni. Il periodo

0,1/0,3s è descrittivo del comportamento delle tipologie edilizie prevalenti nel settore "civile" realizzate con qualsiasi tipologia costruttiva ed aventi al massimo 3 ÷ 4 piani. Il periodo 0,3/0,5s è l'intervallo di calcolo utilizzato in riferimento ai fattori di amplificazione propri delle più comuni strutture a telaio in cls e prefabbricate, tipiche del settore produttivo-manifatturiero e commerciale-industriale con altezza sottotrave inferiore a otto metri. I periodi 0,5/1s e 1/1,5s riguardano fabbricati "a torre" realizzati con telaio in cls e con più di 5 ÷ 6 piani, accomunabili come periodo di vibrazione a magazzini verticali e manufatti alti e stretti quali silos, torri piezometriche, ciminiere.

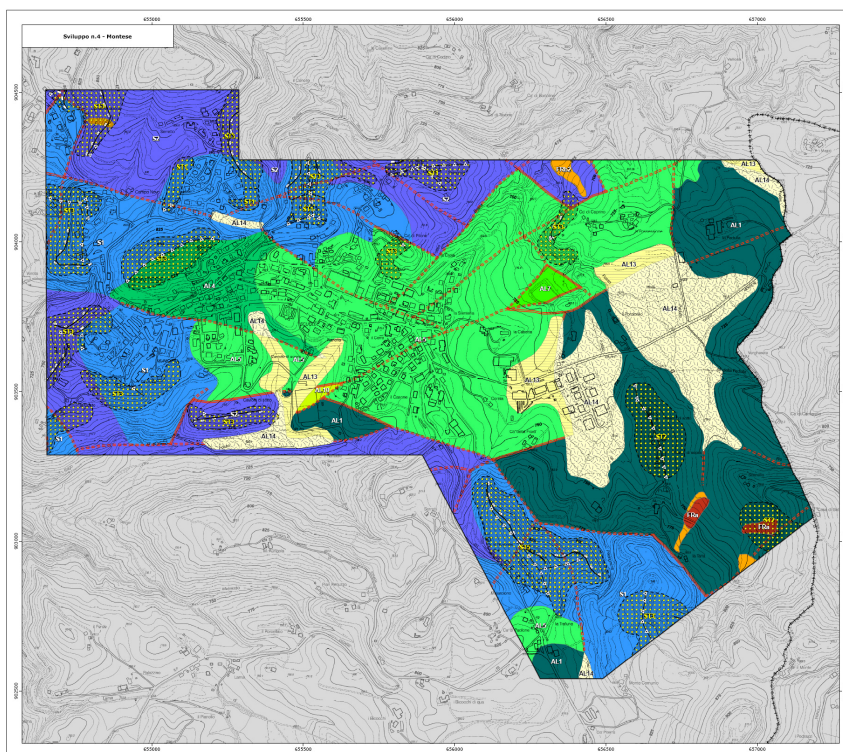


Figura 2. Carta FA PGA Comune Montese.

Carte dei fattori di amplificazione FA ed FV: scala 1:5.000 per l'ambito montano e solo per gli sviluppi con approfondimenti di secondo livello; scala 1:10.000 per Bastiglia ed estesa a tutto il Comune. In queste tavole vengono riprodotti l'andamento dei valori del fattore di amplificazione a basso periodo (FA), determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione, e del fattore di amplificazione ad alto periodo (FV) per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità.

Conclusioni

Gli Studi di Microzonazione Sismica ed progetto Web-GIS che ne realizza la pubblicazione, sono un esempio concreto di sinergie tra differenti livelli istituzionali in cui sono state messe in valore competenze e professionalità presenti, realizzando economie di scala che hanno ridotto tempi e costi di un prodotto il cui scopo è quello di pervenire ad una miglior conoscenza della pericolosità sismica locale nell'ottica di una tendenziale riduzione del deficit di sicurezza sismica del nostro territorio e con lo volontà di rendere le MS effettivamente fruibili a tutti gli operatori territoriali mediante l'apposita applicazione Web-GIS.