

# ATC-51-2

## Raccomandazioni congiunte Stati Uniti-Italia per il Controventamento e l'Ancoraggio dei Componenti Non Strutturali negli Ospedali Italiani.

Preparato da

APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL  
201 Redwood Shore Parkway, Suite 240  
Redwood City, California 94065  
www.ATCouncil.org

Preparato per

SERVIZIO SISMICO NAZIONALE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento di Protezione Civile  
Ufficio Servizio Sismico Nazionale  
Roma, Italia

DIRETTORE DEL PROGETTO  
Christopher Rojahn

CONSULENTE TECNICO  
Joseph R. Maffei

CONSULENTE TECNICO PER LA TRADUZIONE  
Paolo Bazzurro

COMMISSIONE DI ESPERTI DEL PROGETTO

*Italia*

Romano Alberto Basso  
Vittorio Bearzi  
Adriano De Sortis  
Giacomo Di Pasquale  
Fabrizio Gatti  
Alessandro Martini

*Stati Uniti*

John Gillengerten  
William Holmes  
Patrick J. Lama  
Arthur E. Ross  
William E. Staehlin\*

\*Rappresentante di ATC

---

# Prefazione

Nel 2002, il Dipartimento della Protezione Civile – Ufficio Servizio Sismico Nazionale (SSN) ha stipulato un contratto con l'Applied Technology Council (ATC) degli Stati Uniti per l'elaborazione delle raccomandazioni per il controventamento e l'ancoraggio dei componenti non strutturali negli ospedali italiani.

Il progetto, portato avanti come la terza parte di un più ampio programma di collaborazione condotto da SSN e ATC per lo sviluppo di raccomandazioni per il miglioramento della sicurezza sismica degli ospedali italiani, è stato denominato ATC-51-2. Le raccomandazioni si basano sul giudizio, l'esperienza, e le conoscenze di esperti di ingegneria sismica, di sicurezza sismica degli ospedali e di regolamentazione ospedaliera provenienti da entrambi gli Stati.

Nella prima fase del programma, l'ATC e l'SSN hanno elaborato una serie di direttive generali del programma. Le proposte della prima fase sono documentate nel rapporto ATC-51 *“Raccomandazioni Congiunte Stati Uniti-Italia per il Miglioramento della Sicurezza Sismica degli Ospedali Italiani”* (ATC, 2000).

La seconda parte del programma, noto con il nome progetto ATC-51-1, tratta nel dettaglio una delle raccomandazioni a breve termine fatte nella prima fase — la pianificazione dell'emergenza e delle ispezioni dopo il terremoto. Lo sviluppo di questa tematica è documentato nel rapporto ATC-51-1 *“Raccomandazioni Congiunte Stati Uniti-Italia per l'Elaborazione di Piani di Emergenza Sismica negli Ospedali Italiani”* (ATC, 2002). Le raccomandazioni possono essere applicate attraverso l'impiego del Quaderno per le Ispezioni Post-terremoto, incluso nell'appendice del rapporto ATC-51-1. Il rapporto mostra l'applicazione delle raccomandazioni su due ospedali italiani rappresentativi.

La terza parte del programma, documentata in questo rapporto ATC-51-2, si concentra sullo sviluppo di raccomandazioni per il controventamento e l'ancoraggio dei componenti non strutturali negli ospedali italiani. Le attività della terza fase del progetto hanno compreso: (1) una visita in Italia da parte di esperti americani per l'ispezione dei componenti non strutturali nei due ospedali selezionati, (2) una revisione da parte della commissione di esperti del progetto (PEP)

sulle informazioni fornite dal SSN sulla risposta dei componenti non strutturali in alcuni recenti terremoti italiani e sulle norme che riguardano l'ancoraggio e il controventamento degli elementi non strutturali, (3) lo sviluppo concettuale delle linee guida nel corso di una riunione del progetto avvenuta in California nel giugno del 2003, e (4) una visita dei partecipanti italiani al progetto agli ospedali situati nella baia di San Francisco, con lo scopo di osservare i metodi di ancoraggio e di controvento dei componenti non strutturali in alcuni ospedali rappresentativi della California.

Questo rapporto contiene: (1) informazioni generali di tipo tecnico, compresa una descrizione dei danni ai componenti non strutturali nei terremoti passati; (2) raccomandazioni generali per la valutazione dei componenti non strutturali con annessi obiettivi e requisiti; (3) raccomandazioni specifiche riguardanti i 27 diversi tipi di componenti non strutturali; (4) esempi del progetto che mostrano nel dettaglio come un ingegnere strutturista valuta e progetta l'adeguamento di un componente non strutturale; (5) considerazioni aggiuntive sulla progettazione sismica di componenti non strutturali; e (6) una guida riguardante la progettazione e la selezione di dispositivi per l'ancoraggio sismico.

