

Costruire in legno

Progetti tipo di fabbricati e annessi agricoli



• Manuale



- Manuale ARSIA



REGIONE
TOSCANA



ARSIA - Agenzia Regionale per lo Sviluppo
e l'Innovazione nel Settore Agricolo-Forestale
via Pietrapiana, 30 - 50121 Firenze
tel. 055 27551 - fax 055 2755216/2755231
www.arsia.toscana.it
email: posta@arsia.toscana.it

**Dipartimento di
Ingegneria
Agraria e Forestale**



DIAF - Sezione Costruzioni e Assetto del territorio,
Università di Firenze
via San Bonaventura, 13 - 50145 Firenze

Coordinamento della pubblicazione:

• Antonio Leti - ARSIA, Servizio "Promozione, collaudo
e trasferimento dell'innovazione", Forestazione,
Selvicoltura sostenibile e Valorizzazione del legno

Cura redazionale, grafica e impaginazione:

© LCD srl, Firenze

Stampa: EFFEEMME LITO srl, Firenze

Edizione 2003, riveduta e aggiornata

ISBN 88-8295-035-2

© Copyright 2003 ARSIA Regione Toscana



Costruire in legno

Progetti tipo di fabbricati e annessi agricoli

ARSIA • Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione
nel settore Agricolo-forestale, Firenze

DIAF • Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale
Sezione Costruzioni e Assetto del territorio
Università degli Studi di Firenze

Sommario

Presentazione

Maria Grazia Mammuccini

9

Una nuova edizione di *Costruire in legno - Progetti tipo di fabbricati e annessi agricoli*

C. Chiostrì - ARSIA, Servizio "Promozione, Collaudo e Trasferimento dell'Innovazione"

- Forestazione, Selvicoltura sostenibile e Valorizzazione del legno

11

La costruzione di edifici agricoli in legno massiccio sulla base di progetti tipo

M. Barbari, M. Monti, P. Pellegrini, F. Sorbetti Guerri

DIAF - Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale, Università degli Studi di Firenze

• Caratteristiche generali dei progetti tipo

19

• Metodi e tecniche costruttive

29

• Progetti tipo per la costruzione di fabbricati agricoli in legno Tavole e relazioni di progetto (allegati)

Tipologie di annessi in legno per orti e modalità di costruzione

71

A. Leti - ARSIA, Servizio "Promozione, Collaudo e Trasferimento dell'Innovazione"

- Forestazione, Selvicoltura sostenibile e Valorizzazione del legno

Fabbricati e annessi dimostrativi in legno tondo e squadrato

89

A. Leti - ARSIA, Servizio "Promozione, Collaudo e Trasferimento dell'Innovazione"

- Forestazione, Selvicoltura sostenibile e Valorizzazione del legno

APPENDICE

ANSI/ASAE Shallow Post Foundation Design

105

Riferimenti normativi e bibliografia essenziale

123

Progetti tipo per la costruzione di fabbricati agricoli in legno – Tavole e relazioni di progetto (allegati)

Mc1 Scuderia – scuderia con box singoli e recinti collettivi

- tavola 01 Pianta Piano Unico 1:50
Sezioni 1:50
Pianta delle fondazioni 1:50
Plinti di fondazione 1:50
- tavola 02 Assonometria della struttura principale
Spaccato assonometrico
Esploso assonometrico
Abaco degli elementi strutturali in legno
- tavola 03 Prospetti
Prospettive di interni

Mc2 Ricovero per cavalli in area di sosta

– ricovero per cavalli in area di sosta, a poste individuali, con locale deposito

- tavola 01 Pianta Piano Unico 1:50
Sezioni 1:50
Pianta delle fondazioni 1:50
Plinti di fondazione 1:50
- tavola 02 Assonometria della struttura principale
Spaccato assonometrico
Esploso assonometrico
Abaco degli elementi strutturali in legno
- tavola 03 Prospetti
Prospettive di interni

Mc3 Stalla libera per bovini da carne

– stalla libera a lettiera permanente per bovini da carne: zona di riposo

- tavola 01 Pianta Piano Unico 1:50
Sezioni 1:50
Pianta delle fondazioni 1:50
Plinti di fondazione 1:50
- tavola 02 Assonometria della struttura principale
Spaccato assonometrico
Esploso assonometrico
Abaco degli elementi strutturali in legno
- tavola 03 Prospetti
Prospettive di interni

Mc3a Stalla libera per bovini da carne

– stalla libera a lettiera permanente per bovini da carne: zona di alimentazione

- tavola 01 Pianta Piano Unico 1:50
Sezioni 1:50
Pianta delle fondazioni 1:50
Plinti di fondazione 1:50
- tavola 02 Assonometria della struttura principale
Spaccato assonometrico
Esploso assonometrico
Abaco degli elementi strutturali in legno
Prospetti

Mc4 Ovile a lettiera permanente – ovile a lettiera permanente con corsia centrale di servizio

-
- tavola 01 Pianta Piano Unico 1:50
Sezioni 1:50
Pianta delle fondazioni 1:50
Plinti di fondazione 1:50
- tavola 02 Assonometria della struttura principale
Spaccato assonometrico
Esploso assonometrico
Abaco degli elementi strutturali in legno
- tavola 03 Prospetti
Prospettive di interni

Mc5 Fienile chiuso – fienile chiuso su tutti i lati

-
- tavola 01 Pianta Piano Unico 1:50
Sezioni 1:50
Pianta delle fondazioni 1:50
Plinti di fondazione 1:50
- tavola 02 Assonometria della struttura principale
Spaccato assonometrico
Esploso assonometrico
Abaco degli elementi strutturali in legno
- tavola 03 Prospetti
Prospettive di interni

Mc6 Rimessa per attrezzature agricole

– rimessa per macchine e attrezzature agricole e magazzino per mezzi tecnici per l'agricoltura

- tavola 01 Pianta Piano Unico 1:50
Sezioni 1:50
Pianta delle fondazioni 1:50
Plinti di fondazione 1:50
- tavola 02 Assonometria della struttura principale
Spaccato assonometrico
Esploso assonometrico
Abaco degli elementi strutturali in legno
- tavola 03 Prospetti
Prospettive di interni

Mc9 Locale polifunzionale

-
- tavola 01 Pianta Piano Unico 1:50
Sezioni 1:50
Pianta delle fondazioni 1:50
Travi di fondazione 1:50
- tavola 02 Assonometria della struttura principale
Spaccato assonometrico
Esploso assonometrico
Abaco degli elementi strutturali in legno
- tavola 03 Prospetti
Prospettive di interni

Presentazione

Mi è particolarmente gradito, a distanza di 4 anni dalla prima, presentare la seconda edizione del manuale *Costruire in legno - Progetti tipo di fabbricati e annessi agricoli*. Si tratta infatti di un lavoro che ha riscosso attenzione e apprezzamento particolare, tanto che la prima edizione è andata completamente esaurita, non solo fra operatori agricoli e tecnici, ma anche nei diversi livelli istituzionali territoriali della Toscana, che in molti casi hanno recepito nei propri strumenti urbanistici il manuale curato dall'ARSIA e con esso le tipologie di fabbricati agricoli in legno che qui vengono presentati.

La realizzazione di questo volume è stata una delle tappe significative di un più ampio programma di attività che vede l'ARSIA impegnata ormai da anni nella valorizzazione del legname toscano. È questo infatti un comparto particolarmente significativo per la nostra regione, nella quale il patrimonio boschivo è particolarmente rilevante, tanto da coprire il 47% della superficie regionale, per un totale di oltre 1 milione di ettari (rilevanti le fustaie di abete, castagno e pino) dai quali si ricavano ogni anno circa 200 mila metri cubi di legname da lavoro e da costruzione. È indubbia inoltre la rilevanza ambientale e paesaggistica di questo patrimonio, che può essere vantaggiosamente utilizzato anche per la realizzazione di fabbricati, ecologicamente compatibili, utili all'attività agricola, coniugando opportunamente lo sfruttamento di una risorsa, con positive ricadute sull'economia delle zone interessate, con la facilità di reperimento e duttilità d'impiego tipica del legno.

Il lavoro di revisione e di aggiornamento di questo volume, rispetto alla prima edizione che risaliva al 1998, è stato svolto dall'Agenzia con la preziosa ed efficace collaborazione del Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale dell'Università di Firenze, al quale rivolgo un particolare ringraziamento e apprezzamento.

In questa circostanza desidero esprimere inoltre ulteriori ringraziamenti anche alla Comunità Montana del Casentino, all'Ente Parco regionale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli e al Centro Interdipartimentale di Ricerche Agroambientali "E. Avanzi" dell'Università di Pisa, la cui collaborazione con l'ARSIA è stata molto importante nella realizzazione dei primi fabbricati e annessi agricoli dimostrativi. La costruzione di questi manufatti (stalle, ricoveri e piccoli annessi), ampiamente illustrata in questa nuova edizione, ha permesso di offrire, a tutti gli interessati, utili punti di riferimento concreto sulle varie tipologie presentate, evidenziando aspetti positivi sulle tecniche di auto-costruzione e anche alcuni aspetti tecnici e di realizzazione da aggiornare.

L'edizione odierna presenta una gamma ulteriormente arricchita di tipologie e di soluzioni costruttive, tenendo conto anche delle caratteristiche tecniche e strutturali necessarie a quelle parti del territorio toscano (e sono molte) che ricadono nelle previsioni della normativa antisismica, tanto da rendere meno costosa la realizzazione delle fondazioni di questi fabbricati soggetti a concessione edilizia. La parte riguardante *Metodi e tecniche costruttive* è aggiornata in relazione alle prescrizioni della normativa (legge 626/94) sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro.

La nuova edizione, inoltre, ripropone le stesse tipologie dei piccoli annessi per orti che non richiedono la concessione edilizia, ma la semplice autorizzazione.

Concludo con un auspicio, che è anche un invito agli Enti Locali e, in genere, a tutti i soggetti preposti al sistema autorizzativo degli interventi edificatori e alla gestione del territorio (L.R. 25/97 che modifica la L.R. 64/95): mi auguro che questa seconda edizione del manuale rappresenti, come e ancor più della prima, un utile stru-

mento di lavoro che possa essere recepito all'interno degli strumenti urbanistici del maggior numero di Enti Locali. Costruire in legno i manufatti utili all'esercizio dell'agricoltura, rappresenta infatti un contributo per l'economia delle zone montane e disagiate, ma costituisce anche un elemento di salvaguardia ambientale e paesaggistica, ed è coerente con gli indirizzi programmatici della Regione Toscana. Le tipologie descritte all'interno di que-

sto manuale sono state curate sotto il profilo tecnico e normativo in modo da garantirne la rispondenza con tutte le normative che afferiscono al settore, offrendo la necessaria certezza giuridica all'Ente, e garantendo, in caso di recepimento, una procedura semplificata e un considerevole risparmio di tempo e di risorse, anche economiche, per le aziende che sceglieranno di costruire in legno i loro annessi agricoli.

Maria Grazia Mammuccini
Amministratore ARSLA

Una nuova edizione di *Costruire in legno* - *Progetti tipo di fabbricati e annessi agricoli*

Carlo Chiostrì

ARSIA, Servizio "Promozione, Collaudo e Trasferimento dell'Innovazione"
- Forestazione, Selvicoltura sostenibile e Valorizzazione del legno

L'Agenzia, nel provvedere alla ristampa del Manuale *Costruire in legno - Progetti tipo di fabbricati e annessi agricoli*, alla luce delle esperienze maturate in questi primi anni sulla gestione dei progetti esecutivi contenuti nella prima stesura, ha ritenuto opportuno procedere ad una sua revisione significativa con lo scopo di apportare alcune modifiche che nel frattempo si sono ritenute necessarie.

Si tratta di interventi utili a completare e per certi versi a rivedere quanto è già stato pubblicato, mantenendone nel contempo immutata la finalità, che è rivolta allo sviluppo e alla diffusione di interventi edilizi nel mondo rurale attraverso la valorizzazione di legname locale presente sul territorio della regione Toscana.

Costruire in legno - Progetti tipo di fabbricati ed annessi agricoli, è il risultato di un proficuo lavoro di studio, ricerca e sperimentazione, iniziato nel 1994 in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale dell'Università di Firenze.

La prima edizione del Manuale, pubblicata nel 1998 con una tiratura di 1000 copie a pagamento, è esaurita nel 2001. Oltre il 50% delle copie sono state distribuite fuori della regione Toscana ed oggi numerosissime sono le richieste inevase, pervenute da tutto il territorio nazionale.

Per gli edifici ed annessi agricoli a basso impatto ambientale e a basso costo di realizzazione contenuti nel Manuale sono state ricercate soluzioni tecniche innovative adeguate alla realtà toscana, proponendo tipologie costruttive modulari in legno tondo nella prima edizione e, in questa edizione, anche soluzioni in legno parzialmente squadrato.

In sostanza, la nuova edizione si conferma uno strumento tecnico aggiornato per quanti hanno un interesse nella realizzazione di queste tipologie di edifici, in modo particolare per le aziende agricole, i singoli cittadini, gli studi tecnici e le istituzioni

locali preposte alle autorizzazioni e concessioni edilizie.

Le tipologie dei fabbricati

Il Manuale illustra le seguenti tipologie di fabbricati ed annessi agricoli:

- scuderia con box singoli e recinti collettivi;
- ricovero per cavalli in area di sosta;
- stalla libera per bovini da carne a lattiera permanente e zona di alimentazione separata;
- ovile a lettiera permanente con corsia centrale di servizio;
- fienile;
- locale polifunzionale;
- rimessa macchine e attrezzature agricole;
- annessi per orti.

Le soluzioni architettoniche adottate per tutte le tipologie sono funzionali all'attività agricola e si integrano con l'ambiente evitando al paesaggio le deturpazioni che si avrebbero nel caso di edifici realizzati con materiali cementizi, acciaio o di fortuna.

I fabbricati proposti sono realizzabili con tecniche di autocostruzione, descritte ed illustrate nella sezione *Metodi e tecniche costruttive*.

Nel caso si tratti di installare piccoli fabbricati precari in legno squadrato, il Manuale prevede degli annessi modulari di modestissime dimensioni. Anche questi piccoli moduli sono concepiti per essere costruiti direttamente dall'utilizzatore in modo semplice.

Le novità della nuova edizione

Il Manuale nella nuova veste si differenzia dalla precedente versione su aspetti inerenti la stabilità dei fabbricati con particolare riguardo alle fondazioni, alla sismicità e agli assortimenti legnosi da

impiegare. Inoltre è stata inserita una nuova tipologia che riguarda una rimessa per macchine e attrezzature agricole e deposito di prodotti per uso agricolo.

In particolare, la revisione ha riguardato i seguenti aspetti:

a) Schemi strutturali degli edifici

Sono stati riveduti e modificati alcuni elementi concernenti gli schemi strutturali già adottati, con l'intento di ottenere, ove possibile, migliori condizioni di sollecitazione delle strutture portanti.

Sono state adottate anche soluzioni costruttive più semplici e meno esigenti nella tecnica di esecuzione, valorizzando le esperienze maturate nel corso della realizzazione delle costruzioni dimostrative.

b) Verifiche di calcolo per zona sismica

Come era emerso nel corso della progettazione svolta per la precedente edizione del Manuale, l'adozione delle tecniche costruttive in legno non presenta problemi particolari in zona sismica. Dallo studio delle verifiche effettuate è possibile realizzare anche in zona sismica semplici fondazioni isolate, assai più economiche delle fondazioni continue in alternativa prescritte.

c) Adeguamento pendenza delle falde

È stata introdotta una generalizzata riduzione della pendenza delle falde, in precedenza più elevata, con il duplice scopo di riportarla entro i valori normalmente diffusi nella regione e di ottenere un aspetto più gradevole dove le falde risultassero molto sviluppate.

Confronto schematico tra l'edizione precedente e quella attuale

SCUDERIA CON BOX SINGOLI E RECINTI COLLETTIVI	
<i>Precedente edizione</i>	<i>Nuova edizione</i>
Rimane invariato il numero di capi che possono essere alloggiati	
Pendenza della falda circa 22%	Pendenza della falda circa 18%
Struttura intelaiata con maglia di 3,60 x 3,60 m su un lato e di 4,60 x 3,60 m sull'altro	Struttura intelaiata con maglia di 3,60 x 3,60 m su un lato e di 4,20 x 3,60 m sull'altro
	Aste di collegamento orizzontali, con funzione strutturale, disposte in prossimità della testa di tutti i pilastri
Manto di copertura in fibrocemento	Manto di copertura in lamiera grecata coibentata, con superficie esterna da scegliersi con un tono di colore adatto al migliore inserimento nel paesaggio
I diametri medi dei pilastri in legno sono Ø 23 cm nella falda sud, Ø 24 cm quelli della falda nord	I diametri dei pilastri in legno all'incastro sono Ø 22 cm le file longitudinali esterne, Ø 20 le file longitudinali interne

RICOVERO PER CAVALLI IN AREA DI SOSTA	
<i>Precedente edizione</i>	<i>Nuova edizione</i>
Rimane invariato il numero di capi che possono essere alloggiati	
Pendenza delle falde circa 55%	Pendenza delle falde circa 30%
Resta invariata la struttura portante, del tipo trasversale	
	Aste di collegamento orizzontali, con funzione strutturale, disposte in prossimità della testa di tutti i pilastri
Manto di copertura in laterizio disposto su una orditura minuta di correnti e correntini	Il manto di copertura in laterizio è disposto su un tavolato realizzato all'estradosso degli arcarecci
I diametri medi dei pilastri in legno e delle travi principali di falda sono Ø 20 cm	I diametri all'incastro dei pilastri in legno e delle travi principali di falda sono Ø 22 cm

Confronto schematico tra l'edizione precedente e quella attuale

STALLA LIBERA PER BOVINI DA CARNE	
<i>Precedente edizione</i>	<i>Nuova edizione</i>
Il numero di capi che possono essere alloggiati è di 32 bovini all'ingrasso o di 25 vacche da carne	Il numero di capi che possono essere alloggiati è di 36 bovini all'ingrasso o di 28 vacche da carne
Pendenza della falda circa 18%	Pendenza della falda circa 14%
Struttura intelaiata con maglia di 3,60 x 6,50 m	Struttura intelaiata con maglia di 4,00 x 6,50 m
	Aste di collegamento nella falda, disposte in prossimità della testa dei pilastri, tra il pilastro centrale della testata e il pilastro successivo a quello d'angolo su ciascun lato longitudinale
Manto di copertura in lamiera grecata autoportante	Manto di copertura in lamiera grecata autoportante, provvisto di soprastante finitura costituita da strato di coibentazione e guaina impermeabilizzante; la superficie esterna è da scegliersi con un tono di colore adatto al migliore inserimento nel paesaggio
I diametri medi dei pilastri in legno sono Ø 24 cm la fila longitudinale posta sul lato a minore altezza, Ø 23 cm la fila longitudinale più alta	I diametri dei pilastri in legno in corrispondenza dell'incastro sono Ø 27 cm la fila longitudinale posta sul lato a minore altezza, Ø 23 cm la fila longitudinale di maggiore altezza

OVILE A LETTIERA PERMANENTE CON CORSIA CENTRALE DI SERVIZIO	
<i>Precedente edizione</i>	<i>Nuova edizione</i>
	Rimane invariato il numero di capi che possono essere alloggiati
Pendenza della falda circa 22%	Pendenza della falda circa 18%
Struttura intelaiata con maglia di 4,60 x 3,60 m	Struttura intelaiata con maglia di 4,20 x 3,60 m
	Aste di collegamento orizzontali, con funzione strutturale, disposte in prossimità della testa di tutti i pilastri
Manto di copertura in fibrocemento	Manto di copertura in lamiera grecata coibentata, con superficie esterna da scegliersi con un tono di colore adatto al migliore inserimento nel paesaggio
I diametri medi dei pilastri in legno sono Ø 23 cm	I diametri dei pilastri in legno in corrispondenza dell'incastro sono Ø 22 cm le file longitudinali esterne, Ø 20 cm le file longitudinali interne

d) Aggiornamento delle illustrazioni del manuale

Le tavole che costituiscono i progetti degli edifici sono state completamente ridisegnate con impiego di strumenti di CAD tridimensionale.

Sono state elaborate viste prospettiche a colori per ciascun edificio progettato. Questo consente di comprendere a colpo d'occhio il progetto e l'edificio previsto, anche per chi non possiede particolare esperienza nella lettura di disegni tecnici.

Le tavole dei progetti risultano meglio consultabili in quanto tutta la parte strutturale è riunita in

una unica tavola per ciascun progetto, anziché essere distinta in più fogli; sono state inoltre aggiunte due tavole contenenti grafismi quali assonometrie e prospettive, che non erano presenti nella precedente edizione; il computo metrico del legname necessario è evidenziato graficamente tramite un "esplosivo", cui fanno riferimento le tabelle.

Sono state interamente aggiornate le illustrazioni della sezione *Metodi e tecniche costruttive*.

A qualche anno dall'introduzione di maggiore rigore nella normativa antinfortunistica, si è ritenuto

Confronto schematico tra l'edizione precedente e quella attuale

LOCALE POLIFUNZIONALE	
<i>Precedente edizione</i>	<i>Nuova edizione</i>
Rimangono invariate le dimensioni	
Pendenza delle falde circa 55%	Pendenza delle falde circa 30%
Resta invariata la struttura portante, del tipo trasversale	
	Aste di collegamento orizzontali, con funzione strutturale, disposte in prossimità della testa di tutti i pilastri
Manto di copertura in laterizio disposto su una orditura minuta di correnti e correntini	Il manto di copertura in laterizio è disposto su un tavolato realizzato all'estradosso degli arcarecci
I diametri medi dei pilastri in legno e delle travi principali di falda sono Ø 20 cm	I diametri all'incastro dei pilastri in legno e delle travi principali di falda sono Ø 22 cm

FIENILE	
<i>Precedente edizione</i>	<i>Nuova edizione</i>
Volume utile di circa 1200 m ³ di foraggio	Volume utile di circa 1000 m ³ di foraggio
Pendenza della falda circa 30%	Pendenza della falda circa 18%
Struttura intelaiata con maglia di 5,00 x 6,50 m	Struttura intelaiata con maglia di 5,00 x 5,00 m
Travi principali orizzontali, con funzione strutturale, disposte in senso longitudinale sopra la testa dei pilastri, sorreggenti una lamiera grecata autoportante	Aste di collegamento orizzontali, con funzione strutturale, disposte in senso longitudinale in prossimità della testa dei pilastri; travi di falda trasversali, arcarecci
Copertura in lamiera grecata autoportante in acciaio zincato	Manto di copertura in lamiera grecata in acciaio zincato, con superficie esterna da scegliersi con un tono di colore adatto al migliore inserimento nel paesaggio
Edificio privo di tamponature esterne	Possibilità di chiusura delle pareti esterne
I diametri medi dei pilastri in legno sono Ø 27 cm quelli centrali, Ø 25 cm quelli laterali	I diametri dei pilastri in legno in corrispondenza dell'incastro sono Ø 30 cm le file longitudinali esterne, Ø 24 cm le file longitudinali interne, salvo i piastri al centro delle pareti di testata (Ø 32 cm)

RIMESSA PER MACCHINE E ATTREZZATURE AGRICOLE	
<i>Precedente edizione</i>	<i>Nuova edizione</i>
Non presente nella precedente edizione	

ANNESI PER ORTI	
<i>Precedente edizione</i>	<i>Nuova edizione</i>
Restano invariate le tipologie	

to opportuno che le schede, una volta aggiornate, potessero svolgere un'azione tesa a sensibilizzare più efficacemente gli operatori agricolo-forestali sui problemi legati alla sicurezza nei luoghi di lavoro.

Mantenendo lo stile di disegno già adottato, che risulta assai semplificato, la principale modifica riguarda il modo in cui è ritratto l'operatore, che ora è rappresentato munito di casco.

e) Inserimento di un Compact Disc

È stato riprodotto l'intero contenuto del Manuale in un CD, comprendente anche una animazione sulla costruzione della scuderia presentata fra i progetti-tipo, così da consentire una migliore conoscenza delle fasi costruttive.

Con questa pubblicazione, l'ARSIA si augura di poter contribuire alla diffusione in Toscana di tipologie edilizie in legno che, oltre ad essere funzionali all'attività dell'operatore agricolo, consentono:

- una riduzione dei costi, facendo ricorso all'autocostruzione e all'utilizzo del legno di provenienza locale;
- un buon inserimento ambientale con la realizzazione di strutture ben distribuite, flessibili in funzione dell'utilizzo dei materiali, tenuto conto

anche delle coperture che prevedono soluzioni diverse secondo le caratteristiche ambientali del territorio circostante.

Le tipologie proposte, compresa quella riferita agli annessi precari per orti, si inseriscono perfettamente nel modello di sviluppo sostenibile che la nostra Regione da anni sta perseguendo e che ha portato la Toscana ad essere considerata un modello di riferimento primario.

Nelle pagine precedenti, si riportano degli schemi di confronto tra l'edizione precedente e quella attuale, elaborati dal DIAF, per consentire una immediata individuazione delle differenze introdotte nella revisione dei progetti tipo.

Infine, un ringraziamento particolare va ad Antonio Leti dell'ARSIA e a Paolo Pellegrini, docente del Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale dell'Università degli Studi di Firenze, che hanno profuso grande impegno per la revisione di questo Manuale, nonché a Giovanni Vignozzi – Dirigente del Dipartimento dello Sviluppo Economico-Responsabile del Servizio Foreste e Patrimonio agroforestale della Regione Toscana – che nel periodo di operatività presso l'ARSIA, ha coordinato e partecipato alla stesura della prima edizione del Manuale.



La costruzione di edifici agricoli in legno massiccio sulla base di progetti tipo

*Matteo Barbari, Massimo Monti,
Paolo Pellegrini, Francesco Sorbetti Guerri*

*DIAF - Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale
Sezione Costruzioni e Assetto del territorio
Università degli Studi di Firenze*

ARSIA • Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione
nel settore Agricolo-forestale, Firenze

DIAF • Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale
Sezione Costruzioni e Assetto del territorio
Università degli Studi di Firenze

Caratteristiche generali dei progetti tipo

La progettazione basata su progetti tipo

Ciascuno dei diversi progetti che si presentano allegati a questo volume è da intendersi come progetto tipo: cioè alcuni elementi del progetto potranno essere soggetti a modifiche a seconda delle particolari situazioni locali nelle quali sarà realizzato il fabbricato.

Ciò significa che per trasferire il modello a ciascuna realizzazione concreta sarà opportuno l'intervento di tecnici in grado di verificare la rispondenza della soluzione prescelta al caso in oggetto e di adeguarla ai particolari vincoli e alle esigenze della situazione. In caso di modifiche sensibili delle condizioni assunte a base dello studio, non si dovrà utilizzare il progetto-tipo senza avere prima tenuto conto dei cambiamenti necessari.

