

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI "G. d'Annunzio"**  
**Chieti-Pescara**

---

**SCUOLA SUPERIORE "G. d'Annunzio"**  
*School of Advanced Studies*

*DOTTORATO DI RICERCA IN*

*PROGETTAZIONE ED INGEGNERIA DEL SOTTOSUOLO E DEL L'AMBIENTE COSTRUITO*

*CICLO XXIV*

**QUALITÀ DEL PROCESSO DIAGNOSTICO  
PER L'ANALISI DI VULNERABILITÀ SISMICA  
DELL'AMBIENTE COSTRUITO**

**Dipartimento di Ingegneria e Geologia**

**Settore Scientifico Disciplinare ICAR/12**

Dottorando

Dott. Massimo Pitocco



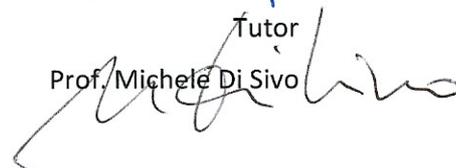
Coordinatore

Prof. Enrico Spacone



Tutor

Prof. Michele Di Sivo



Cotutor

Prof. Claudio Valente



Anni Accademici 2009/2011

## INDICE

PREMESSA	pag. 1
1 – INTRODUZIONE	
1.1 ASPETTI GENERALI	
a) Fondamenti	pag. 4
b) Obiettivi	pag. 5
c) Struttura	pag. 6
d) Rapporto con il dottorato di sede	pag. 8
1.2 AMBITO DI RIFERIMENTO	
a) Processo diagnostico	pag. 11
b) Qualità del processo diagnostico	pag. 12
c) Rapporto tra qualità e responsabilità, progetto e certificazione	pag. 14
1.3 FASI DI LAVORO	
a) Introduzione dell'argomento	pag. 18
b) Analisi dello stato dell'arte	pag. 18
c) Elaborazione del processo	pag. 19
d) Conclusioni	pag. 19
1.4 METODOLOGIA	
a) Definizioni	pag. 20
b) Apparato metodologico	pag. 24
1.5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	
a) Normativa nazionale	pag. 27
b) Normativa internazionale	pag. 40
c) Norme UNI	pag. 43

## 2 – STATO DELL'ARTE

### 2-1 ANALISI DI VULNERABILITÀ SISMICA

- a) Presupposti \_\_\_\_\_ pag. 53
- b) Concetti generali \_\_\_\_\_ pag. 55

### 2-2 INDAGINI DIAGNOSTICHE

- a) Diagnostica ed analisi di vulnerabilità sismica \_\_\_\_\_ pag. 62
- b) Indagini distruttive o invasive \_\_\_\_\_ pag. 63
- c) Indagini non distruttive e semi-distruttive \_\_\_\_\_ pag. 66
- d) Diagnostica di tipo qualitativo \_\_\_\_\_ pag. 67
- e) Diagnostica di tipo quantitativo \_\_\_\_\_ pag. 71
- f) Monitoraggio \_\_\_\_\_ pag. 76
- g) Metodologie operative \_\_\_\_\_ pag. 78

### 2-3 SISTEMA QUALITÀ

- a) Sistema di gestione di un processo \_\_\_\_\_ pag. 88
- b) Definizione del sistema di gestione di un processo \_\_\_\_\_ pag. 92
- c) Strumenti della qualità \_\_\_\_\_ pag. 94

## 3 – PROCESSO DIAGNOSTICO IN QUALITÀ

### 3-1 STRUMENTI PER LA DIAGNOSTICA IN QUALITÀ

- a) Aspetti generali \_\_\_\_\_ pag. 98
- b) Sistema di Garanzia di Qualità per la diagnostica \_\_\_\_\_ pag. 100
- c) Livelli di Garanzia di Qualità per la diagnostica \_\_\_\_\_ pag. 101
- d) Piano di Qualità per la diagnostica \_\_\_\_\_ pag. 102
- e) Programma di Garanzia di Qualità per la diagnostica \_\_\_\_\_ pag. 111
- f) Documentazione per la gestione della diagnostica in qualità \_\_\_\_\_ pag. 112

