

LA SCHEDA CARTIS PER LA CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICO- STRUTTURALE DEI COMPARTI URBANI COSTITUITI DA EDIFICI ORDINARI. VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE IN ANALISI DI RISCHIO SISMICO

G. Zuccaro^{1,2}, M. Dolce^{1,3}, D. De Gregorio², E. Speranza³, C. Moroni³

¹ Dipartimento di Ingegneria Strutturale per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi Federico II, Napoli, Italy

² Centro Studi PLINIVS del Centro Interdipartimentale LUPT Raffaele d'Ambrosio, Università Federico II, Napoli, Italy

³ Dipartimento della Protezione Civile Nazionale, Roma, Italy

Introduzione. Le analisi di rischio a larga scala (nazionale e regionale) nei riguardi di fenomeni naturali quali eventi sismici, vulcanici ed idrogeologici necessitano della valutazione qualitativa e quantitativa degli elementi esposti (popolazione, edifici, infrastrutture, ecc.). Esse costituiscono il fondamento per la messa a punto di politiche razionali di mitigazione dei rischi. Un esempio di utilizzazione delle analisi di rischio a livello nazionale lo si ritrova nei criteri di distribuzione dei fondi tra le regioni per la prevenzione del rischio sismico, stanziati dall'art.11 della Legge 77/2009.

Le metodologie attualmente in uso per la valutazione della vulnerabilità degli edifici utilizzano diversi approcci (osservazionali, meccanici, ibridi), e possono essere applicate a basi di dati di esposizione degli edifici che contengono informazioni di diverso livello di dettaglio sulle caratteristiche costruttive che possono influire sulla vulnerabilità fisica degli edifici. A livello nazionale l'inventario del patrimonio edilizio è riferito essenzialmente alla base di dati del censimento dell'ISTAT, le cui informazioni sulle suddette caratteristiche sono estremamente scarse (periodo di costruzione, numero di piani e materiale strutturale). Le incertezze sulle stime della vulnerabilità sismica, e quindi del rischio, sono perciò molto elevate, sia per la povertà delle informazioni disponibili, sia per la complessità del problema della valutazione, per la cui soluzione si ricorre, come detto, ad approcci diversi.

Nel corso degli ultimi anni si è rafforzata l'esigenza da parte del Dipartimento della Protezione Civile (DPC) di migliorare le stime di vulnerabilità e rischio riferite ad ambiti più o meno estesi, fino alla scala Nazionale.

In questa prospettiva si collocano, nell'ambito del Progetto triennale ReLUIIS 2014-2016, svolto dal consorzio "Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica" e finanziato dal DPC, le attività di studio e ricerca in corso della Linea "Inventario delle tipologie strutturali ed edilizie esistenti", dell'Area Tematica "Temi territoriali".

La linea di ricerca suddetta ha come obiettivi: lo sviluppo di una metodologia sistematica per la valutazione dell'esposizione a scala territoriale sulla base delle caratteristiche tipologico-

strutturali degli edifici ordinari; la messa a punto di una banca dati (contenente informazioni di carattere tipologico- strutturale degli edifici ordinari italiani) a disposizione dei ricercatori allo scopo di approfondire le conoscenze sulla vulnerabilità sismica, innanzitutto, e nei confronti di altri fenomeni naturali, quali eruzioni vulcaniche ed eventi idrogeologici.

Il concetto fondamentale che si vuole porre in essere è l'utilizzazione delle notevoli conoscenze tecniche presenti sul territorio e derivanti dalla pratica professionale. Tali conoscenze, purtroppo, restano patrimonio esclusivo dei singoli tecnici e non contribuiscono alla crescita delle conoscenze comuni, e quindi anche al miglioramento degli strumenti operativi quali le analisi di vulnerabilità e di rischio. Purtroppo tali conoscenze non sono facilmente estraibili e omogeneizzabili, così da potere essere tradotte in basi di dati consultabili ed elaborabili, se non attraverso un meticoloso processo di estrazione e omogeneizzazione non automatizzabile.

Una prima messa a punto di una procedura di estrazione delle informazioni sulle caratteristiche edilizie a livello locale per gruppi di edifici ovvero comparti del territorio comunale fu fatto attraverso il protocollo di intervista descritto in Dolce *et al.* (2002). Metodologie analoghe sono state poi applicate in diversi progetti pilota, così da testarne la validità e la praticabilità (VALDASO, 2010).

