

CITTA' DI TORINO

Divisione Servizi Tecnici ed Edilizia per i Servizi Culturali-Sociali-Commerciali

SETTORE EDIFICI PER LA CULTURA

P.zza Corpus Domini 17/E



## RESTAURO ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE DI PARTE DEL COMPLESSO MONUMENTALE CAVOURIANO DI SANTENA



### PROGETTO DEFINITIVO

Responsabile Unico di Procedimento e Dirigente del Settore	Arch. Rosalba Stura
Progettisti opere architettoniche e di restauro	Ing. Flavio Aquilano Arch. Manuela Castelli Arch. Angela Fusco Arch. Cristina Volpi
Progettista opere impiantistiche	Ing. Alfonso Famà
Progettista opere della sicurezza	Dott. Gianni Chamberlando
Collaboratori opere architettoniche	Geom. Romano Rago Geom. Manuele Valcelli
Collaboratori opere impiantistiche	P.I. Marco Cocca P.I. Francesco Ferrari P.I. Maurizio Genovese
Progettista opere strutturali	Prof. Ing. Giuseppe Pistone
Progettista opere del verde	Dott. Gianmichele Cirulli
Collaboratori opere del verde	Sig. Maurizio D'Agostino Sig. Francesco Macchia
Supporto al progetto per gli aspetti storici e museografici	Dott.ssa Caterina Thellung

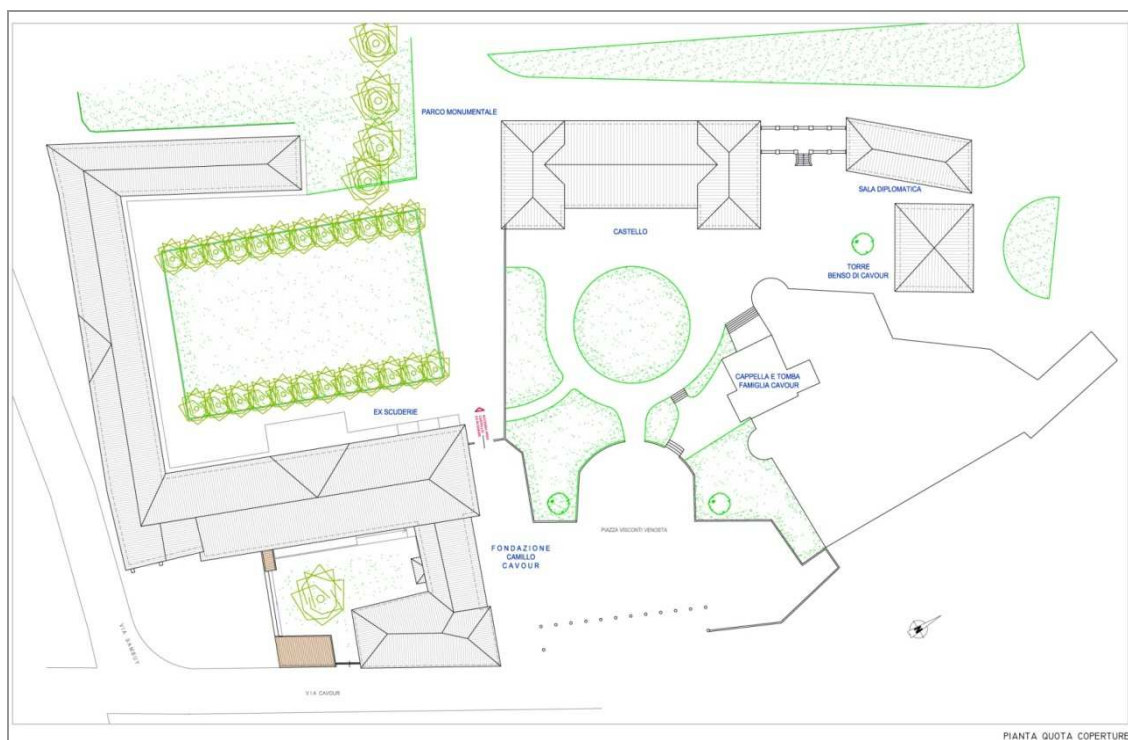
### PROGETTO STRUTTURALE: RELAZIONE DESCRITTIVA

Scala elaborato	Scala plot	Emissione	Revisione	Disegnatore	<b>STRD</b>
—	—	12/05/11	Ottobre 2011		



## PREMESSA

Oggetto della presente è il complesso cavouriano sito nel Comune di Santena; questi è composto dal Castello e dai suoi edifici di pertinenza: la sala Diplomatica, la Torre dei Benso, la Cappella di famiglia, la Tomba del Conte Camillo Cavour, l'edificio delle ex Scuderie, oltre che dal Parco Monumentale e dal gruppo di edifici denominato "Cascina Nuova". La porzione oggetto di intervento è il fabbricato rustico, che anticamente ospitava le scuderie e le serre del castello cavouriano, posto sul fronte nord del complesso.