Tali considerazioni sono da riferirsi prima di tutto alle scelte progettuali di tecnica agraria. Infatti, alcune delle scelte caratterizzanti la costruzione, quali i caratteri distributivi degli edifici, il tipo di copertura, le tecnologie per il controllo delle condizioni ambientali all'interno del fabbricato, ecc. saranno strettamente dipendenti dalle connotazioni socio-economiche e tecnologiche tipiche della zona di intervento.

Le più opportune scelte progettuali sono dipendenti in realtà da un'ampia serie di fattori di varia natura come i modelli di organizzazione aziendale, ma anche le caratteristiche dell'ambiente fisico e climatico.

In secondo luogo, si deve avvertire che sarà comunque necessario l'intervento di un tecnico abilitato alla calcolazione strutturale dei fabbricati, sia perché questi rientrano in generale fra le strutture soggette alla Legge 1086/71, sia perché al variare della localizzazione del fabbricato varieranno, come disposto dai Decreti Ministeriali del 1996 e dalle

relative successive modifiche, i carichi esterni per neve e vento, e le azioni sismiche; inoltre il dimensionamento, e talvolta il tipo, delle fondazioni, saranno strettamente conseguenti alle caratteristiche del terreno *in situ*. Nelle pagine seguenti alcuni di questi aspetti saranno affrontati in dettaglio.

Anche la piena rispondenza del progetto alle particolari esigenze dell'azienda dovrà essere attentamente valutata: a questo proposito adeguamenti si renderanno necessari in relazione non solo alla superficie occorrente, che può essere diversa rispetto a quanto previsto nel progetto-tipo, ma anche alle esigenze funzionali e distributive connesse alle modalità gestionali seguite nell'azienda.

Allo scopo di familiarizzare con le tecniche più idonee da adottare nella realizzazione delle soluzioni costruttive indicate in progetto, potrà essere utilmente consultata la parte dell'opera che riguarda i metodi e le tecniche di costruzione

Legno massiccio

I progetti sono sviluppati per l'impiego di elementi strutturali in legno massiccio, sia tondo che squadrato. Aspetto caratterizzante della maggior parte dei fabbricati proposti è la scelta di adottare per la parte strutturale della costruzione il legno tondo grezzo, cioè fusti semplicemente sramati e scortecciati e quindi non sottoposti a ulteriori lavorazioni. Invece, nei casi di costruzioni per le quali si richiede un livello realizzativo di maggiore accuratezza, ad esempio fabbricati che debbano presentare un grado di ermeticità allo scambio interno-esterno simile a quello assicurato da un infisso, si prevede l'impiego di legname squadrato "uso Fiume", cioè a facce piane parallele con tolleranza di smusso.

Oltre a quanto sopra, per le chiusure laterali e, in

alcuni casi, per la copertura e per i solai di calpestio, sarà necessario tavolame di vari tipo, quali la tavola maschiata, la tavola refileta o meno, lo sciavero.

Poiché il legname tondo risulta naturalmente rastremato – cioè con minor diametro della parte apicale rispetto a quella basale del tronco – e di andamento irregolare, è opportuno impiegare, sia nel caso di tondame che in quello di “uso Fiume”, specie legnose caratterizzate da fusti di forma per quanto possibile regolare e prossima a quella cilindrica. Ben si prestano, da questo punto di vista, molte delle conifere dei nostri boschi.

Nel territorio della Toscana buone possibilità di utilizzazione sono offerte dagli assortimenti derivanti dagli impianti di douglasia, in considerazione sia delle loro caratteristiche tecnologiche, sia della ormai maturata disponibilità.

Non è però da escludere l'uso di specie diverse (tanto conifere che latifoglie) purché siano assicurate le necessarie caratteristiche tecnologiche e di forma, e sempre che il loro uso risulti vantaggioso dal punto di vista economico.

Modalità di assemblaggio degli elementi strutturali

Uno degli obiettivi che ci si è posti nella progettazione, è stato quello di individuare una metodologia costruttiva in grado di rendere possibile la realizzazione dei fabbricati attraverso l'impiego di manodopera aziendale. Si è quindi prevista la possibilità di realizzare collegamenti degli elementi strutturali, oltre che con i più diffusi sistemi di giunzione in lamiera forata, che presentano il limite di essere stati pensati essenzialmente per unire membrature strutturali di forma prismatica, anche per mezzo di connettori particolari progettati specificamente per l'impiego con legno tondo. Questi sono costituiti da piastre stampate e preforate, di forma curva, realizzate in lamiera di acciaio zincato, da fissare al legno con chiodi. La loro forma permette di adattare facilmente alle irregolarità del legno tondo grezzo, eseguendo i collegamenti con semplicità ed efficacia. Anche in relazione all'impiego di tali connettori sono stati sviluppati la maggior parte dei progetti-tipo.

Criteri di dimensionamento statico degli elementi strutturali

Le costruzioni in legno massiccio, ed in particolare quelle in tondame, sono state certo fra le

ultime ad essere calcolate con i metodi della scienza delle costruzioni; anzi sicuramente le piccole costruzioni a carattere semi-provisorio vengono ancora dimensionate in base all'esperienza, così come del resto è stato fatto per millenni senza che questo creasse particolari problemi per la stabilità dei fabbricati, sempreché la scelta delle caratteristiche qualitative e delle dimensioni del legname da impiegare fosse fatta oculatamente.

Tuttavia anche per gli elementi strutturali in legno massiccio, e in particolare per le costruzioni in legno tondo, è oggi necessario ricorrere agli strumenti di calcolo offerti dalla scienza delle costruzioni. Infatti, a parte ogni considerazione di buon senso, e pur se manca in Italia una specifica e cogente normativa riferita alle costruzioni in legno, lo spirito della Legge 1086/71 impone che le costruzioni vengano realizzate “in modo tale da assicurare la perfetta stabilità e sicurezza delle strutture e da evitare qualsiasi pericolo per la pubblica incolumità”; la lettera della medesima Legge ci dice che “sono da considerare opere a struttura metallica quelle nelle quali la statica è assicurata in tutto o in parte da elementi strutturali in acciaio o in altri metalli”: quando le giunzioni degli elementi strutturali in legno siano realizzate, come generalmente accade, utilizzando piastre, chiodi, viti, bulloni in acciaio, si ricadrà nei casi previsti dalla Legge 1086/71. Quanto sopra consente da un lato di adottare le tipologie di costruzioni in legno tondo anche in ambienti dove finora non sono state impiegate e quindi non se ne è avuta esperienza; dall'altro offre una garanzia di “economicità” nel realizzare le condizioni di sicurezza dell'edificio in quanto si evita esubero di impiego di materiale.

I metodi di calcolo di riferimento per la progettazione sono, anche nel caso delle costruzioni in legno, sia quello delle sollecitazioni ammissibili sia il metodo semiprobabilistico agli stati limite. Quest'ultimo risulta quello indicato nella norma Eurocodice 5, tuttora in fase sperimentale, tendente a una omogeneizzazione delle normative dei diversi Paesi dell'Europa.

Il metodo delle tensioni ammissibili è quello finora maggiormente impiegato e per il quale si ha generalmente più diffusa esperienza e dimestichezza anche da parte dei tecnici che effettuano i calcoli strutturali; molto spesso in Italia, nell'applicazione di questo metodo, si è fatto riferimento alle norme tedesche DIN 1052, prevedendo l'impiego di tondame strutturale di qualità corrispondente alla categoria II della normativa DIN 4074, cioè legno di conifere, di normale resistenza e di forma sufficientemente regolare.

Carico di sicurezza:	Categoria I	Categoria II	Categoria III
a flessione	$C_1 = 13 \text{ N/mm}^2$	$C_2 = 10 \text{ N/mm}^2$	$C_3 = 7 \text{ N/mm}^2$
a compressione	$C_1 = 11 \text{ N/mm}^2$	$C_2 = 8,5 \text{ N/mm}^2$	$C_3 = 6 \text{ N/mm}^2$

La tabella riporta i valori delle tensioni ammissibili, a compressione parallelamente alle fibre e a flessione, indicate dalla DIN 1052 tab. 1 e tab. 5 con ipotesi di carico H, per legname di abete rosso, abete bianco, larice, douglasia, pino silvestre, per le tre categorie di qualità

Per maggiori dettagli si rinvia alle normative DIN summenzionate (*vedi tabella*).

Le norme tedesche erano alla base anche dei calcoli strutturali degli edifici presentati nella precedente edizione di questo manuale; qui, invece, si sono adottati i sistemi di calcolo e verifica suggeriti dall'Eurocodice 5: si è ritenuto che una normativa più recente, nella quale è peraltro confluita anche l'esperienza nazionale tedesca, potesse dare maggiori garanzie di sicurezza e di economicità. E in generale i metodi di calcolo agli stati limite riflettono meglio il reale comportamento, sia globale che locale, della struttura; questo vale certo anche per il legno, pur se la mancanza di deformazione plastica riduce di molto le differenze con le tensioni ammissibili.

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche e meccaniche del legno, l'Eurocodice 5 rimanda alla norma EN 338, la cui versione ufficiale in lingua italiana è la norma UNI EN 338. È riportata nella pagina seguente la tabella contenuta nella norma suddetta.

Per il dimensionamento delle strutture dei progetti tipo qui proposti è stata ipotizzata l'adozione di legname di conifere rispondente a una classe di qualità medio-bassa fra quelle contemplate dalla tabella sopra riportata: è stata adottata la classe C22. I progettisti strutturali potranno condurre i calcoli adottando materiali di classi diverse, in relazione a particolari esigenze o disponibilità del materiale. Sarà comunque cura del Costruttore, sotto la sorveglianza della Direzione Lavori, assicurarsi che il legname impiegato nella costruzione risponda, di volta in volta, ai requisiti minimi richiesti dal progetto.

Nella quantificazione dei sovraccarichi accidentali per i fabbricati si sono considerati quelli indicati dalla normativa italiana e particolarmente dal D.M. 16.1.1996 riportante "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi", e dalle successive integrazioni e modifiche. A questo riguardo sono determinanti particolarmente gli effetti del vento e della neve.

Tanto l'uno che l'altra cambiano a seconda della località: nel calcolo dei progetti tipo si sono considerate le seguenti situazioni:

- per il carico da neve collocazione nella zona II (quella nella quale ricade l'intera regione Toscana) e una altitudine di riferimento di 250 m s.l.m.;
- per l'azione del vento collocazione nella zona 3, categoria di esposizione del sito II (comprendente le localizzazioni fino a 500 m di altezza nell'intera regione, anche quelle in aperta campagna, ad esclusione delle isole), classe di rugosità del terreno D, coefficiente di topografia pari a 1, coefficiente dinamico pari a 1.

Rientrano in questa casistica le aree della Toscana, dalla costa verso l'interno, fino alla quota di 250 m: per esse si possono considerare validi i valori assunti nella progettazione.

Comunque è da sottolineare che quelli presi a base di ciascun progetto sono i valori minimi al di sotto dei quali non si può scendere, nelle zone indicate. In casi diversi da quelli considerati gli effettivi valori da adottare dovranno essere rideterminati in base alle condizioni locali.

In conclusione, i sovraccarichi da neve e vento che si sono assunti in ciascun progetto coprono la maggioranza delle situazioni praticamente possibili in Toscana.

Per quanto riguarda il dimensionamento delle fondazioni si dovrà procedere a individuare il tipo più adatto e a calcolarle in funzione delle caratteristiche del terreno su cui dovrà essere realizzata la costruzione.

È utile ricordare infine che con il legno, e anche con il legno tondo, si possono costruire edifici che rispondono alle normative previste per le costruzioni in zone dichiarate sismiche.

Anzi, stante la leggerezza delle strutture, in generale le azioni sismiche convenzionali, determinate in base al D.M. 1996 e successive modifiche, generano forze orizzontali, proporzionali alle masse, sensibilmente inferiori a quelle indotte dal vento, per cui si può affermare che nella maggior

	Pioppo e confere									Latifoglie					
	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Proprietà di resistenza in N/mm ²															
Flessione	$f_{m,k}$	14	16	18	22	24	27	30	35	40					
Trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	8	10	11	13	14	16	18	21	24					
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4					
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k}$	16	17	18	20	21	22	23	25	26					
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k}$	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	5,7	6,0	6,3					
Taglio	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,6					
Proprietà di rigidezza in kN/mm ²															
Modulo di elasticità medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	7	8	9	10	11	12	12	13	14					
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,7	7,4	8,0	8,0	8,7	9,4					
Modulo di elasticità medio perpendicolare alla fibratura (5%)	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40	0,40	0,43	0,47					
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0,44	0,50	0,56	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88					
Massa volumica in kg/m ³															
Massa volumica	ρ_k	290	310	320	340	350	370	380	400	420					
Massa volumica media	ρ_{mean}	350	370	380	410	420	450	460	480	500					

La tabella riporta i valori delle caratteristiche fisiche e meccaniche del legname, previste dalla norma UNI EN 338, da adottarsi secondo le indicazioni dell'Eurocodice 5.

La riproduzione di parti della norma UNI EN 338 è stata autorizzata da UNI – Ente Nazionale italiano di Unificazione – via Battistotti Sassi, 11b 20133 Milano.

La garanzia di esattezza del testo è data esclusivamente dalla norma originale disponibile presso UNI. (Autorizzazione del 16 maggio 2002)

parte dei casi l'essere situata in zona sismica non comporta per la costruzione in legno la necessità di incrementare la propria resistenza strutturale. Tutti gli edifici proposti nell'ambito del presente lavoro sono stati dimensionati per essere costruiti nelle zone con il maggior grado di sismicità previsto dalle norme italiane (S=12).

Anche le tensioni indotte nella struttura per gli spostamenti delle fondazioni provocati dalle azioni sismiche, sono in generale assai inferiori a quelle indotte dal vento: dunque di norma non saranno necessari collegamenti fra le fondazioni isolate.

Il materiale di copertura

Esiste talvolta un contrasto tra l'obiettivo di economia di realizzazione del fabbricato e quello di buon inserimento dello stesso nel contesto del territorio circostante.

Nel caso delle costruzioni in legno gli elementi strutturali e di tamponamento godono generalmente di buone qualità sotto entrambi gli aspetti. La scelta del manto di copertura invece può essere determinante per caratterizzare il risultato finale complessivo del fabbricato, sia dal punto di vista estetico che da quello economico.

Per ciascun progetto-tipo è stata prevista la realizzazione di un ben definito manto di copertura,

che si è individuato in base alle esigenze prevalenti determinate dalla particolare utilizzazione. Tuttavia tale scelta, fatta in sede di definizione del progetto-tipo, non vuole né può essere definitiva per i fabbricati che saranno realizzati e che fanno riferimento a quel modello. Qui infatti sarà l'imprenditore che dovrà decidere di privilegiare piuttosto l'uno o l'altro dei diversi aspetti, senza dimenticare che in molte circostanze ci si dovrà adeguare a vincoli e prescrizioni indicati dai vari uffici competenti alla cui approvazione sarà sottoposto il progetto.

Qualora si debba modificare il manto di copertura del fabbricato rispetto a quanto previsto nel progetto-tipo, di ciò andrà tenuto conto già a livello di definizione della struttura portante; infatti le caratteristiche dell'orditura sottostante sono strettamente correlate con quelle del manto di copertura.

A proposito della scelta del materiale di copertura, nelle pagine seguenti si potranno individuare alcuni suggerimenti per le situazioni più comuni.

Gli elementi di tamponatura

Ciascun progetto prevede una propria configurazione della tamponatura.

Le varie tipologie adottate possono essere comunque modificate in relazione alle esigenze specifiche dell'azienda, a considerazioni paesaggi-

stiche o a situazioni di diversa disponibilità di materiali.

In caso sussistano le condizioni che lo richiedono, le aperture potranno essere dimensionate diversamente, e gli elementi di tamponamento potranno essere disposti in altra posizione rispetto a quanto previsto nel progetto: la struttura dell'edificio è in ogni caso dimensionata tenendo conto delle diverse situazioni possibili.

Infatti nel calcolo strutturale si è tenuto conto che le soluzioni distributive presentate possono essere modificate, del tutto o in parte, con elementari interventi di manodopera aziendale, senza spreco di materiale, anzi semplicemente spostando i correnti di parete, i tavolati e le chiusure mobili esistenti. Inoltre si è considerato probabile che la costruzione non venga realizzata da ditte professionali, ma direttamente dall'azienda agricola, il che rende difficile ipotizzare che venga sempre seguito un preciso programma di montaggio.

Stante quanto sopra, non si è ritenuto opportuno prendere in conto, ai fini del calcolo strutturale, una unica e ben definita configurazione distributiva, in particolare per quanto concerne le chiusure esterne, siano esse fisse o mobili. Si sono adottate dunque le seguenti ipotesi di configurazione, fra loro alternative:

- ogni parete esterna perpendicolare alla direzione del vento può essere alternativamente aperta o chiusa;
- le pareti esterne sono tutte chiuse e la costruzione si considera "non stagna".

Da questo scaturisce la massima libertà progettuale nella definizione delle chiusure esterne.

Una considerazione a parte va fatta per il fienile, in relazione alla presenza di controventi su alcune campate esterne in prossimità degli angoli dell'edificio: tali controventi, indispensabili alla stabilità della struttura, impediscono di ricavare in quelle posizioni aperture praticabili.

Le fondazioni

Tutti gli edifici proposti nella presente edizione del manuale sono stati progettati e calcolati adottando fondazioni del tipo a plinti isolati, salvo il "Locale polifunzionale", per il quale la soluzione a reticolo di travi è imposta dalla necessità di formare cordoli a sostegno di un solaio di calpestio. In tutti i casi la sommità del plinto è stata tenuta assai vicina alla superficie del terreno in modo da ridurre al minimo la lunghezza libera del pilastro: tale vicinanza ha imposto la forma tronco-conica la

quale tuttavia, essendo la pendenza assai bassa, sarà raggiunta modellando a mano, in fase di getto, la superficie del calcestruzzo; in ogni caso il terreno indisturbato dovrà essere raggiunto per mezzo del magrone, che comunque non dovrà avere spessore inferiore ai 10 cm.

La vicinanza alla superficie del terreno, combinata con la possibile presenza di agenti aggressivi derivati dalle deiezioni degli animali, ha imposto l'adozione di parametri consoni all'ambiente di tipo "molto aggressivo" e all'armatura di tipo "sensibile": in particolare il copriferro di 3,5 cm dovrà essere garantito dall'adozione degli appositi distanziatori. Per il resto si raccomanda la rigorosa osservanza delle usuali precauzioni necessarie al fine di ottenere un getto di buona qualità: adozione di calcestruzzo a basso contenuto di acqua, impiego appropriato di sistemi meccanici di compattazione.

Il complesso plinto-pilastro potrà essere realizzato seguendo varie procedure:

- plinto gettato in opera, pilastro posizionato prima del getto;
- plinto gettato in opera lasciando, a mezzo di apposita cassaforma, il foro cilindrico per il pilastro; questo viene posizionato successivamente e bloccato con un getto di malta espansiva;
- plinto prefabbricato intero, munito di foro cilindrico per il pilastro che sarà poi posizionato e bloccato come sopra;
- plinto prefabbricato costituito dal solo bicchiere nervato da completare in opera con getto integrativo; il pilastro sarà poi posizionato e bloccato come sopra.

La scelta della procedura dipenderà dalle propensioni e dalle capacità di chi realizza l'opera, e dalle condizioni, possibilità e mezzi disponibili sul luogo.

Naturalmente sia la fondazione che il sistema di collegamento a incastro del pilastro possono realizzarsi in molte altre maniere: fra queste una delle più interessanti è certamente quella oggetto di una apposita norma da parte della ASAE, American Society of Agricultural Engineers. Quando vi sia da incastrare un palo verticalmente nel terreno, la prima soluzione che viene alla mente di ognuno è quella di scavare una buca, infilarvi il palo, riempirla compattando adeguatamente il materiale di riempimento: la norma ANSI/ASAE EP486.1 OCT00, approvata nell'ottobre 2000 dall'American National Standards Institute dà le indicazioni necessarie per la progettazione ed il calcolo statico delle fondazioni di pali incastrati nel terreno.

In Appendice è riportata una traduzione delle

parti più interessanti della Norma; resta comunque inteso che questa traduzione non possiede l'approvazione ufficiale della ASAE, e che pertanto la garanzia di esattezza del testo e di efficacia dei metodi di calcolo è data esclusivamente dalla norma originale, nei limiti da essa specificati, disponibile presso la ASAE stessa all'indirizzo <http://www.asae.org/>.

Legnami utilizzabili per le costruzioni agricole

La realizzazione di costruzioni rurali con struttura portante in legno massiccio si presenta tanto più proponibile quanto più è agevole il reperimento, sia a livello aziendale che sul mercato, del materiale occorrente per coprire le diverse necessità (elementi strutturali ed elementi di tamponamento).

Per quanto riguarda la realizzazione degli elementi strutturali, gli assortimenti legnosi che si utilizzano si diversificano notevolmente per dimensione; per questo è possibile ipotizzare l'utilizzazione anche di quelle specie legnose che pur offrendo materiale di buona qualità tecnologica non sono in grado di fornire assortimenti di grosso diametro.

Particolarmente con l'impiego della tecnica costruttiva in legno tondo è necessario disporre di assortimenti di forma quanto più possibile regolare.

Si presenta quindi la condizione di poter prevedere l'uso di specie legnose anche di rapido accrescimento, che forniscono, in dipendenza dell'età di utilizzazione (tagli di maturità o diradamenti), del tipo di governo (cedui o fustaie), o della posizione dell'assortimento nel fusto (parti basali, apicali, ecc.), assortimenti che possono trovare adeguata collocazione nella realizzazione di elementi diversi della costruzione.

È possibile quindi dare sommaria indicazione delle specie, e degli assortimenti da queste ricavabili, facendo particolare riferimento a quelle più comuni sui mercati o nelle aziende della regione Toscana.

Nel seguito sono richiamati gli aspetti morfologici tipici e le principali caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche per i legnami di più corrente impiego.

Coloro che abbiano interesse a impiegare per il calcolo strutturale il metodo delle tensioni ammissibili, possono far riferimento ai valori nel seguito riportati, tratti da Giordano (1997) e validi, nei limiti specificati dall'Autore, per sollecitazioni statiche ed in condizioni normali di umidità.

Chi invece intendesse effettuare i calcoli seguendo l'Eurocodice 5 dovrà riferirsi alla tabella contenuta nella norma UNI EN 338, precedentemente richiamata.

• *Abete bianco*

Pianta di sviluppo notevole (diametro max 100 cm, altezza max 40-50 m) fornisce fusti di forma regolare, con andamento rettilineo e modeste rastremazioni.

La tessitura del legname è mediamente fine, il ritiro è basso-medio, la durezza bassa e la durabilità è da considerarsi scarsa andando soggetto ad attacchi di funghi e insetti.

La massa volumica media a umidità normale varia da 0,31 a 0,61 g/cm³.

I carichi di sicurezza a compressione parallelamente alle fibre per le tre categorie sono:

$$C_1 = 11 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 9 \text{ N/mm}^2 \\ C_3 = 7 \text{ N/mm}^2.$$

I carichi di sicurezza a flessione per le tre categorie sono:

$$C_1 = 11,5 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 10 \text{ N/mm}^2 \\ C_3 = 7,5 \text{ N/mm}^2.$$

La segazione è agevole, l'unione con viti e chiodi è facile anche se di modesta tenuta. L'impregnabilità può essere difficile per cui il legname deve essere preferibilmente utilizzato in ambienti interni al riparo dell'umidità.

Nel caso della sua utilizzazione per realizzare pilastri occorre proteggere la parte infissa nel terreno o tenerla debitamente distanziata da questo.

I difetti principali del legname sono rappresentati da cipollatura, canastro, eterogeneità nello spessore degli anelli.

È un legname da considerarsi idoneo per l'utilizzo sia come tondo da costruzione, destinazione che consente la utilizzazione anche degli assortimenti di minori dimensioni, che sotto forma di legname segato o squadrato.

• *Abete rosso*

Pianta di sviluppo notevole (diametro max 80 cm, altezza max 50 m) fornisce fusti di forma regolare, con andamento rettilineo e modeste rastremazioni.

La tessitura del legname è media, la fibratura diritta, il ritiro basso-medio, la durezza bassa e la durabilità scarso-media.

La massa volumica media a umidità normale varia da 0,30 a 0,62 g/cm³.

I carichi di sicurezza a compressione parallelamente alle fibre per le tre categorie sono:

$$C_1 = 10 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 8 \text{ N/mm}^2$$

$$C_3 = 6 \text{ N/mm}^2.$$

I carichi di sicurezza a flessione per le tre categorie sono:

$$C_1 = 11 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 9 \text{ N/mm}^2$$

$$C_3 = 7 \text{ N/mm}^2.$$

La segagione è agevole, l'unione con viti e chiodi è facile, anche se di modesta tenuta.

L'impregnabilità è difficile, ed il legname può andare soggetto ad attacchi di funghi e di insetti.

Nel caso di utilizzazione per realizzare pilastri occorre proteggere la parte infissa nel terreno o tenerla debitamente distanziata da questo.

I difetti principali del legno sono rappresentati da canastro o tasche di resina.

È un legname da considerare idoneo per la realizzazione di strutture costruttive in legno tondo o squadrato e per la produzione di segati e tavolame.

• *Pino silvestre*

Il pino silvestre, presente in tutto l'arco alpino allo stato spontaneo, è presente anche in popolamenti nell'Appennino settentrionale e più comunemente si può rinvenire all'interno di complessi forestali di pini di altre specie.

La forma dei fusti viene notevolmente influenzata dalle condizioni ambientali, ma non è difficile rinvenire fusti di forma regolare anche di notevoli dimensioni.

I difetti più comuni sono costituiti da canastro o tasche di resina.

Il legname ha tessitura media, fibratura diritta, ritiro modesto-medio, durezza bassa, massa volumica media a umidità normale variabile da 0,38 a 0,66 g/cm³ e durabilità modesta.

I carichi di sicurezza a compressione parallelamente alle fibre per le tre categorie sono:

$$C_1 = 11 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 9 \text{ N/mm}^2$$

$$C_3 = 7 \text{ N/mm}^2.$$

I carichi di sicurezza a flessione per le tre categorie sono:

$$C_1 = 12 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 10 \text{ N/mm}^2$$

$$C_3 = 8 \text{ N/mm}^2.$$

La segagione è agevole e l'unione viti-chiodi è facile ma di tenuta mediocre.

Il legname di pino silvestre è molto suscettibile all'attacco di funghi e di insetti xilofagi per cui sono necessari trattamenti preservanti.

Il legname può essere utilizzato per la realizzazione di strutture costruttive in legno tondo quando la regolarità dei fusti lo consente, e più comunemente può essere utilizzato per produrre travi, paleria e tavolame per realizzare elementi di tamponamento.

• *Pino laricio*

È pianta tipica dell'Italia meridionale (Sila, Aspromonte, Etna), della Corsica e di altri comprensori europei. Sono però presenti anche rimboschimenti in zona appenninica che possono fornire ottimi fusti con dimensioni anche notevoli.