Gli obiettivi anzidetti sono perseguiti, nel Progetto ReLUIS, attraverso le seguenti successive fasi:

1. messa a punto di una scheda di 1° livello, denominata CARTIS (e del relativo manuale per la compilazione), finalizzata al rilevamento delle tipologie edilizie ordinarie prevalenti nell'ambito di zone comunali o sub-comunali (dette "comparti), caratterizzate da omogeneità del tessuto edilizio per età di primo impianto e/o tecniche costruttive e strutturali;
2. sviluppo dell'architettura di un software (*client web application*) per l'immissione dei dati contenuti nella scheda CARTIS in apposito database di studio in cui archiviare le informazioni raccolte per consentire l'esecuzione delle future elaborazioni da parte dei ricercatori ReLUIS;
3. attività di raccolta dati, attraverso la compilazione della scheda CARTIS, per un campione rappresentativo dei comuni italiani;
4. popolamento del database atto a conservare in modo organizzato le informazioni ottenute dalla compilazione della scheda CARTIS;
5. sviluppo di una metodologia sistematica per la valutazione dell'esposizione a scala territoriale sulla base delle caratteristiche tipologico- strutturali degli edifici ordinari (ottenute dall'attività di compilazione della scheda CARTIS) e dei dati ISTAT;
6. definizione di una tassonomia delle tipologie edilizie rappresentative per ambiti geografici;
7. prime analisi per la definizione di un inventario delle curve di vulnerabilità esistenti in letteratura o derivanti da nuovi studi, associabili alla tassonomia di cui al punto precedente;
8. eventuale proseguimento delle attività di raccolta dati attraverso la compilazione della scheda CARTIS.

Lo studio di caratterizzazione tipologico- strutturale nasce con l'intento di indagare sul panorama costruttivo nazionale, individuando sotto il profilo qualitativo caratteristiche costruttive locali. Sull'intero territorio nazionale, infatti, le tecniche costruttive si sono differenziate nel corso dei secoli, in ragione di culture e condizionamenti locali, che in taluni casi hanno notevolmente inciso sulle caratteristiche e sulla qualità della costruzione, determinando sostanziali differenze anche in termini di risposta nei riguardi dei fenomeni naturali.

I dati raccolti attraverso la scheda CARTIS consentono, attraverso opportune elaborazioni, di fornire indicazioni per una regionalizzazione delle funzioni di vulnerabilità sismica attualmente impiegate indifferentemente su tutto il territorio nazionale. Inoltre essi possono consentire anche

la valutazione di funzioni di vulnerabilità nei riguardi di ulteriori fenomeni naturali, quali eventi idrogeologici e/ o eruzioni vulcaniche.

La Scheda. La Scheda di 1° livello CARTIS ha come obiettivo la CARatterizzazione Tipologico- Strutturale dei comparti urbani.







I “comparti” sono aree omogenee che si caratterizzano per la presenza, al loro interno, di edifici omogenei dal punto di vista tipologico- strutturale e per età di costruzione.

La scheda si riferisce ai soli edifici ordinari, quali quelli, prevalentemente per abitazioni e/o servizi. Si tratta, per lo più, di edifici multipiano, caratterizzati da struttura in muratura o in c.a. intelaiato o a setti, con dimensioni contenute in termini di altezze d’interpiano e interasse tra gli elementi strutturali verticali. Sono perciò escluse dalla caratterizzazione tipologie riconducibili a beni monumentali (edifici religiosi, palazzi storici, ecc.), a strutture speciali, (capannoni industriali, centri commerciali, ecc.) o strategiche (ospedali, scuole, caserme, prefetture, sedi di protezione civile, ecc.), le cui caratteristiche non rientrano in quelle degli edifici ordinari.