L'edificio sarà oggetto di una radicale ristrutturazione e di un nuovo adeguamento funzionale. Pur mantenendo le funzioni proprie della Fondazione Camillo Cavour, le tre maniche saranno riorganizzate internamente ed ospiteranno nuove funzioni.

Il progetto definitivo, prevede la realizzazione degli interventi specificati nel seguito, previsti dopo il compimento di approfondite ed accurate analisi, sondaggi, e per quanto possibile, verifiche dello stato di fatto, della stabilità della struttura e dello stato di degrado degli elementi costitutivi dell'edificio, al fine di calibrare le opere da realizzare sulle reali esigenze e problematiche.

L'edificio si presenta nello stato di fatto così realizzato:

- Piccola porzione di fabbricato interrato, situato sul fronte sud-ovest delle scuderie, destinate attualmente a scantinato;
- Piano terra, realizzato per la maggior parte con vespaio aerato su gambette e tavelloni, e per la porzione posta in prossimità degli scantinati con struttura voltata in laterizio;
- Piano primo, realizzata in parte su struttura voltata, in parte su orditura di putrelle e tavelloni, ed in parte su orizzontamenti in cemento armato;

- Piano sottotetto, realizzata in parte in cemento armato ed in parte in putrelle e tavelloni;
- Piano copertura, realizzata con orditura principale e secondaria in legno massiccio:
- Realizzazione di nuova scala dal piano cantinato al piano primo, in prossimità dell'ingresso della Fondazione Cavour, poggiante su setto ascensore;
- Realizzazione della fossa dei due nuovi ascensori panoramici.

Tutta la struttura è sorretta da murature portanti in laterizio che si presentano con buona tessitura e qualità dei materiali.

Gli interventi strutturali, mirati a sanare alcune situazioni staticamente precarie, a migliorare il comportamento dell'edificio e a mitigare le scelte progettuali architettoniche, sono trattati specificatamente nel seguito.

## **RISULTATI DELLE INDAGINI**

Per poter meglio inquadrare le caratteristiche strutturali dell'edificio e trovare una giustificazione alle profonde lesioni che si trovano sulla manica centrale, si sono eseguiti sondaggi mirati a definire la capacità portante del terreno su cui poggia l'edificio e prove su martinetto per la definizione delle tensioni interne alla muratura portante.

Le indagini geognostiche effettuate di recente hanno denotato uno strato di terreno sottostante l'edificio con scarse caratteristiche meccaniche, classificabili come "sabbie medio-fini limose alternate a livelli limosi", fino alla profondità di 12,50 m. Le prove S.C.P.T. hanno evidenziato come la capacità portante del terreno si attesti su valori molto bassi, in particolare sull'intera manica sud e parte della manica centrale. In questa marcata criticità della capacità portante del piano fondale si possono individuare le cause dell'evidente quadro fessurativo rilevabile allo stato sul fronte nord.

Le indagini tensionali condotte sulla muratura della manica centrale, hanno denotato spinte considerevoli sulle murature di piedritto, con marcata presso-flessione delle stesse. Le prove con martinetto piatto eseguite di recente hanno evidenziato stati tensionali variabili all'imposta delle volte di piano primo tra valori prossimi a zero (esterni) e valori di 7-8 daN/cm<sup>2</sup> all'interno. Il sistema voltato è dotato di catene estradossali originali, posizionate all'altezza dell'intradosso degli archi di nervatura delle volte stesse. Tale sistema, pur essendo utile, non è in grado di assorbire completamente la spinta delle volte.

Alla luce dei risultati ottenuti in seguito alle suddette indagini si è sviluppato il progetto definitivo riguardante le strutture portanti, destinato a sanare le precarietà della struttura dell'edificio.

