

Gianni Michele De Gaetanis

# MANUALE DELLE COSTRUZIONI IN MURATURA

CARATTERISTICHE, AZIONI, VERIFICHE

**SECONDA EDIZIONE**

AGGIORNATA ALLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008  
E COORDINATA CON IL NUOVO TESTO NORMATIVO COSÌ COME LICENZIATO  
DAL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI E DALLA COMMISSIONE EUROPEA



**SOFTWARE INCLUSO**

VERIFICA DI STRUTTURE MURARIE, ANALISI DI DETTAGLIO DELLA GEOMETRIA DELLA STRUTTURA  
CON RESTITUZIONE ASSONOMETRICA SEMPLIFICATA DELLA STESSA  
E ANALISI DI DETTAGLIO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI



**PRONTO  
GRAFILL**

Clicca e richiedi di essere contattato  
per informazioni e promozioni

  
**GRAFILL**

Gianni Michele De Gaetanis  
**MANUALE DELLE COSTRUZIONI IN MURATURA**  
Ed. II (11-2017)

ISBN 13 978-88-8207-957-4  
EAN 9 788882 079574

Collana **Manuali** (221)

De Gaetanis, Gianni Michele <1970->  
Manuale delle costruzioni in muratura /  
Gianni Michele De Gaetanis. – 2. ed. – Palermo : Grafill, 2017.  
(Manuali ; 221)  
ISBN 978-88-8207-957-4  
1. Costruzioni in muratura.  
624.1832 CDD-23 SBN Pal0302434  
CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il volume è **disponibile anche in eBook** (formato \*.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.  
Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con c/c postale, bonifico bancario, carta di credito e PayPal.  
Per i pagamenti con carta di credito e PayPal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno Smartphone o un Tablet il Codice QR sottostante.



I lettori di Codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo  
Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313  
Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail [grafill@grafill.it](mailto:grafill@grafill.it)

Finito di stampare nel mese di novembre 2017  
presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

---

## INDICE

<b>Prefazione alla I edizione</b> .....	p.	13
Prefazione.....	"	13
Avvertenze e quadro legislativo.....	"	14
Avvertenze.....	"	14
Quadro legislativo.....	"	14
<b>Prefazione alla II edizione</b> .....	"	19
Prefazione.....	"	19
<b>Indice analitico</b> .....	"	21
<b>Simboli utilizzati</b> .....	"	27
<b>STATI LIMITE: PRINCIPI GENERALI</b> .....	"	41
Principi generali.....	"	43
Generalità.....	"	43
Metodi di calcolo.....	"	43
Definizione di stato limite.....	"	45
Sicurezza antincendio.....	"	46
Definizione di durabilità.....	"	46
Robustezza.....	"	47
Sicurezza.....	"	47
Stati limite non sismici.....	"	48
Stati limite sismici.....	"	48
Combinazioni delle azioni.....	"	50
Verifiche agli SLU.....	"	52
Verifiche agli SLE/SLS.....	"	56
Riferimenti normativi e bibliografici.....	"	58
<b>CARATTERISTICHE DELLE COSTRUZIONI, MODELLI STRUTTURALI E METODI DI ANALISI</b> .....	"	59
Caratteristiche delle costruzioni di muratura.....	"	61
Regole generali.....	"	61
Regole specifiche per le zone sismiche.....	"	63
Requisiti generali.....	"	63
Requisiti specifici.....	"	64
Requisiti geometrici d'insieme.....	"	64
Altezze massime.....	"	64
Distanze minime.....	"	66
Regolarità.....	"	67
Regolarità in pianta.....	"	67
Regolarità in altezza.....	"	67

Costruzioni semplici.....	p.	69
Elementi non strutturali, strutturali e strutturali secondari.....	"	71
Elementi non strutturali.....	"	71
Elementi strutturali e strutturali secondari.....	"	71
Modellazione strutturale.....	"	72
Approccio generale.....	"	72
Modelli semplificati statici.....	"	73
Schema della continuità.....	"	73
Schema della articolazione.....	"	74
Modelli sismici.....	"	75
Modello a mensola.....	"	76
Modello a telaio (shear-type).....	"	80
Travi di accoppiamento.....	"	85
Localizzazione nell'edificio.....	"	85
Caratterizzazione meccanica.....	"	85
Analisi sismica.....	"	88
Generalità.....	"	88
Criteri di analisi e fattore di struttura.....	"	90
Introduzione.....	"	90
Fattore di struttura.....	"	92
Analisi lineare.....	"	93
Analisi non lineare.....	"	94
Metodi di calcolo.....	"	95
Analisi lineare statica.....	"	95
Analisi semplificata.....	"	100
Analisi lineare dinamica.....	"	101
Oscillazioni: nota teorica.....	"	102
Analisi non lineare statica.....	"	120
Analisi non lineare dinamica.....	"	122
Risposte alle componenti di calcolo.....	"	122
Approccio alle azioni.....	"	123
Approccio alle azioni verticali.....	"	123
Approccio alle azioni orizzontali.....	"	138
Riferimenti normativi e bibliografici.....	"	147
<b>AZIONI SULLE COSTRUZIONI.....</b>	"	<b>149</b>
Azioni.....	"	151
Definizione di azione.....	"	151
Nozione di valore nominale.....	"	151
Nozione di valore caratteristico.....	"	151
Nozione di periodo di ritorno.....	"	151
Classificazione delle azioni.....	"	151
Carichi e sovraccarichi.....	"	155
Azioni permanenti.....	"	155
Componenti strutturali.....	"	156
Componenti non strutturali.....	"	156
Azioni variabili.....	"	157

Azioni legate alla destinazione d'uso.....	p.	158
Azioni della neve.....	"	165
Carico neve al suolo.....	"	166
Coefficiente di forma.....	"	169
Copertura monofalda.....	"	170
Copertura a doppia falda.....	"	170
Copertura a più falde.....	"	171
Copertura cilindrica.....	"	174
Copertura adiacente o vicina a coperture più alte.....	"	176
Effetti locali.....	"	177
Coefficiente termico.....	"	178
Coefficiente di esposizione.....	"	178
Calcolo del carico neve sulla copertura.....	"	179
Carico dovuto a neve aggettante dal bordo di una copertura.....	"	179
Carico su barriere paraneve e/o altri ostacoli...	"	180
Densità della neve.....	"	180
Azione del vento.....	"	181
Introduzione.....	"	181
Precauzioni progettuali.....	"	181
Avvertenze progettuali.....	"	184
L'azione.....	"	185
Pressione cinetica di riferimento.....	"	188
Definizione di velocità di riferimento.....	"	189
Coefficiente di esposizione e di topografia.....	"	191
Coefficiente di forma.....	"	197
Edifici a pianta rettangolare.....	"	197
Coperture multiple.....	"	200
Tettoie e pensiline isolate.....	"	201
Travi ad anima piena e reticolari.....	"	201
Torri e pali a traliccio.....	"	202
Corpi cilindrici e prismatici.....	"	203
Corpi sferici.....	"	204
Coefficienti di forma associati alle pressioni massime locali.....	"	204
Coefficiente dinamico.....	"	206
Coefficiente di attrito.....	"	206
Azione della temperatura.....	"	207
Distribuzioni di temperatura negli elementi strutturali.....	"	208
Situazioni specifiche.....	"	212
Azioni eccezionali.....	"	212
Azione dell'incendio.....	"	212
Definizione di resistenza al fuoco.....	"	212
Definizione di compartimento.....	"	213
Definizione di incendio.....	"	213
Definizione di incendio localizzato.....	"	213

Incendio convenzionale di progetto.....	p.	214
Evoluzione della temperatura.....	"	215
Comportamento meccanico delle strutture.....	"	216
Livelli di prestazione e classi di resistenza.....	"	217
Verifiche di sicurezza.....	"	218
Azione delle esplosioni.....	"	218
Definizione di esplosione.....	"	218
Modelli per le azioni.....	"	220
Criteri di progettazione.....	"	221
Azione degli urti/impatti.....	"	221
Definizione di urto.....	"	222
Modelli per l'azione degli urti.....	"	223
Collisioni di veicoli.....	"	224
Azione sismica.....	"	229
Generalità.....	"	229
Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche.....	"	234
Definizione di volume significativo di terreno...	"	234
$V_{s,30}$ .....	"	235
$N_{SPT,30}$ .....	"	235
$C_{u,30}$ .....	"	235
Categorie.....	"	236
Condizioni topografiche.....	"	239
Spettri elastici.....	"	240
Definizioni.....	"	240
Reticolo di riferimento.....	"	241
Fattori di calcolo degli spettri.....	"	242
Classe d'uso e periodo di riferimento.....	"	245
Classe d'uso.....	"	245
Periodo di riferimento.....	"	246
Vita nominale e periodo di ritorno dell'azione sismica.....	"	247
Spettri di risposta elastica.....	"	248
Spostamento orizzontale del terreno.....	"	250
Velocità orizzontale del terreno.....	"	251
Accelerogrammi (cenni).....	"	251
Accelerogrammi simulati.....	"	253
Accelerogrammi naturali (registrati).....	"	253
Spettri di progetto.....	"	254
Fattore di struttura.....	"	254
Spettri agli SLU.....	"	254
Spettri agli SLE/SLS.....	"	255
Obblighi di progettazione sismica e deroghe.....	"	255
Riferimenti normativi e bibliografici.....	"	257
<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	"	261
Materiali.....	"	263
Iter di calcolo.....	"	263

Definizione di muratura.....	p.	263
Murature ex-novo.....	"	264
Malte per le murature.....	"	264
Malte a prestazione garantita.....	"	264
Malte a composizione prescritta.....	"	265
Elementi resistenti.....	"	265
Categorie di attestazione.....	"	266
Coefficienti parziali di sicurezza.....	"	267
Gruppi degli elementi.....	"	268
Murature.....	"	268
Tipologie.....	"	268
Parametri di calcolo.....	"	269
Murature costituite		
da elementi resistenti artificiali.....	"	272
Elementi resistenti in laterizio.....	"	272
Generalità.....	"	272
Caratteristiche meccaniche della muratura.....	"	273
Elementi resistenti in calcestruzzo.....	"	274
Generalità.....	"	274
Caratteristiche meccaniche della muratura.....	"	275
Muratura costituite da elementi resistenti naturali.....	"	276
Generalità.....	"	276
Caratteristiche meccaniche della muratura.....	"	277
Murature esistenti.....	"	278
Generalità.....	"	278
Fattori di confidenza.....	"	278
Parametri meccanici.....	"	279
Coefficienti correttivi.....	"	280
Parametri di calcolo.....	"	281
Legame costitutivo.....	"	282
Verifiche non sismiche.....	"	282
Verifiche sismiche.....	"	283
Riferimenti normativi e bibliografici.....	"	284
<b>STATI LIMITE: VERIFICHE.....</b>	"	285
Criteri per le verifiche non sismiche agli SLU.....	"	287
Concetti introduttivi.....	"	287
Procedure di calcolo.....	"	287
Pressoflessione per carichi laterali.....	"	288
Eccentricità.....	"	289
Tipi di eccentricità.....	"	289
Combinazione delle eccentricità.....	"	290
Calcolo delle eccentricità.....	"	290
Eccentricità strutturale.....	"	290
Eccentricità per tolleranze di esecuzione....	"	292
Eccentricità per carichi orizzontali.....	"	293
Combinazione delle eccentricità.....	"	293
Coefficiente di eccentricità.....	"	294

Coefficienti di riduzione della resistenza.....	p.	294
Snellezza convenzionale.....	"	295
Fattore laterale di vincolo.....	"	295
Coefficiente $\Phi$ .....	"	297
Verifiche.....	"	298
Pressoflessione per azioni nel piano del muro.....	"	299
Pressoflessione per carichi laterali e per azioni nel piano del muro.....	"	307
Taglio per azioni nel piano del muro.....	"	308
Carichi concentrati.....	"	310
Fattori di miglioramento.....	"	310
Travi di accoppiamento.....	"	314
Criteri per le verifiche non sismiche agli SLE.....	"	314
Verifiche di resistenza alle TA.....	"	314
Criteri per le verifiche sismiche agli SLU.....	"	315
Pressoflessione fuori piano.....	"	315
Calcolo del momento dovuto ai carichi verticali statici.....	"	316
Calcolo del momento dovuto all'azione sismica.....	"	318
Verifiche.....	"	319
Pressoflessione nel piano del muro.....	"	320
Taglio per azioni nel piano del muro.....	"	324
Travi di accoppiamento in muratura.....	"	326
Spostamenti.....	"	327
Spostamenti allo SLV.....	"	328
Criteri per le verifiche sismiche agli SLE.....	"	328
Spostamenti allo SLD.....	"	328
Spostamenti allo SLO.....	"	329
Riferimenti normativi e bibliografici.....	"	330
 <b>STATI LIMITE:</b>		
<b>VERIFICHE MURATURE ARMATE (CENNI)</b> .....	"	331
Criteri generali.....	"	333
Nozione ed elementi costruttivi.....	"	333
Murature.....	"	333
Acciaio.....	"	333
Caratteristiche generali.....	"	333
Ancoraggio/sovrapposizione.....	"	334
Vincoli normativi.....	"	334
Riempimento e ricoprimento.....	"	335
Verifiche di sicurezza.....	"	336
Criteri di calcolo.....	"	336
Pressoflessione nel piano.....	"	336
Pressoflessione per carichi laterali.....	"	338
Taglio.....	"	338
Riferimenti normativi e bibliografici.....	"	338