### 3-2 VALUTAZIONE DEI RISCHI DI NON CONFORMITÀ

- a) Definizione di rischio in un processo di qualità \_\_\_\_\_ pag. 114
- b) Rischi di non conformità del processo diagnostico \_\_\_\_\_ pag. 114
- c) Gestione del rischio di non conformità del processo diagnostico \_\_\_\_\_ pag. 116
- d) Strumenti per la gestione del rischio di non conformità \_\_\_\_\_ pag. 117

### 3-3 GESTIONE DEL PROCESSO DIAGNOSTICO

- a) Metodi di controllo di un processo diagnostico \_\_\_\_\_ pag. 123
- b) Processi decisionali \_\_\_\_\_ pag. 127
- c) Criteri di scelta \_\_\_\_\_ pag. 128
- d) Gestione della comunicazione \_\_\_\_\_ pag. 129

### 3-4 RUOLO E RESPONSABILITÀ DEI SOGGETTI COINVOLTI

- a) Responsabile della commessa \_\_\_\_\_ pag. 131
- b) Responsabile della progettazione delle indagini \_\_\_\_\_ pag. 132
- c) Struttura operativa \_\_\_\_\_ pag. 133
- d) Responsabile della garanzia di qualità \_\_\_\_\_ pag. 135
- e) Committente \_\_\_\_\_ pag. 135

### 3-5 ORGANIZZAZIONE DEL PROCESSO DIAGNOSTICO

- a) Analisi dello stato di fatto \_\_\_\_\_ pag. 137
- b) Fasi del processo diagnostico \_\_\_\_\_ pag. 139
- c) Protocolli operativi \_\_\_\_\_ pag. 146
- d) Restituzione e interpretazione dei dati \_\_\_\_\_ pag. 147

### 3-6 GESTIONE E CONTROLLO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE

- a) Requisiti di qualità \_\_\_\_\_ pag. 153
- b) Progettazione \_\_\_\_\_ pag. 155
- c) Revisione del progetto \_\_\_\_\_ pag. 159
- d) Controllo e prevenzione in fase di esecuzione \_\_\_\_\_ pag. 162

### 3-7 SUPPORTO INFORMATICO PER LA GESTIONE DELLA QUALITÀ

- a) Indagini diagnostiche e supporto informatico \_\_\_\_\_ pag. 170
- b) Supporto informatico per la gestione dell'intervento \_\_\_\_\_ pag. 172
- c) Struttura del supporto informatico secondo il sistema di qualità \_\_\_\_\_ pag. 174

## 4 – CONCLUSIONI

### 4-1 ASPETTI INNOVATIVI

- a) Quadro di riferimento \_\_\_\_\_ pag. 176

- b) Elementi di originalità \_\_\_\_\_ pag. 177
- c) Conduzione aziendale delle indagini diagnostiche \_\_\_\_\_ pag. 178
- d) Definizione di un protocollo condiviso \_\_\_\_\_ pag. 178
- e) Ridefinizione dei ruoli e delle competenze \_\_\_\_\_ pag. 179

#### 4-2 POSSIBILI RICADUTE

- a) Finalità della ricerca \_\_\_\_\_ pag. 181
- b) Ricadute nel mondo del lavoro \_\_\_\_\_ pag. 182

#### APPENDICE

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY "FEMA 273"

Guidelines for the seismic rehabilitation of buildings.

- a) Introduzione \_\_\_\_\_ pag. 183
- b) Caratteristiche costruttive \_\_\_\_\_ pag. 205

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO \_\_\_\_\_ pag. 212

## PREMESSA

Il presente lavoro ha come titolo *Qualità del processo diagnostico per l'analisi di vulnerabilità sismica dell'ambiente costruito* e ha avuto origine dalle riflessioni svolte, anche durante le attività della sede dottorale di Pescara per quanto riguarda il curriculum *Building Technology and Environment*, nei giorni seguenti il sisma che ha colpito l'Abruzzo la notte del 6 Aprile 2009. Dal titolo si evince che il paradigma caratterizzante la ricerca è la *vulnerabilità sismica dell'ambiente costruito*.