## **INTERVENTI STRUTTURALI**

### **PIANO TERRA – Nuovo vespaio aerato**

L'attuale pavimentazione del piano terra si presenta realizzata mediante gambette in mattoni e tavelloni, su cui è presente un battuto in cemento. L'intervento in progetto prevede la completa rimozione dello stesso, con approfondimento dello scavo per realizzare un vespaio aerato in elementi modulari prefabbricati tipo "igloo" poggiati sul fondo scavo, se opportunamente compatto, o in alternativa su riporto

di ghiaia rullata, per aumentarne la consistenza. Sopra gli elementi prefabbricati è previsto il posizionamento di reti elettrosaldate, nelle modalità e quantità specificate sugli elaborati grafici, ed il getto di una soletta di calcestruzzo con spessore minimo 5 cm. Prima di procedere al getto della soletta è necessario realizzare delle spillature sul contorno, in modo da solidarizzare il getto con le murature portanti e legare il piano in progetto, andando ad aumentare il comportamento scatolare della struttura. Le spillature si realizzano effettuando fori nella muratura portante, per almeno i 2/3 dello spessore, con andamento sub orizzontale, per il successivo posizionamento di barre da cemento armato, intasate con malta reoplastica antiritiro colabile tipo "Emaco S55". L'efficacia della spillatura è ottenuta dalla sovrapposizione delle barre fissate nel muro con la rete elettrosaldata della caldana del vespaio aerato.

### **PIANO TERRA – Sottomurature**

L'intervento attuale prevede pertanto la sottomurazione dell'intera manica a sud e di metà della manica su strada a mezzo di micropali fissati alle murature di fondazione mediante trivellazione delle stesse, con disposizione a cavalletto, in ragione di un micropalo di lunghezza 12 m ogni metro di sviluppo della muratura. Le murature di fondazione, di profondità variabile tra 1,20 e 1,70 m, sono in grado di supplire sufficientemente all'ancoraggio dei micropali per aderenza lungo il tratto di connessione.

### **PIANO TERRA – Nuove intercapedini**

Sull'intero contorno del complesso lato cortile e su porzione della manica est e centrale lato esterno, è prevista la realizzazione di un intercapedine, da realizzarsi a ridosso delle murature portanti. L'altezza della stessa è variabile e sarà definita in funzione del reale approfondimento delle murature, per evitare lo scalzamento e conseguente indebolimento delle stesse. La struttura, realizzata interamente in cemento armato, sarà fissata alla muratura stessa mediante spillatura diffusa. Al piano cortile l'intercapedine sarà chiusa da una soletta in cemento armato poggiata dal lato del fabbricato su pilastri in c.a. in ragione di uno ogni 2,50 m, e localmente saranno predisposti vani per il posizionamento delle aerazioni e l'accesso.

### **PIANO PRIMO – Consolidamento delle volte**

Le volte presenti al piano primo ed in parte sul piano terra scantinato, saranno oggetto di consolidamento. L'intervento in progetto prevede le seguenti operazioni:

- svuotamento dell'estradosso delle volte, previa rimozione del pavimento;
- qualora si presentassero delle lesioni approfondite si dovrà procedere mediante l'incuneatura delle stesse con cocci e malta reoplastica antiritiro colabile tipo "Emaco S55", previa sigillatura delle lesioni passanti all'intradosso con malta di calce idraulica
- posizionamento di una rete elettrosaldata zincata di maglia e diametro ridotto, fissata mediante tasselli diffusi alla superficie voltata
- realizzazione di cappa irrigidente in malta di calce idraulica naturale con spessore medio di due centimetri
- colmatura con argilla espansa imboiata fino al livello dell'estradosso;
- realizzazione di cappa in c.a. alleggerito armato con maglia elettrosaldata e fissata alle murature d'ambito con spillatura diffusa.

Il sistema così concepito ha il vantaggio di alleggerire il carico permanente delle volte, mantenendole in forma e riducendo la loro spinta oltre che integrare l'originale sistema di contrasto della spinta con la piastra armata, vero e proprio tirante bidimensionale.

Su questa superficie in calcestruzzo alleggerito verranno poi posizionati gli strati di sottofondo necessari al passaggio degli impianti, nonché alla posa del pavimento come meglio dettagliato nel progetto architettonico.

### **PIANO PRIMO – Sostituzione solai**

Gli attuali solai del piano primo, nella manica lato parco, non rispondenti ai requisiti attuali sui sovraccarichi accidentali saranno demoliti e sostituiti. All'avvenuta demolizione dell'impalcato esistente, si procederà allo scasso localizzato nelle murature perimetrali all'area oggetto d'intervento, al fine di realizzare l'alloggiamento dei nuovi elementi portanti del solaio, realizzati in profilati metallici tipo HEB 200. Lo scasso avrà una profondità media di 25 cm; nel caso risultassero difficoltose le movimentazioni e l'inserimento dei profilati, si potrà procedere con scassi più profondi. In fase di realizzazione si dovranno valutare eventuali interferenze con canne fumarie non rilevate e concordare con la D.L. strutturale e architettonica sulle modalità operative da intraprendere.