Il legname ha tessitura media, fibratura abbastanza diritta, nodosità elevata nella parte alta dei fusti, ma regolare.

Il ritiro è medio.

La massa volumica ad umidità normale varia da 0,56 a 0,65 g/cm³.

I difetti più frequenti sono rappresentati da una accentuata nodosità, dalla disformità dello spessore degli anelli e dalla facilità con cui viene attaccato da funghi e da insetti.

È da tener presente che pezzi con forti trasudazioni di resina possono risultare fragili alla flessione statica.

Il legname può essere utilizzato per ricavare strutture costruttive, paleria, ecc. ma a seconda delle condizioni può essere utile sottoporlo a interventi protettivi.

• *Pino domestico - Pino marittimo*

Sono specie che forniscono legname che difficilmente si adatta alla realizzazione di costruzioni in legno tondo per i limiti dimensionali e di forma che presentano gli assortimenti ricavabili.

Il pino domestico ha forma regolare solo per circa i due terzi del fusto mentre il pino marittimo presenta sovente fusti con forma sciabolata.

Dal punto di vista delle caratteristiche di resistenza meccanica le due specie hanno comportamento simile sia per quanto riguarda i carichi di sicurezza a compressione parallelamente alle fibre

$$C_1 = 10-11 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 8-9 \text{ N/mm}^2$$

$$C_3 = 6-7 \text{ N/mm}^2$$

sia per quelli a flessione

$$C_1 = 11-12 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 10-11 \text{ N/mm}^2$$

$$C_3 = 7-8 \text{ N/mm}^2.$$

Il legname ricavabile ha tessitura da media a grossolana, fibratura abbastanza diritta, ritiro da basso a medio, massa volumica media a umidità normale pari a 0,45-0,80 g/cm³ e possibilità di unione con viti e chiodi facile da eseguire ma di scarsa tenuta.

La durabilità è scarsa per attacchi di funghi e di insetti xilofagi.

I legnami possono essere utilizzati per usi costruttivi ma devono essere trattati o protetti.

Possono anche ricavarsi segati e tavolame andante utilizzabile per realizzare strutture di tamponamento.

• *Douglasia*

La douglasia di produzione italiana proviene da piantagioni sia alpine che appenniniche che danno prodotti di buone caratteristiche tecnologiche.

Giordano riporta risultati orientativi circa le caratteristiche tecnologiche del legname di douglasia italiana che indicano tessitura fine e media, fibratura dritta, massa volumica media a umidità normale di 0,5 g/cm³, ritiro medio, durezza bassa. Secondo lo stesso Autore le caratteristiche di peso e di resistenza meccanica non sono inferiori a quelli delle provenienze americane.

Per quanto riguarda la douglasia toscana si può fare riferimento a quanto contenuto nel Quaderno ARSIA 9/99 - *Il legno di castagno e di Douglasia della Toscana* che riporta per la resistenza a flessione valori caratteristici che vanno da 19 N/mm² a 27 N/mm² e che consiglia di applicare ai medesimi valori un coefficiente di sicurezza di 2,75.

La possibilità di utilizzare la douglasia per la realizzazione di strutture in legno appare proponibile anche per la notevole disponibilità di legname proveniente da diradamenti che forniscono materiale dimensionalmente idoneo (con diametri anche maggiori di 30 cm) per la produzione sia di strutture portanti che di tavolame.

• *Castagno*

La produzione di legname da costruzione di castagno è da riferirsi essenzialmente ai polloni ricavabili dai cedui che possono presentare forme eccellenti anche negli assortimenti con diametri maggiori. Fra i difetti principali si ricordano in particolare la cipollatura e la curvatura basale che può essere presente nei polloni.

Dal punto di vista tecnologico il legname di castagno presenta tessitura media, fibratura dritta, ritiro medio-elevato, durezza media-elevata e massa volumica media a umidità normale pari a 0,58 g/cm³.

I carichi di sicurezza a compressione parallelamente alle fibre per le tre categorie sono:

$$C_1 = 11 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 9 \text{ N/mm}^2;$$

$$C_3 = 7 \text{ N/mm}^2,$$

mentre quelli a flessione sono pari a:

$$C_1 = 12 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 10 \text{ N/mm}^2;$$

$$C_3 = 8 \text{ N/mm}^2.$$

Il legname del castagno presenta durame con marcata durezza e risulta idoneo per la realizzazione di elementi strutturali portanti. La segazione non è agevole e i collegamenti con viti e chiodi sono buoni ma necessitano di preparazione delle sedi.

• *Robinia*

Anche per quanto riguarda la robinia l'interesse principale nell'utilizzazione del legname come materiale da costruzione è rivolto ai polloni che presentano maggior regolarità che non le piante di alto fusto.

Le caratteristiche tecnologiche del legname di robinia sono rappresentate da tessitura media, fibratura dritta, ritiro medio-elevato, durezza media-elevata.

I carichi di sicurezza medi a compressione assiale per le tre categorie sono:

$$C_1 = 12 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 10 \text{ N/mm}^2$$

$$C_3 = 7,5 \text{ N/mm}^2$$

mentre quelli a flessione sono:

$$C_1 = 13,5 \text{ N/mm}^2 \quad C_2 = 11,5 \text{ N/mm}^2$$

$$C_3 = 9 \text{ N/mm}^2.$$

La segazione non è agevole e l'unione con viti o chiodi è buona, ma occorre preparare le sedi.

Il legname di robinia può essere utilizzato per realizzare elementi portanti che, per le modeste dimensioni degli assortimenti ricavabili, interessano in genere manufatti di modesto impegno.

La durabilità del legname (durame) è notevole per la elevata resistenza all'attacco di funghi e insetti.

Progetti tipo allegati

Al volume sono allegate le tavole grafiche e le relazioni descrittive dei seguenti progetti tipo.

Mc1	Scuderia – scuderia con box singoli e recinti collettivi
Mc2	Ricovero per cavalli in area di sosta – ricovero per cavalli in area di sosta, a poste individuali, con locale deposito
Mc3	Stalla libera per bovini da carne – stalla libera a lettiera permanente per bovini da carne: zona di riposo
Mc3a	Stalla libera per bovini da carne – stalla libera a lettiera permanente per bovini da carne: zona di alimentazione
Mc4	Ovile a lettiera permanente – ovile a lettiera permanente con corsia centrale di servizio
Mc5	Fienile chiuso – fienile chiuso su tutti i lati
Mc6	Rimessa per attrezzature agricole – rimessa per macchine e attrezzature agricole e magazzino per mezzi tecnici per l'agricoltura
Mc9	Locale polifunzionale

Ciascun progetto è costituito da tre tavole.

La *tavola 01*, compilata in fronte-retro, riporta sul davanti la pianta del piano unico dell'edificio, e due sezioni, delle quali una in corrispondenza dei pilastri. Sul retro è riportata la pianta delle fondazioni; si trova anche l'esecutivo dei pilastri, considerati in condizioni di media consistenza del terreno, giusto per rendere un'idea complessiva dell'impegno occorrente.

La *tavola 02* comprende gli schemi strutturali tridimensionali, che riportano la geometria della struttura; una sequenza di assonometrie che illustrano le varie fasi della costruzione e indicano come procede il montaggio dell'edificio; un esploso assonometrica del tavolame e degli elementi strutturali in legname occorrenti, corredato di tabella riassuntiva dei tipi e delle quantità necessarie.

La *tavola 03* riporta alcuni prospetti, e le prospettive di interni, allo scopo di rendere in maniera più efficace il risultato della costruzione oggetto della progettazione.

Ciascuna tavola di progetto riporta sul frontespizio la prospettiva dell'edificio cui si riferisce; inoltre, sempre con l'intento di poterle facilmente individuare, le tavole di ciascun progetto sono contraddistinte dal medesimo colore, così che risulta più semplice riunirle insieme per la consultazione.

All'interno delle stesse tavole, per ciascun progetto, è riportata, oltre alla parte grafica, anche la descrizione delle sue componenti principali e sono inoltre evidenziate le particolarità strutturali e funzionali dell'edificio. Sono pertanto illustrati i principali aspetti distributivo-funzionali e dimensionali, che riguardano anche i criteri di dimensionamento della concimaia laddove questa è richiesta. Sono descritte poi le soluzioni strutturali e gli aspetti costruttivi di maggior interesse, e sono fornite indicazioni utili alla corretta interpretazione delle liste del legname occorrente.

Metodi e tecniche costruttive

Per rendere più agevoli le fasi di montaggio degli edifici in legno presentati come progetti tipo nell'ambito di questo volume, si propongono di seguito alcune indicazioni di carattere generale con lo scopo di introdurre il lettore che non abbia esperienza, alle tecniche proprie di questo tipo di costruzioni.

Accanto a operazioni note agli addetti del settore, sono riportate anche modalità di esecuzione alternative, che possono essere di utile impiego in determinate situazioni di lavoro.

Inoltre, per quelle particolari fasi costruttive per le quali si rende opportuno adottare tecniche poco conosciute, e pertanto inconsuete nelle situazioni della regione Toscana, nelle pagine seguenti sono date indicazioni che consentono di affrontare con adeguata preparazione i lavori ad esse relativi.

Per semplicità e chiarezza di illustrazione le figure che riguardano l'esecuzione di operazioni non sono esaustive delle operazioni da compiere, ma hanno il solo scopo di aiutare a comprendere la sequenza e le modalità delle principali fasi del lavoro: l'operatore è tenuto ad adottare tutti quegli accorgimenti, e particolarmente quelli inerenti la sicurezza, che sono previsti dalle normative vigenti al momento della costruzione.

È inoltre opportuno ricordare che, non diversamente da quanto accade per gli altri tipi di edifici, anche per le costruzioni in legno è indispensabile ottenere, prima dell'inizio della costruzione, le necessarie autorizzazioni amministrative, rilasciate dai vari Enti competenti.

Gli argomenti affrontati sono organizzati secondo lo schema seguente:

1. Studio preliminare del progetto e organizzazione del lavoro	
1.1 Organizzazione del lavoro	30
1.2 Connettori	30
1.3 Schemi costruttivi della struttura	31
1.4 Principali fasi di montaggio di un edificio in legno	32
2. Fondazioni e pilastri	
2.1 Tracciamento delle fondazioni	34
2.2 Scavo delle fondazioni	37
2.3 Tipologie di fondazioni	38
2.4 Preparazione della base dei pilastri	40
2.5 Realizzazione delle fondazioni	41
2.6 Posa in opera dei pilastri	43
3. Cordoli e muretti	
3.1 Realizzazione in muratura	47
3.2 Realizzazione in calcestruzzo	48
4. Copertura	
4.1 Taglio a misura dei pilastri	49
4.2 Disposizione delle travi principali	52
4.3 Controventamenti	53
4.4 Elementi da considerare nella scelta della copertura	54
4.5 Struttura del tetto e manto di copertura	57
5. Tamponamenti e porte	
5.1 Tamponamenti	61
5.2 Porte, cancelli e infissi vari	64

1. STUDIO PRELIMINARE DEL PROGETTO E ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

1.1 Organizzazione del lavoro

Prima di iniziare il lavoro di costruzione dell'edificio è essenziale verificare di avere a disposizione di volta in volta tutti i materiali, gli attrezzi e i macchinari necessari. Solo così il lavoro potrà procedere speditamente e senza intoppi.

Per controllare la disponibilità di tutto quello che è necessario per il lavoro, è utile preparare un elenco a cui fare riferimento, indicando le principali fasi dell'organizzazione del lavoro ed i controlli da effettuare.

Per quanto riguarda la strumentazione, l'attrezzatura e i macchinari in ogni caso necessari, si potrà far riferimento alle liste seguenti, che dovranno di volta in volta essere integrate in dipendenza delle condizioni locali di lavoro, ricordando che comunque dovranno essere rispettate le normative in materia di sicurezza.

Strumenti: rotella metrica, cordicella, eventuali strumenti topografici da cantiere, livella da muratore, tubo trasparente per livellare, filo a piombo, squadra, metro a stecca, calce per segnare per terra, matita da carpentiere, gessetti.

Attrezzi e accessori: mazze e mazzuoli, martelli da carpentiere e da fabbro, cavachiodi, scalpelli da legno, scalpelli da muratore, pinze, tenaglie, cesoie, ascia, seghe a mano da legno e da ferro, morsetti, piccone, zappa, pale, carretta, paiole, mestole, chiavi di vario tipo, trapano elettrico e punte per trapano, avvitatore, pialletto, seghetto alternativo, sega circolare a banco e portatile, smerigliatrice angolare, motosega e accessori, betoniera, scale, ponteggio anche su ruote, cavalletti a capra, carrucole o argano a mano, quadro elettrico, cavi elettrici di prolunga, dispositivi di protezione individuale.

Altri materiali: tavole per casseforme, picchetti, tavolame e legname di consumo, regoli, pertiche, funi, chiodi, filo di ferro.

Macchine: trattore dotato di escavatore e pala caricatrice, trivella, carrello.

1.2 Connettori

I progetti sviluppati sono stati predisposti in maniera specifica per rendere possibile anche l'impiego di manodopera dell'azienda agricola, in quanto si è curato di semplificare talune operazioni, in particolare quelle di montaggio.

A tale scopo, per l'esecuzione delle giunzioni sono previste soluzioni di collegamento fra le più semplici ed affidabili: in particolare le unioni degli elementi in legno sono realizzate mediante connettori in lamiera o profilati di acciaio zincato di forme varie, adatte ai diversi tipi di collegamento da effettuare (*fig. 1*).

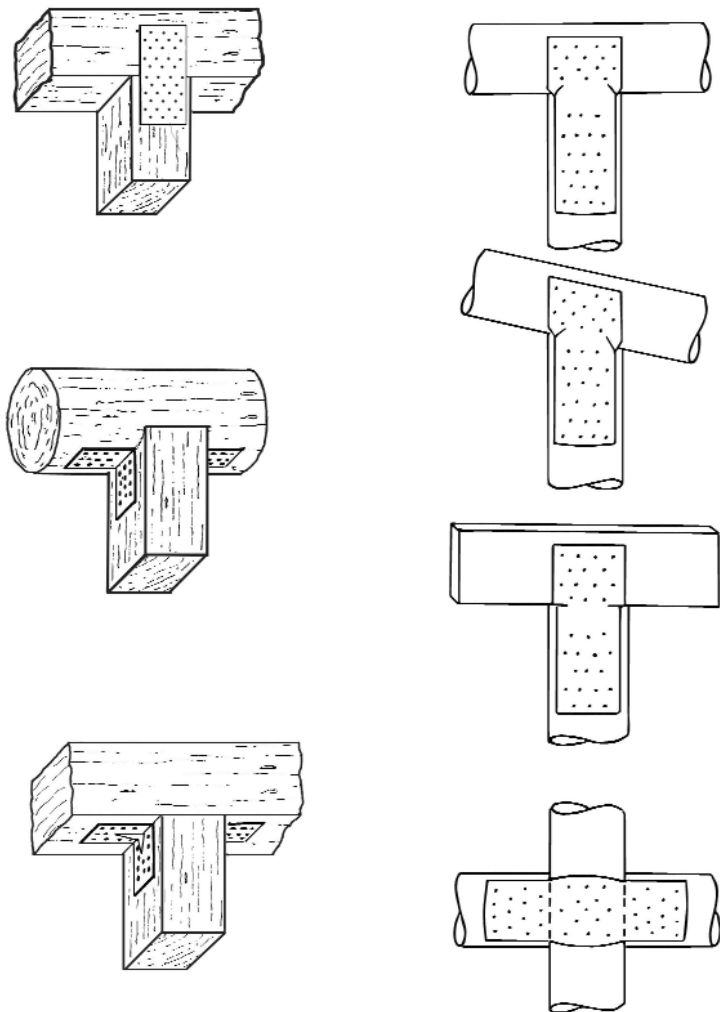


Fig. 1 - Nella colonna a sinistra sono rappresentati giunti di tipo tradizionale; in quella di destra giunti con connettori per legno tondo

I connettori utilizzati sono quindi costituiti da squadrette angolari di diverse fogge e dimensioni, piastre piane o arcuate, staffe, ecc.; una serie di fori già praticati sui connettori alla distanza adatta per una corretta chiodatura consente il loro rapido fissaggio con chiodi ad aderenza migliorata.

Per il numero di chiodi da usare su ogni collegamento si rimanda alle prescrizioni, ad esempio quelle contenute nell'Eurocodice 5.

Inoltre i produttori dei connettori in lamiera generalmente indicano anche il tipo e il numero di chiodi da usare per ciascun connettore, in relazione alle sollecitazioni che esso deve sopportare.

1.3 Schemi costruttivi della struttura

Gli schemi costruttivi degli edifici in legno che compaiono nei progetti sviluppati sono sostanzialmente riconducibili a uno dei due seguenti tipi: trasversale e longitudinale.

La *fig. 2* mostra lo schema costruttivo di tipo trasversale, cioè con le travi principali disposte nel senso della larghezza dell'edificio. A seconda della soluzione adottata per la copertura può variare il tipo e la disposizione degli elementi strutturali della falda. I correnti di parete assolvono alla funzione di sostegno delle tamponature.

Fig. 2

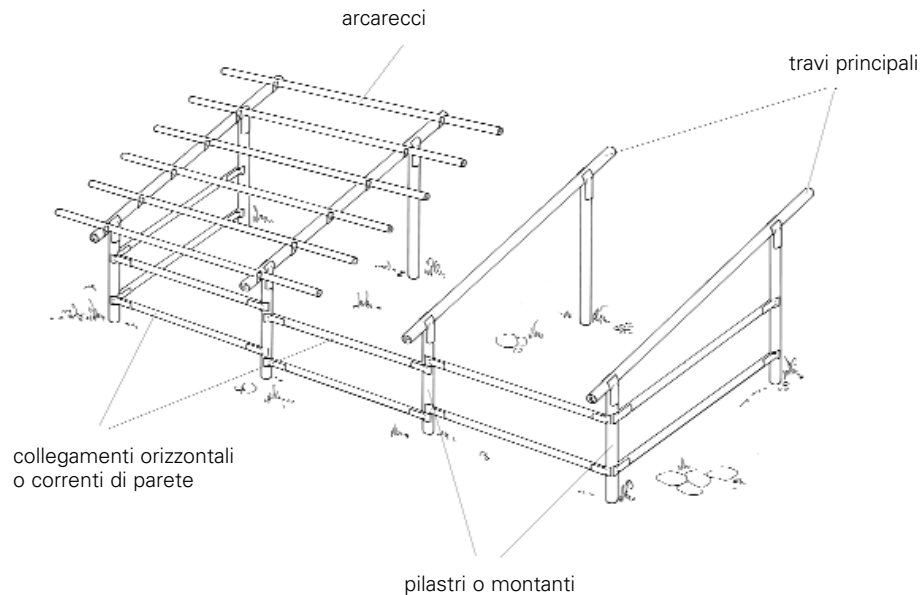
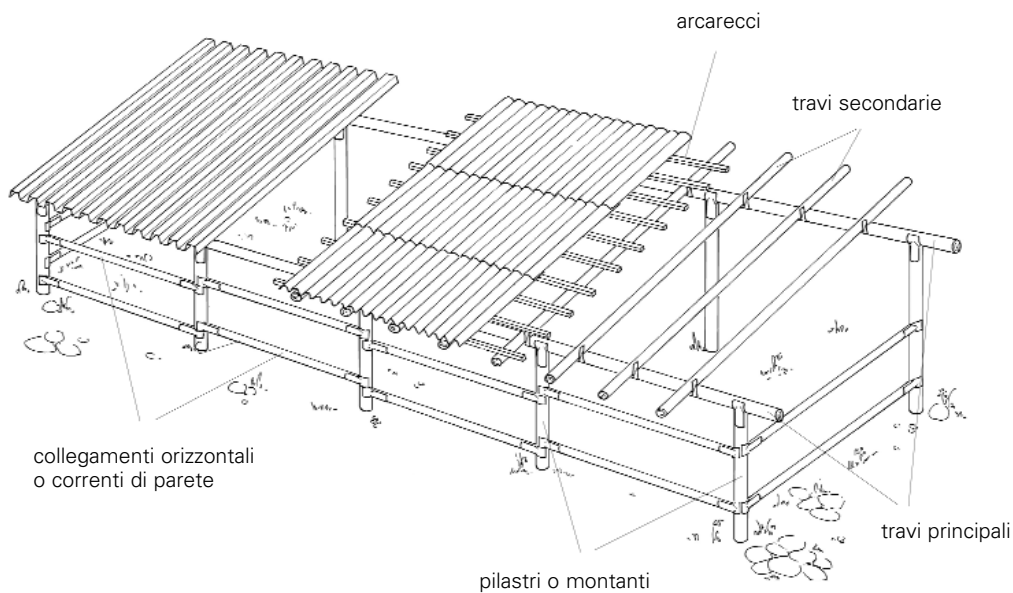


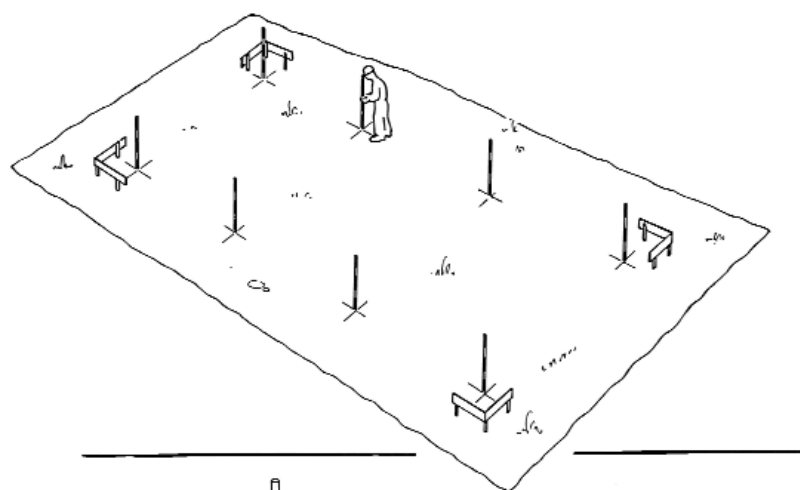
Fig. 3



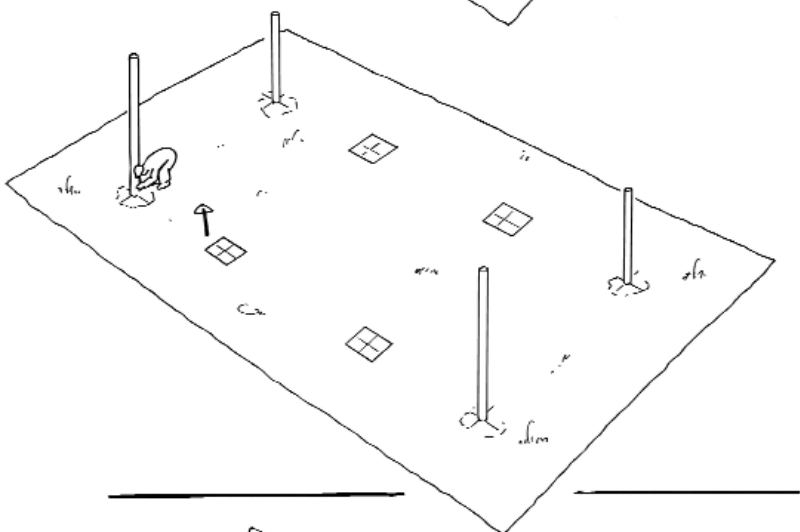
Lo schema costruttivo di tipo longitudinale (*fig. 3*) è caratterizzato, invece, da travi principali disposte nel senso della lunghezza. Anche in questo caso, in relazione alla soluzione adottata per la

copertura può variare tanto la disposizione che il tipo di elementi strutturali della falda, mentre i correnti di parete svolgono la funzione di sostegno delle tamponature.

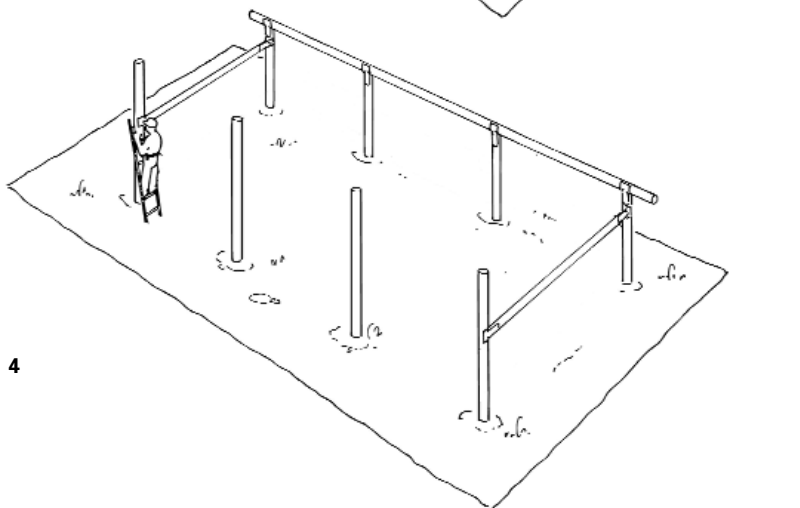
1.4 Principali fasi di montaggio di un edificio in legno



Prima fase:
tracciamento delle
fondazioni ed effettuazione
degli scavi occorrenti



Seconda fase:
realizzazione delle fondazioni
e sistemazione dei pilastri
d'angolo



Terza fase:
completamento della messa
in opera dei pilastri e della
struttura portante principale

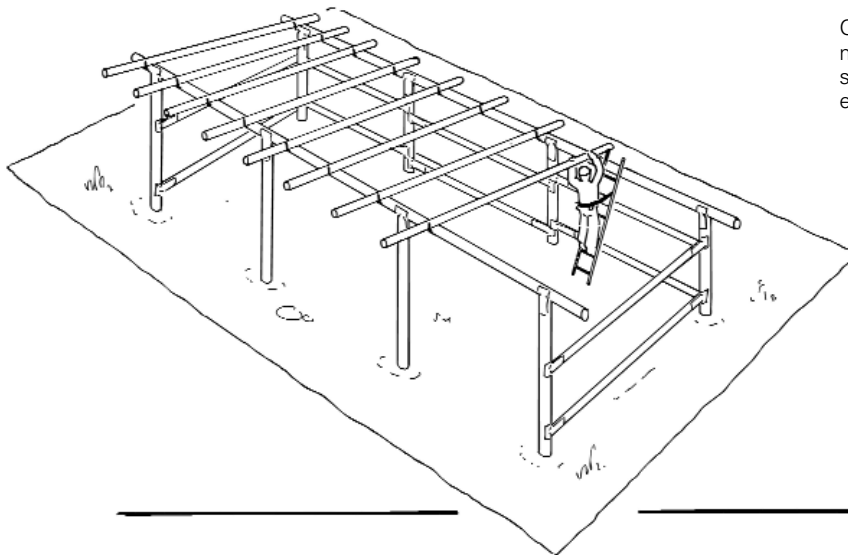
Fig. 4

Gli schemi delle *figg. 4 e 5* indicano le principali fasi che si succedono per il montaggio di un fabbricato con struttura in legno massiccio.