L'ATC ringrazia vivamente i partecipanti al progetto che hanno prodotto questo rapporto: il consulente tecnico Joseph R. Maffei, che si è prestato in qualità di autore principale del rapporto; i membri del PEP italiano Romano Alberto Basso, Vittorio Bearzi, Adriano De Sortis, Giacomo Di Pasquale (leader del gruppo del SSN), Fabrizio Gatti, e Alessandro Martini; i membri del PEP americano John Gillengerten, William T. Holmes, Patrick J. Lama, Arthur E. Ross, e William E. Staehlin (rappresentante dell'ATC); Peter N. Mork e Michelle Schwartzbach, che hanno prodotto il rapporto; e Tito Sanò, che ha collaborato alla revisione del rapporto. Le affiliazioni di ciascuno di questi individui sono fornite nella lista dei partecipanti al progetto.

Christopher Rojahn  
Direttore esecutivo ATC

---

# Contenuti

Prefazione .....	iii
1. Introduzione.....	1
1.1 Contesto e Scopo .....	1
1.2 Organizzazione del Rapporto .....	2
2. Contesto tecnico .....	3
2.1 Riassunto della Sismicità in Italia.....	3
2.2 Danni non Strutturali nei Terremoti Italiani del Passato .....	6
2.3 Danni Causati dal Terremoto ai Sistemi non Strutturali negli Ospedali Americani.....	7
2.4 Livelli di Prestazione, Obiettivi e Stati Limite .....	23
2.4.1 Livelli di Prestazione Strutturale.....	23
2.4.2 Livelli di Prestazione non Strutturale.....	25
2.4.3 Combinazione di Livelli di Prestazione Strutturali e non Strutturali .....	25
2.5 Riferimenti Principali, Standard e Linee Guida.....	26
3. Raccomandazioni Generali.....	29
3.1 Raccomandazioni sui componenti non strutturali che richiedono una valutazione sismica o un ancoraggio .....	29
3.1.1 Componenti non Strutturali Chierichiedono una Valutazione Sismica o un Ancoraggio.....	29
3.1.2 Raccomandazioni per Componenti e Sistemi di Nuova Installazione.....	29
3.1.3 Criteri alla Base delle Raccomandazioni.....	30
3.1.4 Analisi della Vulnerabilità .....	34
3.2 Raccomandazioni Sugli Obiettivi Prestazionali .....	34
3.2.1 Ospedali Nuovi.....	34
3.2.2 Ospedali Esistenti.....	34
3.3 Criteri di Progettazione e Forze Orizzontali .....	35
3.4 Diverse Alternative Progettuali .....	37
3.4.1 Progettazione da Parte di un Architetto/Ingegnere.....	37
3.4.2 Progettazione da Parte dell'Installatore in Base a Normative di Tipo Prescrittivo .....	38
3.4.3 Progettazione Completa da Parte dell'Installatore .....	39
3.4.4 Raccomandazioni sulla Responsabilità Progettuale per Tipo di Componente .....	39
3.5 Revisione del Progetto e della Costruzione .....	40
3.6 Costo per la Protezione Sismica dei Componenti non Strutturali.....	40
3.6.1 Installazioni in Ospedali Nuovi.....	42
3.6.2 Adeguamento Sismico di Componenti Non Strutturali in Ospedali Esistenti.....	43
3.6.3 Investimento per l'Adeguamento Sismico in Ciascuna Zona Sismica.....	46
3.7 Ispezione dei Sistemi non Strutturali Dopo un Terremoto .....	47
4. Attributi sismici e raccomandazioni per esempi di componenti non strutturali .....	51
5. Esempi di Applicazione.....	83
5.1 Esempio A: Componente Fissato al Pavimento – Unità di Raffreddamento Montata sul Solaio di Copertura .....	83
5.1.1 Obiettivo.....	83
5.1.2 Informazioni Necessarie per la Progettazione Sismica .....	84
5.1.3 Calcoli di Progetto.....	84