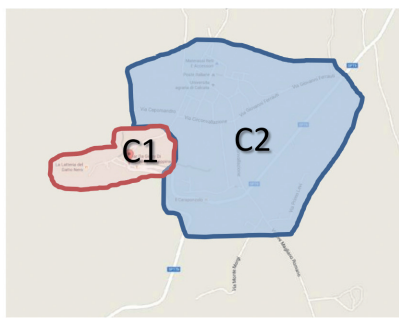
Per ciascun Comune investigato, la scheda è compilata da un esperto di una delle Unità di Ricerca afferenti al Consorzio ReLUIS, che si avvarrà del contributo di conoscenza del territorio desunto con l’ausilio di un’intervista ad un tecnico locale afferente ad un Ente Pubblico (Regione, Provincia, Comune, Comunità montana, Genio Civile) e/o ad un tecnico che svolga professione privata nell’area oggetto di studio.

La scheda CARTIS mette a frutto la lunga esperienza sviluppata nella schedatura degli edifici nelle valutazioni del danno e dell’agibilità effettuata con la scheda AeDES, sebbene i contenuti sostanziali siano diversi, ed è divisa nelle quattro sezioni seguenti:

1. **Sezione 0** per l’identificazione del Comune in esame e dei Comparti in esso individuati. Essi andranno opportunamente perimetrati su mappa (da allegare alla scheda), tracciandone i confini (Fig. 1);

 PROTEZIONE CIVILE Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile	 Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica	 PROTEZIONE CIVILE Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile	 Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica
CARTIS 2014 SCHEDE DI 1° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICO-STRUTTURALE DEI COMPARTI URBANI COSTITUITI DA EDIFICI ORDINARI		CARTIS 2014	
SEZIONE 0: Identificazione Comune e Comparti		PARTE A	
DATA: / /			
a. DATI DI LOCALIZZAZIONE Regione: _____ Codice ISTAT _____ Provincia: _____ Codice ISTAT _____ Comune: CALCATA Codice ISTAT _____ Municipalità/ Frazione/ Località (denominazione ISTAT) _____			
b. DATI GENERALI COMUNE Numero totale residenti del Comune _____ Piano _____ Anno di prima classificazione sismica _____ Particolareggiato _____ Anno di approvazione Piano Regolatore Generale _____ Centro Storico _____ Anno di approvazione Programma di fabbricazione _____ O SI O NO _____ Numero totale abitazioni _____ Dato rilevato _____ Numero totale edifici _____ Dato rilevato _____			
c. NUMERO ZONE OMOGENEE (COMPARTI) _____			
d. DATI IDENTIFICATIVI UNITÀ DI RICERCA (UR) RELUIS Codice UR: _____ Referente: _____ Mail: _____ Ente di appartenenza: _____ Qualifica: _____ Titolo di studio: _____ Indirizzo: _____ Tel. ufficio: _____ Cell.: _____ Compilatore: _____ Mail: _____ Firma del Compilatore: _____			
e. DATI IDENTIFICATIVI TECNICO INTERVISTATO Referente del Comune: _____ Tel./Cell.: _____ Nominativo: _____ Nominativo: _____ Ente di appartenenza: _____ Ente di appartenenza: _____ Qualifica: _____ Qualifica: _____ Titolo di studio: _____ Titolo di studio: _____ Indirizzo: _____ Indirizzo: _____ Mail: _____ Mail: _____ Tel. ufficio: _____ Cell.: _____ Tel. ufficio: _____ Cell.: _____			
Elaborazione:  Centro Studi PLINIVS		Elaborazione:  Centro Studi PLINIVS	

f. PLANIMETRIA DEL CENTRO URBANO CON PERIMTRAZIONE DEI COMPARTI E NUMERAZIONE DEGLI STESSI



LEGENDA:
 C1: Comparto “Centro storico”
 C2: Comparto “Zona espansione”

Fig. 1 – Scheda CARTIS. Sezione 0. Perimetrazione dei comparti.

2. Sezione 1 per l'identificazione di ciascuna delle tipologie prevalenti caratterizzanti il generico Comparto dell'assegnato Comune;
3. Sezione 2 per l'identificazione delle caratteristiche generali delle tipologia in esame;
4. Sezione 3 per la caratterizzazione degli elementi strutturali della tipologia in esame.

L'individuazione delle tipologie prevalenti in ciascun comparto sarà condotta con particolare riferimento ai seguenti campi, presenti nelle Sezioni 2 e 3, ritenuti fondamentali nella caratterizzazione di un differente comportamento sismico: numero piani totali; età della costruzione; caratteristiche della muratura; caratteristiche dei solai; caratteristiche delle volte; caratteristiche delle strutture miste; qualifica della struttura in cemento armato; presenza di giunti di separazione; presenza di telai in una sola direzione; presenza di tamponature al piano; caratteristiche della copertura; interventi strutturali eseguiti sulla tipologia.