**SISTEMI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI**

<b>DELLE STRUTTURE DI MURATURA.....</b>	p.	339
Caratteristiche delle murature.....	"	341
Prescrizioni generali.....	"	341
Prescrizioni sismiche.....	"	341
Pareti perimetrali portanti.....	"	342
Strutture miste muratura e cls armato.....	"	342
Elementi costruttivi.....	"	343
Cordoli.....	"	343
Caratteristiche generali.....	"	343
Geometria e armature.....	"	343
Cenni sulle fondazioni.....	"	345
Architravi.....	"	345
Luce teorica di calcolo.....	"	345
Totalità dei carichi agenti.....	"	346
Peso proprio dello architrave.....	"	346
Prisma murario gravante sullo architrave e carichi concentrati.....	"	346
Carico distribuito sullo architrave.....	"	348
Appoggi architrave.....	"	348
Giunti di dilatazione.....	"	349
Riferimenti normativi e bibliografici.....	"	350
<b>SOLAI.....</b>	"	351
Solai.....	"	353
Generalità.....	"	353
Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati di laterizio... ..	"	354
Caratteristiche dei blocchi di laterizio.....	"	354
Caratteristiche delle nervature.....	"	355
Caratteristiche fisico-meccaniche dei blocchi.....	"	355
Caratteristiche della armatura.....	"	356
Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi diversi dal laterizio.....	"	356
Solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. ....	"	356
Analisi di un solaio mono-direzionale.....	"	357
Premessa.....	"	357
Trave continua.....	"	357
Nota teorica.....	"	357
Effetto dei carichi: condizioni di carico.....	"	360
Dimensionamento di un solaio monotrave.....	"	361
Calcolo dei momenti resistenti.....	"	362
Momento ultimo.....	"	362
Momenti in esercizio.....	"	365
Calcolo del taglio resistente.....	"	367
Fasce semipiene e piene.....	"	368
Nervatura di ripartizione.....	"	368
Riferimenti normativi.....	"	370

<b>VALUTAZIONE DELL'ESISTENTE (CENNI)</b> .....	p.	371
Valutazione dell'esistente.....	"	373
Definizione di costruzione esistente.....	"	373
Valutazione della sicurezza		
per le costruzioni esistenti.....	"	374
Intervento di miglioramento.....	"	375
Intervento di riparazione o locale.....	"	376
Elementi generali di valutazione delle strutture.....	"	376
Analisi storico-critica.....	"	376
Rilievo della struttura.....	"	377
Caratterizzazione meccanica dei materiali.....	"	377
Livelli di conoscenza e fattori di confidenza.....	"	378
Azioni.....	"	378
Elementi di valutazione		
del patrimonio storico-culturale.....	"	379
Conoscenza del manufatto.....	"	379
Valutazione della sicurezza sismica.....	"	381
Analisi sismica.....	"	381
Livelli di valutazione.....	"	382
Modelli di valutazione.....	"	383
Costruzioni in muratura.....	"	383
Riferimenti normativi e bibliografici.....	"	385
 <b>TABELLE</b> .....	"	387
Quote sul livello del mare.....	"	389
Densità e pesi.....	"	391
Densità volumiche.....	"	391
Densità superficiali.....	"	396
Riferimenti normativi.....	"	397
 <b>ESEMPI APPLICATIVI</b> .....	"	399
Considerazioni introduttive.....	"	401
Determinazione delle combinazioni di carico.....	"	401
Calcolo delle sollecitazioni sui maschi murari.....	"	403
Progetto di una struttura di osservazione.....	"	415
Definizione geometrica della struttura		
e soluzioni tecniche.....	"	415
Geometria della struttura.....	"	416
Considerazioni geometriche sulle altezze.....	"	417
Primi vincoli sulle murature.....	"	420
Geometria per il calcolo e modello.....	"	421
Caratteristiche meccaniche delle murature.....	"	423
Analisi dei carichi.....	"	423
Precisioni di calcolo.....	"	424
Carichi permanenti.....	"	424
Strutture di coronamento		
e solaio di copertura.....	"	424
Strutture ambiente di osservazione.....	"	425

Strutture verticali di base.....	p.	426
Carichi variabili.....	"	426
Azioni della neve.....	"	426
Azioni del vento.....	"	428
Azioni legate alla destinazione d'uso.....	"	431
Calcolo dei carichi.....	"	432
Calcolo dei carichi permanenti.....	"	432
Calcolo dei carichi variabili.....	"	437
Carico neve.....	"	437
Carico vento.....	"	438
Carico per destinazione d'uso.....	"	449
Verifiche non sismiche.....	"	450
Combinazioni agli SLU:		
verifiche dei maschi.....	"	450
Piano primo: combinazioni e verifiche.....	"	452
Piano terra: combinazioni e verifiche.....	"	460
Combinazioni agli SLU: verifiche locali.....	"	487
Piano primo: combinazioni e verifiche.....	"	487
Piano terra: combinazioni e verifiche.....	"	490
Combinazioni agli SLE.....	"	493
Verifiche sismiche.....	"	494
Caratteristiche sismiche del sito.....	"	494
Carichi permanenti.....	"	501
Carichi variabili.....	"	503
Carichi e combinazioni agli SLU.....	"	503
Taglio di piano.....	"	505
Carichi verticali.....	"	506
Primo piano: verifiche.....	"	507
Piano terra sopra il graticcio: verifiche.....	"	513
Piano terra sotto il graticcio: verifiche.....	"	518
Riepilogo risultati.....	"	523
Carichi e combinazioni agli SLE.....	"	524
Progetto di quattro appartamenti.....	"	524
Definizione geometrica della struttura		
e soluzioni tecniche.....	"	524
Geometria della struttura.....	"	525
Considerazioni geometriche sulle altezze.....	"	526
Primi vincoli sulle murature.....	"	532
Geometria per il calcolo e modello.....	"	533
Caratteristiche meccaniche delle murature.....	"	539
Centro di massa e rigidezza.....	"	539
Masse della struttura e matrice di massa.....	"	563
Rigidzze della struttura		
e matrici di rigidezza.....	"	566
Calcolo dei periodi propri di vibrazione		
e dei coefficienti di partecipazione.....	"	567
Carichi sismici.....	"	570
Calcolo delle forze di piano.....	"	575

**GUIDA ALL'INSTALLAZIONE**

<b>E ALL'UTILIZZO DEL SOFTWARE</b> .....	p.	577
1. Introduzione al software incluso (VERMUR) .....	"	579
2. Requisiti hardware e software .....	"	579
3. Download del software e richiesta della password di attivazione .....	"	579
4. Installazione del software .....	"	579
5. Avvio e attivazione del software .....	"	580
6. Interfaccia del software .....		581
6.1. Tasti ad accesso rapido .....	"	581
6.2. Menu a tendina .....	"	581
6.2.1. Menu [Gestione Archivi].....	"	581
6.2.2. Menu [Calcola].....	"	585
6.2.3. Menu [Stampa] .....	"	589
<b>LICENZA D'USO DEL SOFTWARE</b> .....	"	591
<b>SCHEDA DI REGISTRAZIONE DEL SOFTWARE</b> .....	"	592

---

## PREFAZIONE ALLA I EDIZIONE

### Prefazione

Ventisette bambini e un insegnante: è questo il bilancio, in vite umane, del terremoto che il 31 ottobre 2002 colpisce San Giuliano di Puglia.

A questo terremoto ne segue un secondo, relativamente alla legislazione tecnica, rappresentato dall'Ord.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274.

Il disposto tecnico, se da un lato è un atto di innovazione rispetto alla obsoleta norma tecnica italiana, dall'altro è viziato; presenta incongruenze, sotto taluni aspetti tecnici è incomprensibile, in contrasto con l'esperienza pratica e soprattutto, per come viene emanato, delinea una tendenza a definire, a livello di organi centrali, aspetti normativi costruiti, fino a quel momento, con un ampio e condiviso contributo tecnico.

La inadeguatezza della classificazione sismica italiana secondo l'Ordinanza è suggellata da un evento naturale, purtroppo devastante anche questo: il terremoto che ha colpito l'Aquila il 6 aprile 2009.

La città è classificata a medio rischio: risulta superfluo soffermarsi su ulteriori considerazioni essendo sufficiente osservare i danni prodotti dal sisma per capire la portata dell'errore.

Non è l'unico (errore): fuori misura erano anche le previsioni di altre aree quali quella tra il Gargano e l'Ofanto, alcune parti della Sila e una grossa area della Sicilia orientale e centrale

Un rimedio viene posto con la nuova classificazione dell'INGV: la cura è un reticolo di riferimento che definisce la pericolosità sismica dell'intera penisola in relazione al periodo di ritorno dell'azione sismica.

Le NTC, pur non essendo esenti da problemi interpretativi e/o da qualche refuso, hanno la struttura di coerenza ed organicità tipica degli Eurocodici.

È proprio alle NTC che il presente manuale rivolge l'attenzione, con una struttura simile a quella del "*Manuale di calcolo agli stati limite – calcestruzzo con armatura metallica*" – II Ed. – Grafill).

Il metodo di riferimento per il calcolo è quello degli stati limite. Tale metodo costituisce lo strumento tecnico meglio descrittivo della meccanica dei materiali ed ormai il riferimento: bisogna sottolineare che lo è diventato per imposizione non per una razionale e cosciente padronanza da parte dei progettisti.

Infatti è inevitabile riscontrare ancora una certa confusione, aggravata da una carenza normativa, legata al concetto di stato limite.

Stato limite è, secondo norma, lo stato raggiunto e superato il quale la struttura non è più in grado di assolvere alle funzioni per le quali è stata progettata, costruita e realizzata. Una definizione macroscopica e funzionale che non fornisce alcuna informazione sulla meccanica dei materiali.

---

## PREFAZIONE ALLA II EDIZIONE

Il presente manuale, alla II edizione, ricalca la struttura del precedente volume ma con importanti aggiornamenti, un capitolo ex novo sulle murature armate, la completa rivisitazione del capitolo sui solai ed una totale reimpostazione, con nuovi esercizi, del capitolo sugli esempi applicativi.

Ogni argomento tecnico è introdotto da uno schema: lo scopo è quello di dare al lettore un approccio alla tematica chiaro sin dalla prima lettura.

La II edizione vede la luce in relazione alle NTC08 con relative circolari esplicative e con la bozza di revisione delle NCT medesime: tale bozza, licenziata già nel 2014 dal Consiglio dei Ministri e nel 2017 dalla Commissione Europea, contiene importanti elementi di novità fra i quali la definitiva morte del metodo delle tensioni ammissibili (ma non per le murature).

Pur non potendo ancora recepire tali elementi, il manuale sottolinea l'importanza del metodo degli stati limite, ne ottimizza l'applicazione. Ed è coordinato con il nuovo testo normativo.

Al fine di consentire anche il calcolo manuale delle strutture di muratura, le verifiche sono esplicitate sul metodo dell'articolazione a cerniera degli elementi murari: un tale contesto, se da un lato è più gravoso, dall'altro consente un puntuale controllo, da parte del tecnico, sui calcoli e sulle verifiche.