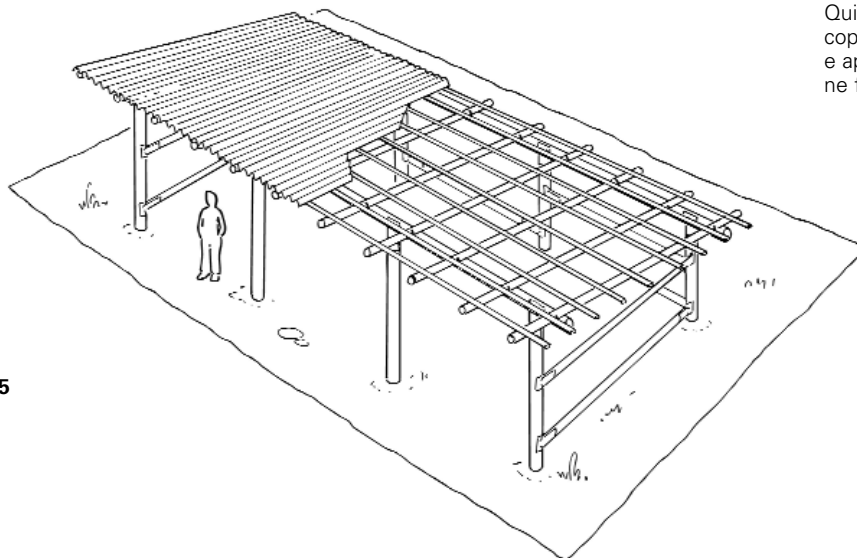
La sequenza illustrata è di validità generale, indipendentemente dal tipo della soluzione strut-

turale e dal materiale di copertura impiegato.

Nelle costruzioni in legno tondo gli allineamenti non risulteranno sempre esattamente a filo. Ciò va tenuto presente per una corretta valutazione qualitativa del fabbricato.



Quarta fase:
montaggio della struttura
secondaria del tetto
e dei correnti di parete



Quinta fase:
copertura del fabbricato,
e apposizione delle chiusure ester-
ne fisse e mobili

Fig. 5

2. FONDAZIONI E PILASTRI

2.1 Tracciamento delle fondazioni

Prima di procedere al tracciamento delle fondazioni, il terreno dovrà essere adeguatamente sistemato eseguendo, ove necessario, operazioni di sbancamento e livellamento.

Successivamente sarà necessario riportare sul terreno l'andamento delle fondazioni. Tale operazione, se condotta razionalmente e con cura, permette di eseguire le fasi successive con maggiore facilità e risparmio di tempo. Utilizzando semplici strumenti quali rotella metrica, squadra, tubo tra-

sparente per livellare, livella, cordicella, è possibile tracciare il perimetro esterno dello scavo individuandone con picchetti i vertici (nel caso di fondazione continua) o le posizioni dei plinti.

Poiché i picchetti sono compresi nella zona interessata dallo scavo, essi saranno rimossi durante il lavoro. Per avere dei punti di riferimento fissi che permettano di ricostruire il tracciato in ogni momento, si posizionano all'esterno del perimetro di scavo dei cavalletti realizzati con tavole di legno, che non vengono rimossi durante il lavoro, ottenendo una situazione come quella indicata in *fig. 6*.

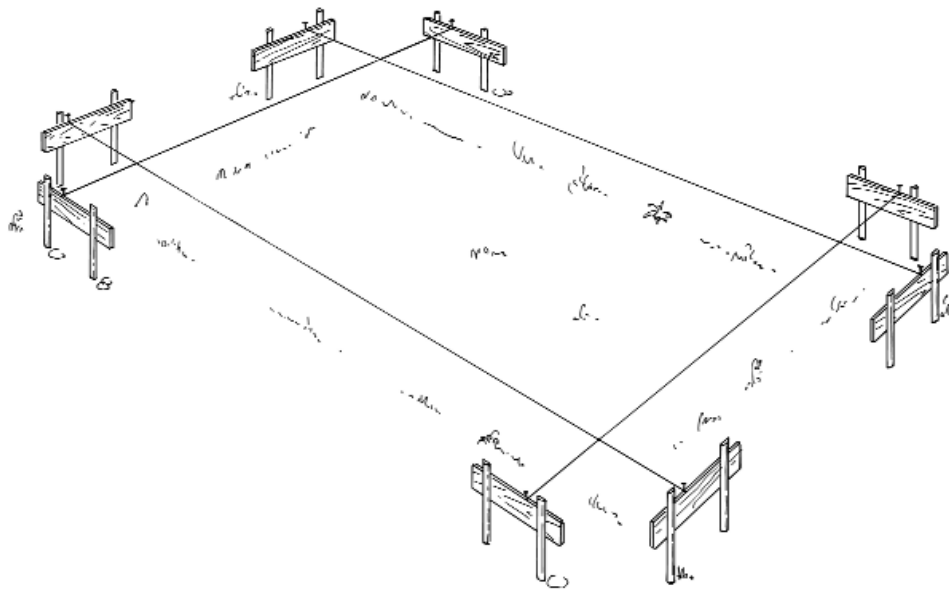


Fig. 6

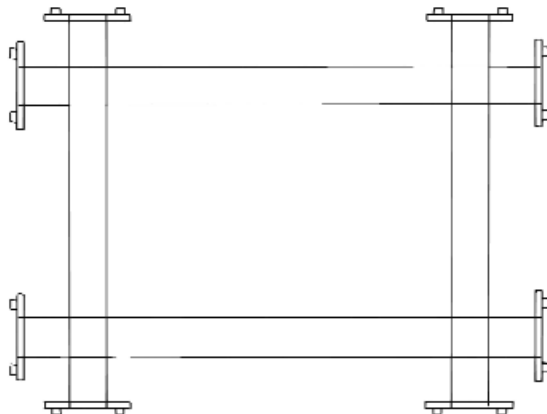
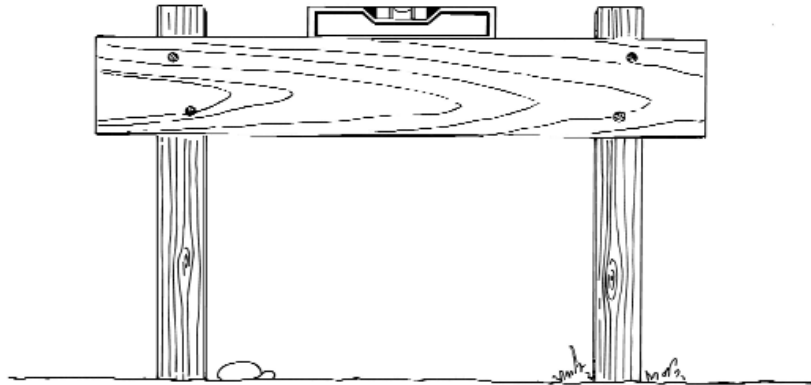


Fig. 7



Per accertare l'orizzontalità della tavola trasversale dei cavalletti si utilizza una comune livella da muratore (*fig. 7*).

Per far sì che tutte le tavole trasversali dei cavalletti si trovino alla stessa quota, si possono usare, se disponibili, strumenti topografici specifici (come il livello abbinato ad una stadia) o più semplicemente un livello costituito da un comune tubo da irrigazione in materiale plastico trasparente riempito

di acqua e in assenza di bolle d'aria. Le due superfici libere del liquido alle due estremità del tubo si troveranno alla stessa quota e quindi possono costituire il riferimento per il posizionamento dei traversi dei cavalletti (*fig. 8*).

Sistemati i cavalletti, si può tendere un cordino che passi sopra i picchetti già piantati e fissarlo sulle traverse dei cavalletti (*fig. 9*).

Fig. 8

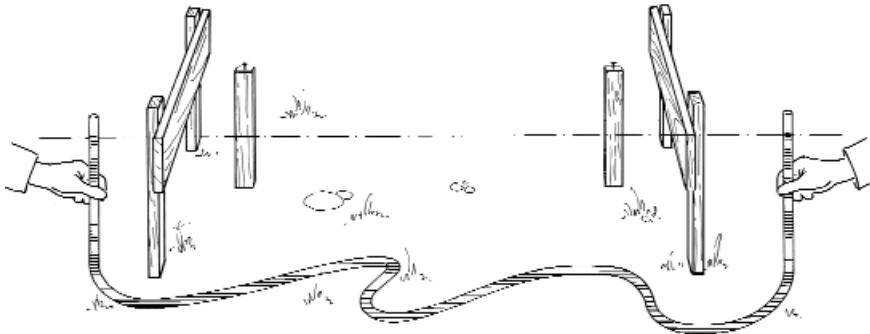
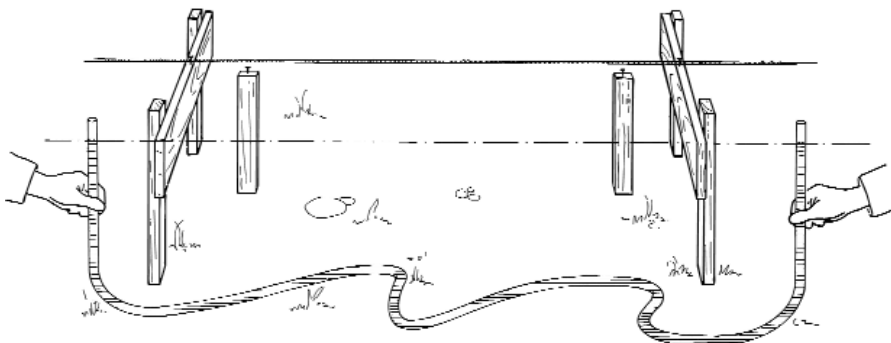


Fig. 9



Attraverso chiodi posti sulle traverse sarà poi sempre possibile ritrovare la posizione dei picchetti anche dopo che questi siano stati tolti per consentire i lavori; sarà sufficiente disporre il cordino tra i chiodi.

Il cordino o un nastro metrico ben teso fra due cavalletti opposti consente il corretto posizionamento dei picchetti che individuano la collocazione dei pilastri (fig. 10).

Nel tracciamento delle fondazioni sul terreno è spesso richiesto di individuare angoli retti. In assenza di strumenti specifici (es. squadri) il tracciamento sul terreno di un angolo retto può essere eseguito in vari modi. Fra questi si ricorda quello che si basa sull'uso di una cordicella suddivisa in tre parti lunghe rispettivamente 3, 4 e 5 volte l'unità di misura prescelta (ad esempio 3, 4 e 5 metri) (fig. 11). Su un allineamento "r" preesistente si infiggono due picchetti (C e B) fra loro distanti 4 m e si fermano al picchetto C entrambe le estremità della cordicella. Fatta passare la corda attorno al paletto B, ci si posiziona come in figura tenendo in mano la corda in corrispondenza di un segno fatto sulla stessa a 5 m di distanza da C. Ci si sposta quindi alternativamente a destra e a sinistra, tenendo ben tesi entrambi i rami della corda, fino a individuare il punto A dove si infigge un picchetto. L'angolo in B risulterà in tal modo un angolo retto.

Con questo sistema si può anche costruire una squadra di legno di grandi dimensioni, da impiegare ogni volta che ci sia bisogno di tracciare un angolo retto.

La serie di operazioni che si è brevemente descritta risulta molto semplice. Tuttavia la accurata

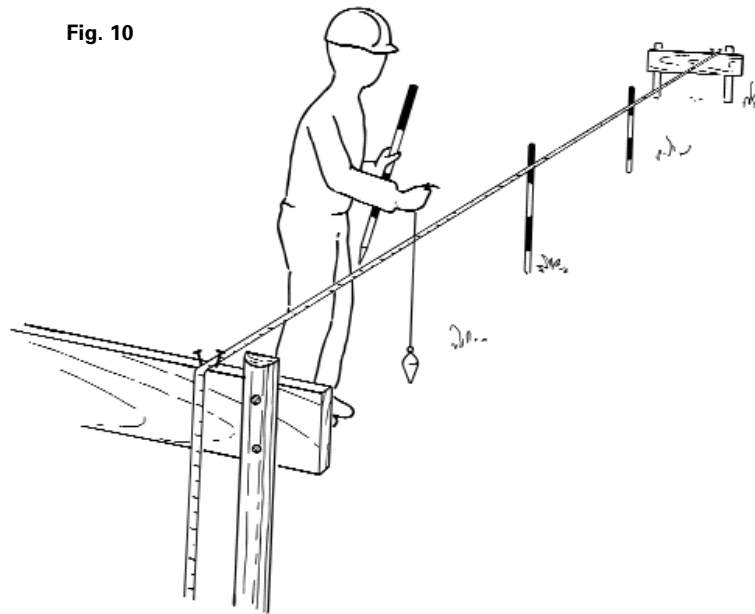
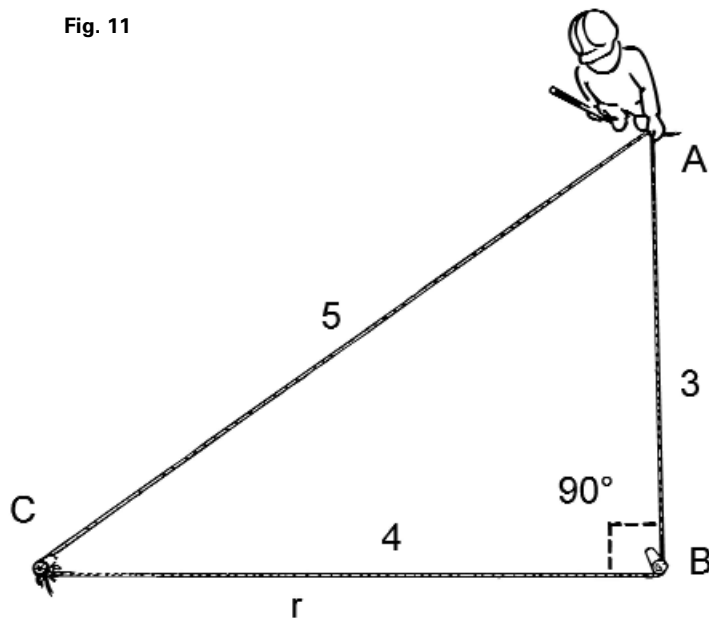


Fig. 11



esecuzione di questa fase è di fondamentale importanza per un corretto e agevole proseguimento delle operazioni successive che potranno così essere condotte evitando inutili perdite di tempo.

2.2 Scavo delle fondazioni

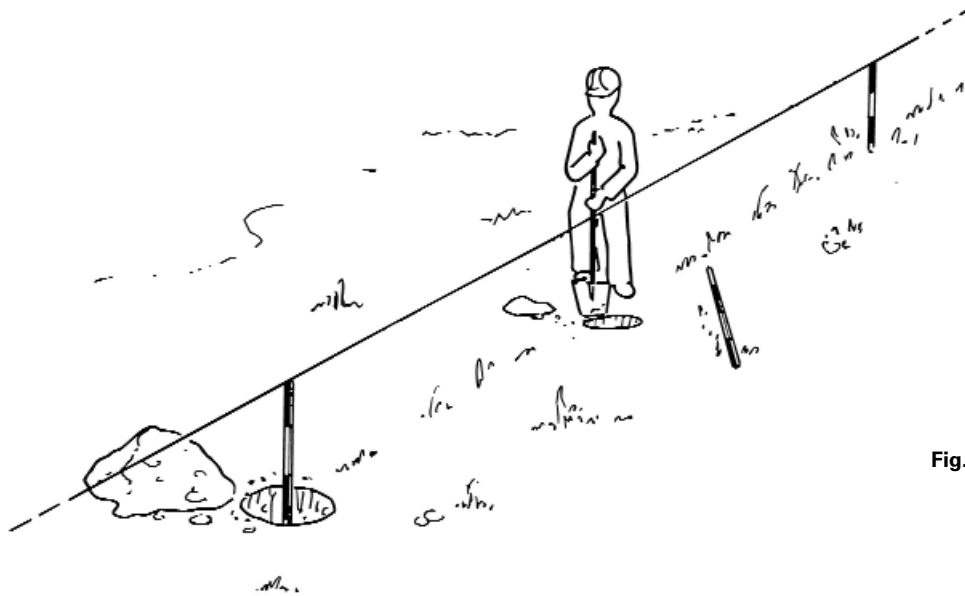


Fig. 12

Le fondazioni dei pilastri possono essere scavate a mano (*fig. 12*) o con attrezzature meccaniche, in corrispondenza delle posizioni individuate.

Le dimensioni dello scavo dovranno essere tali da consentire la realizzazione del tipo di fondazione prevista in relazione anche alle caratteristiche del terreno e alle modalità operative adottate. Ad esempio, in alcuni casi potrà essere più conveniente l'utilizzazione di una maggiore quantità di calcestruzzo, effettuando il getto contro terra, piuttosto che la realizzazione di una cassaforma; al contrario, quando si lavori in terreni caratterizzati da bassa coesione, per cui le pareti dello scavo non potranno rimanere verticali ma assumeranno una notevole inclinazione, la realizzazione della cassaforma si renderà praticamente inevitabile.

In uno stesso edificio la quota di appoggio delle fondazioni può essere diversa da pilastro a pilastro. Inoltre, la profondità dello scavo dovrà in ogni caso essere tale che il magrone poggi sul terreno indisturbato. Per tali motivi lo spessore del getto del magrone, che comunque non dovrà esse-

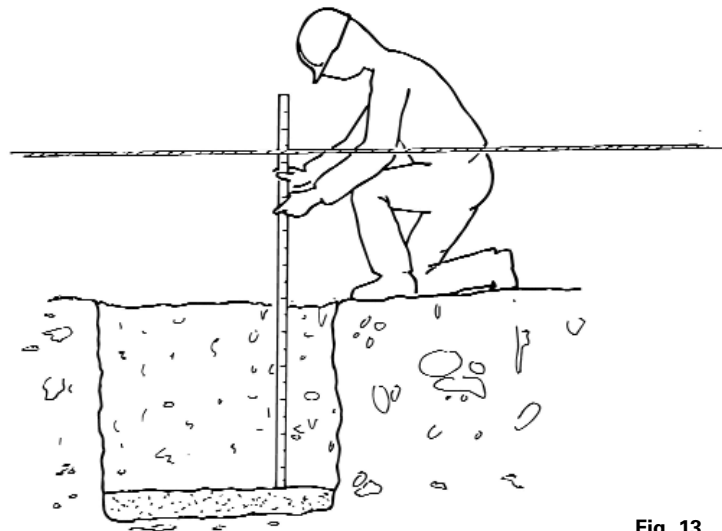


Fig. 13

re inferiore a 10 cm, potrà aumentare per far sì che il piano di appoggio del plinto venga a trovarsi alla quota prevista in progetto (*fig. 13*), e quindi la faccia superiore del plinto risulti prossima quanto prescritto alla superficie del terreno. Il magrone, oltre ad assolvere alle funzioni sopra esposte, crea anche un piano di appoggio agevole e pulito per le strutture di fondazione che verranno realizzate al di sopra.

2.3 Tipologie di fondazioni

Le fondazioni possono essere realizzate secondo varie tipologie, alcune delle quali si prestano ad essere agevolmente rimosse una volta che l'edificio abbia cessato la sua funzione aziendale così da rendere possibile il completo ripristino dello stato dei luoghi antecedente alla costruzione. Fra le diverse alternative qui si propongono le seguenti:

- Fondazioni con plinti in calcestruzzo armato;
- Fondazioni realizzate per riempimento con materiali costipati (per costipazione del palo).

Fondazioni con plinti in calcestruzzo

Vengono predisposti plinti in calcestruzzo armato entro i quali si inserisce il pilastro in legno (fig. 14).

Il complesso plinto-pilastro può a sua volta essere realizzato seguendo varie procedure.

- *Plinto gettato in opera con pilastro posizionato prima del getto.* In questo caso, dopo aver montato la gabbia di armatura del plinto nello scavo di fondazione, appoggiandola sul magrone tramite distanziatori, si dispone il pilastro in legno nella posizione definitiva curando sia la quota di appoggio che la verticalità, e bloccandolo in maniera provvisoria ma tale che possa sopportare le sollecitazioni causate dalle operazioni di getto.

- *Plinto gettato in opera lasciando il foro cilindrico per il pilastro.* Al centro della gabbia di armatura viene fissata una cassaforma cilindrica, provvista di fondo e di diametro superiore a quello del pilastro, tale da lasciare la possibilità di successiva correzione della posizione del pilastro stesso. Una volta

sufficientemente indurito il getto di calcestruzzo del plinto, nel foro predisposto si inserisce il pilastro e lo si ferma provvisoriamente a mezzo di spessori e cunei nella posizione definitiva. Infine si blocca definitivamente il pilastro per mezzo di un getto di malta espansiva che va a riempire l'interstizio fra il pilastro e la parete del foro lasciato nel plinto.

- *Plinto interamente prefabbricato, munito di foro cilindrico per il pilastro.* In dipendenza delle condizioni locali nelle quali ci si trova ad operare, può essere conveniente ricorrere a plinti prefabbricati anziché gettati in opera. La forma di questi plinti sarà sostanzialmente la stessa di quelli descritti nel punto precedente. Una volta fabbricati, i plinti saranno caricati su un automezzo munito di gru e

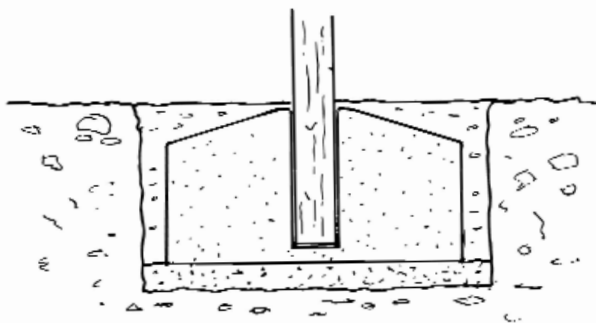


Fig. 14

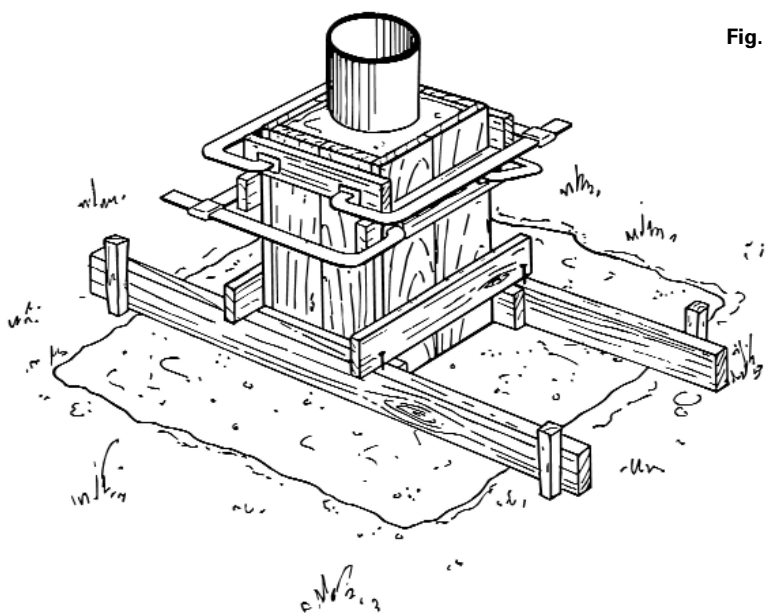


Fig. 15

posati al di sopra dei magroni curandone accuratamente la posizione e la quota. I pilastri verranno successivamente posizionati e solidarizzati con le medesime modalità descritte nel punto precedente. A seconda della distanza dello stabilimento di prefabbricazione dal cantiere, potrà essere conveniente ricorrere a plinti prefabbricati costituiti dal solo bicchiere nervato, da completare in opera con un getto integrativo.

Quando si intenda proteggere l'estremità inferiore del pilastro (ad esempio dal contatto con deiezioni degli animali) può rendersi opportuna

una variante alla forma del plinto, consistente nel prolungarlo per almeno 50-60 cm fuori terra per mezzo di un pilastro cavo adeguatamente munito di armatura (fig. 15).

- *Plinto terminante con un piastrino pieno.* In tal caso il pilastro viene appoggiato sulla faccia superiore della fondazione che sporge dal terreno e solidamente ancorato a un profilato in acciaio, che in precedenza era stato parzialmente annegato nel getto di calcestruzzo, per mezzo di bulloni muniti di adeguate rondelle (figg. 16-17), o per mezzo di altri idonei apparecchi.

Fig. 16

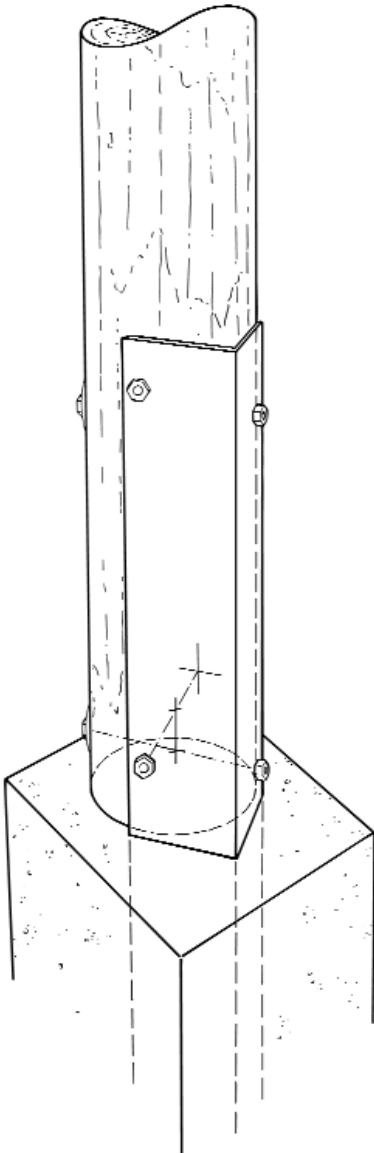
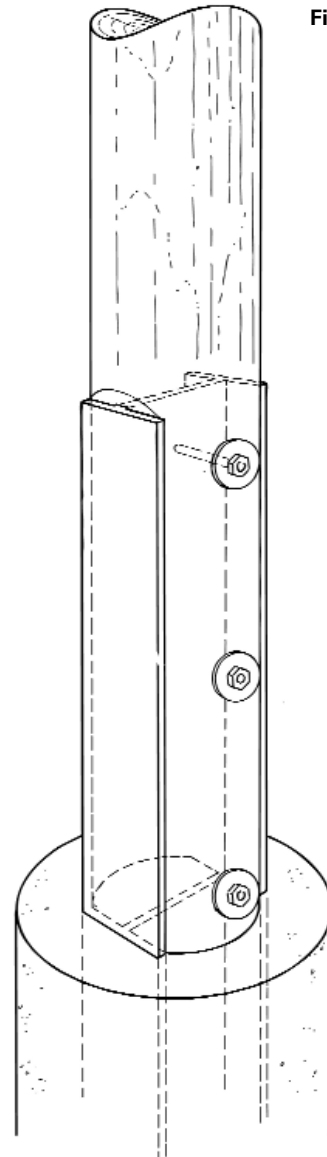


Fig. 17



Fondazioni realizzate per riempimento con materiali costipati (per costipazione del palo)

Questa tipologia di fondazione si caratterizza per il fatto che il pilastro viene posizionato entro uno scavo cilindrico che dovrà essere riempito con adatti materiali convenientemente costipati quali inerti o calcestruzzo gettato direttamente contro terra (*fig. 18*).