La vulnerabilità sismica del patrimonio immobiliare esistente richiama le motivazioni tecniche e sociali che caratterizzano un elevato numero di edifici potenzialmente a rischio. Nel nostro Paese la qualità delle costruzioni è di basso livello e la motivazione è da attribuire alla speculazione immobiliare e all'abusivismo edilizio che hanno prodotto costruzioni realizzate con criteri progettuali insufficienti e materiali scadenti. A questo problema si aggiunge anche la scarsa diffusione della cultura della qualità che pervade il mondo delle costruzioni. In questo scenario globale, non bisogna dimenticare che ormai la totalità del territorio nazionale è, con diversi livelli di intensità, classificata a rischio sismico ma solo una minoranza degli edifici è stata progettata utilizzando criteri antisismici. Inoltre le costruzioni che già ricadevano nelle zone catalogate sismiche in passato, sono state realizzate con le norme di vecchia generazione non in grado di garantire la sicurezza che si ottiene applicando i dettami delle attuali Norme Tecniche e comunque hanno subito processi di deterioramento dovuto al degrado dei materiali e all'intervento antropico.

L'ambiente costruito può essere considerato come caso particolare del concetto più generale di ambiente. Molteplici sono le definizioni di ambiente, ed altrettante le accezioni in cui queste declinano; in ognuna di queste, però, risulta evidente il rapporto strettissimo esistente tra l'ambiente e gli attori dell'ambiente stesso. Secondo il Vocabolario illustrato della lingua italiana l'ambiente è *l'insieme delle condizioni fisico-chimiche e biologiche che permettono e favoriscono la vita di determinati esseri viventi*.<sup>1</sup> Secondo l'Enciclopedia Einaudi invece è *l'insieme dei fattori che hanno influenza diretta e regolatrice sui vari livelli di organizzazione*

---

<sup>1</sup> Cfr. la voce "ambiente" del Vocabolario illustrato della lingua italiana di G. Devoto e G.C. Oli, Selezione dal Reader's digest, Milano, 1967.

*biologica di una specie, dall'individuo singolo alla comunità*<sup>2</sup>. Infine Tomàs Maldonado definisce l'ambiente come il *risultato della nostra realtà fattuale. Non rapporto contenente/contenuto, bensì rapporto di mutuo condizionamento. L'uomo esercita un'influenza sull'ambiente e un'influenza ne subisce*<sup>3</sup>. Da quanto sopra, possiamo definire l'ambiente costruito come l'insieme dei fattori naturali e artificiali, materiali e immateriali, che agiscono direttamente o indirettamente sulle forme abitative/costruttive di un determinato luogo e di una determinata cultura nel loro divenire continuo.

Con l'insorgere della crisi ambientale e la conseguente crescente sensibilità verso i temi della sostenibilità, il termine ambiente esprime in forma compiuta elementi fortemente connessi alla ricerca della Tecnologia dell'Architettura, perseguiti attraverso l'utilizzo dei propri approcci metodologici.

Gli aspetti emergenti caratterizzanti la nuova cultura ambientale vanno dalla consapevolezza dei limiti delle risorse naturali comprendenti anche il suolo, all'insorgere della questione energetica, al passaggio dalla tutela paesaggistica alla tutela paesaggistico-ecologica, al controllo della qualità ambientale fino all'affermazione della politica delle certificazioni.

In architettura, la problematica della sostenibilità nasce anticipatamente in Europa, nel senso che le basi culturali o quantomeno alcune tematiche fondamentali precedono l'affermazione ufficiale dei principi di sostenibilità così come esposti a partire dal Rapporto Brundtland del 1987<sup>4</sup>. Il rapporto Brundtland stabiliva che i punti critici e i problemi globali dell'ambiente sono dovuti essenzialmente alla grande povertà del sud e ai modelli di produzione e di consumo non sostenibili del nord. Il rapporto evidenziava quindi la necessità di attuare una strategia in grado di integrare le esigenze dello sviluppo e dell'ambiente.

---

<sup>2</sup> Cfr. la voce "ambiente" dell'Enciclopedia Italiana, Luigi Einaudi editore, Milano.