A seguito della realizzazione degli scassi nelle murature d'ambito, si dovrà procedere alla costituzione di un piano di appoggio perfettamente livellato mediante malta antiritiro tipo Emaco. A maturazione della malta avvenuta si dovrà posizionare, sul nuovo piano d'appoggio, una piastra per la ripartizione del carico derivante dal soprastante profilato, da posizionarsi così come riportato sugli elaborati grafici. Nel caso in cui si dovessero utilizzare attrezzi di lavoro per la movimentazione dei profilati, che vadano a poggiare sul sottostante solaio, si dovrà, in fase preventiva, richiedere il parere della D.L. strutturale, in modo da concordare eventuali precauzioni da adottare.

A posizionamento dei profilati avvenuto si procederà al ripristino delle murature nell'intorno degli elementi metallici, da eseguirsi mediante mattoni laterizi pieni legati con malta di calce idraulica naturale. La stessa procedura si dovrà adottare per gli eventuali vani presenti nella muratura dovuti alla rimozione del preesistente impalcato.

Il nuovo solaio sarà realizzato con profilati metallici aventi la funzione di elementi portanti principali; sull'ala superiore di questi verrà poggiata una lamiera grecata ad aderenza migliorata sp. 8/10 mm, su cui si procederà a realizzare un getto collaborante in calcestruzzo alleggerito, armato come riportato sugli elaborati grafici strutturali, in modo da ottenere uno spessore totale di max. 10 cm.

Lo stesso intervento sopra descritto andrà eseguito a copertura del piano primo per la realizzazione del nuovo locale macchine.

Il solaio esistente a copertura della zona archivi andrà consolidata con cappa in cls alleggerito di spessore pari ad almeno 6 cm con annessa rete elettrosaldata piolata sulla struttura sottostante previa verifica della capacità portante del solaio stesso.

### **PIANO PRIMO – Ricostruzione della volta**

Una piccola porzione delle volte presenti nella manica ovest, in prossimità del piano primo, sono state rimosse negli anni passati per realizzare un vano scala. Alla luce delle esigenze odierne si è previsto il ripristino delle volte originarie. Queste dovranno essere realizzate mantenendo la sagoma delle porzioni limitrofe, procedendo con centinatura lignea preventiva al posizionamento degli elementi di laterizio.

Superiormente alla volta così realizzata si andrà a realizzare lo stesso intervento proposto per quelle già esistenti.

### **TUTTI I PIANI – Verifica strutture esistenti**

Al piano primo e sottotetto sono presenti porzioni di solaio di cui non si hanno informazioni tali da permettere la verifica delle strutture. Dovrà essere obbligo dell'impresa eseguire i sondaggi necessari al rilievo strutturale degli elementi portanti per la loro successiva verifica ed eventuale progetto di intervento.

In particolare le porzioni di struttura da verificare sono le seguenti (con riferimento alla numerazione riportata sugli elaborati grafici):

- W1 – probabile solaio in cemento armato
- W2 – probabile solaio in cemento armato
- W3 – probabile solaio in cemento armato
- W4 – probabile solaio in putrelle e voltini di laterizio
- W10, W12, W14, W16 – solaio voltato
- Tutti i solai di sottotetto manica ovest

### **PIANO TETTO – Manutenzione straordinaria copertura**

L'attuale copertura del fabbricato si presenta realizzata a padiglione, e necessita di interventi di manutenzione straordinaria. L'unica porzione di copertura ricostruita di recente è quella della manica centrale, che non subirà pertanto interventi.

Le restanti porzioni di edificio dovranno essere indagate per una verifica puntuale dello stato di manutenzione della travatura, nonché un rilievo dimensionale per la verifica statica.

Nel caso le travi si presentino di sezione ridotta o ammalorate, si procederà alla loro sostituzione. Al contrario, nel caso in cui queste siano in buono stato di conservazione, si procederà esclusivamente ad inserire dei cunei in legno in prossimità degli appoggi, resi solidali con la travatura, in modo da rendere la reazione sui maschi murari verticali, eliminando eventuali spinte sul fronte fabbricato. Come meglio specificato negli elaborati architettonici si procederà alla sostituzione parziale dell'orditura principale e secondaria nella manica ovest e lato parco che sono oggetto di completa revisione.