Una variante al caso precedentemente illustrato consiste nel disporre entro lo scavo di fondazione tubi in cemento, che vengono bloccati costipando il materiale di riempimento tutto attorno; entro tali tubi viene poi vincolato il pilastro per mezzo di un riempimento in materiale inerte o un getto di calcestruzzo (*fig. 19*).

2.4 Preparazione della base dei pilastri

I tronchi impiegati devono essere sani, possibilmente dritti e regolari, accuratamente scortecciati nel caso di legno tondo grezzo.

Nel caso in cui l'estremità inferiore del pilastro risulti posizionata al di sotto della superficie del terreno, dovrà essere opportunamente protetta per migliorarne la durabilità. Oltre ai metodi tradizionali (catramatura, carbonizzazione superficiale, ecc.) si può ricorrere a metodi di impregnazione in situ.

Una soluzione interessante a questo proposito consiste nell'immissione localizzata di sostanze preservanti fra il palo e un sacco di materiale plastico che lo avvolgerà; le sostanze saranno così assorbite dal palo dopo la messa in opera.

Per agevolare tale assorbimento è opportuno che sull'estremità del tronco che sarà infissa nella fondazione vengano realizzate con la motosega delle scanalature longitudinali, per una lunghezza di poco superiore alla profondità di immissione nella fondazione (*fig. 20*).

Successivamente si potrà procedere all'apposizione del sacco, che consentirà la realizzazione del trattamento, che risulterà così localizzato nella sola parte più esposta al rischio di attacco biologico (*fig. 21*).

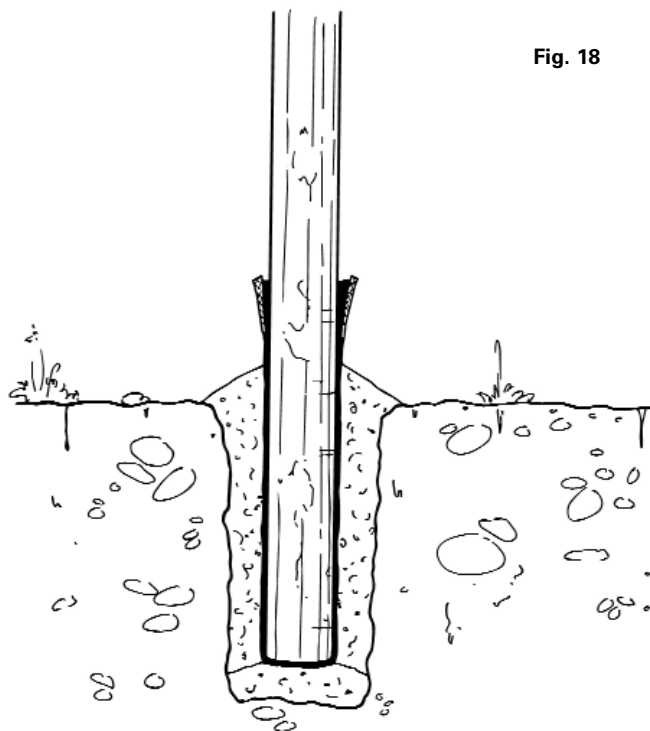


Fig. 18

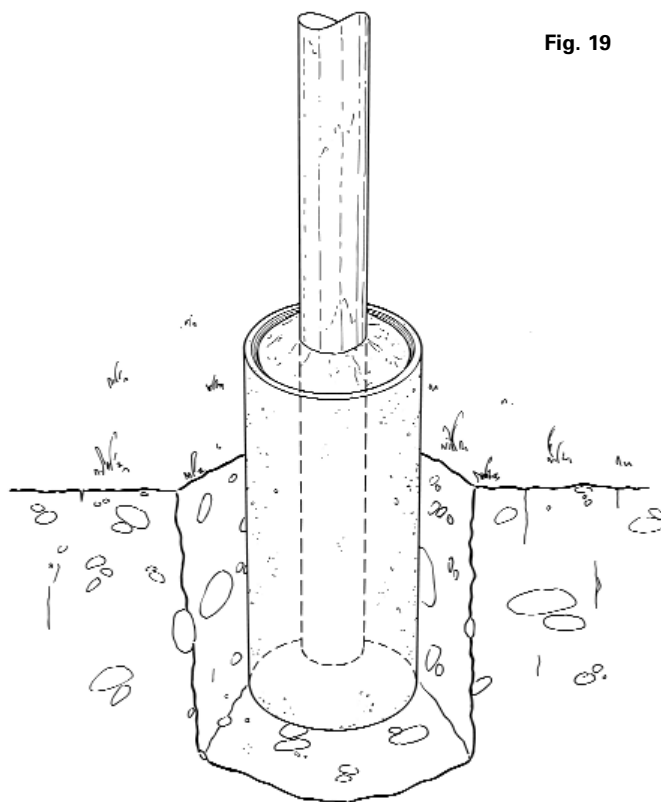


Fig. 19

Fig. 20

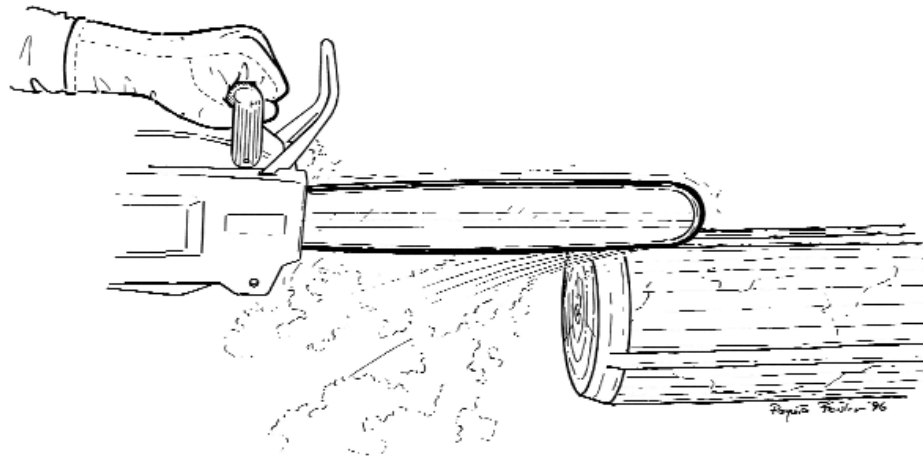
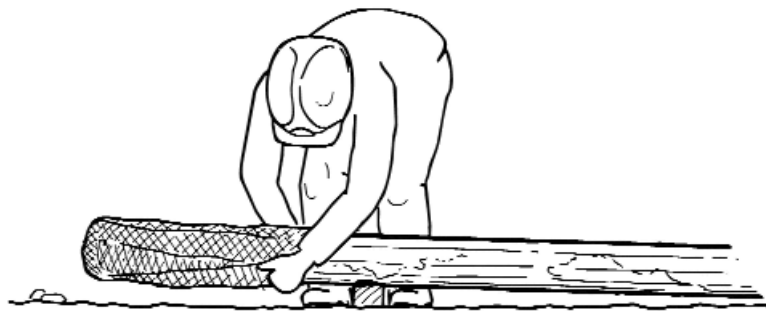


Fig. 21



2.5 Realizzazione delle fondazioni

Di seguito vengono fornite alcune indicazioni pratiche che possono risultare utili per la realizzazione delle fondazioni.

Quando siano previsti plinti di fondazione in calcestruzzo armato realizzati in opera, la gabbia dei ferri di armatura va messa in opera seguendo scrupolosamente le misure previste e appoggiandola su adeguati distanziatori onde consentire la realizzazione del copriferro previsto in progetto (*fig. 22*).

Nel caso in cui si realizzino casseforme e che debba trascorrere un notevole lasso di tempo tra la loro posa in opera e l'esecuzione del getto, è opportuno mantenere tali casseforme bagnate in modo da evitare il ritiro delle tavole; ciò che potrebbe portare infatti al formarsi di ampie fessure attraverso le quali in fase di getto si avrebbe una perdita eccessiva di boiaccia e quindi un getto di scarsa qualità.

Per ottenere che la superficie superiore di ogni gettata abbia sempre lo stesso livello, si può impiegare uno spezzone di tondino da conficcare nel terreno entro la buca in modo che la testa sia all'altezza dovuta: il getto dovrà arrivare a questo livello.

Il calcestruzzo dovrà essere di consistenza plastica e si dovrà evitare assolutamente l'aggiunta di acqua effettuata al fine di renderlo più lavorabile. Nell'effettuare la gettata del calcestruzzo è necessario poi assicurarsi che i ferri non si spostino.

Il getto di calcestruzzo deve essere adeguatamente costipato, eventualmente con impiego di appositi attrezzi o almeno battendo la cassaforma, se presente, procedendo dal basso verso l'alto. Nel caso in cui sia previsto un plinto di forma trapezoidale si deve fare attenzione, nel realizzare la pendenza, che il copriferro ottenuto non risulti insufficiente.

Le casseforme devono essere tolte il giorno successivo a quello del getto, e questo deve essere tenuto costantemente umido coprendolo con

Fig. 22

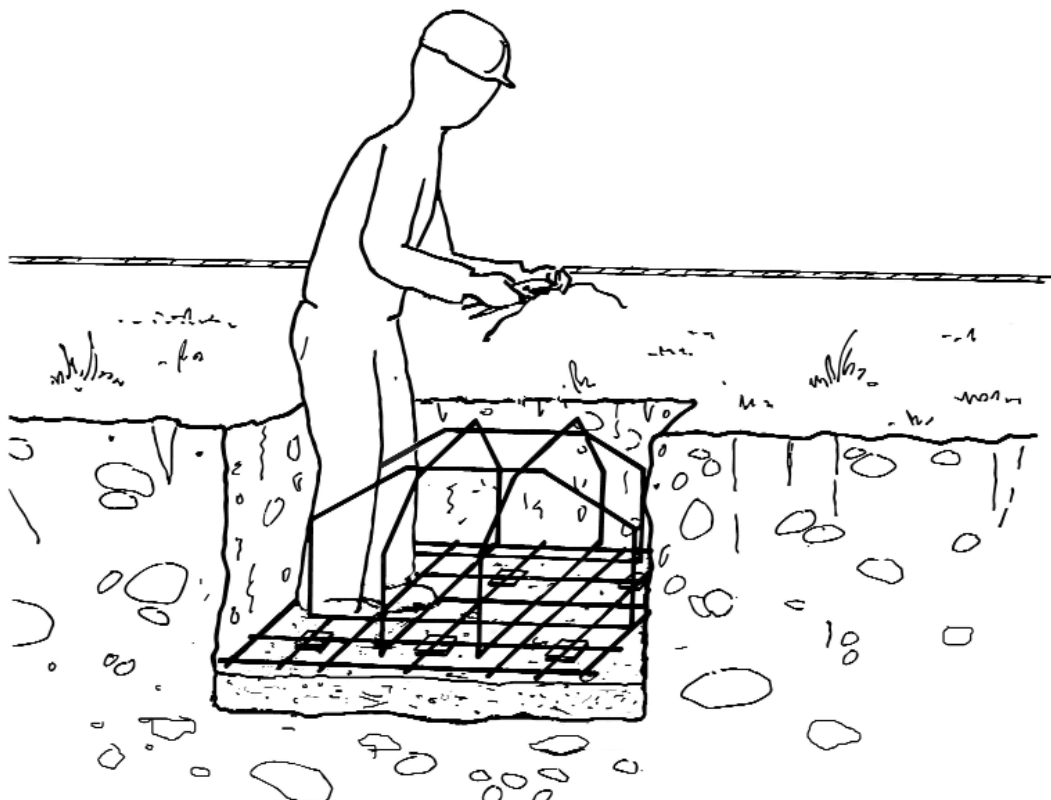
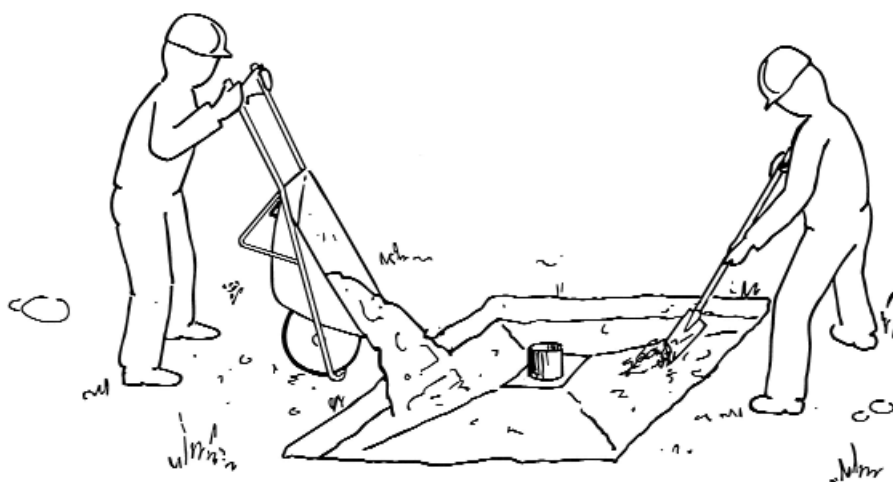


Fig. 23



stuoie periodicamente annaffiate, specialmente nella stagione più calda.

Nel caso in cui si realizzi un plinto munito di foro destinato ad accogliere successivamente il pilastro, è necessario disporre al centro del plinto una cassaforma a perdere costituita da un tubo chiuso sul fondo,

collegato saldamente alla gabbia di armatura in modo che non si sposti durante il getto (fig. 23).

Se si impiegano plinti prefabbricati, siano essi interi o a bicchiere, deve essere attentamente curato il loro posizionamento, sia planimetrico che altimetrico; quest'ultimo si regolerà interponendo

adeguati spessori fra la superficie superiore del magrone, che si sarà tenuta, in fase di getto, a quota leggermente inferiore a quella necessaria, e la faccia inferiore del plinto. Questo verrà comunque posato su uno strato di malta di allettamento.

Come già si è visto, i pilastri possono essere inseriti nel terreno, o all'interno di tubi di cemento a loro volta bloccati entro lo scavo. Queste soluzioni richiedono particolare attenzione al tipo di materiale che si usa per il riempimento, perché dalla compattezza del materiale, una volta costipato, dipenderà la stabilità del pilastro. Si dovrà dunque evitare di usare il terreno di risulta dello scavo, particolarmente se di tipo argilloso e quindi assai sensibile alle variazioni di umidità, per dare la preferenza a materiali del tipo delle sabbie, ghiaie, spurghi di cava, e simili, di adeguata granulometria. Nel caso in cui come materiale di riempimento si impieghi il calcestruzzo, sarà opportuno fare riferimento alle indicazioni già fornite in proposito.

2.6 Posa in opera dei pilastri

I pilastri devono essere posti in opera curandone la verticalità e l'allineamento delle teste (fig. 24). Una volta trovata la posizione, il pilastro verrà sostenuto con puntelli provvisori, che possono essere ottenuti con tavole inchiodate al pilastro secondo due direzioni ad angolo retto.

Si possono usare in alternativa coppie di pertiche unite in alto da una corda, che permettono sia di sollevare il palo che di sostenerlo in posizione (fig. 25).

In tal caso le pertiche consentono di far leva per stringere saldamente il palo grazie alla presenza della corda (fig. 26).

Invece il preciso posizionamento ed il bloccaggio della base del pilastro saranno ottenuti secondo modalità diverse in dipendenza del tipo di fondazione adottato.

- Nel caso la collocazione del pilastro sia effettuata contemporaneamente al



Fig. 24

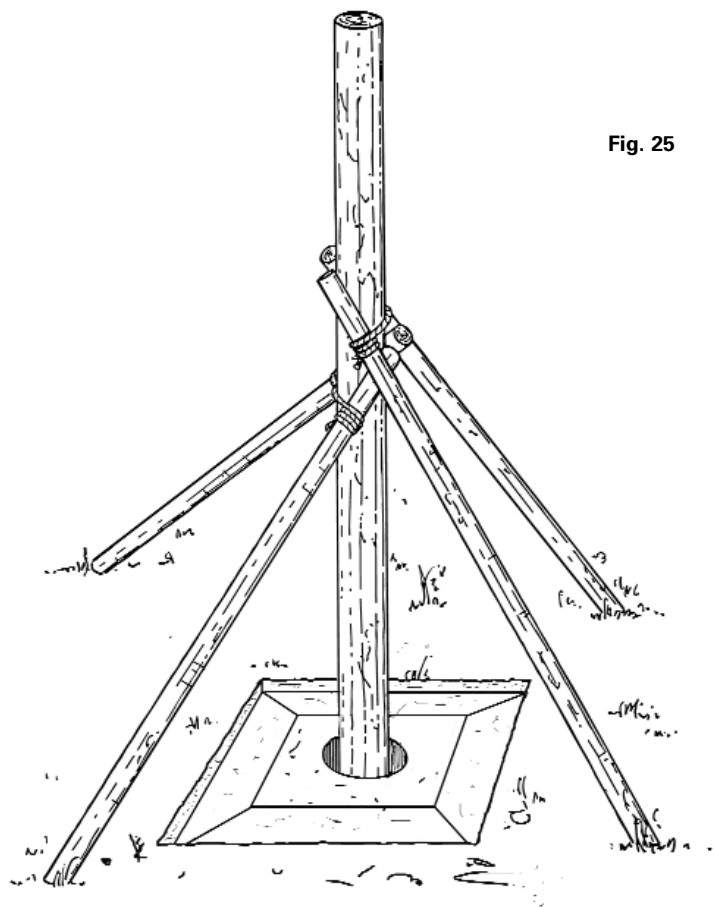


Fig. 25

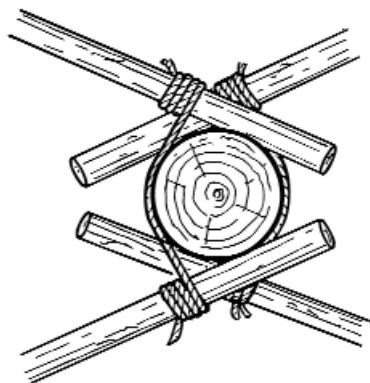


Fig. 26

getto della fondazione in opera, sia essa un plinto o il riempimento di una cavità cilindrica scavata nel terreno, il posizionamento del palo verrà assicurato per mezzo di tavole disposte secondo due direzioni ortogonali, collegate per mezzo di chiodi al pilastro e a picchetti infissi esternamente allo scavo.

- Quando invece si operi con una fondazione che sia stata predisposta con il foro centrale per accogliere il pilastro in legno, sia che si tratti di un plinto che di un tubo di cemento inserito nel terreno, il posizionamento della parte inferiore del pilastro verrà ottenuta inserendo delle zeppe in legno fra il palo e il labbro superiore del foro. Dopo aver sistemato il palo nella posizione corret-

ta lo spazio fra il pilastro e la parete del foro sarà riempito con le apposite malte espansive preconfezionate normalmente reperibili in commercio o, se del caso, col materiale inerte.

- Quando infine ci si trovi nella situazione in cui il palo deve essere fissato a un profilato metallico sporgente dalla fondazione, sarà sufficiente procedere con gradualità al serraggio dei bulloni o degli altri sistemi di fissaggio, utilizzando per gli aggiustamenti finali rondelle e spessori metallici.

La disponibilità di una macchina che possa fungere da elevatore è di grande aiuto per rendere più agevoli le operazioni di posa in opera dei pilastri.

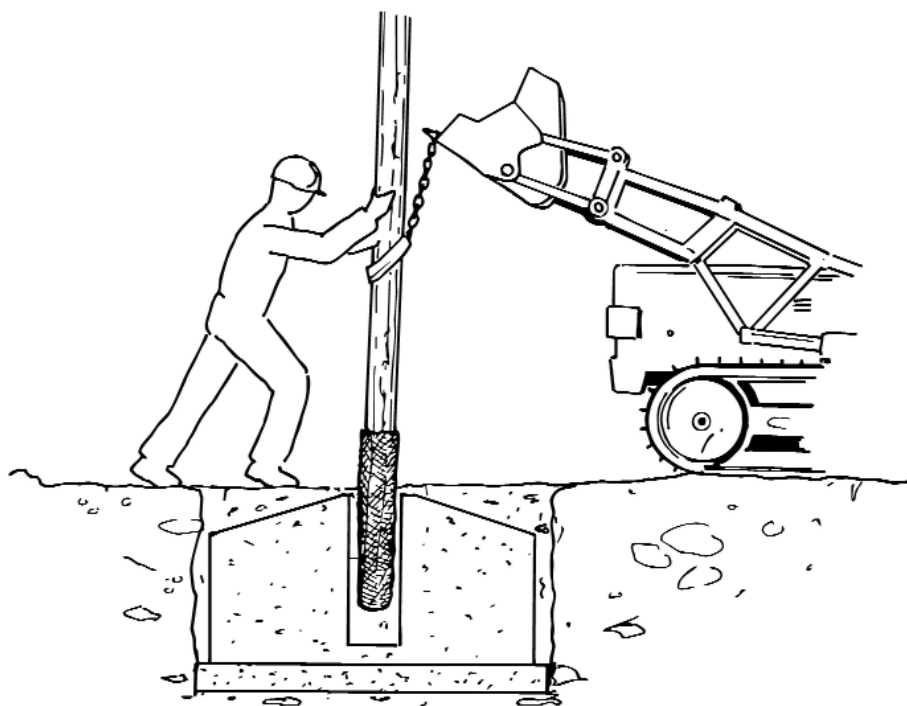


Fig. 27

Le colonne d'angolo saranno disposte per prime, e se ne verificherà la verticalità osservandole con l'aiuto del filo a piombo da due direzioni ad angolo retto fra di loro (fig. 28).

Man mano che si procede va controllato poi l'allineamento di tutti i pilastri lungo le due dire-

zioni (fig. 29).

Nelle situazioni in cui sia richiesto, il trattamento localizzato, con immissione nel sacco di plastica di sostanze preservanti attraverso le scanalature alla base del pilastro, dovrà essere eseguito non appena effettuata la posa in opera definitiva.

Fig. 28

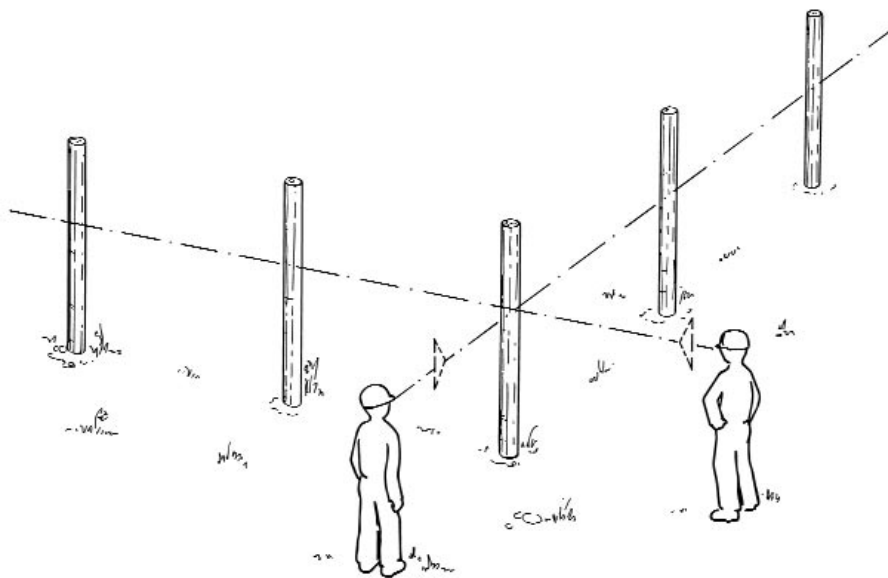
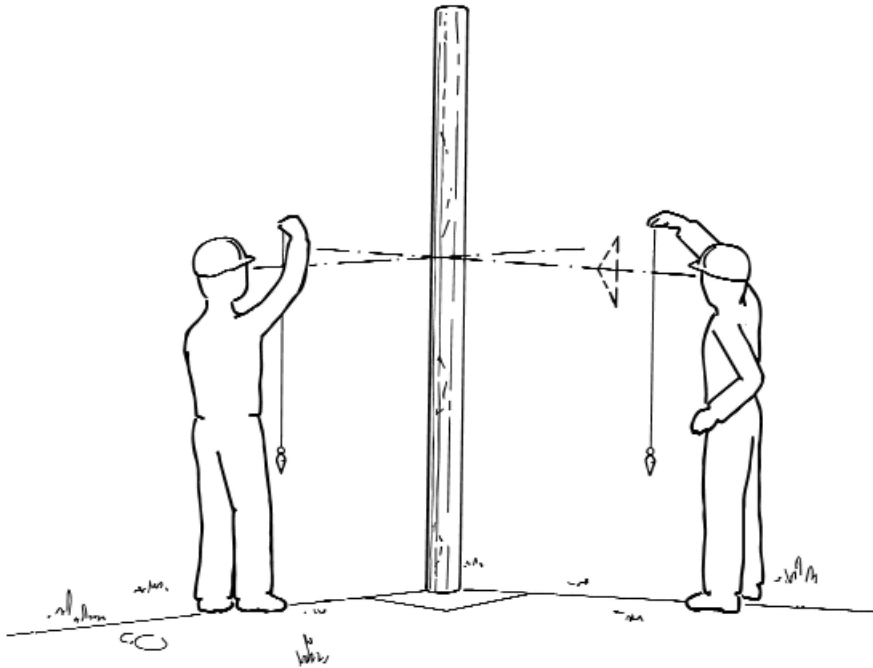


Fig. 29

3. CORDOLI E MURETTI

La realizzazione di un cordolo o di un muretto perimetrale del fabbricato è spesso necessaria ai fini della funzionalità del ricovero e della buona conservazione del legno, in quanto può evitare il contatto diretto delle tavole di tamponamento con il terreno.

In ogni caso occorre provvedere a costituire una efficiente fondazione, per la quale tornano utili le stesse considerazioni generali già indicate a proposito delle fondazioni dei pilastri.

La profondità dello scavo dovrà giungere alme-

no al di sotto del terreno vegetale. La verifica della corretta profondità dello scavo di fondazione può essere effettuata facendo ricorso a semplici strumenti realizzati in cantiere con delle tavole. Tali attrezzi verranno costruiti tutti della stessa altezza, tenendo conto della profondità richiesta, e andranno a costituire delle mire di riferimento: la loro superficie superiore dovrà risultare tangente alla linea orizzontale che sfiora due cavalletti opposti, affinché si abbia l'orizzontalità necessaria al piano di fondazione (*fig. 30*).