<sup>3</sup> Maldonado T., *La speranza progettuale*, 2<sup>a</sup> ed., Einaudi, Torino, 1971.

<sup>4</sup> Nel 1987, Gro Harlem Brundtland, presidente della Commissione mondiale su Ambiente e Sviluppo (World Commission on Environment and Development, WCED,) istituita nel 1983, presenta il rapporto «Our common future» (Il futuro di tutti noi), formulando una linea guida per lo sviluppo sostenibile ancora oggi valida.

La crisi energetica del 1973<sup>5</sup> invece induce le prime riflessioni sulle prospettive di un futuro in cui si paventa per la prima volta l'insicurezza e la possibile penuria nell'approvvigionamento energetico derivato dal petrolio. Da questa crisi inizia un lento lavoro di indagine sui percorsi da intraprendere per ridurre i consumi e cercare fonti energetiche alternative a quelle fossili. Il movimento ecologista indica all'opinione pubblica inoltre che lo spreco energetico non è il solo problema da affrontare; esiste una problematica più ampia di compatibilità fra risorse in senso generale e consumi. Prendendo in considerazione queste criticità ambientali è da sottolineare come il consumo di suolo sia uno dei fattori più incidenti nell'ambito del perseguimento dell'obiettivo della sostenibilità ed è al contempo strettamente legato alla dicotomia nuova edificazione-riqualificazione del patrimonio immobiliare esistente.

Infine il percorso evolutivo della cultura ambientale ha favorito l'approccio tecnologico, in quanto lo scenario che si è delineato nel tempo ha posto in evidenza condizioni, esigenze e problemi che hanno catturato l'interesse della ricerca in questo campo, promuovendo studi, soluzioni tecniche e progettuali, che hanno fatto maturare delle nuove competenze e la necessità di professionalità specifiche.

---

<sup>5</sup> La crisi energetica del 1973 fu dovuta principalmente alla improvvisa e inaspettata interruzione del flusso dell'approvvigionamento di petrolio proveniente dalle nazioni appartenenti all'Opec (Organization of the Petroleum Exporting Countries) verso le nazioni importatrici, durante la Guerra del Kippur.

# ABSTRACT ITA

## INQUADRAMENTO SCIENTIFICO DELLA TESI

La ricerca affronta il tema dell'ottimizzazione dei processi diagnostici rivolti alla determinazione dei livelli di vulnerabilità sismica degli edifici: un tema centrale per la risoluzione delle problematiche relative alla messa in sicurezza dell'ingente patrimonio edilizio nazionale emerse in ordine alla crescente domanda di sicurezza espressa dalla collettività e alle recenti normative in materia di sicurezza dei fabbricati.

Gli ultimi eventi tellurici che hanno colpito l'Italia hanno difatti evidenziato l'elevata fragilità del patrimonio edilizio esistente e hanno posto la sicurezza sismica degli immobili come una delle questioni improrogabili per la prevenzione dei danni ai beni e alle persone nelle aree a rischio.

La necessità di garantire la sicurezza della collettività attraverso la riduzione della vulnerabilità del patrimonio esistente è stato finalmente riconosciuto nella sua assoluta rilevanza determinando negli ultimi decenni una importante azione legislativa finalizzata alla sua messa in sicurezza.

Tale evoluzione sociale e normativa della cultura della sicurezza per la prevenzione del rischio sismico sta determinando notevoli ricadute sullo sviluppo economico e tecnologico del Paese in termini di ricerca, sperimentazione, produzione e commercializzazione di materiali e tecnologie avanzate per la produzione di rinforzi strutturali e i sistemi di mitigazione sismica innovativi soprattutto attraverso il trasferimento tecnologico da altri settori; inoltre, a tale processo si affianca quello della specializzazione dei tecnici e delle imprese di costruzione al fine di soddisfare i nuovi dettami normativi, nazionali ed internazionali, attraverso un uso adeguato dei prodotti e delle tecnologie disponibili sul mercato.