*Novembre 2017*

## Prefazione

---

## **STATI LIMITE: PRINCIPI GENERALI**

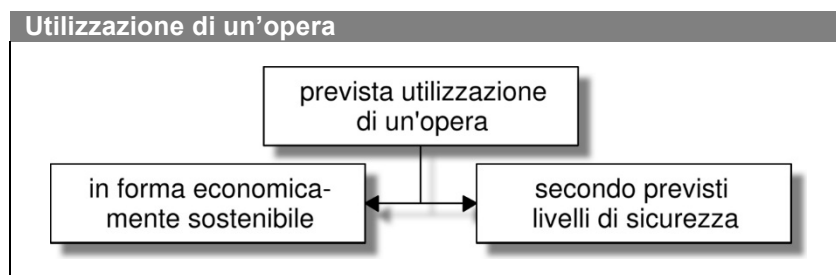


**PRONTO  
GRAFILL**

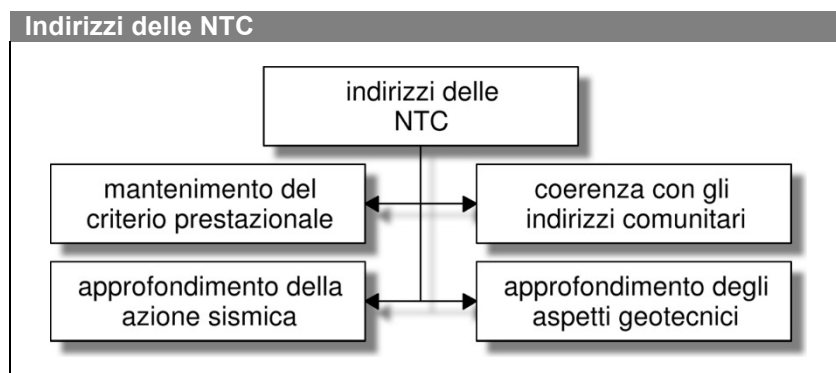
**CLICCA per maggiori informazioni  
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

L'evoluzione tecnico-normativa ha ormai consolidato il concetto secondo il quale le strutture devono essere tali da garantire, nel tempo, sia la sicurezza, in termini di caratteristiche meccaniche e di stabilità, sia la durabilità [1] [2].

Per meglio esplicitare il concetto, le opere ed i relativi componenti strutturali ed impiantistici devono garantire sia la sicurezza sia le prestazioni attese: ciò si traduce nella possibilità che, dal concepimento alla progettazione, realizzazione, collaudo e fino alla successiva manutenzione, l'opera sia utilizzata secondo quanto preventivato [3] [4]. Quindi in merito all'utilizzo di un'opera [3] [4]:



La norma tecnica delinea i criteri di calcolo e verifica nonché le regole di progettazione ed esecuzione in linea con specifici indirizzi [5]. Tali indirizzi sono di seguito specificati e riassunti [5]:



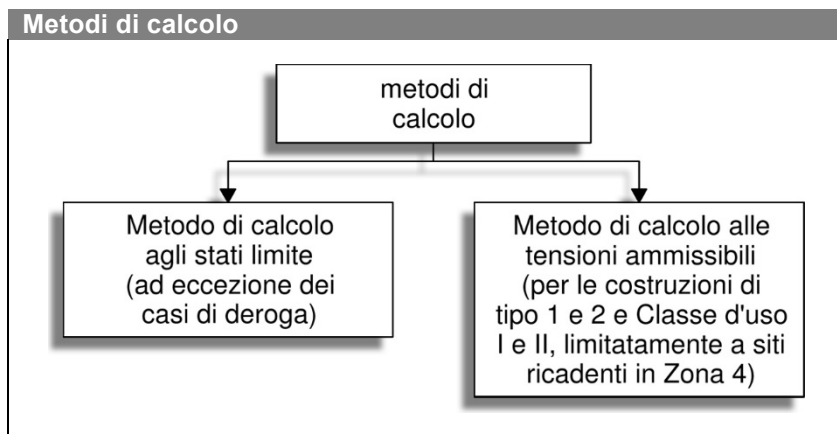
Secondo norma "relativamente ai metodi di calcolo, è d'obbligo il metodo agli stati limite ..." [6].

Bisogna sottolineare, purtroppo, che la norma ammette una serie di deroghe e, precisamente, consente l'utilizzo del metodo di calcolo alle tensioni ammissibili in particolari situazioni e contesti (in relazione a classe d'uso, tipo di costruzione e zona sismica) [6]. La classe d'uso delle costruzioni è definita in altra sezione del presente manuale

Metodi di calcolo



mentre relativamente alle costruzioni di tipo 1 e 2 ed alle zone sismiche è necessario fare riferimento all'Ord.P.C.M. n. 3274/2003.



Qualora si possa derogare è necessario fare riferimento, applicando integralmente il relativo disposto di legge, per [6]:

- le murature, al D.M.LL.PP. 20 novembre 1987;
- per le opere e i sistemi geotecnici, al D.M.LL.PP. 11 marzo 1988;
- per le azioni sismiche, assumendo un grado di sismicità  $S = 5.00$ , al D.M.LL.PP. 16 gennaio 1996, alla Circ.LL.PP. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. ed ai relativi allegati per le modalità costruttive e di calcolo ( $S = 5.00$ ).

Nel nuovo testo normativo questa possibilità di deroga non è più proposta per cui il metodo delle tensioni ammissibili risulterebbe abrogato: non risulta vero in quanto, per le murature, il paragrafo "4.5.6.4 Verifiche alle tensioni ammissibili" dell'attuale testo normativo viene sostituito, nel nuovo, con "4.5.6.4 Verifiche semplificate" contenente gli stessi elementi di calcolo del metodo alle tensioni ammissibili.

In ogni caso, ossia anche nei casi di deroga, le prescrizioni delle norme tecniche devono essere integralmente applicate a [6]:

- materiali e prodotti;
- azioni;
- collaudo statico.

Questo indirizzo è sottolineato dal legislatore soprattutto per i materiali ed i prodotti da costruzione i quali seguono una propria e separata disciplina (direttiva 89/106/CEE recepita in Italia dal D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246) [8]. In aggiunta, laddove fosse necessario approfondire taluni aspetti tecnici, è ammesso fare riferimento agli Eurocodici [9].

In generale, l'iter da seguire per lo studio e la definizione degli stati limite è di seguito illustrato (Cfr. pagina seguente).

---

**CARATTERISTICHE  
DELLE COSTRUZIONI,  
MODELLI STRUTTURALI  
E METODI DI ANALISI**



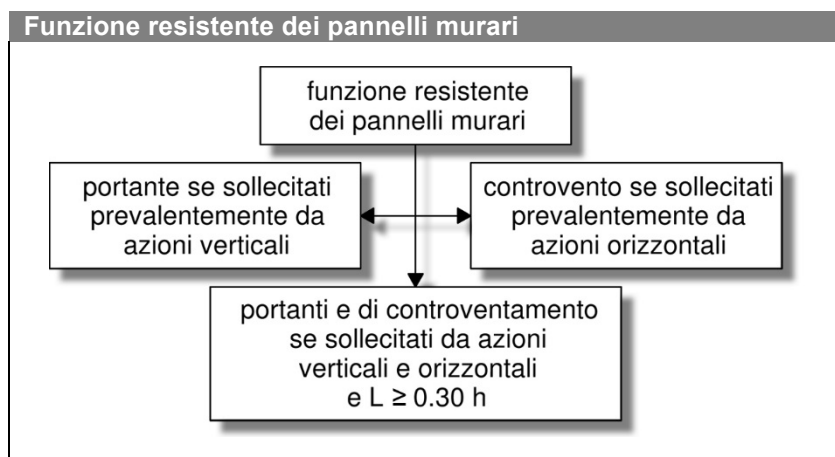
**PRONTO  
GRAFILL**

**CLICCA per maggiori informazioni  
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

Un edificio realizzato in muratura portante deve essere concepito e strutturato tridimensionalmente, con elementi verticali e orizzontali efficacemente collegati, e tale da avere una risposta complessiva sia alle azioni verticali che orizzontali, indipendentemente dalla natura delle sollecitazioni [1] [2].

L'edificio, quindi, deve essere concepito e strutturato in modo da garantire un comportamento scatolare ed i vari elementi strutturali devono essere in grado di assicurare resistenza e stabilità [1] [2].

Le strutture murarie assolvono a due funzioni fondamentali [1] [2] (singolarmente o simultaneamente):



Il nuovo testo normativo introduce una modifica in relazione ai pannelli portanti e di controvento; infatti si chiarisce che *"I pannelli murari, di muratura non armata, sono considerati resistenti anche alle azioni orizzontali quando hanno una lunghezza non inferiore a 0,3 volte l'altezza di interpiano; <...omissis...>"* [2].

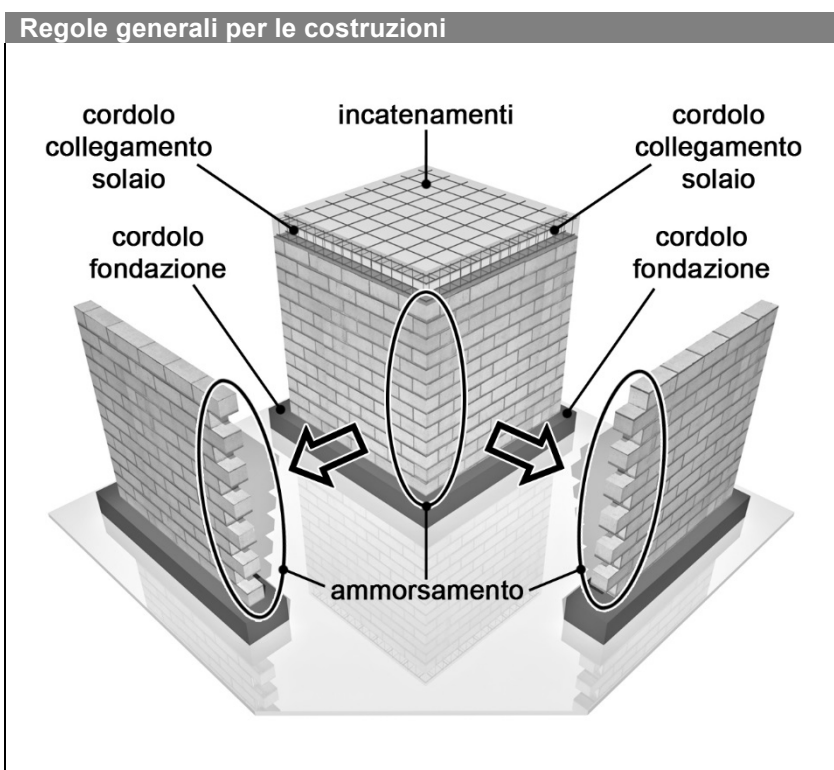
Secondo norma, ai fini di un adeguato comportamento statico e dinamico della struttura, tutte le pareti devono assolvere, per quanto possibile, sia la funzione portante sia la funzione di controvento [1] [2].

Le strutture orizzontali, generalmente solai piani o a falde inclinate (di copertura), assolvendo funzione di diaframma rigido, devono garantire una adeguata ripartizione delle azioni orizzontali fra i muri di controvento: in tal senso è richiesta adeguata resistenza e rigidità [1] [2]. In generale, il comportamento scatolare è garantito da [1] [2]:

- pareti collegate al livello dei solai mediante cordoli di piano di calcestruzzo armato (di idonea sezione ed armatura);
- pareti ammassate fra di loro lungo le intersezioni verticali;
- pareti incatenate a livello dei solai (incatenamenti con funzione di collegamento, realizzati tramite armature metalliche o altro materiale resistente a trazione, con estremità efficacemente ancorate nei cordoli);

- incatenamenti nella direzione ortogonale alla tessitura del solaio con opportuni accorgimenti tecnici ed esecutivi senza la necessità di introdurre elementi (tiranti) estranei al solaio stesso;
- omissione degli incatenamenti nella direzione di tessitura del solaio qualora il collegamento sia assicurato dal solaio stesso;
- pareti collegate con l'opera di fondazione mediante cordolo in calcestruzzo armato (disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti).

Di seguito si riporta una parte di struttura: senza che ciò sia limitativo del problema. Si considera un angolo di una costruzione con evidenziato, in trasparenza, solaio e cordolo.



In relazione alle opere di fondazione ed alla struttura sovrastante, è possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato: in tal caso la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione ed alla fondazione [1] [2].

---

## AZIONI SULLE COSTRUZIONI



**PRONTO  
GRAFILL**

**CLICCA per maggiori informazioni  
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

---

Secondo norma, si definisce azione “ogni causa o insieme di cause capace di indurre stati limite in una struttura” [1] [2].

Una tale nozione è confermata dal nuovo testo normativo: la nozione non è del tutto chiara ed anzi determina molte incertezze (ad esempio, una forza è un’azione ma non necessariamente induce stati limite).

In relazione alle azioni è opportuno richiamare alcuni concetti e precisamente:

## Azioni

Definizione di azione

Dicesi “valore nominale di una grandezza” o semplicemente “valore nominale” il valore arrotondato o approssimato di una grandezza caratteristica di uno strumento di misura o di un sistema di misura, che serve da guida per un uso idoneo [3].