Fig. 30

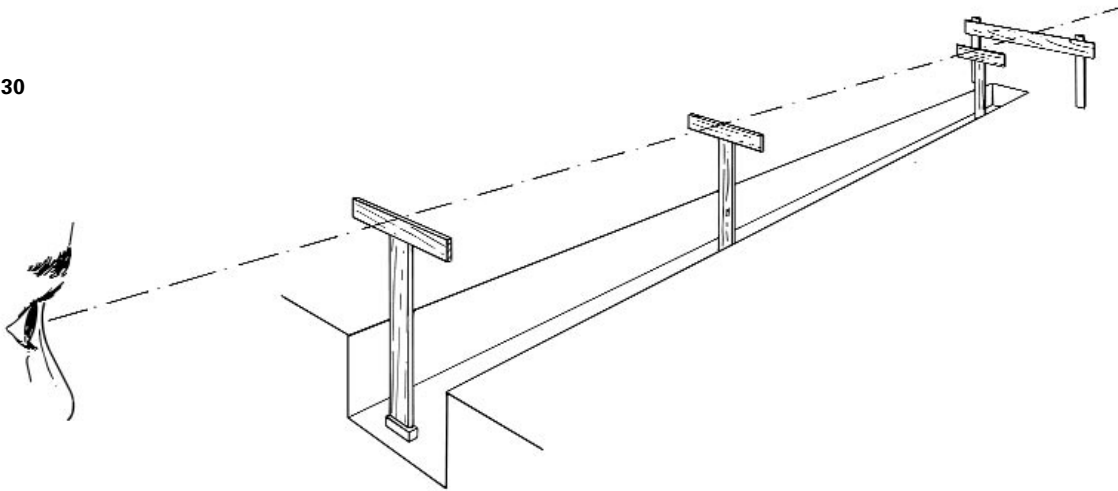
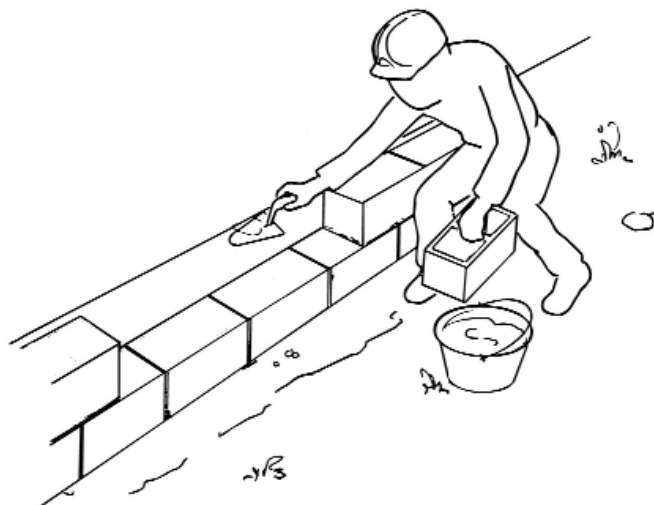


Fig. 31



A seconda delle esigenze, potrà essere opportuno realizzare la fondazione del tipo a sacco, in calcestruzzo non armato, oppure inserendo nel getto un'apposita armatura costituita da ferri longitudinali e staffe.

I muretti possono essere realizzati in muratura o in calcestruzzo.

3.1 Realizzazione in muratura

Realizzato il getto della fondazione fino a una quota vicina a quella del piano di campagna, si ini-

zia a realizzare la muratura disponendo i conci al di sopra.

I diversi corsi di mattoni, meglio se di cemento, o di blocchi, vengono posti in opera in modo che gli elementi di ciascuno di essi siano sfalsati rispetto a quelli sottostanti (*fig. 31*).

L'allineamento del muretto viene assicurato da un cordino (*fig. 32*) ben teso inizialmente fra i due cavalletti collocati alle estremità. Il cordino viene man mano spostato verso l'alto, fermandolo a tavole verticali, mentre si procede coi corsi successivi. Il filo a piombo permette di controllare la verticalità (*fig. 33*).

Fig. 32

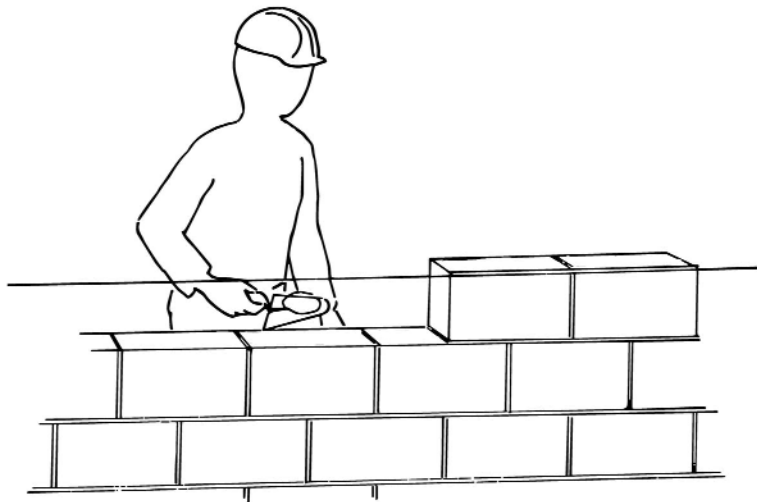
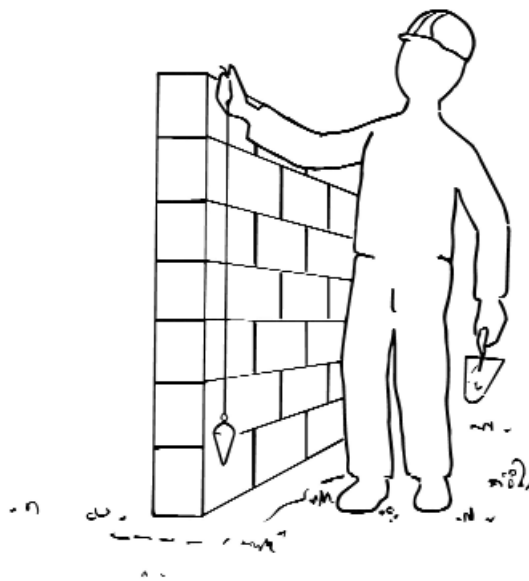


Fig. 33



3.2 Realizzazione in calcestruzzo

La realizzazione dei muretti e dei cordoli perimetrali in calcestruzzo viene effettuata utilizzando casseforme in tavole di legno disposte in modo da ottenere le dimensioni previste (*fig. 34*).

Le pareti della cassaforma sono disposte al di sopra della fondazione precedentemente gettata contro terra. Esse devono essere fissate solidamente nella loro posizione: ciò può essere realizzato per mezzo di tiranti in ferro fissati fra i due tavola-

ti opposti, e di puntoni costituiti da tavole inclinate ancorate a picchetti piantati nel terreno, che hanno lo scopo di assicurare la stabilità della cassaforma sotto la pressione del getto.

Nell'effettuare il getto di calcestruzzo fra le due pareti della cassaforma va curato il corretto costipamento del materiale (*fig. 35*). Il calcestruzzo deve infatti riempire tutti i vuoti perché si ottenga una massa compatta ed omogenea.

La superficie superiore del getto va regolarizzata in modo che risulti orizzontale.

Fig. 34

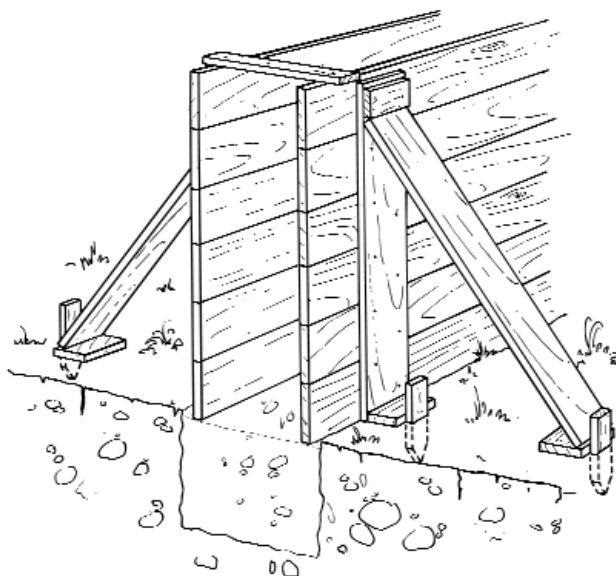
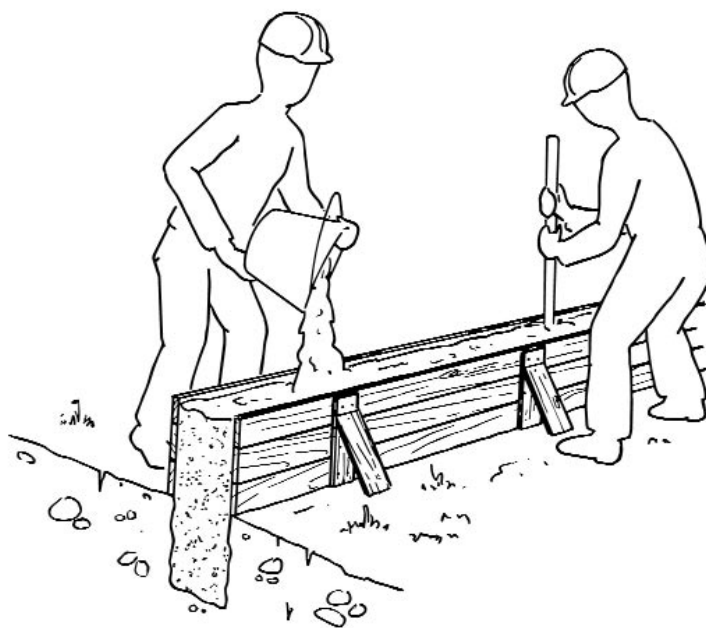


Fig. 35



4. COPERTURA

4.1 Taglio a misura dei pilastri

I pilastri in legno sono messi in opera con una lunghezza di poco più grande di quella definitiva, così da consentirne in una fase successiva l'aggiustamento a misura. Per questo si interviene infatti sui pilastri già posizionati in opera eseguendo il taglio dell'estremità superiore all'altezza necessaria ad assicurare il raggiungimento della quota di progetto.

Il taglio a misura del pilastro dopo che lo stesso è già posto in opera consente una buona precisione del risultato finale.

Nel caso in cui si impieghi per la struttura del legno tondo grezzo, che è naturalmente rastremato e il cui diametro varia da un estremo all'altro di

ogni elemento, si presentano inevitabili difficoltà. Affinché si possa ottenere che i profili superiori delle travi della copertura siano tutti allineati su uno stesso piano, con la pendenza e quota finale esatte, è necessario tenere conto, nel tagliare i pilastri, del diverso diametro delle due estremità del tronco col quale si realizza ogni trave.

Nel caso di schema costruttivo di tipo longitudinale ci si troverà di fronte alla situazione illustrata in *fig. 36*.

Per individuare l'altezza a cui tagliare i pilastri si consiglia di disporre a terra le travi, in prossimità della posizione definitiva che dovranno assumere e misurarne il diametro alle estremità; queste travi

Fig. 36

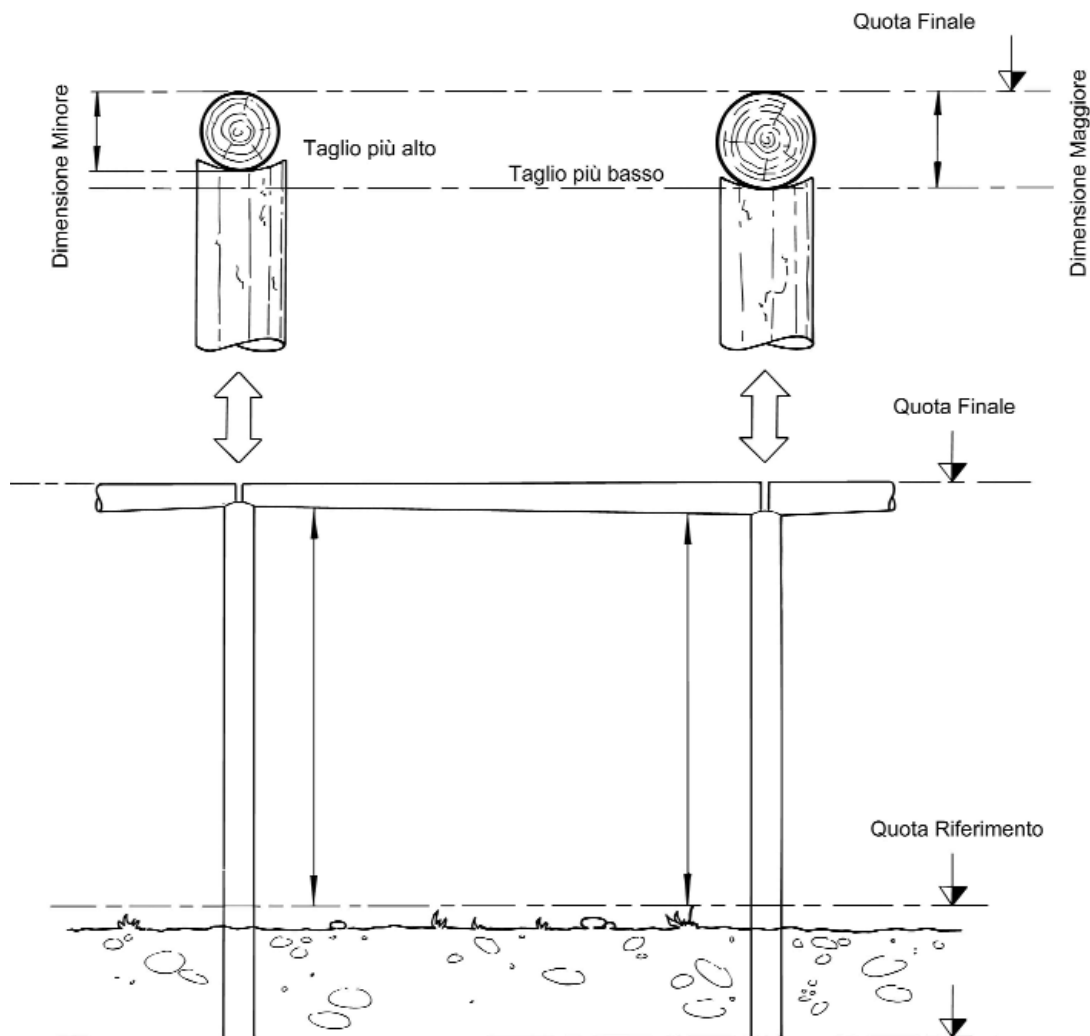
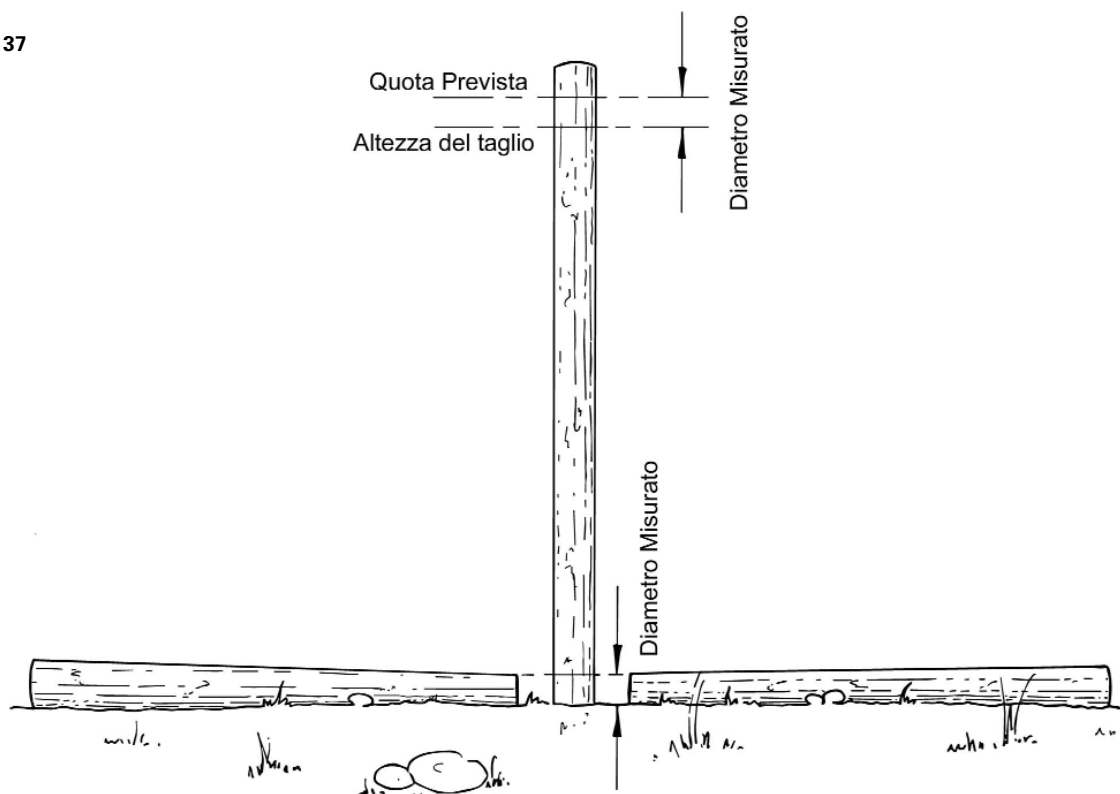


Fig. 37



saranno disposte calcio contro calcio e testa con testa (*fig. 37*).

Il taglio del pilastro, che può essere celermente eseguito con la motosega (*fig. 38*), si effettuerà tenendosi al di sotto della quota prevista di tanto quanto è il diametro che si è misurato.

Questo lavoro richiede buona capacità nell'uso

della motosega e l'adozione di scrupolose misure di sicurezza, dovendo lavorare a una certa altezza da terra. È opportuno sagomare il taglio a formare una leggera insellatura (*fig. 39*), la quale durante le operazioni di montaggio può accogliere superiormente in maniera più stabile la trave della copertura.

Fig. 38

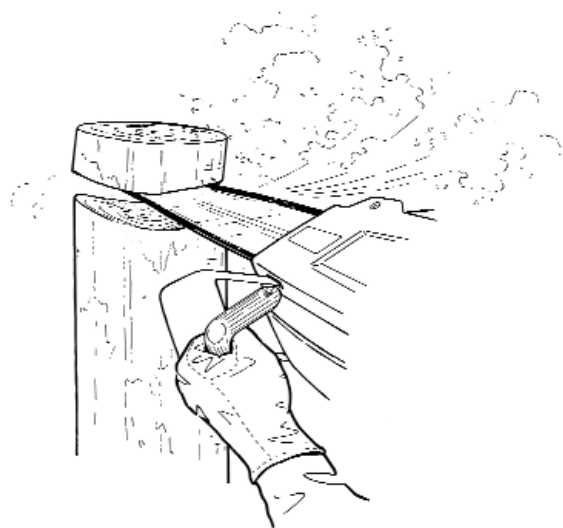


Fig. 39

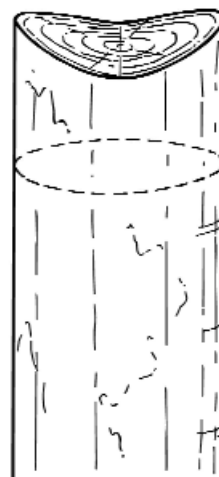
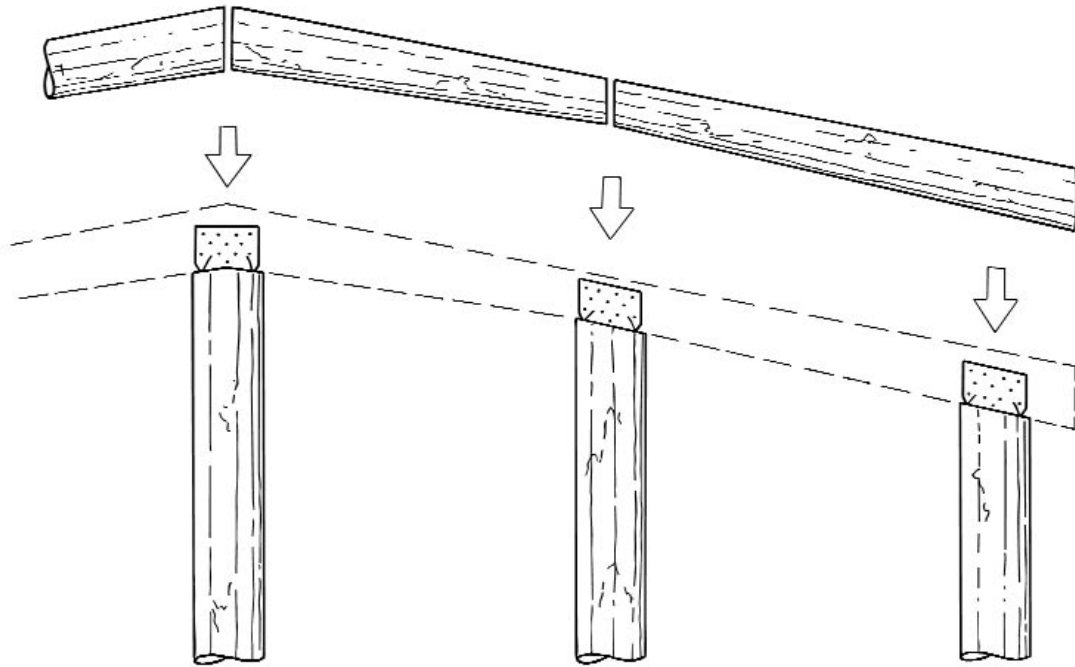
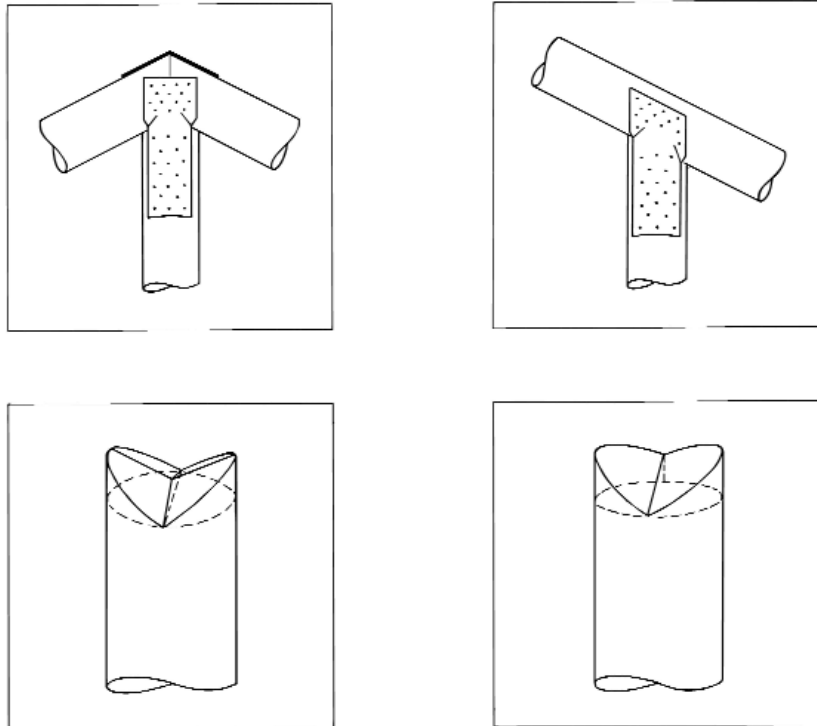


Fig. 40



Nel caso invece degli edifici con schema costruttivo di tipo trasversale, con l'uso del legno tondo grezzo ci si trova ad affrontare la situazione riportata in *fig. 40*, per la quale valgono considerazioni analoghe a quelle già illustrate. Il taglio sulla testa del pilastro all'altezza stabilita va praticato adattandosi nei diversi casi alla pendenza delle falde.

Fig. 41



Con riferimento alla *fig. 40*, nel caso in cui il pilastro sostenga una sola trave inclinata, sarà conveniente conformare il taglio come negli schemi di destra; quando invece il pilastro sia posto in corrispondenza del colmo di un edificio a due falde, ci si riferirà ai fini del taglio a quanto illustrato negli schemi di sinistra.

4.2 Disposizione delle travi principali

Una volta tagliati o sagomati alle misure previste gli elementi da collegare, questi vengono vincolati fra loro con connettori di varia forma (figg. 42 e 43).

Quando si abbiano edifici a doppia falda, si possono presentare due casi diversi per quanto riguarda la conformazione del taglio delle travi in corrispondenza dell'unione delle falde: se un pilastro sorregge direttamente il colmo, le due travi concorrenti saranno tagliate perpendicolarmente al loro asse; se invece il nodo centrale non è direttamente sorretto da pilastri, le due travi principali si collegheranno fra loro sagomando la trave sostenuta dal pilastro intermedio secondo un taglio inclinato come il piano dell'altra falda, e appoggiandovi sopra l'altra trave.

Se giudicato opportuno, il legno si potrà quindi trattare con sostanze preservanti.

Nel corso di tutte le fasi del lavoro si dovranno adottare le misure di sicurezza previste dalle normative vigenti, tanto per le attrezzature quanto per i dispositivi di protezione individuale.