In questo scenario si colloca appunto l'ambito di indagine della ricerca, ovvero dell'efficacia del processo diagnostico come *conditio sine qua non* per l'attivazione di una corretta messa in sicurezza del patrimonio; infatti, per prevedere il comportamento di un edificio in caso di terremoto, e quindi valutare il suo grado di sicurezza, è indispensabile svolgere un corretto processo diagnostico così da conoscerne le caratteristiche dei materiali costituenti la struttura.

Il tema di ricerca è quello di identificare gli elementi caratterizzanti la gestione in qualità del processo diagnostico per l'analisi di vulnerabilità sismica. Tale caratterizzazione è svolta in funzione dei vari aspetti in gioco, quali quelli tecnici, normativi, economici, temporali e di

fruibilità del bene, seguendo i termini normati e consolidati della qualità ma evitando di burocratizzare il processo rendendolo rigido ed ingovernabile.

## OBIETTIVI DELLA RICERCA

Gli obiettivi generali e specifici sono stati determinati dalla constatazione che nella prassi operativa dell'implementazione del processo di messa in sicurezza degli edifici, non sempre i progettisti, dispongono di dati attendibili, affidabili e rintracciabili per una corretta valutazione della vulnerabilità sismica e la successiva progettazione degli interventi strutturali antisismici con conseguenti consistenti inefficienze sul piano della programmazione finanziaria, temporale e tecnica. Pertanto l'attività di ricerca è stata rivolta al perseguimento dei seguenti obiettivi.

### OBIETTIVO GENERALE

Determinazione delle modalità di ottimizzazione del rapporto tra l'indagine diagnostica e l'analisi di vulnerabilità sismica di un edificio esistente al fine di garantire l'efficienza e l'efficacia del processo decisionale a monte dell'intervento di messa in sicurezza.

### OBIETTIVI SPECIFICI:

- Determinazione delle criticità del processo diagnostico per la definizione delle condizioni di vulnerabilità sismica di un edificio.
- Determinazione dei ruoli e delle figure professionali indispensabili all'implementazione di un efficace processo diagnostico.
- Determinazione delle modalità di implementazione del processo diagnostico in qualità.
- Determinazione delle modalità per la restituzione e la conservazione dei dati.

## STRUTTURA DELLA TESI

La ricerca è strutturata secondo lo sviluppo di quattro parti di indagine le cui interrelazioni definiscono il modello operativo generale caratterizzato da determinati input.

La prima parte è quella introduttiva, con cui si analizzano i temi legati agli aspetti generali, all'ambito di riferimento, alle fasi di lavoro ed al metodo.

La seconda parte è l'analisi dello stato dell'arte, con cui si analizzano gli aspetti legati all'analisi di vulnerabilità sismica, le indagini diagnostiche, il sistema qualità e le norme di riferimento.

La terza parte è lo studio del processo diagnostico, con cui si analizzano gli aspetti legati ai

ruoli dei soggetti coinvolti, all'organizzazione del processo diagnostico, alla gestione e controllo delle indagini diagnostiche, agli strumenti per la gestione della qualità e al supporto informatico per la gestione della qualità.

La quarta e ultima parte è rappresentata dalle conclusioni, con cui si analizzano gli aspetti legati agli aspetti innovativi, alle possibili ricadute e all'applicabilità del modello proposto.

Gli input che fanno da corollario alla ricerca sono le richieste dei progettisti e dei tecnici specializzati, le esigenze dei committenti e degli utenti, i vincoli normativi ed economici, le tipologie costruttive e i materiali, l'apparato tecnologico e le risorse umane. L'analisi e la gerarchizzazione degli input hanno portato a definire le tematiche da approfondire per arrivare a fornire un modello di progettazione e gestione adottabile dai vari attori coinvolti non solo nell'analisi di vulnerabilità sismica, ma anche nel ripristino strutturale e nella gestione dell'immobile.

Il percorso metodologico è stato volto ad individuare ed acquisire i suddetti input mirando a regolarizzarli attraverso il trasferimento di procedure e metodologie operative da altri settori. Il contenuto di questo trasferimento di conoscenze concerne essenzialmente i protocolli operativi sia per la progettazione, che per l'acquisizione che per il trattamento dei dati ottenuti durante una campagna diagnostica secondo tre criteri, quali: l'analisi del contesto, l'adozione di una metodologia, la definizione della finalità.