La compilazione della scheda deve seguire un percorso nel quale le informazioni siano acquisite dal compilatore con spirito critico, avvalendosi delle notizie ricavate attraverso le "interviste". E' opportuno che il compilatore esegua uno o più sopralluoghi per avere una prima idea dell'ambito territoriale in esame e per riscontrare sul campo la correttezza delle informazioni acquisite, cominciando dalla stessa rispondenza dei "confini" assegnati ai comparti e delle caratteristiche ipotizzate per gli stessi. E' consigliabile che almeno uno dei sopralluoghi sia condotto congiuntamente all'intervistato, così che le eventuali incongruenze possano essere immediatamente risolte.

La compartimentazione del territorio comunale in esame deve essere affrontata tenendo conto di informazioni derivanti da indagini storiche, di tipo bibliografico e documentario, che consentano di definire le varie fasi costruttive dell'edificato, e da queste implicitamente trarre delle indicazioni per la compartimentazione definitiva. Alle fonti bibliografiche e documentarie, si possono aggiungere quelle cartografica e catastale. Utile la consultazione di foto aeree e foto satellitari, anche utilizzando i più moderni strumenti messi a disposizione attraverso il WEB.

Infine, si sottolinea come nella scheda vadano riportate esclusivamente le informazioni effettivamente reperite attraverso le interviste o comunque da fonti affidabili e complete, e non quelle dedotte al solo fine di compilare la scheda in tutte le sue parti. Dunque, devono essere riportate esclusivamente le informazioni di cui si ha buona "certezza", ovviamente nei limiti dell'affidabilità dell'interlocutore che le ha fornite e dei riscontri che il compilatore è riuscito a effettuare. I campi lasciati vuoti indicheranno l'assenza di informazione affidabile sul relativo parametro.

È importante precisare che qualunque dubbio relativo alle modalità di compilazione della scheda deve essere fugato nell'ottica del suo obiettivo principale, ossia la valutazione della risposta sismica della tipologia in esame.

Stato d'avanzamento del progetto. Dopo una necessariamente lunga fase di messa a punto della scheda, che ha incluso anche una sperimentazione sul campo e l'indispensabile feedback per il miglioramento della scheda, e di sviluppo del *client web application* (fasi 1 e 2), si sta ora procedendo alla raccolta dei dati sul campo (fase 3). Allo stato attuale, le unità di ricerca afferenti alla rete ReLUIS, che collaborano alla raccolta dati attraverso la compilazione della scheda CARTIS sono 25. I Comuni in esame sono 218, distribuiti sull'intero territorio nazionale (Fig. 2). Allo scopo di rendere il campione rappresentativo, i comuni sono stati scelti opportunamente in accordo con la distribuzione percentuale dei Comuni italiani raggruppati dall'ISTAT per zona altimetrica e classe demografica (ISTAT, 2001).

Obiettivi e sviluppi futuri. La scheda CARTIS si inquadra nell'ambito dello sviluppo di una metodologia sistematica per la stima statistica dell'esposizione del patrimonio edilizio residenziale sul territorio nazionale.

Come noto, l'esposizione rappresenta in termini quantitativi e/o qualitativi l'estensione dei differenti elementi antropici che caratterizzano una certa area geografica (persone, edifici, infrastrutture, attività e beni mobili), le cui condizioni e/o funzionamento possono essere danneggiati, alterati o distrutti a causa del verificarsi dell'evento sismico.