Nozione di valore nominale

Dicesi “valore caratteristico al frattile di ordine  $p$ ” o semplicemente “valore caratteristico” di una grandezza una stima cautelativa del valore che influenza l’insorgere di uno stato limite.

Nozione di valore caratteristico

Alternativamente, con un approccio puramente statistico, il valore caratteristico è la stima di una grandezza che ha la probabilità al  $p$  % di essere o non essere superata.

Un valore caratteristico al frattile inferiore del  $p$  % presenta una distribuzione di probabilità secondo la quale il  $p$  % dei valori risulta inferiore al valore caratteristico.

Analogamente, un valore caratteristico al frattile superiore del  $p$  % presenta una distribuzione di probabilità secondo la quale il  $(1 - p)$  % dei valori risulta superiore al valore caratteristico.

Dicesi “periodo di ritorno”, e si indica con  $T_R$ , l’intervallo temporale intercorrente fra due eventi con medesime caratteristiche (o superiori).

Nozione di periodo di ritorno

Più il periodo di ritorno è lungo più l’azione è rara o meno probabile. Il periodo di ritorno è riferito alla probabilità dell’evento, o del suo superamento, attraverso la relazione:

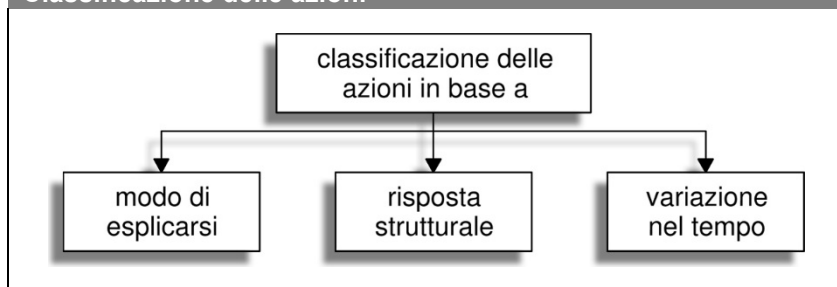
$$p = \frac{1}{T_R}$$

La classificazione delle azioni può essere effettuata sulla base del modo di esplicarsi delle stesse, sulla base della risposta strutturale e, infine, secondo la variazione dell’intensità nel tempo [1] [2]. In dettaglio (Cfr. schema pagina seguente).

Classificazione delle azioni

Per ognuna delle classi riportate si può effettuare una ulteriore classificazione.

**Classificazione delle azioni**



In relazione alla classificazione in base al modo di esplicarsi [4] [5]:

**Classificazione delle azioni in base al modo di esplicarsi**



Si può esplicitare, con elencazione non esaustiva, di quali carichi e/o forze si tratti [4] [5]:

- **azioni dirette:**
  - forze concentrate;
  - carichi distribuiti;
  - carichi fissi o mobili;
- **indirette:**
  - spostamenti impressi;
  - variazioni di temperatura e di umidità;
  - ritiro;
  - precompressione;
  - cedimenti;
- **degrado:**
  - endogeno, ossia alterazione naturale del materiale di cui è composta l'opera strutturale;
  - esogeno, cioè alterazione delle caratteristiche dei materiali costituenti l'opera strutturale, a seguito di agenti esterni.

Per quanto riguarda la classificazione in base alla risposta strutturale [6] [7] (Cfr. schema pagina seguente).

Si possono esplicitare la natura e le caratteristiche generali delle azioni [6] [7]:

---

## CARATTERISTICHE DEI MATERIALI



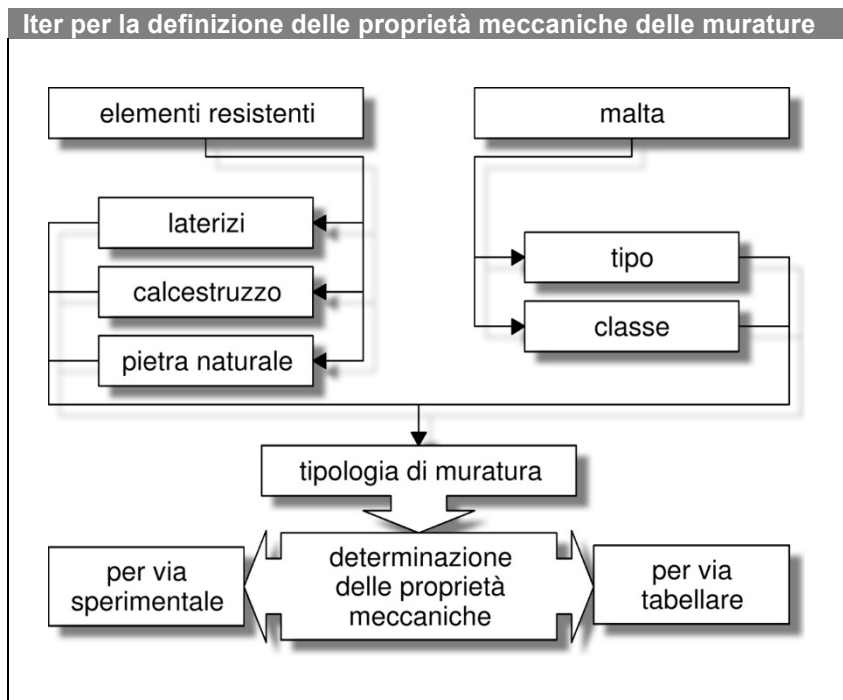


I materiali, da intendersi nel senso delle murature, sono due: si tratta, infatti, delle malte e degli elementi resistenti costituenti la muratura stessa.

La scelta dei materiali, fondamentale, è legata alla definizione delle proprietà meccaniche della muratura: l'iter può essere descritto come di seguito riportato sottolineando che elementi resistenti e malta costituiscono i due fondamentali punti di partenza.

## Materiali

Iter di calcolo



Il taglio dato dalla norma al concetto di muratura riguarda il comportamento meccanico. Dalle NTC si può estrapolare la definizione secondo la quale “un sistema di muratura è una struttura portante verticale in grado di sopportare sia azioni verticali che orizzontali” [1] [2].

Sovente la norma indica tali strutture verticali con il termine di pareti per cui murature e pareti sono, sostanzialmente, termini equipollenti.

I sistemi di murature o pareti sono collegati tra di loro da strutture di impalcato, orizzontali ai piani ed eventualmente inclinate in copertura, e da opere di fondazione [1] [2].

Le murature sono costituite da elementi resistenti aventi generalmente forma regolare, con o senza fori, posti in opera in strati regolari e di spessore costante, legati tra di loro tramite malta.

## Definizione di muratura

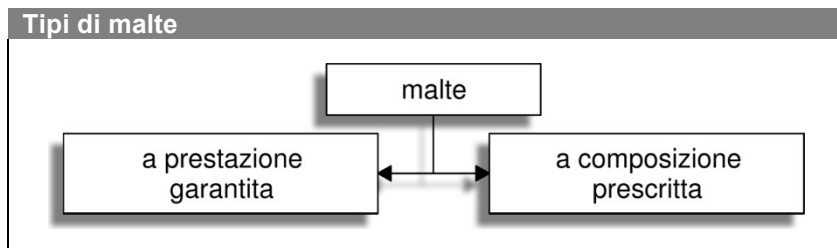
**Murature**

**ex-novo**

Malte per le murature

La malta altro non è che un conglomerato, ossia l'unione eterogenea di materiali inerti o aggregati e un elemento agglomerante (legante).

Le malte sono identificabili secondo due gruppi [3] [4]:



Malte a prestazione garantita

Tali malte devono essere dotate di attestato di conformità alla norma armonizzata UNI EN 998-2 e recare Marcatura CE (come previsto dalla Direttiva 98/106/CEE "Prodotti da costruzione" «CPD», recepita a livello nazionale dal D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, modificato dal D.P.R. 10 dicembre 1997, n. 499) secondo il Sistema di attestazione della conformità "2+" per un uso previsto del tipo "Strutturale" [5] [6].

Alternativamente, ma solo nel periodo di coesistenza, è possibile fare riferimento ad una specifica norma europea armonizzata pubblicata sulla GUUE [5] [6].

La malta deve essere in grado di garantire oltre che adeguate prestazioni meccaniche, congrue all'impiego, anche idonea durabilità: quest'ultimo aspetto è assicurato dall'assenza, nei componenti la miscela, di sostanze organiche, terrose, argillose o grassi [5] [6]. Le calci aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme [5] [6] (R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 e n. 2230; L. 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 31 agosto 1972 e s.m.i.).

La norma classifica le malte tramite la classe, identificata dalla lettera "M" seguita dalla resistenza  $f_m$  espressa in  $N/mm^2$  [5] [6]. Nel presente manuale la resistenza  $f_m$  è indicata in  $daN/cm^2$ . L'impiego di muratura portante è ammesso solo con malte aventi resistenza  $f_m \geq 25 daN/cm^2$  [5] [6].

Classificazione delle malte a prestazione garantita	
Classe della malta	Resistenza media a compressione $f_m$ (daN/cm <sup>2</sup> )
M 2.5	25
M 5	50
M 10	100
M 15	150
M 20	200
M d	> 250 (secondo dichiarazione del produttore)

---

## STATI LIMITE: VERIFICHE



**PRONTO  
GRAFILL**

**CLICCA per maggiori informazioni  
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

La verifica (non sismica) delle strutture murarie agli stati limite ultimi è condotta sulla base di due ipotesi fondamentali e precisamente [1] [2]:

- conservazione delle sezioni piane;
- resistenza a trazione per flessione della muratura del tutto trascurabile.

La valutazione degli effetti locali può essere condotta mediante l'impiego di modelli di calcolo relativi a parti isolate della struttura [3] [4]. In tal senso, la modellazione a cerniera (modello semplificato) è ammessa esplicitamente dalla norma per la valutazione dei carichi trasmessi dai solai alle pareti e per la valutazione degli effetti delle azioni fuori dal piano [3] [4]: tale modello è quello di riferimento per le verifiche del presente capitolo.

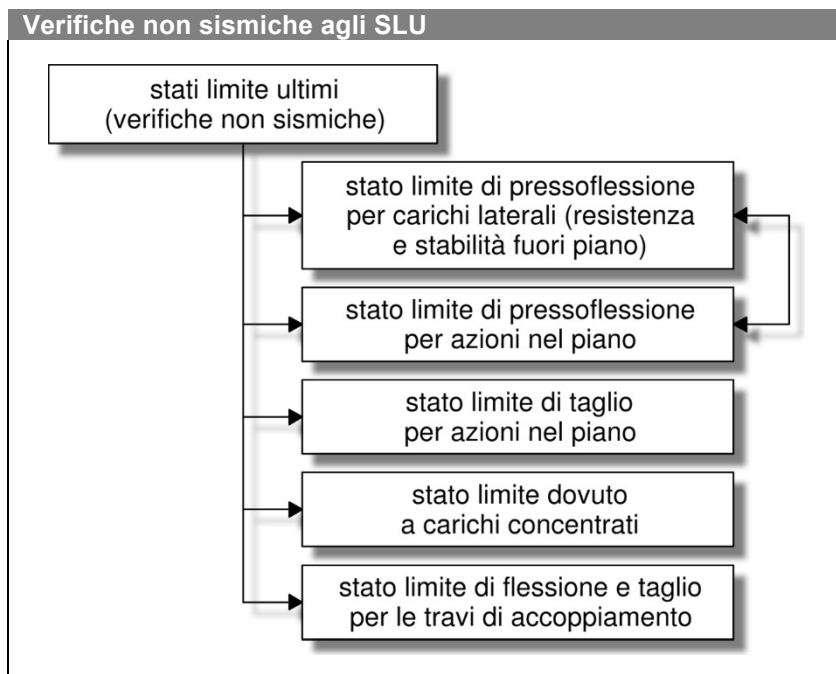
Le procedure di calcolo sono, fra di loro, simili dal punto di vista numerico anche se, teoricamente, differenti. È necessaria una distinzione in funzione del tipo di verifica.

Le verifiche agli SLU devono riguardare [5] [6]:

## Criteria per le verifiche non sismiche agli SLU

Concetti introduttivi

Procedure di calcolo



Le attuali norme esplicitano che le verifiche devono fare riferimento a normative di comprovata validità e nel caso della verifica a presso-

flessione fuori piano (pressoflessione per carichi laterali) fornisce un riferimento esplicito (articolazione completa a cerniera) [5] [6].