### **PIANO TERRA – Nuovi impianti ascensore**

Sul fronte nord dell'edificio, nei punti di raccordo delle maniche est e ovest con la manica centrale, è in progetto la realizzazione di due ascensori panoramici oleodinamici di raccordo tra il piano terra ed il piano primo. L'impianto necessiterà di un basamento in cemento armato, di spessore min. 40 cm, su cui andare a posizionare le componenti impiantistiche necessarie all'azionamento dell'impianto. A sostegno di ogni singolo basamento è prevista la realizzazione di n. 4 micropali, disposti agli angoli dello stesso, approfonditi per min. 12 mt, oltre alla predisposizione del palo necessario per alloggiamento del pistone dell'ascensore.

E' inoltre prevista la realizzazione di un ascensore nei pressi dell'ingresso della Fondazione Cavour, inserito all'interno di una cabina interamente in cls armato che dovrà sostenere anche la scala di collegamento tra i vari piani ad esso adiacente.

### **COLLEGAMENTI VERTICALI**

Nel progetto si prevede la ricostruzione della scala presente all'ingresso dei locali della Fondazione Cavour come indicato nel progetto architettonico. La suddetta scala dovrà collegare il piano terra al primo ed il piano cantinato al terra. E' prevista con la struttura in cls armato poggiante ed integrata con il setto dell'ascensore ad essa annessa.

Inoltre, si dovrà procedere alla verifica della portanza delle due scale ottagonali esistenti realizzate durante gli interventi degli anni '60, con struttura in cls armato.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

**Legge 5 novembre 1971 N. 1086** - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.

**Legge 2 febbraio 1974 N. 64** – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche

**D.M. 14/01/2008** – Norme tecniche per le Costruzioni

**Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009** – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

**Norma Europea ENV206** - Calcestruzzo - Prestazioni, produzione, getto e criteri di conformità

## CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI UTILIZZATI E MODALITÀ D'IMPIEGO

Nella esecuzione delle opere è prescritto l'impiego dei materiali di seguito definiti con le caratteristiche di produzione e di applicazione.

### Calcestruzzo

Calcestruzzo a prestazione (UNI 9858 p.to 8.22) con le seguenti caratteristiche:

STRUTTURA	Classe di resistenza $f_{ck}/R_{ck}$	DIMENSIONE MAX AGGREGATO	CLASSE ESPOSIZIONE	CLASSE CONSISTENZA	RAPPORTO MAX ACQUA / CEMENTO
SOTTOFONDAZIONI	C 12/15	-	-	-	-
OPERE IN FONDAZIONE	C 25/30	25 mm	XC2(I)	S3	0.60
OPERE IN ELEVAZIONE	C 25/30	25 mm	XC1(I)	S4	0.60
OPERE IN ELEVAZIONE In calcestruzzo alleggerito	LC 25/30	25 mm	XC1(I)	S4	0.60

Gli impasti devono essere confezionati con un tempo di mescolamento tale da produrre un conglomerato omogeneo. Il trasporto del conglomerato al luogo di impiego deve essere effettuato con mezzi atti ad impedire la segregazione dei componenti. Deve evitarsi assolutamente l'aggiunta di acqua agli impasti sia in betoniera sia dopo lo scarico da questa.

### Acciaio per armatura

Acciaio laminato a caldo controllato in stabilimento

TIPO	Resistenza a trazione caratteristica	Tensione di snervamento caratteristica	Allungamento uniforme al carico massimo
------	---	---	--



	$f_{tk}$	$f_{yk}$	$\varepsilon_{uk}$
B 450C	540 N/mm <sup>2</sup>	450 N/mm <sup>2</sup>	XC2(I)

### Acciaio per carpenteria metallica

Profilati: acciaio tipo S275 ( ex Fe430 conforme alle UNI EN 10025 - gennaio 1995)

Denominazione		Resistenza minima di snervamento			
		$f_{yk}$			
		Spessore nominale mm			
EN10025	DM 09.01.1996	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80
S275	Fe 430	275	265	255	245

Saldature a completa penetrazione o a cordoni d'angolo secondo le indicazioni progettuali.

Giunzioni bullonate:

Classe vite	$f_t$	$f_y$	$f_{kN}$	$f_{dN}$	$f_{dV}$
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
8.8	800	640	560	448	317

### Muratura

Caratteristiche minime dei materiali impiegati per la costruzione delle strutture analizzate con la presente relazione, secondo il D.M. 20/11/1987 (e riprese nel D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"): M1.