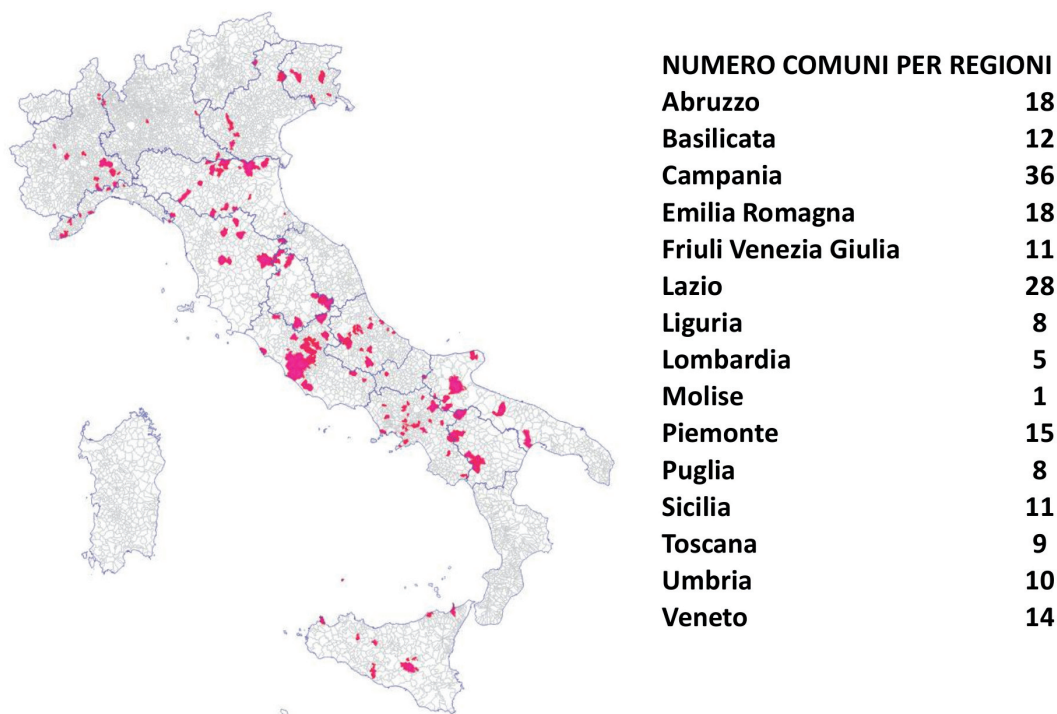


Fig. 2 – Comuni attualmente in fase d’esame attraverso la compilazione della scheda CARTIS.

In tale contesto, la valutazione dell’esposizione del patrimonio edilizio residenziale può essere proposta in termini di analisi di “inventario caratterizzato” della popolazione di edifici residenziali, da ottenersi attraverso la valutazione su base statistica della distribuzione degli edifici ordinari, raggruppati per classi di vulnerabilità sismica, a scala territoriale (quale unità spaziale minima di riferimento potrebbe essere assunta una griglia a maglie quadre di lato 500 m).

A completamento dello studi, il progetto fornirà informazioni utili al raggiungimento dei seguenti risultati:

1. migliorare la conoscenza del patrimonio edilizio ordinario italiano (ad oggi basata quasi esclusivamente sulla caratterizzazione fornita da ISTAT di soli tre parametri, età, tipologia della struttura verticale e numero di piani), attraverso l’individuazione di ulteriori caratteristiche, strutturali e non strutturali, che incidano sulla vulnerabilità a livello territoriale (ad esempio, per comparti, a livello comunale, ovvero per regioni e/o per aree omogenee economicamente, socialmente, ecc.) con l’obiettivo di costituire un inventario comune, utilizzabile per valutazioni di rischio e di impatto per qualsivoglia modello di vulnerabilità. La conoscenza di tale patrimonio sarà opportunamente strutturata in modo da raccordarsi ai livelli conoscitivi della microzonazione sismica e, se possibile, consentire in prospettiva un utilizzo incrociato tra i due parametri (vulnerabilità, effetti locali di sito);
2. definire una tassonomia delle tipologie edilizie rappresentative per ambiti geografici, sulla base delle conoscenze acquisite di cui al punto precedente, in modo da poter essere condivise con la comunità scientifica, che potrà sviluppare autonomamente curve di vulnerabilità, a partire dalla medesima base dati, così come è avvenuto in passato per la base dati ISTAT. L’organizzazione della tassonomia dovrà opportunamente raccordarsi ad altre analoghe iniziative internazionali;