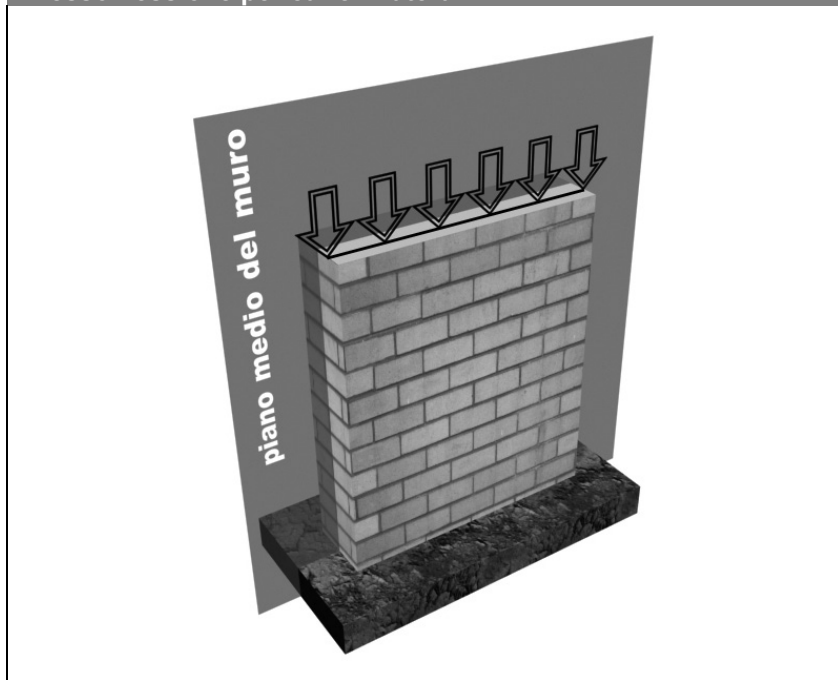
Come si può constatare nello schema precedente, la verifica a pressoflessione per carichi laterali e quella a pressoflessione per azioni nel piano è relazionata da una doppia freccia: le tensioni di compressione possono essere disuniformi nella direzione dello sviluppo longitudinale a causa della eccentricità (longitudinale) di applicazione del carico per cui nelle verifiche è necessario tenerne conto [7].

Pressoflessione per carichi laterali

I carichi verticali fuori dal piano del muro comportano sollecitazioni di pressoflessione sui setti murari. La situazione può essere, schematicamente, indicata come rappresentato nell'immagine seguente.

In dettaglio (nell'immagine seguente e nelle successive è descritto un muro poggiato sul terreno: tale situazione non è né riduttiva né descrittiva della casistica possibile ma serve solo ad indicare chiaramente come l'applicazione del carico risultante venga fatta rispetto al piano medio del muro; inoltre le sollecitazioni indicate sono quelle a cui si riferisce il paragrafo senza che ciò ne escluda la presenza di altre):

### Pressoflessione per carichi laterali



Il metodo di verifica è basato sull'articolazione completa a cerniera [5] [6]: è bene ribadire e sottolineare che tale verifica è da riguardarsi relativa a un comportamento locale disaccoppiato dal comportamento

---

**STATI LIMITE:  
VERIFICHE MURATURE  
ARMATE (CENNI)**



---

Secondo norma *“La muratura armata è costituita da elementi resistenti artificiali pieni e semipieni idonei alla realizzazione di pareti murarie incorporanti apposite armature metalliche verticali e orizzontali, annegate nella malta o nel conglomerato cementizio”* [1] [2]. La norma esplicita ulteriormente il concetto specificando che *“Ciascuna parete muraria realizzata in muratura armata costituisce nel suo complesso una struttura forata in corrispondenza delle aperture”* [3]. È necessario, inoltre, che [3]:

- tutte le pareti murarie siano efficacemente connesse da solai tali da costituire diaframmi rigidi;
- l'insieme strutturale risultante sia in grado di reagire alle azioni esterne orizzontali con un comportamento di tipo globale, al quale contribuisce soltanto la resistenza delle pareti nel loro piano.

Gli architravi sovrastanti le aperture possono essere realizzati in muratura armata [4].

Parapetti ed elementi di collegamento tra pareti diverse dovranno essere ben collegati alle pareti adiacenti, garantendo la continuità dell'armatura orizzontale e, ove possibile, di quella verticale [4].

Agli incroci delle pareti perimetrali è possibile derogare dal requisito di avere su entrambe le pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m [4].

Gli elementi da impiegare nel realizzare la muratura armata devono essere idonei sia in termini di tipo di elementi sia in termini di geometria. Gli elementi devono essere [1] [2]:

- artificiali pieni e/o semipieni;
- di geometria tale da realizzare idonee cavità o recessi per le armature.

Per quanto riguarda la resistenza a taglio della muratura, la norma indica due differenti contesti in cui operare, ossia considerando o trascurando l'armatura incorporata [1] [2]. In realtà, le NTC rimandano a normative di comprovata validità e precisamente [1] [2]:

- l'armatura incorporata è messa in conto nella determinazione di  $f_{vd}$  se ne viene inserita la quantità minima esplicitamente prevista per l'elemento utilizzato per la muratura armata;
- l'armatura incorporata è trascurata nella determinazione di  $f_{vd}$  se ne non è indicata la quantità minima per l'elemento utilizzato per la muratura armata.

L'acciaio da impiegare per la realizzazione di murature armate può essere [1] [2]:

- al carbonio;

## Criteri generali

Nozione ed elementi costruttivi

Murature

Acciaio  
Caratteristiche generali

- inossidabile;
  - con rivestimento speciale.
- e deve essere [1] [2] [4]:
- conforme alle disposizioni delle NTC di cui al cap. 11.3 [1] [2];
  - esclusivamente ad aderenza migliorata [5];
  - del diametro minimo di 5 mm [1] [2] [4];
  - adeguatamente protetto nei confronti della corrosione [1] [2] [4].

Come introdotto nella definizione, l'armatura metallica può essere disposta verticalmente e/o orizzontalmente [1] [2].

Nel caso delle armature orizzontali è ammesso l'impiego di [1] [2]:

- armature a traliccio elettrosaldato;
- armature conformate in modo da garantire aderenza ed ancoraggio e conformi a normative di comprovata validità.

In ogni caso, per le verifiche dell'acciaio la norma prescrive un coefficiente di sicurezza  $\gamma_M = 1.15$  [1] [2].

Ancoraggio/sovrapposizione

L'ancoraggio delle barre di armatura deve essere in grado di trasferire gli sforzi al riempimento/ricoprimento e deve evitare [1] [2]:

- la fessurazione longitudinale della muratura;
- lo sfaldamento della muratura;

L'ancoraggio dell'armatura longitudinale è ottenuto mediante [1] [2] [4]:

- barre rettilinee, la cui lunghezza è determinata in analogia con le strutture di calcestruzzo;
- ganci;
- piegature o forcelle;
- dispositivi di comprovata efficacia.

L'ancoraggio dell'armatura a taglio, staffe incluse, è ottenuto mediante ganci o piegature con le barre d'armatura longitudinali [1] [2].

Per ciò che concerne le sovrapposizioni, è necessario che sia [1] [2] [4]:

- garantita la continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione in modo che lo snervamento dell'armatura avvenga prima della crisi di resistenza della giunzione;
- di almeno 60 diametri, salvo differenti indicazioni derivanti da dati sperimentali.

Vincoli normativi

L'armatura utilizzata nelle murature deve rispondere a specifici vincoli geometrici: tali vincoli sono legati all'utilizzo dell'armatura



---

## SISTEMI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI DELLE STRUTTURE DI MURATURA



Gli elementi murari, come definito nel relativo capitolo, possono avere differente spessore: la norma regolamenta, in funzione dell'elemento costituente la struttura muraria, lo spessore minimo.

In particolare, in funzione degli elementi che costituiscono la muratura ed indipendentemente dal tipo di malta, si può fare riferimento al seguente prospetto (informazioni aggiuntive e non sostitutive di quelle generali di progettazione non sismica) [1] [2]:

**Caratteristiche delle murature**  
Prescrizioni generali

Spessore minimo dei muri	
Tipo di elementi costituenti la muratura	Spessore minimo (cm)
muratura in elementi resistenti artificiali pieni	15.00
muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	20.00
muratura in elementi resistenti artificiali forati	24.00
muratura in pietra squadrata	24.00
muratura di pietra non squadrata	50.00
muratura listata	40.00

La norma permette l'utilizzo e la realizzazione, relativamente alla prima elevazione, di pareti in calcestruzzo armato: in tale situazione è necessario realizzare muratura ed opere di fondazione in modo tale da centrare i carichi trasmessi sulla fondazione stessa [1] [2].

In aggiunta a ciò, in caso di azione sismica, per evitare effetti di instabilità locale, è necessario che la geometria delle pareti resistenti all'azione sismica stessa, al netto dell'intonaco, rispetti precisi limiti e requisiti in termini di spessore minimo e snellezza [3] [4].

Prescrizioni sismiche

Inoltre è necessario limitare i rapporti tra l'altezza di libera inflessione della parete ed il suo spessore e tra l'altezza massima delle aperture adiacenti alla parete e la lunghezza della parete medesima [3] [4]. Quindi:

Spessore minimo dei muri			
Tipo di muratura	$t_{\min}$ (cm)	$\lambda_{\max}$	$(l/h')_{\min}$
muratura in elementi resistenti artificiali pieni	30.00	10.00	0.50
muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	24.00	12.00	0.40
muratura in elementi resistenti artificiali forati	24.00	15.00	qualsiasi
muratura in pietra squadrata	24.00	12.00	0.30
muratura di pietra non squadrata	20.00	20.00	0.30
muratura listata	15.00	20.00	0.30

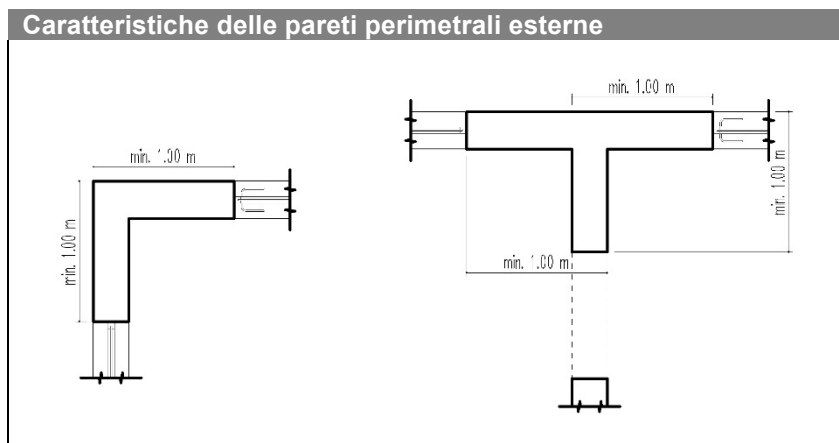
Il nuovo testo tecnico aggiunge le caratteristiche della muratura confinata:  $t_{\min}$  (cm) = 24.00,  $\lambda_{\max} = 15$  e  $(l/h')_{\min} = 0.30$  [4].

Pareti perimetrali portanti

Oltre a quelle che sono le caratteristiche generali degli edifici e strutture in zona sismica, sono necessarie ulteriori precisazioni di dettaglio.

Relativamente alle pareti perimetrali portanti (NB: sul perimetro della struttura e non al suo interno – prescrizione in zona sismica), negli incroci è necessario realizzare pareti, sui lati, di lunghezza adeguata ad evitare zone di vulnerabilità locale: le pareti devono presentare una parte muraria di lunghezza, incluso lo spessore del muro trasversale, non inferiore ad 1.00 m [5] [6].

Si può considerare l'immagine di seguito indicata (sono presenti due esempi, non esaustivi della casistica, di pareti perimetrali con porte e/o finestre):



Le strutture orizzontali e le coperture non devono essere spingenti. Eventuali spinte orizzontali, valutate tenendo in conto l'azione sismica, devono essere assorbite per mezzo di idonei elementi strutturali [3] [4].

I solai, ordinariamente, devono assolvere funzione di ripartizione delle azioni orizzontali tra le pareti aventi funzione strutturali; i solai devono [3] [4]:

- essere ben collegati ai muri e garantire un adeguato funzionamento a diaframma;
- la distanza massima tra due solai successivi non deve essere superiore a 5.00 m.