5.2	Esempio B: Valutazione ed Adeguamento Sismico di un Ascensore.....	87
5.2.1	Informazioni Necessarie per la Valutazione Sismica.....	88
5.2.2	Verifiche Sismiche.....	90
5.2.3	Adeguamento della Guida 1 dell'Ascensore.....	92
5.2.4	Adeguamento della Guida 2 dell'Ascensore e della Guida del Contrappeso.....	93
5.2.5	Requisiti addizionali.....	97
5.3	Esempio C: Prescrizioni per il Posizionamento dei Controventi Sismici.....	99
5.3.1	Note sul Controventamento Sismico.....	99
5.3.2	Interasse Massimo tra Controventi Consecutivi.....	100
5.3.3	Procedure per il Posizionamento dei Controventi.....	101
6.	Tipologie di Componenti Non Strutturali e Considerazioni Progettuali.....	107
6.1	Categorie di Componenti e Sistemi non Strutturali.....	107
6.2	Considerazioni Progettuali di Tipo Generale.....	107
6.2.1	Connessione Struttura-Componente.....	107
6.2.2	Connessione alla Struttura.....	108
6.2.3	Il Peso del Componente nelle Verifiche Sismiche.....	108
6.2.4	Percorso di Trasmissione delle Forze Sismiche.....	108
6.2.5	Compatibilità delle Deformazioni.....	108
6.2.6	Funzionalità.....	109
6.2.7	Facilità di Costruzione.....	109
6.2.8	Condizioni Esistenti.....	109
6.3	Tipo A: Componenti Fissi Montati a Pavimento.....	109
6.3.1	Componenti Tipici.....	109
6.3.2	Comportamento Tipico dei Componenti non Progettati per il Sisma.....	110
6.3.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali.....	110
6.4	Tipo B: Componenti Fissi Appesi al Soffitto o al Muro.....	110
6.4.1	Componenti Tipici.....	110
6.4.2	Comportamento Tipico del Componente non Progettato per il Sisma.....	111
6.4.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali.....	111
6.5	Tipo C: Componenti Fissi su Piani Rialzati.....	112
6.5.1	Componenti Tipici.....	112
6.5.2	Comportamento Tipico del Componente non Progettato per il Sisma.....	112
6.5.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali.....	112
6.6	Tipo D: Componenti Isolati dalle Vibrazioni e Montati sul Pavimento.....	113
6.6.1	Componenti Tipici.....	113
6.6.2	Comportamento Tipico del Componente non Progettato per il Sisma.....	114
6.6.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali.....	114
6.7	Tipo E: Componenti Sospesi Isolati dalla Vibrazioni.....	115
6.7.1	Componenti Tipici.....	115
6.7.2	Comportamento Tipico del Componente non Progettato per il Sisma.....	115
6.7.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali.....	115
6.7.4	Commenti.....	117
6.8	Tipo F: Sistemi di Tubature.....	117
6.8.1	Componenti Tipici.....	117
6.8.2	Comportamento Tipico del Componente non Progettato per il Sisma.....	118
6.8.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali.....	118
6.8.4	Considerazioni sulle Deformazioni.....	119
6.8.5	Isolamento delle Tubature.....	119
6.8.6	Standard Prescrittivi.....	120
6.9	Tipo G: Sistemi di Distribuzione dell'Aria.....	120
6.9.1	Componenti Tipici.....	120
6.9.2	Comportamento Tipico del Componente non Progettato per il Sisma.....	121
6.9.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali.....	121

6.9.4	Standard Prescrittivi .....	121
6.10	Tipo H: Sistemi di Distribuzione dell'Energia Elettrica .....	121
6.10.1	Componenti Tipici .....	121
6.10.2	Comportamento Tipico del Componente non Progettato per il Sisma .....	122
6.10.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali .....	122
6.10.4	Standard Prescrittivi .....	122
6.11	Tipo I: Rivestimenti Esterni .....	122
6.11.1	Componenti Tipici .....	122
6.11.2	Comportamento Tipico del Componente non Progettato per il Sisma .....	122
6.11.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali .....	122
6.12	Tipo J: Partizioni .....	123
6.12.1	Componenti Tipici .....	123
6.12.2	Comportamento Tipico dei Componenti non Progettati per il Sisma .....	123
6.12.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali .....	124
6.13	Tipo K: Controsoffitti .....	124
6.13.1	Componenti Tipici .....	124
6.13.2	Comportamento Tipico dei Componenti non Progettati per il Sisma .....	125
6.13.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali .....	126
6.13.4	Standard Prescrittivi .....	126
6.14	Tipo L: Lampadari .....	126
6.14.1	Componenti Tipici .....	126
6.14.2	Comportamento Tipico dei Componenti non Progettati per il Sisma .....	127
6.14.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali .....	127
6.14.4	Standard Prescrittivi .....	128
6.15	Tipo M: Scaffalature e Armadi .....	128
6.15.1	Componenti Tipici .....	128
6.15.2	Comportamento Tipico dei Componenti non Progettati per il Sisma .....	128
6.15.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali .....	128
6.16	Tipo N: Ascensori .....	128
6.16.1	Componenti Tipici .....	128
6.16.2	Comportamento Tipico dei Componenti non Progettati per il Sisma .....	128
6.16.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali .....	129
6.17	Tipo O: Pavimenti Rialzati .....	129
6.17.1	Componenti Tipici .....	129
6.17.2	Comportamento Tipico dei Componenti non Progettati per il Sisma .....	130
6.17.3	Strategie di Protezione Sismica e Considerazioni Progettuali .....	130
7.	Dispositivi di Ancoraggio Sismico .....	131
7.1	Riferimenti e Tipi di Dispositivi .....	131
7.2	Spessori, Rondelle di Acciaio e Neoprene ("Bushing") e Supporti di Acciaio con Parti in Neoprene ("Mounting") .....	132
7.3	Supporti a Molle e Isolatori .....	132
7.4	"Snubber" Sismici .....	135
7.5	Attacchi Verticali e Controventi per Tubature .....	138
7.6	Altri Dispositivi per il Supporto di Tubi .....	143
7.7	Condotti dell'Aria e Condotti per Cavi Elettrici .....	143
7.8	Componenti Sospesi .....	148
7.9	Costo dei Dispositivi .....	149
	Riferimenti .....	151
	Partecipanti al Progetto .....	155