La verifica del processo metodologico prevede di testare la procedura elaborata attraverso il recepimento e l'adozione da parte dei progettisti, dei tecnici di laboratorio, dei committenti e degli utenti del manufatto architettonico, soprattutto in termini di controllo degli aspetti qualitativi nella gestione dei dati ottenuti.

## RISULTATI DELLA RICERCA

I risultati della ricerca riguardano la formalizzazione del processo diagnostico per la determinazione del livello di vulnerabilità sismica indispensabile per la programmazione degli interventi e sono riferiti alla definizione di protocolli operativi sia per la progettazione che per l'acquisizione che per il trattamento dei dati ottenuti durante una campagna diagnostica.

Tali protocolli sono finalizzati a garantire la circolazione delle informazioni tra le fasi di progettazione, esecuzione e gestione dell'analisi, la definizione dei vari documenti necessari e l'impostazione sistemica delle decisioni prese. La gestione del processo diagnostico secondo i principi del sistema qualità garantisce anche delle retroazioni sulle fasi già implementate.

L'innovazione del processo diagnostico perseguita attraverso l'individuazione di criteri della

qualità, di processo e di prodotto, permette agli attori e ai soggetti coinvolti di svolgere un'attività caratterizzata dall'efficace interazione delle competenze, delle strumentazioni e delle esperienze attraverso la regolazione determinata dall'apparato metodologico.

## POSSIBILI RICADUTE

Le possibili ricadute sono riferibili all'innovazione del processo diagnostico in termini di:

- definizione di una nuova figura professionale con compiti e responsabilità specifiche, per la gestione in qualità del processo diagnostico. Tale professionalità dovrà assicurare, mantenere e controllare i rapporti tra i diversi attori coinvolti garantendo una visione complessiva, multiscalare e multidisciplinare del processo diagnostico, nonché armonizzare i sistemi di valutazione, sia rispetto ai criteri che alle esigenze dell'utenza;
- sviluppo di sistemi informativi e di gestione dei dati per la catalogazione e la registrazione delle indagini condotte e di SSD per l'implementazione della fase di progetto;
- introduzione della consultazione delle parti interessate (cittadini utenti, committenti pubblici e privati, tecnici progettisti e operatori del settore) per capire le varie esigenze, richieste e aspettative per stabilire le modalità di svolgimento delle operazioni e le tempistiche d'esecuzione, aspetto molto importante perché nella maggioranza dei casi si tratta di edifici in uso.

# ABSTRACT ENG

## SCIENTIFIC FRAMEWORK OF THE THESIS

The research deals with the optimization of diagnostic processes aimed at defining levels of seismic vulnerability in buildings: a crucial issue for the solution of issues relating to safety measures in Italy's massive built heritage, which have emerged due to a growing demand for safety expressed by the community and recent regulations applied to buildings safety.

The latest earthquakes to hit Italy have shown the extreme fragility of existing buildings and have made the seismic safety of buildings an issues to be addressed for the prevention of damage to property and people in risk areas.

The absolute importance of a need to ensure community safety by reducing the vulnerability of existing assets was finally recognized and in recent decades has brought about major legislative action to bring about its safety.

This social and legal evolution of the culture of safety to prevent seismic risk has made significant impact on the country's economic and technological development in terms of research, testing, manufacturing and marketing of state-of-the-art materials and technologies for the production of innovative structural reinforcements and seismic mitigation systems, especially through technology transfer from other sectors. Moreover, this process is accompanied by specialization of engineers and construction companies in order to meet new national and international regulatory requirements by appropriate use of products and technologies available on the market.

This is the backdrop for the research study, namely the effectiveness of the diagnostic process as a *conditio sine qua non* for the activation of proper safety measures for built heritage. Indeed, to predict the reaction of a building in the event of an earthquake, and then evaluate its degree of safety, it is essential to perform a proper diagnostic procedure to identify the characteristics of materials involved in the structure.