3. definire un inventario delle curve di vulnerabilità esistenti in letteratura o derivanti da nuovi studi (con qualsiasi specifico approccio, statistico-empirico, meccanico-numerico, combinato o altro), associabili alla tassonomia;
4. per le curve inventariate di cui al punto precedente, sviluppare successivamente un'attività di valutazione critica e confronto, soprattutto tra curve afferenti alla medesima tassonomia strutturale derivate da autori e/o attraverso metodi di analisi diversi (ad esempio, analisi dinamica non lineare, statica non lineare, ecc.);
5. identificare le necessità di ricerca nell'ambito della definizione della base dati per la vulnerabilità del patrimonio costruito italiano relativo a tipologie non ordinarie (es., curve di vulnerabilità per cui non esistono informazioni di letteratura a supporto o che necessitano di approfondimenti, come per gli edifici industriali);
6. sviluppare modelli di vulnerabilità che rispondano a esigenze diverse da quelle dell'analisi del singolo evento, ad esempio modelli stato-dipendente con cumulo del danno, da impiegarsi in analisi a breve termine (i.e., sequenze sismiche o sciame) e che tengano conto (ove rilevante ai fini della vulnerabilità sismica) di problemi di invecchiamento;
7. valutare diverse politiche di mitigazione del rischio attraverso interventi sulle costruzioni a varie scale, con considerazioni di vincoli (es., budget) nella definizione degli interventi;
8. sviluppare strumenti accessori necessari all'analisi di rischio sismico a scala territoriale, ad esempio legati agli effetti di sito (tenendo conto del processo di microzonazione a larga scala avviato dal DPC) e/o di vicinanza alla sorgente sismica, nonché alle frane sismo-indotte, che possano essere integrabili tra le analisi di pericolosità e i modelli di vulnerabilità appena elencati.

Ringraziamenti. Gli autori ringraziano le venticinque Unità di Ricerca della Linea "Sviluppo di una metodologia sistematica per la valutazione dell'esposizione a scala territoriale sulla base delle caratteristiche tipologico/strutturali degli edifici", che hanno collaborato alla redazione della versione finale della scheda CARTIS attraverso una proficua attività di sperimentazione della stessa sul territorio.

Bibliografia

Stante l'elevato numero di riferimenti bibliografici necessari, si è preferito limitare la bibliografia ai riferimenti essenziali di tipo istituzionale.

SSN-GNDT (1998). Manuale per la gestione tecnica nei Com, Versione 1.5, Agosto 1998.

CD Multimediale MEDEA (2001). Manuale di Esercitazione sul Danno Ed Agibilità per edifici ordinari in muratura.

Edito da CAR Progetti srl per il Dipartimento della Protezione Civile.

Dolce, M., Zuccaro, G., Papa, F. (2002). Protocollo d'intervista. Dipartimento della Protezione Civile.

Modello di Caratterizzazione tipologica a Scala Nazionale. Convenzione con il Servizio Sismico Nazionale - conv. N.163 del 11/12/2000. Rapporto Finale - Roma Giugno 2002.

AeEDES 05/2000/bis (2002). Scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica. Dipartimento della Protezione Civile - Roma.

Manuale AeDES (2002). Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES). SSN-GNDT. Edito dal Dipartimento della Protezione Civile - Roma, pubblicato in allegato al DPCM del 5 maggio 2011, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 113 del 17 maggio 2011 (Supplemento ordinario n. 123).

CD Multimediale MEDEA (2004). Manuale di Esercitazione sul Danno Ed Agibilità per edifici ordinari in cemento armato. Edito da CAR Progetti srl per il Dipartimento della Protezione Civile.

AeDES 06 (2008). Scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica. Dipartimento di Protezione Civile. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3753 del 6 aprile 2009 e DPCM del 5 maggio 2011, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 113 del 17 maggio 2011 (Supplemento ordinario n. 123).

VALDASO (2010). Scheda per la perimetrazione e la descrizione dei comparti edilizi della Valdaso. Dipartimento della Protezione Civile - Roma.

VU (2012). Scheda di analisi speditiva della Vulnerabilità dell'insediamento Urbano. Dipartimento della Protezione Civile - Roma.

AeDES 07 (2013). Scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica e relativo manuale. Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2014, G.U. n. 243 del 18/10/2014, allegati B e C.

Manuale AeDES, 2° edizione (2014). Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES). Dipartimento della Protezione Civile. Roma. In corso di stampa.

ISTAT, 2001. 14° Censimento generale della Popolazione e delle Abitazioni. <http://dawinci.istat.it/>.

ISTAT, 2011. 154° Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. <http://www.istat.it/it/censimento-popolazione/censimento-popolazione-2011>).