**Strutture miste muratura e cls armato**

Le costruzioni, ordinariamente, vengono realizzate con elementi misti, ossia elementi perimetrali in muratura e, intermedi, elementi

---

**SOLAI**



**PRONTO  
GRAFILL**

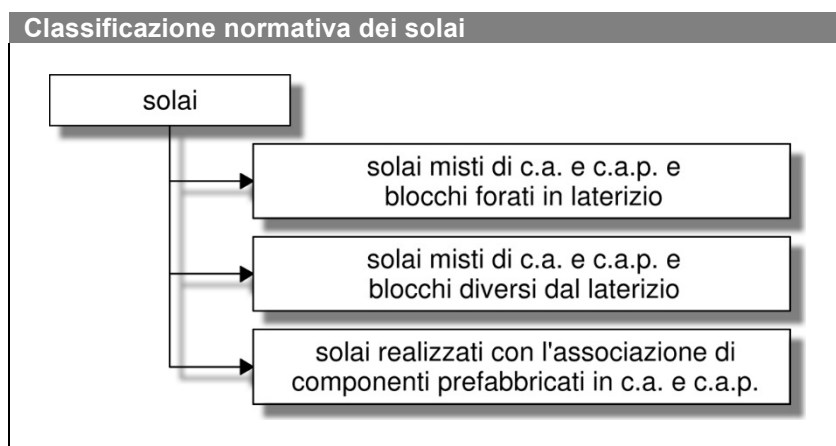
**CLICCA per maggiori informazioni  
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

Secondo norma, si intendono come solai le strutture bidimensionali piane caricate ortogonalmente al proprio piano, con prevalente comportamento resistente monodirezionale [1] [2].

I solai devono essere adeguatamente rigidi nel loro piano al fine di distribuire le azioni orizzontali alle strutture resistenti verticali [3].

Un solaio è, in buona sostanza, un elemento strutturale orizzontale/inclinato formato da c.a. e/o di c.a.p. con elementi o meno in laterizio o di altro materiale aventi, in relazione al tipo di solaio, funzione collaborante.

Si possono identificare, sostanzialmente, le seguenti tipologie di solaio:



In generale, è necessario che la normativa sugli elementi inflessi sia pienamente rispettata ed inoltre è necessario disporre, se necessario, armatura aggiuntiva in campata e agli appoggi.

Come si chiarirà nel seguito, in particolare, agli appoggi è necessario disporre un'armatura inferiore (incorporata o aggiuntiva), perfettamente ancorata, in grado di assorbire l'intero sforzo di taglio.

Il solaio deve [3]:

- essere realizzato con materiali, sezioni resistenti e rapporti dimensionali e di armatura adeguati a garantire la resistenza ai carichi verticali e la rigidità nel piano;
- presentare deformazioni compatibili con gli elementi strutturali e/o impiantistici con i quali risulta collegato e/o interagente;
- essere strutturato in modo da evitare effetti secondari (si ribadisce il concetto di rigidità da conseguire attraverso la scelta opportuna dei materiali, idonei quantitativi di acciaio, larghezza delle nervature, idoneo interasse e adeguate solette di completamento).

In dettaglio, quindi, per ognuna delle tipologie di solaio classificate si può esplicitare quanto segue (si noti che si tratta, secondo le indicazioni fornite dalla normativa, di *“norme ulteriori per i solai”*) [1] [2].

Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati di laterizio

In tali strutture, i blocchi forati in laterizio hanno sia funzione di alleggerimento che di aumento della rigidità flessionale del solaio [4]. Per tali solai è necessaria una sotto-classificazione; in particolare si distinguono i solai con [4] [5] [6]:

- blocchi forati in laterizio aventi funzione principale di alleggerimento, ossia blocchi non collaboranti; in tal caso la resistenza allo SLU è affidata alle armature ordinarie e/o di precompressione e al calcestruzzo e, nel caso di perfetta aderenza fra i blocchi di laterizio e i getti di cls, anche alle pareti dei blocchi a contatto con il calcestruzzo medesimo (in questo caso si migliora la rigidità e la resistenza al taglio, rispettivamente, con contributo delle pareti laterali e superiore del laterizio);
- blocchi forati in laterizio aventi funzione statica in collaborazione con il calcestruzzo (i blocchi di laterizio partecipano alla resistenza in modo solidale con gli altri materiali e devono essere messi in conto nelle verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio).

Caratteristiche dei blocchi di laterizio

I blocchi di laterizio, che abbiano funzione di alleggerimento o collaboranti, devono presentare le seguenti caratteristiche generali [7]:

- la geometria dei blocchi deve essere tale da garantire la formazione delle nervature (da gettare in opera) secondo i limiti stabiliti, ossia non devono essere presenti elementi, risvolti, protuberanze, etc. che impediscano il regolare flusso di calcestruzzo durante il getto;
- nel caso sia richiesta collaborazione meccanica per gli sforzi di taglio, si devono utilizzare elementi monoblocco sfalsati per le file adiacenti, costituenti una nervatura di calcestruzzo.

I blocchi di laterizio, con o senza funzione di alleggerimento/collaboranti, devono presentare le seguenti caratteristiche geometriche [7]:

- forma semplice;
- integri e privi di fessure;
- dimensione massima del blocco di laterizio non maggiore di 52 cm [8];
- setti rettilinei ed allineati, per lo più continui, con un rapporto spessore/lunghezza il più uniforme possibile;
- le pareti perimetrali del blocco, sia orizzontali che verticali, devono presentare uno spessore minimo di 8.00 mm;
- le pareti interne del blocco, sia orizzontali che verticali, devono presentare uno spessore minimo di 7.00 mm;

---

## VALUTAZIONE DELL'ESISTENTE (CENNI)



---

La valutazione dell'esistente è condotta, come ovvio, in occasione di qualche tipo di intervento sulla struttura.

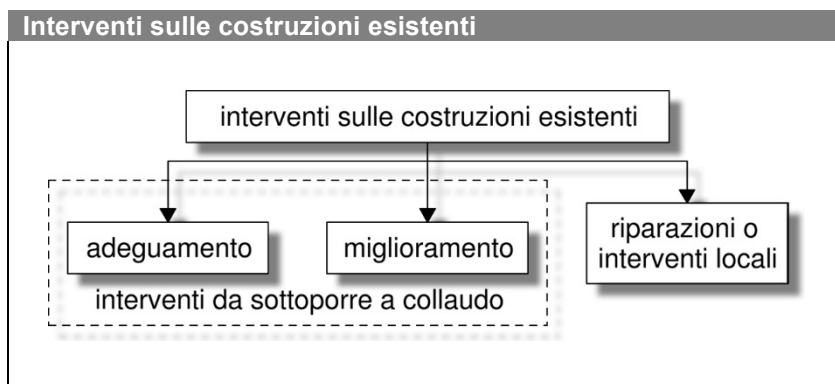
Innanzitutto è necessario definire l'oggetto del discorso, ossia è necessario definire la "costruzione esistente".

## Valutazione dell'esistente

Secondo norma, "È definita costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto di intervento, la struttura completamente realizzata" [1] [2].

Definizione di costruzione esistente

Gli interventi eseguibili su una costruzione esistente sono chiaramente classificati dalla norma e, precisamente, si può considerare il seguente prospetto [3] [4].



La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti, da eseguirsi ogni qual volta si procede ad uno degli interventi indicati e valutando i livelli di sicurezza ante-operam e post-operam [5] [6], prende luogo analizzando [7] [8]:

- la coerenza della costruzione allo stato dell'arte al tempo della sua realizzazione;
- la presenza di insiti difetti di impostazione e di realizzazione non palesi;
- la presenza di effetti, non completamente manifesti, a seguito di azioni anche eccezionali;
- il degrado e/o le modificazioni significative rispetto alla situazione originaria delle strutture.

La definizione del modello strutturale associato ad una costruzione esistente deve essere fatta, oltre che in funzione del livello di approfondimento delle indagini conoscitive, valutando se [7] [8]:

- la geometria e i dettagli costruttivi sono definiti e se la loro conoscenza dipende solo dalla documentazione disponibile;



- la conoscenza delle proprietà meccaniche dei materiali non risente delle incertezze legate alla produzione e posa in opera ma solo della omogeneità dei materiali stessi all'interno della costruzione;
- i carichi permanenti sono definiti.

Valutazione della sicurezza per le costruzioni esistenti

Le verifiche strutturali e la valutazione della sicurezza devono essere eseguite agli stati limite ultimi [5] [6]. Le verifiche strutturali e la valutazione della sicurezza agli stati limite di esercizio o servizio possono essere eseguite al fine di verificare i livelli di prestazione richiesti, questi ultimi valutati dal progettista di concerto con il Committente [5] [6].

Rispetto agli stati limite sismici, le Verifiche agli stati limite ultimi possono essere eseguite rispetto allo stato limite di salvaguardia della vita umana (SLV) o, in alternativa, allo stato limite di collasso (SLC) [5] [6]. La valutazione della sicurezza, relativamente all'intera struttura e/o a porzioni limitate di essa ed a tutte le parti interagenti, è d'obbligo nel caso in cui [5] [6]:

- riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta a (elenco non esaustivo):
  - azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura);
  - significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali;
  - azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni);
  - situazioni di funzionamento ed uso anomalo;
  - deformazioni significative imposte da cedimenti del terreno di fondazione;
- gravi errori di progetto o di costruzione (dimostrati e/o provati);
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o della classe d'uso della costruzione;
- interventi non strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità o ne modifichino la rigidità.

La valutazione della sicurezza deve perseguire tre obiettivi fondamentali (Cfr. schema pagina seguente) [5] [6].

Gli interventi di adeguamento sono atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle norme (vigenti) [3] [4].

In verità, l'intervento di adeguamento è una conseguenza, qualora necessaria, a seguito di valutazione della sicurezza [9] [10].

È obbligatorio valutare la sicurezza e, se del caso, procedere ad un intervento di adeguamento quando si [9] [10]:

- sopraeleva una costruzione esistente;
- amplia una costruzione esistente mediante opere strutturalmente connesse alla costruzione esistente medesima;
- apportano variazioni di classe e/o di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%

---

## TABELLE



Di seguito si riportano le quote sul livello del mare delle province italiane, ordinate secondo regione di appartenenza:

**Quote sul livello del mare**

Quote a <sub>s</sub> sul livello del mare delle principali località italiane		
Regione	Località	Quota s.l.m. a <sub>s</sub> (m)
Abruzzo	Chieti	330
	L'Aquila	714
	Pescara	4
	Teramo	432
Basilicata	Matera	401
	Potenza	819
Calabria	Catanzaro	320
	Cosenza	238
	Crotone	8
	Reggio Calabria	31
Campania	Vibo Valentia	476
	Avellino	348
	Benevento	135
	Caserta	68
	Napoli	17
	Salerno	4
Emilia Romagna	Bologna	54
	Cesena	44
	Ferrara	9
	Forlì	34
	Modena	34
	Parma	57
	Piacenza	61
	Ravenna	4
	Reggio Emilia	58
	Rimini	5
Friuli Venezia Giulia	Gorizia	84
	Pordenone	24
	Trieste	2
	Udine	113
Lazio	Frosinone	291
	Latina	21
	Rieti	405
	Roma	20
	Viterbo	326
Liguria	Genova	19
	Imperia	10
	La Spezia	3
	Savona	4

*continua*

Lombardia	Bergamo	249
	Brescia	149
	Como	201
	Cremona	45
	Lecco	214
	Lodi	87
	Mantova	19
	Milano	122
	Monza	162
	Pavia	77
	Sondrio	307
	Varese	382
	Marche	Ancona
Ascoli Piceno		154
Fermo		319
Macerata		315
Pesaro		11
Urbino		485
Molise	Campobasso	701
	Isernia	423
Piemonte	Alessandria	95
	Asti	123
	Biella	420
	Cuneo	534
	Novara	162
	Torino	239
	Verbania	197
	Vercelli	130
Puglia	Andria	151
	Bari	5
	Barletta	15
	Brindisi	13
	Foggia	76
	Lecce	49
	Taranto	15
	Trani	7
Sardegna	Cagliari	6
	Carbonia	111
	Iglesias	200
	Lanusei	595
	Nuoro	549
	Olbia	15
	Oristano	9
	Sanluri	135
Sassari	225	

*continua*

---

## ESEMPI APPLICATIVI



**PRONTO  
GRAFILL**

**CLICCA per maggiori informazioni  
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

---

Gli esempi che seguono rappresentano una casistica non esaustiva della progettazione di strutture di muratura ordinaria: la normativa di riferimento è costituita dalle vigenti norme tecniche.

Il primo esempio riguarda la determinazione delle combinazioni di carico.

Il secondo esempio mette in evidenza la differenza fra una distribuzione convenzionale ed una convenzionale con contributo elastico delle azioni verticali.