Modulo di elasticità normale secante E:  $E = 1000 \cdot f_k$

Modulo di elasticità tangenziale secante G:  $G = 0.4 \cdot E$

*Parametri caratteristici*:

$f_k$ : resistenza caratteristica a compressione della muratura;

$f_{vk0}$ : resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali;

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento		Tipo di malta							
		M <sub>1</sub>		M <sub>2</sub>		M <sub>3</sub>		M <sub>4</sub>	
N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
2.0	20	1.2	12	1.2	12	1.2	12	1.2	12
3.0	30	2.2	22	2.2	22	2.2	22	2.0	20
5.0	50	3.5	35	3.4	34	3.3	33	3.0	30
7.5	75	5.0	50	4.5	45	4.1	41	3.5	35
10.0	100	6.2	62	5.3	53	4.7	47	4.1	41
15.0	150	8.2	82	6.7	67	6.0	60	5.1	51
20.0	200	9.7	97	8.0	80	7.0	70	6.1	61
30.0	300	12.0	120	10.0	100	8.6	86	7.2	72
40.0	400	14.3	143	12.0	120	10.4	104	---	---

Valore della  $f_k$  per murature in elementi artificiali pieni e semipieni

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento		Tipo di malta							
		$M_1$		$M_2$		$M_3$		$M_4$	
N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
1.5	15	1.0	10	1.0	10	1.0	10	1.0	10
3.0	30	2.2	22	2.2	22	2.2	22	2.0	20
5.0	50	3.5	35	3.4	34	3.3	33	3.0	30
7.5	75	5.0	50	4.5	45	4.1	41	3.5	35
10.0	100	6.2	62	5.3	53	4.7	47	4.1	41
15.0	150	8.2	82	6.7	67	6.0	60	5.1	51
20.0	200	9.7	97	8.0	80	7.0	70	6.1	61
30.0	300	12.0	120	10.0	100	8.6	86	7.2	72
≥ 40.0	≥ 400	14.3	143	12.0	120	10.4	104	---	---

Valore della  $f_k$  per murature in elementi naturali di pietra squadrata

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento		Tipo di malta	$f_{vk0}$	
N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>		N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
$f_{bk} \leq 15$	$f_{bk} \leq 150$	$M_1 - M_2 - M_3$ $M_4$	0.20	2.0
$f_{bk} > 15$	$f_{bk} > 150$	$M_1 - M_2 - M_3$ $M_4$	0.30	3.0

Valore di  $f_{vk0}$  per murature in elementi artificiali in laterizio pieni e semipieni

## Legno

Caratteristiche minime dei materiali impiegati per la costruzione delle strutture analizzate con la presente relazione:

### Legno massiccio C30

#### Proprietà meccaniche

\_ in conformità alla UNI EN 338

Classi di resistenza	Conifere											
	C14	C16 (S17)*	C18	C20	C22	C24 (S10)*	C27	C30 (S13)*	C35	C40	C45	C50
$\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
$f_{m,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
$f_{t,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
$f_{t,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
$f_{c,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
$f_{c,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
$f_{v,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8
$E_{0,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	7000	8000	9000	9500	10000	11000	11000	12000	13000	14000	15000	16000
$E_{90,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	230	270	300	320	330	370	380	400	430	470	500	530
$E_{0,05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	4700	5400	6000	6400	6700	7400	8000	8000	8700	9400	10000	10700
$G_{mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	440	500	560	590	630	690	720	750	810	880	940	1000

\* ... classi corrispondenti secondo ÖNORM DIN 4074-1

## Legno lamellare GL24h

### Proprietà meccaniche \_ in conformità alla UNI EN 1194

Classi di resistenza	Legno lamellare omogeneo - Legno di conifera (incollaggio orizzontale)			
	GL24h (BS11h)*	GL28h (BS14h)*	GL32h	GL36h
$\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]	380	410	430	450
$f_{m,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	24	28	32	36
$f_{t,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	16,5	19,5	22,5	26
$f_{t,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,4	0,45	0,5	0,6
$f_{c,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	24	26,5	29	31
$f_{c,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	2,7	3,0	3,3	3,6
$f_{v,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	2,7	3,2	3,8	4,3
$E_{0,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	11600	12600	13700	14700
$E_{90,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	390	420	460	490
$E_{0,5}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	9400	10200	11100	11900
$G_{mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	720	780	850	910

\* ... Classi BS corrispondenti secondo NAD alla UNI ENV 1995-1-1