Fig. 42

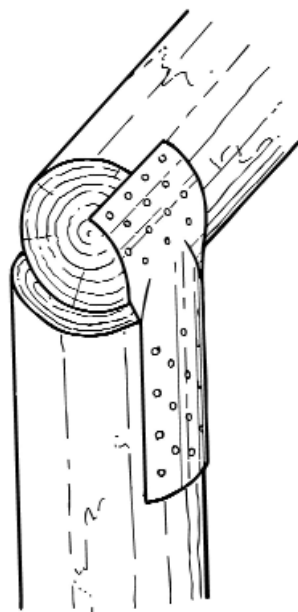
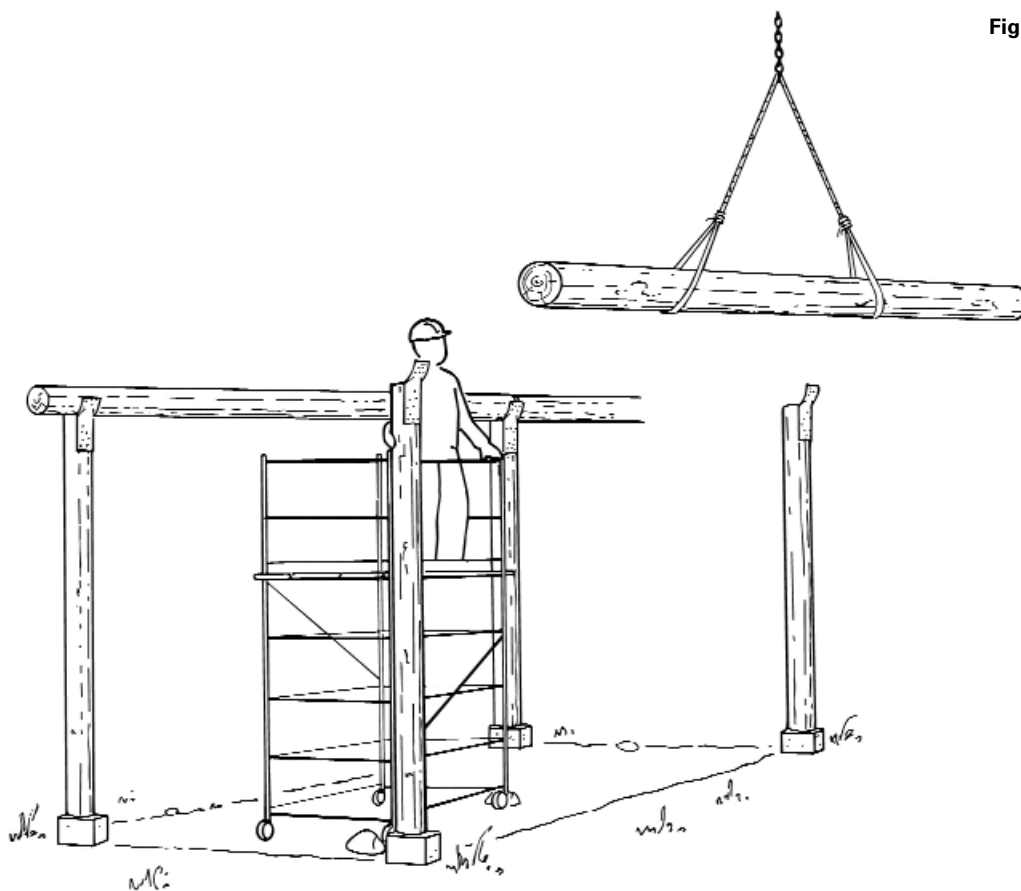


Fig. 43



4.3 Controventamenti

Per la stabilità del fabbricato è importante non trascurare di realizzare quegli elementi eventualmente previsti nel progetto che hanno la funzione di irrigidire la struttura, cioè gli elementi di controventamento.

La modesta apparenza del controventamento, che potrebbe farlo sembrare un accessorio di scarsa importanza, non deve assolutamente far pensare che di questo si possa fare a meno quando la sua presenza è indicata nel progetto.

Per la costruzione di questi elementi si utilizzano generalmente tiranti in acciaio che possono essere realizzati, ad esempio, impiegando del tondino o del nastro di acciaio zincato con fori già predisposti, da fermarsi con chiodi. Il nastro forato, che è di agevole impiego, si trova in commercio disponibile in rotoli (*fig. 44*).

Usando l'una o l'altra delle diverse alternative, si formano le diagonali nelle posizioni previste dal progetto (*fig. 45*).

È importante che il nastro si avvolga alle sue estremità intorno al pilastro (*fig. 46*) in maniera che la forma che il nastro assume ne assicuri la tenuta (*figura al centro*) e non vada incontro a cedimento (*figura a destra*).

È molto importante che il nastro venga messo in opera ben teso. Per mettere in tensione il nastro di controventamento si possono seguire modalità diverse. È possibile, ad esempio, impiegare specifici

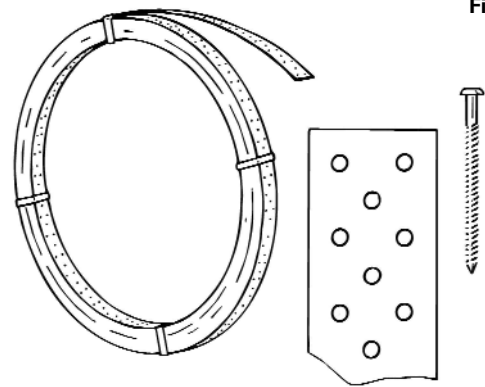


Fig. 44

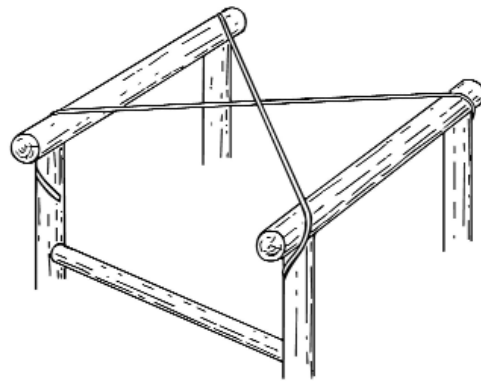


Fig. 45

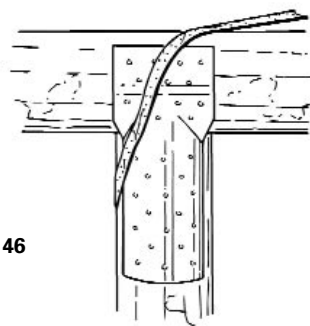


Fig. 46

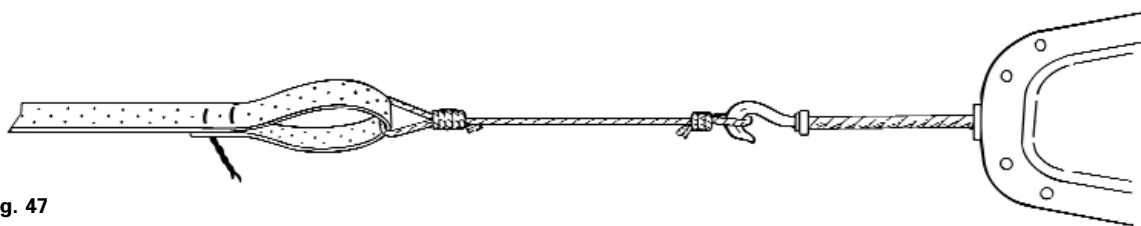
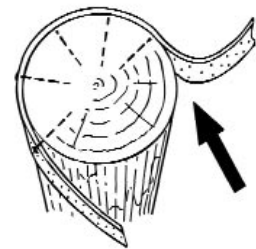
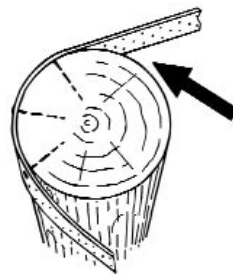


Fig. 47

attrezzi per la tenditura del nastro forato durante la messa in opera, dopo aver fissato il nastro a una estremità; in alternativa, si tende il nastro forato

usando un comune argano a mano come illustrato in *fig. 47*, prima di fissarlo alla seconda estremità.

4.4 Elementi da considerare nella scelta della copertura

Quando sia richiesto di scegliere un manto di copertura diverso da quanto indicato nel progetto tipo può risultare utile far riferimento alle considerazioni che seguono.

Gli schemi a lato potranno aiutare ad esaminare con maggiore chiarezza i principali fattori tecnico-economici che risultano coinvolti nella scelta del tipo di copertura.

Diversi materiali, già utilizzati in edifici tradizionali, possono essere impiegati per realizzare la copertura di edifici in legno: si vedano in proposito le tabelle a fianco.

Allo scopo di fornire indicazioni utili nella scelta del manto di copertura, per adeguarsi alle diverse esigenze che dovessero consigliare soluzioni diverse da quelle indicate in progetto, a titolo indicativo si riassumono nelle pagine seguenti le principali caratteristiche per alcuni materiali di copertura.

Le alternative preferibili tra tutte le soluzioni che si troveranno indicate, comunque, saranno nella maggior parte dei casi da scegliere tra tegole e lastre in fibrocemento o in lamiera.

Criteri di scelta
• esigenze tecniche
• tradizione
• armonico inserimento nel paesaggio

Fattori principali
• costo del materiale
• facilità di montaggio
• semplicità di manutenzione

Fattori secondari
• coibenza termica
• resistenza meccanica
• resistenza agli agenti atmosferici
• aspetto estetico (agriturismo)
• suscettibilità ad atti vandalici

Presenza di vincoli e prescrizioni

Coperture non coibentate
• tegole in laterizio
• tegole in cemento
• tegole in legno ("scandole")
• tegole bituminose
• lastre in pietra naturale (es. ardesia)
• lastre in fibrocemento
• lastre in lamiera
• lastre traslucide in resina
• membrane impermeabili bituminose

Coperture coibentate
• soluzioni analoghe alle precedenti con impiego di coibente o di tavolato
• soluzioni alternative: lastre a due strati con interposto isolante

Tegole in laterizio

VANTAGGI

Costo del materiale
Praticità di montaggio
Impatto visivo
Risultato funzionale

SVANTAGGI

Peso del materiale
Necessità di orditura minuta di listelli, o tavolato
Non adatte a tetti di modesta pendenza

Le tegole di cemento presentano sostanzialmente il medesimo comportamento. A fronte di un peso leggermente maggiore, consentono di scegliere tra una vasta gamma di colori disponibili.

Lastre fibrobituminose ondulate

Sono costituite da diversi strati fibrosi saturati con bitume e plastificanti. Sono prodotte anche nel tipo impiegato come sottotegola.

VANTAGGI

Disponibilità in diversi colori
Peso ridotto

SVANTAGGI

Limitata resistenza meccanica
Problemi con forti escursioni termiche
L'orditura sottostante dev'essere molto ravvicinata o sostituita da tavolato di appoggio

Tegola canadese

Costituita da fogli di guaina bituminosa rivestita di scaglie o graniglia colorata. Ogni foglio misura circa 30 cm x 100 cm, e reca intagli tali da conferire al tetto un aspetto come se fosse coperto da lastre di più piccole dimensioni.

VANTAGGI

Peso limitato
Adattabile alla forma del tetto
Resistente agli agenti atmosferici e al freddo
Buon effetto estetico

SVANTAGGI

Problemi con forti escursioni termiche
Richiede pendenze minime del tetto del 20%
Si applica su tavolato sottostante

Lastre in fibrocemento

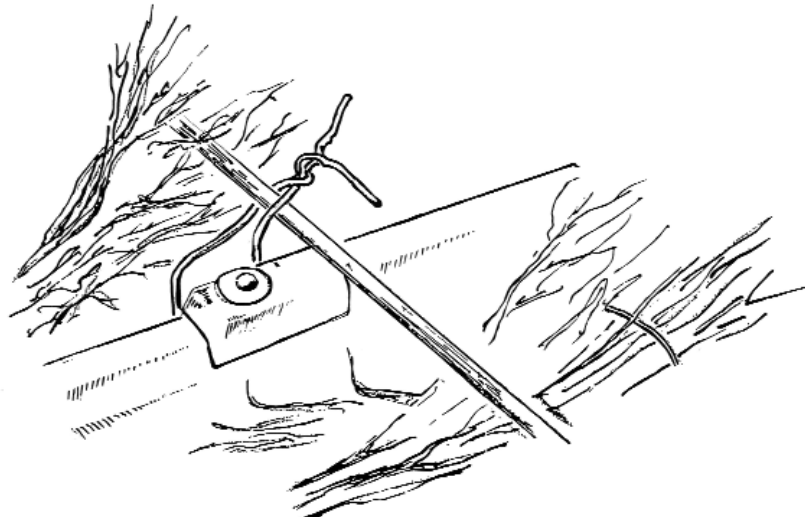
VANTAGGI

Costo del materiale
Posa in opera agevole
Peso limitato
Buona resistenza meccanica
Adottabili su pendenze ridotte anche fino al 10%
Ampia disponibilità di colori

SVANTAGGI

Fragilità agli urti
Necessità di orditura minuta realizzata con listelli squadrati
Possibili problemi con muffe e fenomeni di gelività

Fig. 48



Lastre in lamiera

Esistono sia lastre ondulate che grecate. Possono essere zincate, o preverniciate, o con protezione multistrato comprendente anche strati bituminosi.

VANTAGGI

Facilità di installazione
 Peso limitato
 Costo
 Si possono disporre anche su falde a pendenza ridotta

SVANTAGGI

Modestissima coibenza termica
 Stillicidio in presenza di condensa

Lamiera grecata autoportante

Caratterizzata da profili grecati di elevata altezza, è disponibile in lastre di notevole lunghezza. Le sue caratteristiche di resistenza consentono di coprire luci ampie, di 6 m ed oltre, senza dover predisporre appoggi intermedi.

In questo caso le strutture portanti si semplificano e si può eliminare completamente l'orditura del tetto. A quanto indicato per le lamiera normali quindi si possono aggiungere le seguenti caratteristiche:

VANTAGGI

Riduzione dei costi delle strutture
 Riduzione dei tempi di montaggio

Lastre nervate con interposto isolante (pannello "sandwich")

Sono costituite da due lamiera sagomate distanti fra loro 2-5 cm e da un materiale isolante schiumato nello spazio tra le due. Sono adatte per applicazioni dove si richieda un buon isolamento termico a livello della copertura.

Rispetto a quanto indicato per le lastre in lamiera, vanno considerate le seguenti differenze nelle caratteristiche:

VANTAGGI

Buon isolamento termico
 Costi competitivi rispetto all'impiego di pannelli di materiale coibente
 Buona protezione del materiale isolante

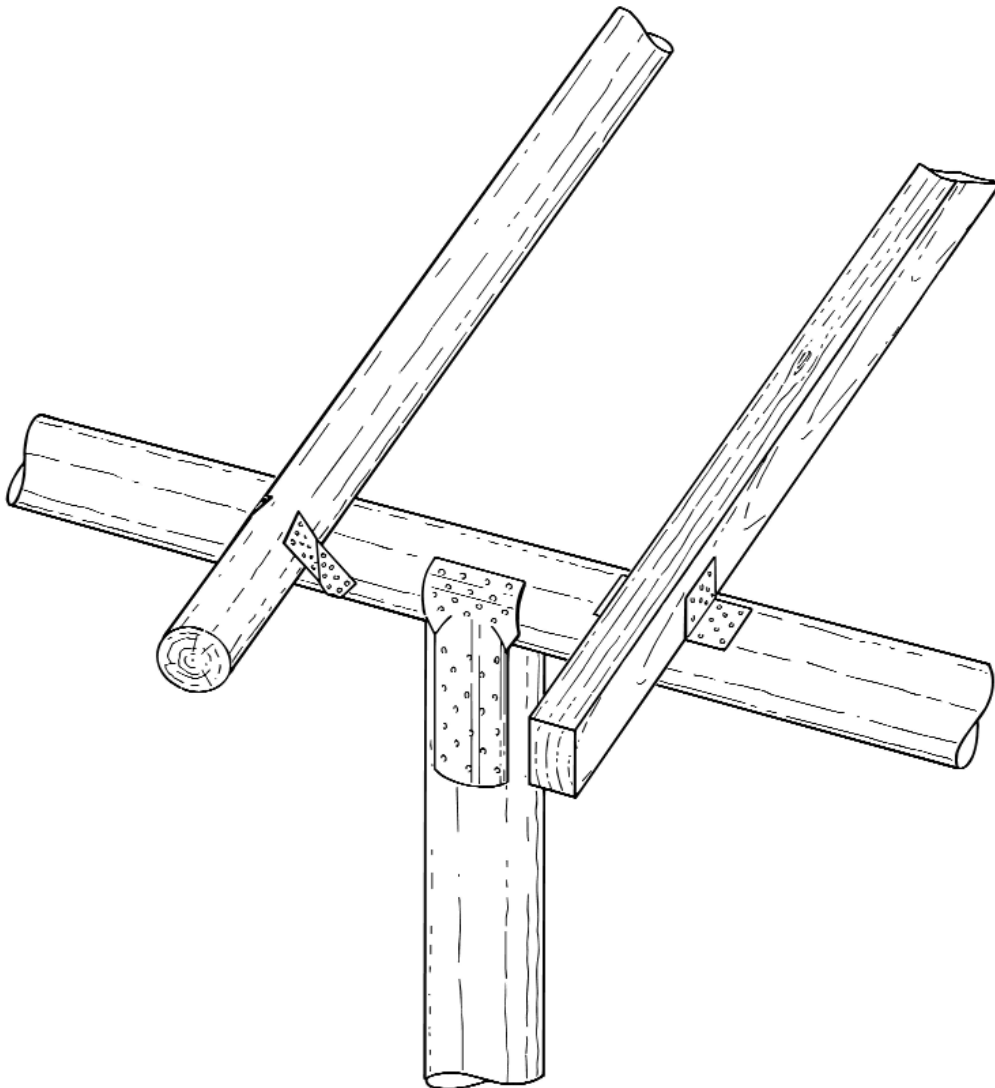
Nota:

Nel caso di materiali in lastre, particolarmente per le lamiera zincate non colorate ed i materiali plastici traslucidi, può essere utile disporre all'estradosso una ricopertura realizzata con un materiale vegetale adatto (ad es. fascine di erica, cannuce, o altro) da rinnovare periodicamente (*fig. 48*).

Questo intervento non solo modifica l'aspetto dell'edificio ma ne migliora notevolmente le condizioni di confortevolezza, costituendo una buona difesa sia dall'irraggiamento solare estivo che dal freddo invernale.

Per disporre il materiale vegetale al di sopra della copertura si seguono i metodi tradizionali, fermando il materiale con listelli di legno o con tondino di ferro, ancorati alle rondelle o ai cappellotti che accompagnano le viti di fissaggio delle lastre.

Fig. 49



4.5 Struttura del tetto e manto di copertura

Al di sopra delle travi principali che costituiscono la copertura, è normalmente disposto un successivo ordine di elementi secondari.

Nel caso degli edifici di tipo longitudinale, la struttura portante della copertura che poggia sulle travi principali, è costituita da travi secondarie, in legno tondo o aventi superfici spianate, disposte secondo la pendenza della falda. Le travi principali hanno andamento orizzontale (fig. 49).

Negli edifici a struttura di tipo trasversale, invece, le travi secondarie sono costituite dagli arcarecci, disposti orizzontalmente al di sopra delle travi principali, che risultano inclinate.

Tanto in un caso che nell'altro, il montaggio delle travi secondarie si esegue facilmente con pia-

stre in lamiera (fig. 50), anche qualora si impieghi legno tondo, ricorrendo a usuali squadrette angolari o ad appositi connettori, adatti per unire pezzi con superfici stondate, che con l'infissione dei chiodi si adattano alla curvatura del legno.

Se invece si prevede di mettere in opera pezzi che hanno superfici spianate, sono adatte squadre in lamiera stampata con costola di rinforzo, che sono normalmente reperibili in commercio.

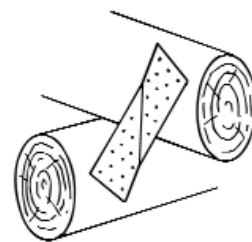


Fig. 50



Fig. 51

In ogni caso il collegamento si effettua con chiodi ad aderenza migliorata, del tipo ed in numero prescritto dal fabbricante dei connettori.

È molto importante che l'intelaiatura del tetto venga a costituire una superficie di appoggio del manto di copertura regolare, particolarmente quando si utilizzino lastre in fibrocemento.

Nel caso dei progetti che prevedono il ricorso a lastre di lamiera grecata, sia del tipo semplice che del tipo "sandwich" (fig. 51), lo schema costruttivo dell'edificio è del tipo trasversale e quindi le lastre sono fissate agli arcarecci, in legno tondo o prismati su almeno due facce, posti a distanza di 100-150 cm.

Quando lo schema costruttivo dell'edificio è del tipo longitudinale, la soluzione progettuale prevede l'impiego di copertura in lamiera autoportante (fig. 52).

In questo modo è possibile coprire l'intera luce di ciascuna falda con la lunghezza di una sola lastra. Ogni lastra si appoggia direttamente sulle travi principali, che costituiscono l'unica struttura del tetto.

Il montaggio di queste lastre richiede, a causa delle loro dimensioni, la disponibilità di un dispositivo sollevatore di adeguata capacità. Una possibile soluzione è quella di prevedere l'utilizzo del braccio caricatore dell'automezzo che porta il materiale sul luogo.

Le lastre vengono fissate alla struttura portante con viti munite di guarnizione, avvitate attraverso fori praticati col trapano nella parte bassa dell'onda della lamiera. Una soluzione più adatta nel caso di lastre di lunghezza elevata consiste nell'impiegare cavallotti con le estremità filettate in modo da abbracciare dal basso la trave, fermati con bulloni provvisti di guarnizione.

Successivamente le lastre dovranno essere collegate tra loro mediante piccole viti autofilettanti, avvitate lungo il colmo dell'onda in corrispondenza delle sovrapposizioni tra una lastra e l'altra (fig. 53).

Nei progetti caratterizzati dall'uso di coppi ed embrici o di tegole in laterizio, occorre realizzare un tavolato disposto tra gli arcarecci a formare il piano di appoggio. Quando la pendenza della falda sia modesta comportando rischi di infiltrazioni dell'acqua piovana, è necessario disporre una guaina impermeabilizzante al di sopra delle tavole.

Una soluzione alternativa contempla la realizzazione, al di sopra degli arcarecci, di una duplice orditura in legname squadrato, costituita da correnti e da sovrastanti correntini. Tale soluzione permette di attenuare le irregolarità della struttura sottostante qualora questa sia realizzata in legno tondo, e consente la corretta posa delle tegole. Nella disposizione dei correnti della copertura va curata la formazione del piano, aiutandosi con l'impiego di corde tese nel senso della lunghezza dell'edificio.

Fig. 52

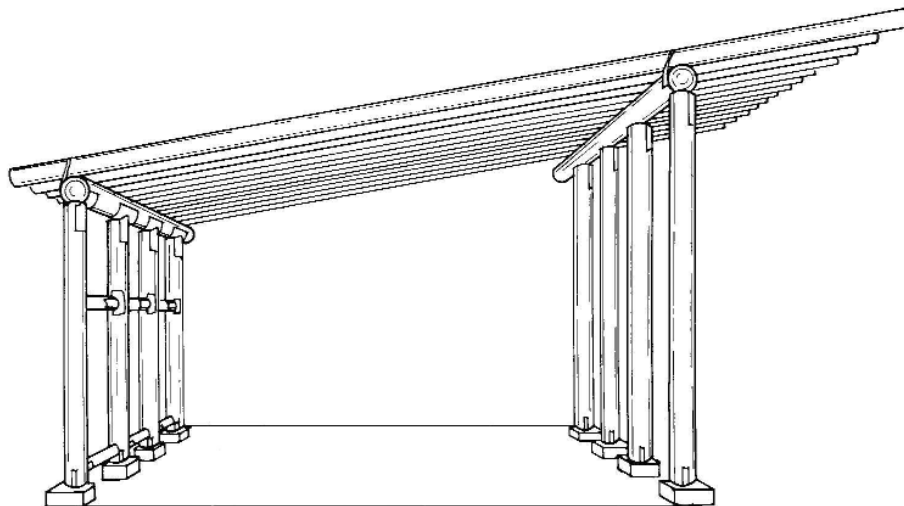
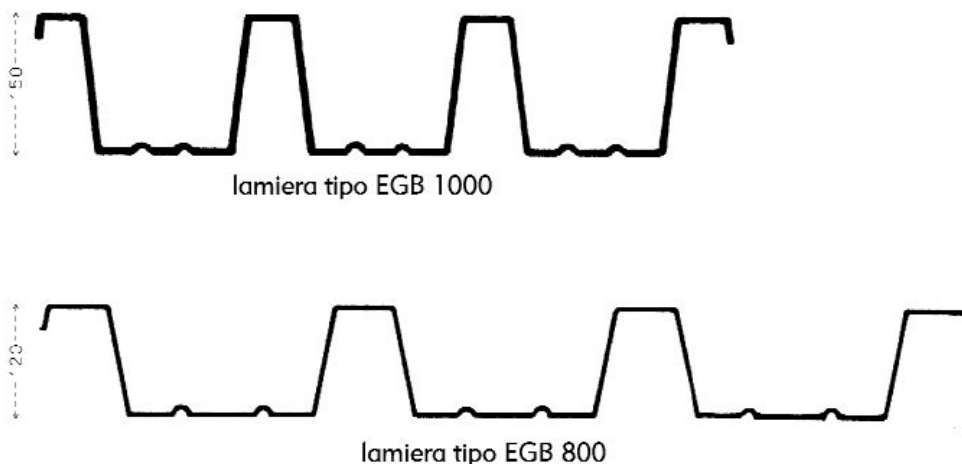


Fig. 53



La posa in opera degli elementi di copertura in laterizio si esegue su file allineate nel senso della pendenza, dopo aver iniziato a disporre un primo corso lungo la linea di gronda (*fig. 54*).

Le indicazioni suddette valgono per diversi tipi di tegole, quali le tegole portoghesi e le tegole olandesi. Per altri tipi, come le marsigliesi, si procede invece per corsi orizzontali paralleli alla linea di gronda. La disposizione dei correntini e la posa delle tegole deve perciò avvenire, caso per caso, seguendo le specifiche indicazioni.

Come alternativa alle soluzioni previste nei progetti, si potrebbe fare ricorso a lastre in fibrocemento (*fig. 55*). Queste vengono montate sul tetto a partire dalla zona di gronda, lungo la quale viene disposta una serie di tali elementi fra loro sovrapposti ai margini fino a formare una prima fila longitudinale. Questa prima fila viene fatta sporgere in gronda di circa cinque centimetri.

Se il corso di lastre non termina con l'impiego di un numero esatto di lastre, la parte di lastra eccedente dovrà essere tagliata.

Ultimata la posa del corso di gronda si prosegue poi con la posa del primo corso di falda partendo sempre dalla stessa estremità e sovrapponendo queste lastre per circa quindici centimetri su quelle di gronda già disposte.

Tutte le lastre che si usano, a seconda della posizione in cui sono collocate, devono essere tagliate per presentare degli smussi sugli angoli, ad eccezione della prima e dell'ultima di tutta la falda (*fig. 56*). Gli smussi servono per evitare eccessiva sovrapposizione dove si incontrano quattro diverse lastre.