Il terzo esempio è svolto ipotizzando porzioni geometriche intere di muratura e non fra i fili di intersezione delle stesse. Dapprima si considerano alcune soluzioni progettuali e si apportano successive correzioni secondo necessità: in pratica, si tratta delle reali operazioni che il progettista svolge modificando, in funzione delle risultanze del calcolo e dei vincoli normativi, le soluzioni progettuali utilizzate man mano che procede con la progettazione.

Nel quarto ed ultimo esempio, la fase di adattamento del primo (esempio) è saltata e si procede direttamente, dopo analisi dei carichi, alla verifica. Si noti che il periodo di ritorno dell'azione sismica è scelto a tavolino (ai soli fini del calcolo): nella realtà deve essere determinato in relazione allo stato limite che si considera.

Gli esempi dimostrano come le verifiche sismiche siano spesso molto restrittive e come la mancata verifica costringe a soluzioni tecniche che vanno oltre la muratura semplice. Il quarto esempio è limitato alla sola analisi sismica.

Si sottolinea, infine, che nelle rappresentazioni dei carichi, gli stessi si assumono positivi se concordi all'azione gravitazionale, negativi se agenti in verso contrario. Ogni verifica non sismica è condotta considerando  $\mu = 2.00$ .

Si consideri una copertura e si determinino le combinazioni di carico agli SLU (STR/A1) ed agli SLE ed i relativi carichi di progetto massimi per le verifiche. Sia

- $G_1 = 375 \text{ daN/m}^2$ ;
- $G_2 = 250 \text{ daN/m}^2$  (permanenti non strutturali);
- $G_{\text{neve}} = 48 \text{ daN/m}^2$ ;
- $G_{\text{uso}} = 50 \text{ daN/m}^2$ ;
- $G_{\text{vento}} = - 25 \text{ daN/m}^2$  (depressione)

e la struttura di riferimento una copertura.

### **RISOLUZIONE:**

Nel calcolare le combinazioni di carico è necessario fissare i coefficienti di combinazione ed i coefficienti parziali di sicurezza.

Si considera dapprima la combinazione fondamentale allo SLU. Secondo norma

**Considerazioni introdot-  
tive**

**Determinazione delle  
combinazioni  
di carico**

Coefficients di combinazione			
Tipo di carico	$\gamma$	valore	
		Favor.	Sfavor.
Permanenti	$\gamma_{G1}$	1.00	1.30
Permanenti non strutturali	$\gamma_{G2}$	0.00	1.50
Variabili	$\gamma_{Qi}$	0.00	1.50

e

Coefficients parziali di sicurezza			
Azione	$\psi_{0i}$	$\psi_{1i}$	$\psi_{2i}$
Destinazione d'uso	0.00	0.00	0.00
Neve	0.50	0.20	0.00
Vento	0.60	0.20	0.00

La combinazione è:

$$F_d = \sum_{i=1}^2 \gamma_{G_i} G_i + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i=2}^{n_Q} \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{ki}$$

La determinazione delle combinazioni è fatta considerando di volta in volta i carichi permanenti in condizione favorevole/sfavorevole e facendo mutare, in termini di combinazioni, i carichi variabili.

Quindi, considerando i carichi permanenti in condizione sfavorevole/favorevole si considerano combinazioni con un carico variabile quale azione dominante mutando gli altri.

Riassumendo, per ogni carico permanente  $G_1$  in condizione sfavorevole/sfavorevole è necessario considerare i carichi permanenti non strutturali  $G_2$  in condizione sfavorevole/favorevole: per ognuna delle combinazioni è necessario analizzare ognuna delle azioni variabili quale dominante e combinarla con le altre.

Quanto descritto può essere riassunto nel seguente prospetto: si noti che i valori indicati sono quelli dei coefficienti di combinazione  $\gamma$  ed il caso analizzato è quello di carichi permanenti sfavorevoli.

Combinazioni				
Carico permanente strutturale	Carico permanente non strutturale	Carichi variabili		
		neve	vento	dest. uso
Sfavor. 1.30	Sfavor. 1.50	Azione dom. sfavor. 1.50	Favor. 0.00	Favor. 0.00
			Sfavor. 1.50	Favor. 0.00
			Favor. 0.00	Sfavor. 1.50
			Sfavor. 1.50	Sfavor. 1.50

*continua*

---

## GUIDA ALL'INSTALLAZIONE E ALL'UTILIZZO DEL SOFTWARE



**CLICCA per maggiori informazioni  
... e per te uno SCONTO SPECIALE**



---

## 1. Note sul software incluso (VERMUR)

**VERMUR** esegue la verifica di strutture murarie sulla base della modellazione alla shear-Type a partire dalle sollecitazioni agenti sui singoli elementi (definite in altra sede); i carichi sono distinti per tipologia e in relazione al fatto che siano di tipo sismico o statico.

Il software **VERMUR** consente l'analisi di dettaglio della geometria della struttura, con restituzione assonometrica semplificata della stessa, ed un'analisi di dettaglio delle caratteristiche meccaniche dei materiali.

## 2. Requisiti hardware e software

- Processore da 2.00 GHz;
- MS Windows Vista/7/8/10 (è necessario disporre dei privilegi di amministratore);
- MS .Net Framework 4 e vs. successive;
- 250 MB liberi sull'HDD;
- 2 GB di RAM;
- Software ottimizzato per risoluzione grafica 1152×864 pixel;
- Accesso ad internet e browser web.

## 3. Download del software e richiesta della password di attivazione

- 1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

[http://www.grafill.it/pass/957\\_4.php](http://www.grafill.it/pass/957_4.php)

- 2) Inserire i codici "A" e "B" (vedi ultima pagina del volume) e cliccare **[Continua]**.
- 3) **Per utenti registrati** su [www.grafill.it](http://www.grafill.it): inserire i dati di accesso e cliccare **[Accedi]**, accettare la licenza d'uso e cliccare **[Continua]**.
- 4) **Per utenti non registrati** su [www.grafill.it](http://www.grafill.it): cliccare su **[Iscriviti]**, compilare il form di registrazione e cliccare **[Iscriviti]**, accettare la licenza d'uso e cliccare **[Continua]**.
- 5) Un **link per il download del software** e la **password di attivazione** saranno inviati, in tempo reale, all'indirizzo di posta elettronica inserito nel form di registrazione.

## 4. Installazione del software

- 1) Scaricare il setup del software cliccando sul link ricevuto per e-mail.
- 2) Avviare l'installazione facendo doppio-click sul file di setup **88-8207-958-1.exe** e, nella successiva finestra di dialogo, cliccare sul pulsante **[Avanti]**.
- 3) Terminata la procedura di installazione cliccare sul pulsante **[Fine]**.

Il software **VERMUR** si installerà nel seguente percorso di MS Windows:

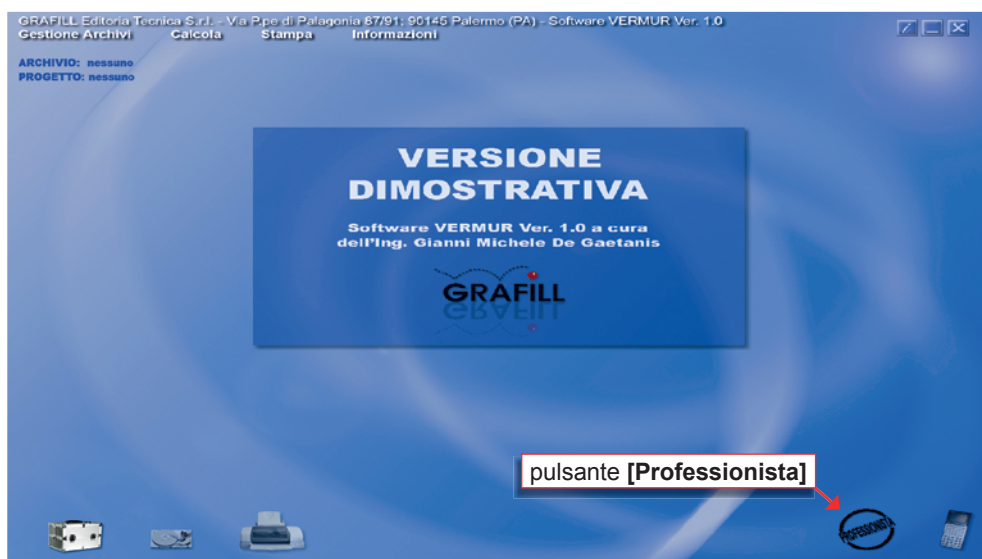
**[Start]** > **[Tutti i programmi]** > **[Grafill]** > **[VERMUR]** (icona di avvio)

e l'icona di avvio di **VERMUR** comparirà automaticamente sul desktop del PC.

## 5. Avvio e attivazione del software

Svolta la procedura di installazione del software descritta al precedente paragrafo 4, avviare **VERMUR** dal seguente percorso di MS Windows.

[Start] › [Tutti i programmi] › [Grafill] › [VERMUR] (icona di avvio)



Finestra principale di **VERMUR**

**VERMUR** si avvierà in versione dimostrativa. Per attivare la **versione full** cliccare sul pulsante **[Professionista]** e si aprirà la seguente finestra di attivazione.

Compilare la finestra con i dati richiesti, inserire i dati di attivazione rilasciati con le modalità descritte al precedente paragrafo 3 e cliccare sul pulsante **[Hard Disk]**.

Dopo l'attivazione del software il pulsante **[Professionista]** risulterà disattivato.

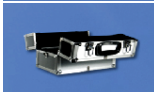
## 6. Interfaccia del software

Con riferimento alla finestra principale di **VERMUR** (v. immagine precedente) esamineremo, a seguire, menu e funzioni del software.

### 6.1. Tasti ad accesso rapido



**[Valigetta chiusa]**: consente di attivare la procedura di apri archivio/ nuovo archivio.



**[Valigetta aperta]**: indica che l'archivio corrente non è stato salvato.



**[Hard Disk]**: salva un archivio con il nome corrente o se si tratta di un nuovo archivio richiede il percorso ed il nome dello stesso (archivio).



**[Stampante]**: permette la stampa (senza elementi grafici) dei dati di calcolo e dei risultati.



**[Calcolatrice]**: consente l'avvio del calcolo sequenziale automatico.



Icone di informazioni, servizio (riduzione ad icona) e uscita.

### 6.2. Menu a tendina

I menu a tendina contengono le procedure ed i comandi di gestione file ed archivi. Alcune procedure sono accessibili anche dalle icone ad accesso rapido (v. § 6.1).

I menu a tendina di **VERMUR** sono:

- **[Gestione Archivi]**
- **[Calcola]**
- **[Stampa]**
- **[Informazioni]**

#### 6.2.1. Menu **[Gestione Archivi]**

Nel menu **[Gestione Archivi]** sono presenti le seguenti voci:

- **[Nuovo archivio]**

- [Apri archivio]
- [Salva Archivio]
- [Salva archivio con nome]
- [Esci]
- [Esci senza salvare]

Quando nessun archivio è stato ancora aperto alcune voci del menu e alcuni tasti ad accesso rapido sono inibiti, per cui non possono essere utilizzati i relativi comandi.

Sotto il menu **[Gestione Archivi]** compaiono due etichette con l'archivio corrente "ARCHIVIO:" ed il titolo del progetto "PROGETTO:".

L'etichetta "ARCHIVIO:" indica il percorso del file aperto o solo il percorso con l'indicazione "... (nuovo archivio)".

L'etichetta "PROGETTO:" contiene il titolo del progetto e indica, sostanzialmente, il nome assegnato al progetto.

Per i dettagli dei comandi considerare quanto di seguito riportato.



### [Nuovo archivio]

Inizializza il software e lo predispone per la compilazione di uno nuovo calcolo. I dati sono tutti azzerati e le sezioni di testo sono ripetute con l'etichetta indicativa. Al comando si accede anche attraverso il tasto ad accesso rapido **[Valigetta]**.

Qualora ci fosse un altro archivio già aperto e non salvato (la valigetta è aperta), verrà visualizzato in seguente messaggio:



È possibile annullare la procedura di apertura dell'archivio oppure continuare:

- cliccando sul tasto  si arresta la procedura e si ritorna alla finestra precedente;
- cliccando sul tasto  si procede alla creazione di un nuovo archivio perdendo il lavoro corrente.

In caso di prima esecuzione, quando l'archivio viene creato divengono operative le funzioni di salvataggio dell'archivio e di calcolo.

La creazione di un nuovo archivio è possibile anche dal comando **[Apri Archivio]**.