The theme of this research is to identify the elements that characterize management as a diagnostic process for the analysis of seismic vulnerability. This characterization is achieved on the basis of various factors involved, including technical, regulatory, financial, temporal and usability of the property, under the established legal and quality aspects but avoiding process bureaucratization that makes it inflexible and unmanageable.

## AIMS OF THE RESEARCH

The general and specific objectives emerged when it was noted that in practice, when implementing the process of securing buildings, architects did not always have reliable, traceable data to hand for a proper evaluation of seismic vulnerability and the subsequent design of anti-seismic structural interventions, resulting in significant inefficiencies in financial, time and technical planning. The research has thus been devoted to the pursuit of the following objectives.

### GENERAL OBJECTIVE

Determining how to optimize the relationship between the diagnostic survey and analysis of seismic vulnerability of an existing building in order to ensure the efficiency and effectiveness of the decision-making process upstream of the securing intervention.

### SPECIFIC OBJECTIVES

- Determination of the critical issues of the diagnostic process for the definition of the building's conditions of seismic vulnerability.
- Determination of profession roles and figures essential to implementing an effective diagnostic process.
- Determination of the implementation methods for a quality diagnostic process.
- Determination of procedures for the delivery and storage of data.

## THESIS STRUCTURE

The research is structured in the development of four sections of investigation whose interrelationships define the overall operating model characterized by specific inputs.

First there is an introduction, in which we analyze the issues related to general aspects, the field in question, work stages and method.

The second part involves an analysis of the state of the art which appraises aspects related to analysis of seismic vulnerability, diagnostic investigations, the quality system, and reference standards.

Thirdly, there is the study of the diagnostic process for analysis of issues related to the roles of the parties involved, the organization of the diagnostic process, the management and

control of diagnostic tests, tools for quality management, and IT support for quality management.

The fourth and final part is represented by the findings, for the analysis of aspects related to innovative features, possible implications and applicability of the proposed model.

The inputs underpinning the research are constituted by the requests engineers and technicians, the needs of principals and users, regulatory and financial constraints, construction types and materials, technological equipment, and human resources. The analysis and creation of a hierarchy of inputs led us to define the issues to be explored to achieve a model for the design and management that could be adopted by the various players involved, not only in the analysis of seismic vulnerability, but also in the repair and management of the property.

The methodology was designed to identify and acquire these inputs, aiming to regularize them through the transfer of operational procedures and methodologies from other sectors. The content of this knowledge transfer essentially concerns the operating protocols for the design but also for the acquisition and handling of the data obtained during a diagnostic campaign that applies three criteria: the analysis of the context, the adoption of a methodology, the definition of the purpose.

A review of the methodological process should test the procedure developed through the transposition and adoption by engineers, lab technicians, principals and users of the architectural work, especially in terms of control of the qualitative aspects in management of the data obtained.

## RESEARCH RESULTS

The results of the research include the formalization of the diagnostic process for determining the level of seismic vulnerability, which is essential for planning interventions. They are referred to the definition of operational protocols for design, acquisition and handling of the obtained during a diagnostic campaign.

These protocols are designed to ensure the flow of information between the stages of design, implementation and management of the analysis, the definition of the various documents required and a systemic approach in decisions taken. The management of the diagnostic process compliant with the principles of the quality system also provides feedback on the phases of what has already been implemented.

The innovation of the diagnostic process pursued through the identification of criteria for quality, process and product, allows actors and stakeholders to carry out an activity characterized by effective interaction of skills, equipment and experience through the regulation achieved by the methodology device.

## KNOCK-ON EFFECTS

Knock-on effects are related to diagnostic process innovation in terms of:

- definition of a new professional figure with specific duties and responsibilities for managing quality in the diagnostic process. This will profession shall ensure maintain and control relationships among the various players involved, providing a multiscale and multidisciplinary overview of the diagnostic process, and harmonize assessment systems, both with respect to the criteria and the requirements of users;
- development of information and data management systems for cataloguing and recording investigations conducted and SSD for the implementation phase of the project;
- introduction of consultation with stakeholders (citizens, users, public and private principals, design engineers and practitioners) to an understanding of the various needs, demands and expectations, to determine how to conduct the operations and schedule implementation, important because in most cases the buildings in use.