### [Apri archivio]

Attraverso la finestra di seguito rappresentata apre un progetto già archiviato. La finestra si compone di due riquadri e cinque tasti oltre al menu per la selezione del drive.



Dal riquadro a sinistra si seleziona la directory dell'archivio e in basso si seleziona il drive d'interesse; dal riquadro a destra si seleziona l'archivio da leggere.

I pulsanti presenti in basso a destra consentono:

-  di selezionare il disco C:\;
-  di selezionare il desktop;
-  di annullare l'operazione di apertura archivio;
-  di creare un nuovo archivio;
-  di aprire l'archivio selezionato.

### [Salva Archivio]

Salva l'archivio corrente secondo il percorso selezionato o attivo.

Il file è quello indicato dall'etichetta "ARCHIVIO.". Lo stesso risultato si ottiene con il tasto ad accesso rapido **[Hard Disk]**.

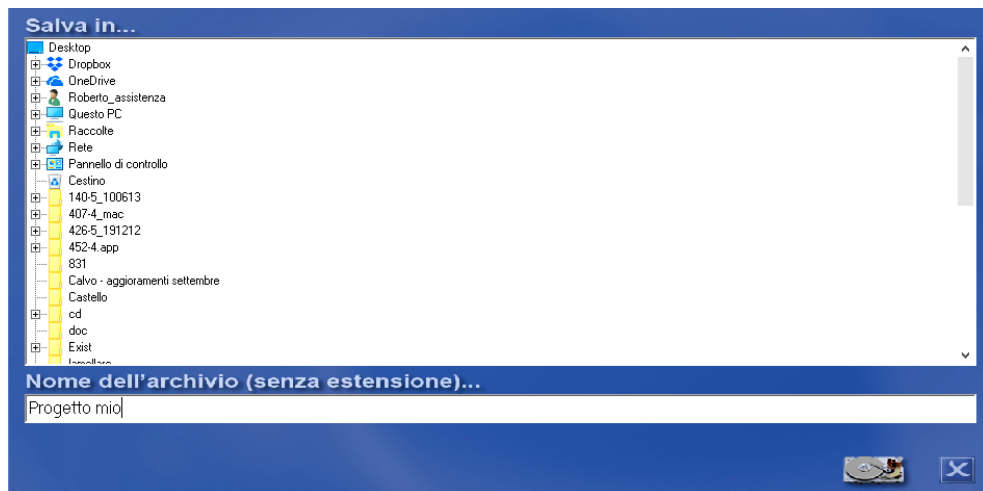
Se l'archivio corrente da salvare è stato creato con la procedura **[Nuovo Archivio]**, allora, sia utilizzando la voce **[Salva archivio]** del menu a tendina **[Gestione Archivi]** sia utilizzando il tasto di accesso rapido **[Hard Disk]**, la procedura di archiviazione viene eseguita attraverso la procedura **[Salva archivio con nome]** illustrata di seguito.



Una volta salvato il file la valigetta si richiude.

### [Salva Archivio con nome]

Comando simile a **[Salva Archivio]**. Tale comando, tranne in caso di archivio nuovo, è accessibile solo dal menu **[Gestione Archivi]**.



La finestra contiene un riquadro per selezionare il percorso ed un riquadro per inserire il nome dell'archivio senza estensione.




Per salvare l'archivio si procede cliccando sul tasto  oppure per annullare l'operazione si clicca sul tasto . Salvato il file la valigetta si chiude.

Se l'archivio esiste viene visualizzata la finestra:





Cliccando sul tasto  si arresta la procedura e si ritorna alla videata precedente oppure, cliccando sul tasto , si crea un nuovo archivio e si perde il lavoro corrente.

### [Esci]

Consente di uscire dall'applicazione e terminarne l'esecuzione. Lo stesso è possibile con l'icona di servizio/uscita [Esci]  (in alto a sinistra dello schermo).

Se l'archivio corrente non è stato salvato viene visualizzata la finestra:



Cliccando sul tasto  si arresta la procedura e si ritorna alla videata precedente oppure, cliccando sul tasto , si esce perdendo il lavoro corrente.

### [Esci senza salvare]


Termina l'applicazione senza fare alcun controllo sullo stato del file corrente, sia che l'archivio corrente sia stato salvato sia che non lo sia stato. Il comando è accessibile solo dal menu a tendina **[Gestione Archivi]**.

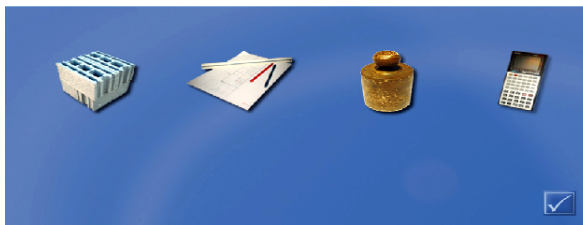
### 6.2.2. Menu **[Calcola]**

Esegue le operazioni di calcolo, operazioni che si possono attivare anche dall'icona ad accesso rapido **[Calcolatrice]**. Cliccando sul menu (o sull'icona ad accesso rapido) si attiverà la seguente finestra:



### [Dati generali progetto e committente]

Compilare i campi inserendo il titolo assegnato al progetto, una descrizione sintetica del progetto ed il committente. Confermare cliccando su  e si aprirà la seguente schermata:



La prima icona (mattoni) apre il menu **[Caratteristiche delle murature]**, la seconda icona (foglio di carta e penne) apre il menu **[Geometria della struttura]**, la terza icona (peso) apre il menu **[Carichi di progetto]** e la quarta (calcolatrice) apre il menu **[Calcolo]**.

Analizziamo di seguito le varie icone, ognuna delle quali apre una videata.

**[Caratteristiche delle murature]** (icona mattoni)

Cliccando sull'icona si apre la seguente finestra:

In essa sono identificabili i seguenti elementi:

- **Numero max murature (max. 20):** indica il massimo numero di murature trattabili per il calcolo;
- **Muratura attiva:** indica la muratura di cui si inseriscono/trattano i dati;
- **Resistenza  $f_k$**  (daN/cm<sup>2</sup>);
- **Resistenza  $f_{vk0}$**  (daN/cm<sup>2</sup>);
- **Limite  $f_{vk,lim}$**  (daN/cm<sup>2</sup>): il dato è utilizzato solo per il tipo di muratura per la quale è previsto dalla legge vigente;
- **Moduli E** (daN/cm<sup>2</sup>);
- **Moduli G** (daN/cm<sup>2</sup>);
- **Categoria/Esecuzione:** premendo il tasto destro del mouse si apre una tendina con le possibili combinazioni (in alternativa si può indicare direttamente scrivendo categoria ed esecuzione con interposta una barra “/”).

La finestra consente l’inserimento diretto dei dati caratteristici della muratura, oltre ad una breve descrizione della stessa o, in alternativa, utilizzando l'icona **[Calcolatrice]**, i parametri in questione sono calcolabili a partire dalla malta e dal tipo di elemento.

Cliccando sull'icona **[Calcolatrice]** si apre la videata seguente:



In essa sono identificabili diversi elementi e precisamente:

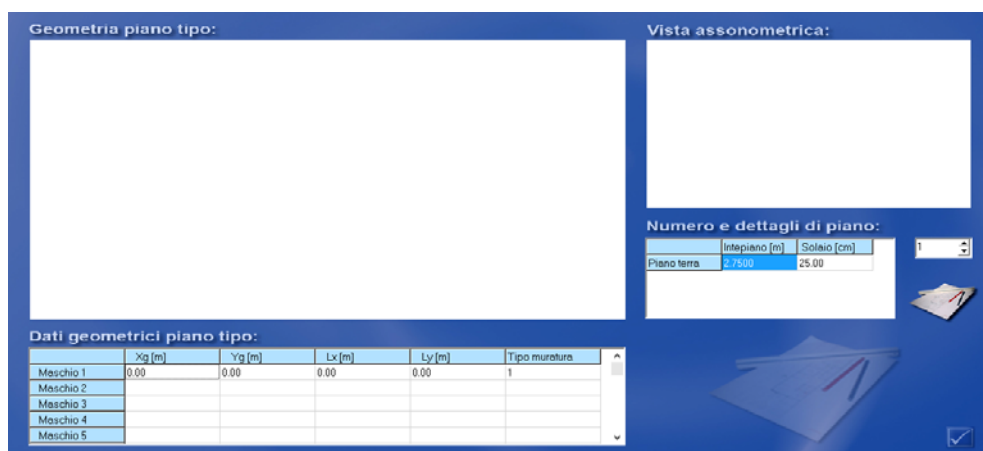
- **Tipo di elemento:** si può scegliere l'elemento tra i tre previsti dalla norma;
- **Tipo di malta;**
- **Resistenza caratteristiche dell'elemento.**

Dopo l'inserimento dei dati è sufficiente cliccare sull'icona **[Calcolatrice]** per ottenere i dati di progetto (riportati in colore giallo a destra della finestra).

Cliccando sul tasto  i dati saranno automaticamente assunti nella finestra relativa alla caratteristiche dei materiali. Per annullare l'operazione è sufficiente cliccare sul tasto .

**[Geometria della struttura]** (icona foglio di carta e penne)

Cliccando sull'icona si apre la seguente finestra:



È possibile inserire fino a 100 elementi murari per un massimo di 10 piani:

- le murature sono continue dal primo all'ultimo piano;
- il numero di piani è definito attraverso il contatore a destra della finestra (posizionato sopra l'icona del **[Foglio]**).

Utilizzando l'icona **[Foglio]** (a destra, posta sotto il contatore dei piani) è possibile visualizzare graficamente i dati introdotti, sia in pianta che attraverso una semplice rappresentazione prospettica.

La tabella **[Dati geometrici piano tipo]** consente l'inserimento delle murature: essendo la geometria della muratura continua dalle fondazioni all'ultimo piano, indipendentemente dal piano in questione, la geometria è sempre la stessa.

Nella tabella **[Numero e dettagli di piano]** i dati da inserire sono relativi allo spessore del solaio e all'altezza netta di interpiano.

Confermare i dati inseriti e chiudere la finestra cliccando sul tasto .

**[Carichi di progetto]** (icona peso)

Cliccando sull'icona si apre la seguente finestra:

**Carichi statici:**

	d1 [cm]	Nd1 [daN]	d21 [cm]	Nd21 [daN]	d22 [cm]	Nd22 [daN]	Md [daNm]

**Piano attivo:**

1

---

**Carichi sismici:**

	d1 [cm]	Nd1 [daN]	d21 [cm]	Nd21 [daN]	d22 [cm]	Nd22 [daN]	Msm [daNm]

Per ogni elemento murario, in corrispondenza di ogni piano, è necessario inserire quelli che sono i carichi di progetto. Il software esegue solo le verifiche, per cui i carichi devono essere già stati calcolati in altra sede.

I carichi sono raggruppati in due tabelle: **[Carichi statici]** e **[Carichi sismici]**.

L'inserimento dei carichi si fa selezionando il piano attivo ed inserendo, per ogni muro, le relative sollecitazioni e i parametri geometrici.

Confermare i dati inseriti e chiudere la finestra cliccando sul tasto .

**[Calcolo]** (icona calcolatrice)

Cliccando sull'icona si apre la seguente finestra:

**Risultati relativi ai carichi statici:**

	es1 [cm]	es2 [cm]	es [cm]	ea [cm]	Mv [daNm]	ev [cm]	e1 [cm]

**Piano attivo:**

1

---

**Risultati relativi ai carichi sismici:**

	es [cm]	e [cm]	Mst [daNm]	Md [daNm]	n [ad.]	m [ad.]	(n.m) int.do

Per ogni elemento murario, in corrispondenza di ogni piano, vengono visualizzati i dettagli del calcolo e l'esito delle relative verifiche.

I carichi sono raggruppati in due tabelle: **[Risultati relativi ai carichi statici]** e **[Risultati relativi ai carichi sismici]**.

La visualizzazione dei risultati si esegue selezionando il piano attivo.

Confermare i dati inseriti e chiudere la finestra cliccando sul tasto .

### 6.2.3. Menu [Stampa]

Il software **VERMUR** esegue solo le verifiche ma non l'analisi dei carichi e delle sollecitazioni di progetto, pertanto, la procedura di stampa si limita alla creazione di un file di testo (con estensione .TXT) da stampare successivamente insieme all'analisi dei carichi.

Cliccando sul menu **[Stampa]** (o sull'icona ad accesso rapido) il file di testo sarà generato nella stessa directory del file di archivio e comparirà la seguente finestra:



Chiudere la finestra con un clic del mouse.