Fig. 54

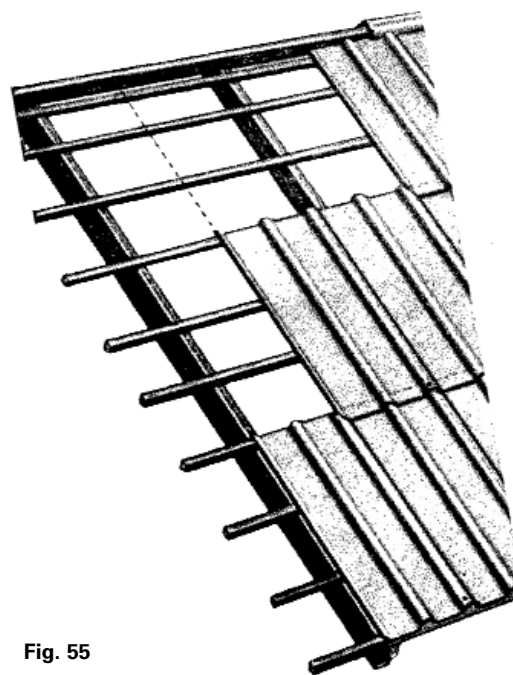
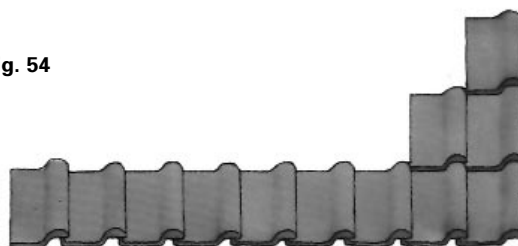
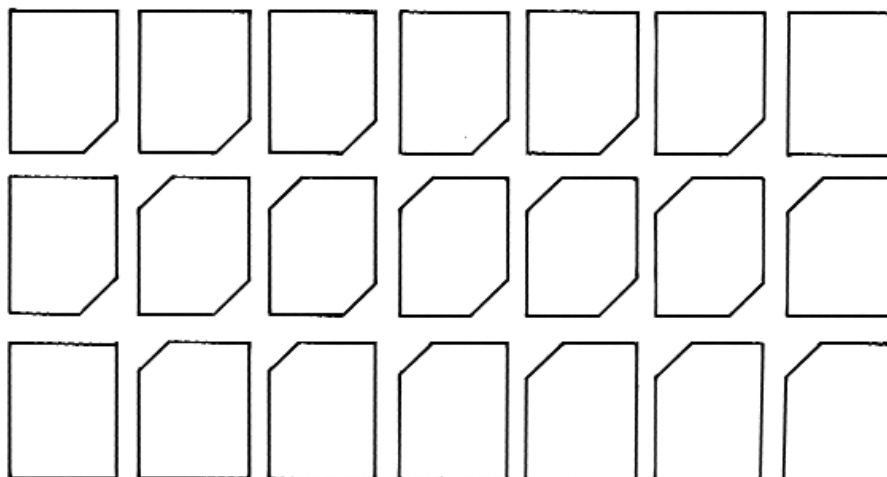


Fig. 55

Fig. 56



Nella posa si faranno combaciare gli smussi delle lastre già posate con quelli delle lastre da posare, lasciando un po' di gioco.

Il lavoro di posa si continua fino a coprire tutta la falda. Quando si arriva a porre il corso di colmo, se la zona da coprire è di altezza inferiore alla lunghezza delle lastre, queste ultime dovranno essere

tagliate alla lunghezza necessaria.

Per il fissaggio delle lastre si usano viti zincate munite di ranella e guarnizione. I fori per le viti si fanno in corrispondenza del colmo dell'onda, con il trapano, usando una punta di diametro maggiore di quello della vite di almeno 1 mm.

5. TAMPONAMENTI E PORTE

Gli elementi di tamponamento possono essere opportunamente fissati ai correnti di parete, che a tale scopo sono disposti orizzontalmente tra i successivi pilastri, e alle aste di collegamento collocate in prossimità delle teste dei pilastri.

Nelle strutture in legno tondo le traverse si possono fissare in posizione con connettori del tipo a croce (fig. 57), con elementi di riduzione (fig. 58) quando si è in presenza di diametri assai diversi da quello del pilastro, oppure con squadrette angolari, o con altre soluzioni idonee.

Fig. 57

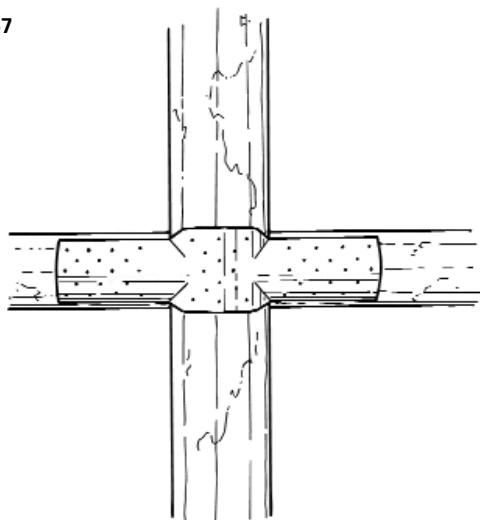
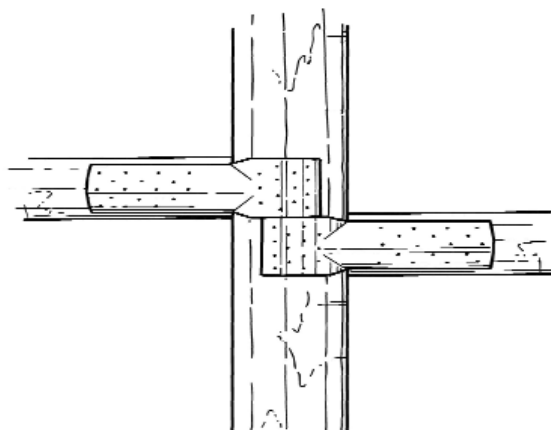


Fig. 58



5.1 Tamponamenti

La disposizione delle pareti di chiusura e delle aperture degli edifici sono indicati in ogni progetto.

Tuttavia, a seconda della situazione, delle preferenze personali e delle disponibilità di materiale, si potrà scegliere tra soluzioni diverse, caratterizzando in maniera diversa l'estetica del fabbricato. Ciò è possibile in quanto le pareti non debbono sopportare il peso delle parti superiori dell'edificio, ma questa funzione è interamente svolta dai pilastri.

Le tavole di tamponamento montate verticalmente sono di solito la soluzione più semplice da realizzare. Queste si inchiodano sulle traverse orizzontali in precedenza disposte a collegare tra loro i pilastri. La *fig. 59* mostra una vista dall'esterno della parete e un particolare osservato dall'alto, nel caso di correnti disposti a filo esterno dei pilastri.

La *fig. 60* mostra una vista dall'esterno e un particolare osservato dall'alto nel caso di correnti disposti a filo interno dei pilastri.

Quando è previsto un muretto perimetrale, potrà essere opportuno che le tavole siano disposte ancora più esternamente e si sovrappongano per un tratto alla superficie esterna del muretto stesso, così da convogliare l'acqua di pioggia all'esterno; in questo caso la distanza da terra del tavolato risulterà maggiore di quella illustrata nelle figure.

La *fig. 61* riassume altre possibilità di tamponamento, con tavole o elementi fresati disposti orizzontalmente (a sinistra; ne è mostrata anche la sezione) e con listelli e tavole ad andamento

Fig. 59

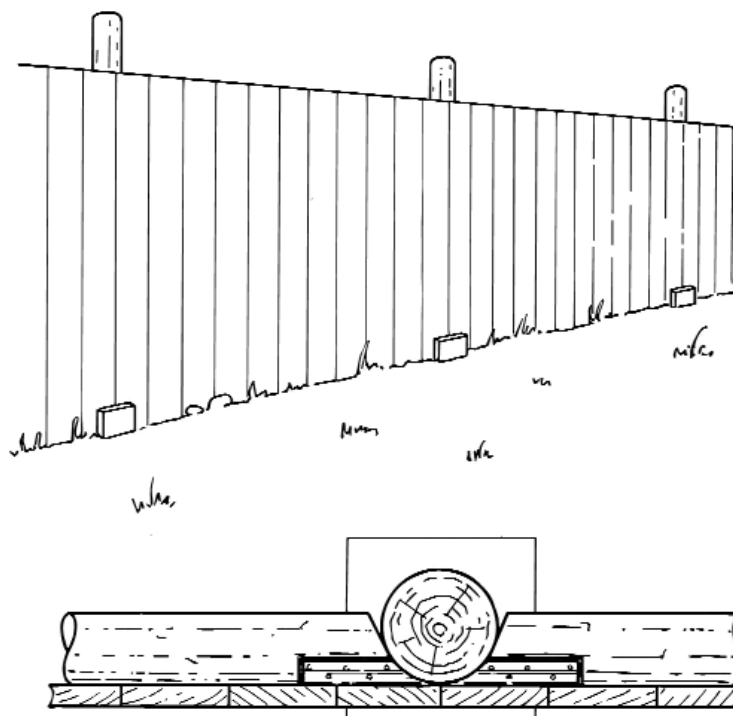


Fig. 60

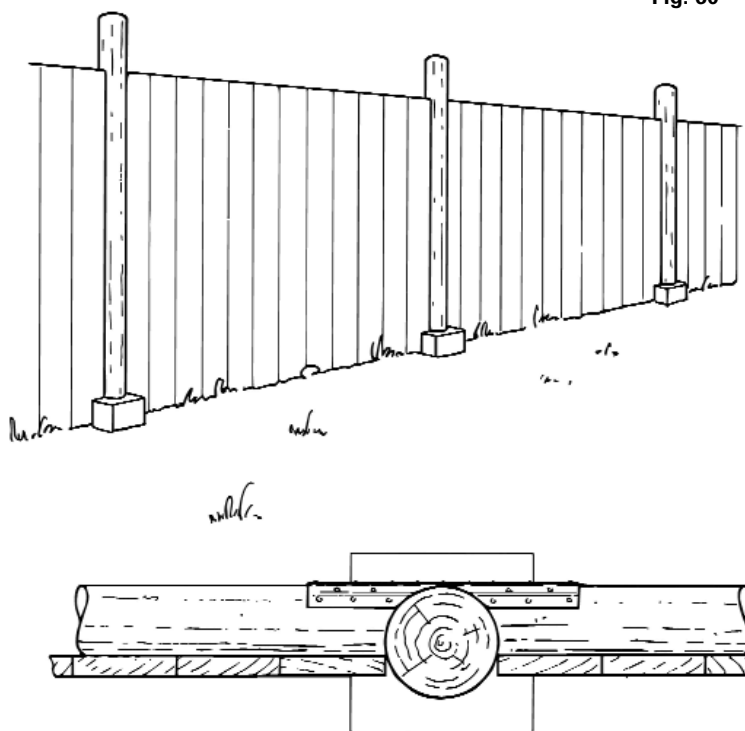


Fig. 61

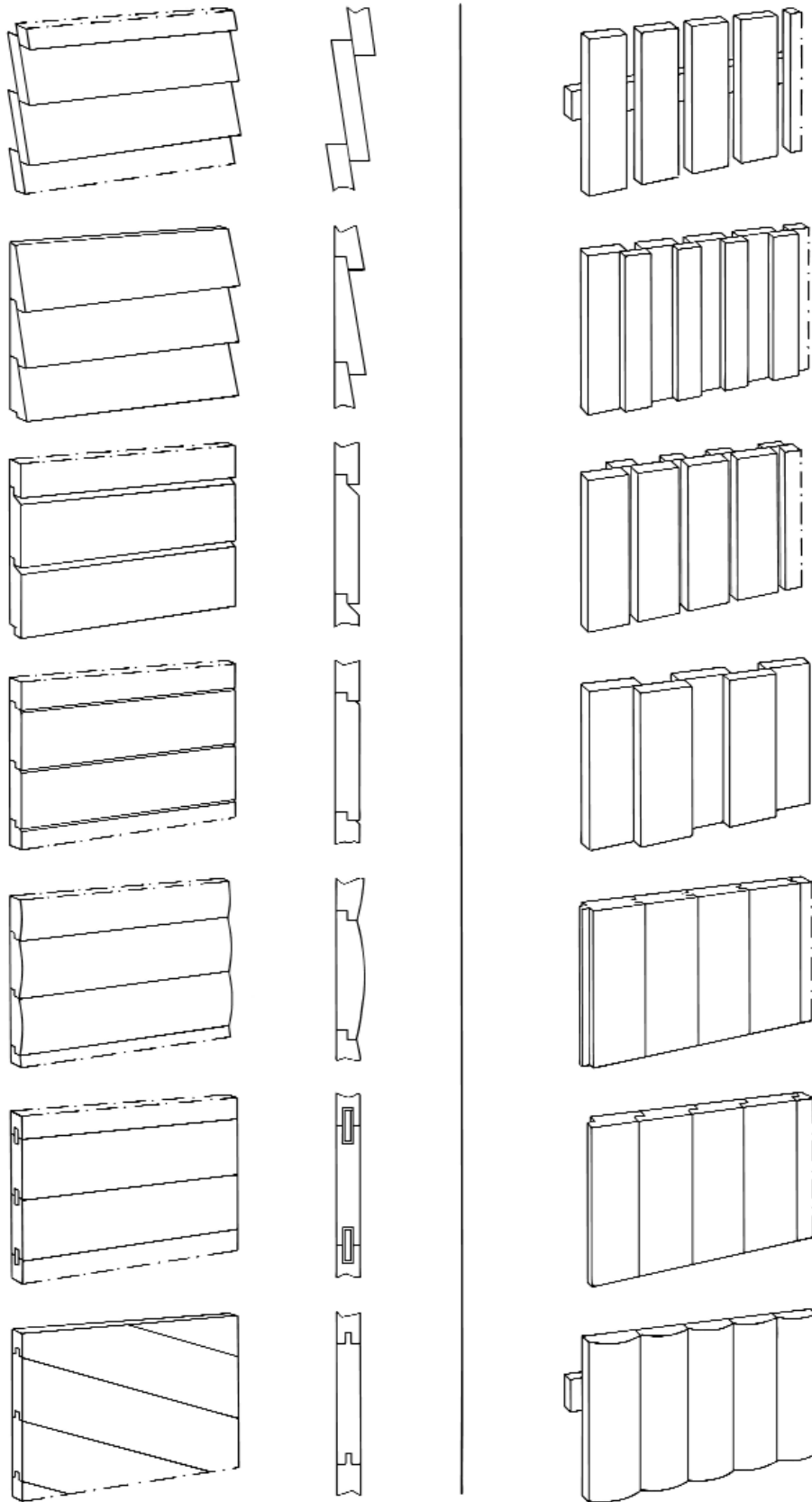
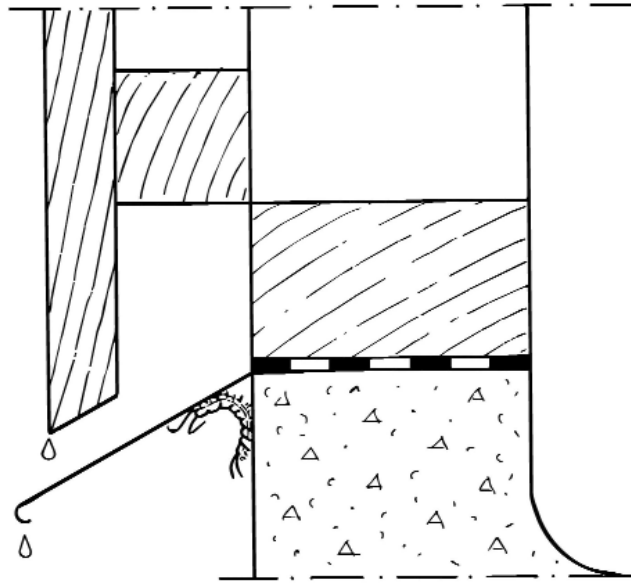


Fig. 62



verticale (a destra). Gli sciaveri refilati di buon spessore (in basso a destra) offrono validi risultati.

Ricorrendo a semplici accorgimenti è possibile migliorare la durata del tavolato (fig. 62).

Molto importanti sono una sufficiente distanza da terra delle parti basse del legno, il pronto allontanamento dell'acqua piovana, l'adozione di tecniche di montaggio che consentano buona circolazione dell'aria su tutta la superficie delle tavole, la protezione dalla risalita capillare di umidità, la difesa dagli insetti. Importante è inoltre sagomare con un taglio inclinato tanto il margine superiore che quello inferiore delle tavole, allo scopo di facilitare lo sgrondo dell'acqua.

Si consiglia di disporre le tavole verticali in maniera che all'esterno il disegno della venatura si veda con la punta in basso (fig. 63). Così l'acqua piovana si allontana più facilmente e il legno si mantiene in condizioni migliori.

Fig. 63

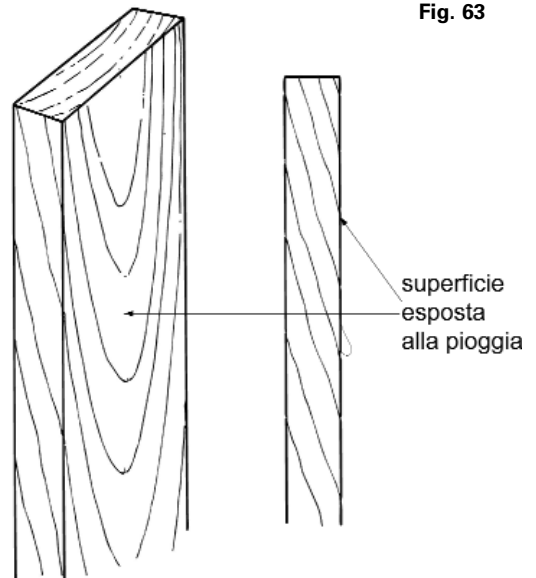


Fig. 64

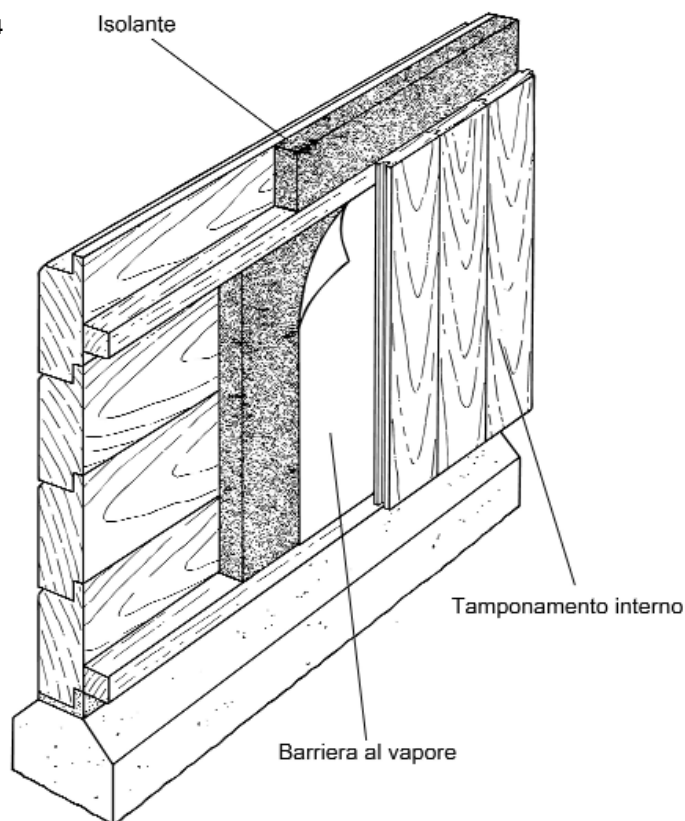
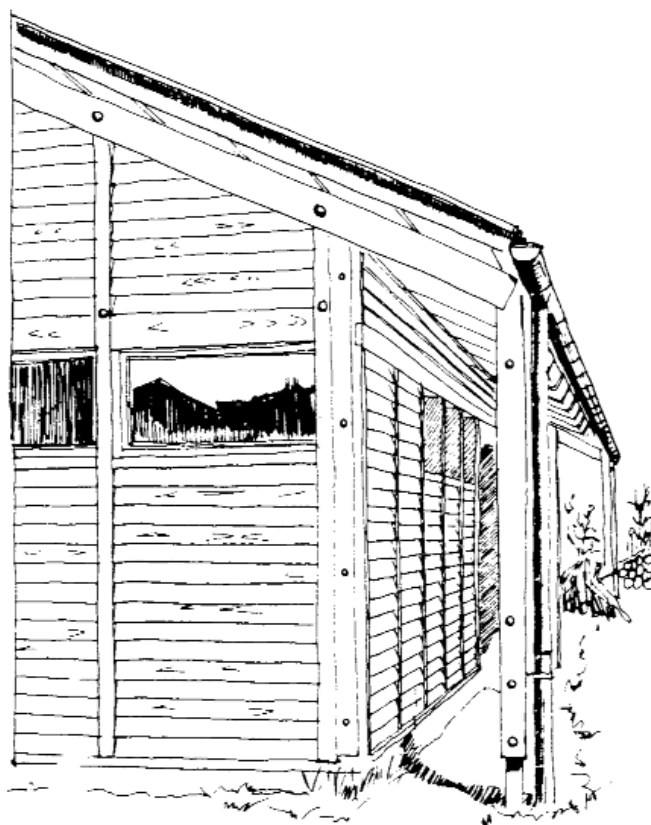


Fig. 65



Nei casi in cui si ritenga necessario, esiste la possibilità di montare pareti basate sull'impiego del legno che permettono di ottenere buone finiture e prestazioni molto soddisfacenti, come nello schema di *fig. 64*.

In *fig. 65* è riportato un esempio di edificio tamponato all'esterno con tavole orizzontali parzialmente sovrapposte (da Dolby *et al.*, modificato).

5.2 Porte, cancelli e infissi vari

L'impiego del legno tondo per le strutture può determinare qualche difficoltà nel montaggio degli infissi (porte, finestrate, cancelli, divisori), nei casi in cui si ritenga opportuna la loro adozione.

L'inconveniente principale è legato alla rastremazione e alle irregolarità dei tronchi che delimitano le aperture. Questo comporta, fra l'altro, il non parallelismo delle linee individuate dai profili dei montanti e quindi le variazioni dimensionali delle ampiezze misurate a quote diverse. Nella maggior parte dei casi il problema non crea complicazioni e le cerniere possono essere applicate direttamente sui pali giostrando sulla lunghezza delle loro aste di ancoraggio.

Nelle applicazioni che richiedono un maggior livello di finitura, è invece necessario applicare dei telai fissati con opportuni distanziatori per regolarizzare le dimensioni del vano e consentire una più efficace chiusura dei battenti.

Porte

A seconda delle esigenze potranno essere adottate porte di diversi tipi e dimensioni.

Per gli accessi pedonali si possono facilmente realizzare anche in azienda porte dei tipi schematizzati in *fig. 66*. In alto, a sinistra: soluzione a listelli distanziati, adatta per consentire una buona aerazione degli ambienti; a destra: realizzazione in tavole affiancate. Ambedue questi modelli presentano una tavola diagonale di rinforzo per evitare deformazioni.

In basso, a sinistra: soluzione meno razionale, ma adottabile per porte leggere. A destra: porta in tavole affiancate fissate su telaio interno.

Per poter avere un buon collegamento, la tavola diagonale di rinforzo si incastra nelle tavole trasversali secondo una sagoma del tipo di quella indicata in *fig. 67*.

Nel caso in cui siano necessarie aperture differenziate si può far ricorso agli schemi precedentemente illustrati, realizzando battenti di minori dimensioni, che dovranno essere comunque fissati su telai (*fig. 68*).

Portoni

Le aperture di maggiori dimensioni richiedono in genere l'installazione di portoni a più ante oppure scorrevoli.

Per quanto riguarda i portoni a più ante si ricalcano gli schemi già indicati in precedenza per le porte, curando in modo adeguato la scelta degli schemi strutturali più affidabili e a volte ricorrendo anche a una seconda tavola diagonale collocata sulla parte opposta rispetto alla prima.

Fig. 66

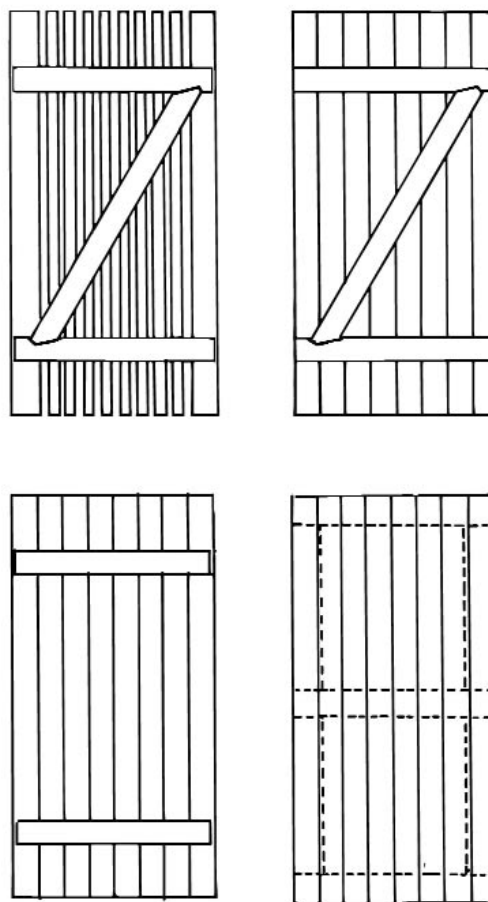


Fig. 67

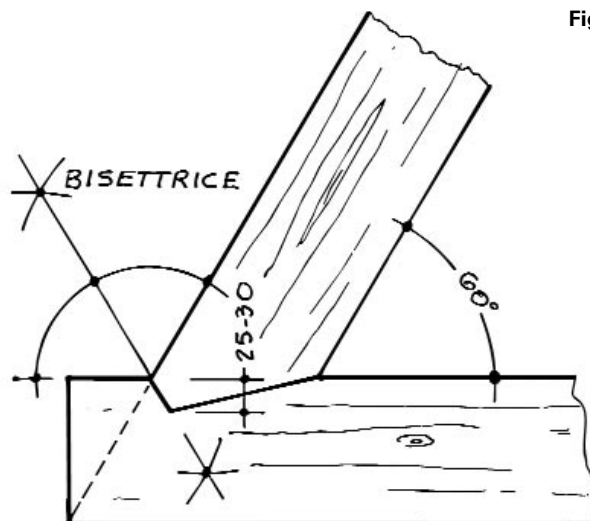
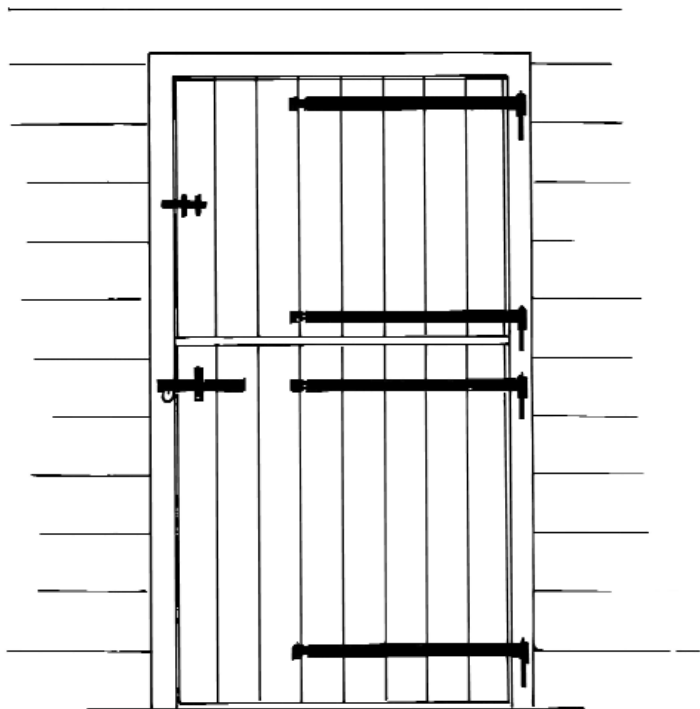


Fig. 68



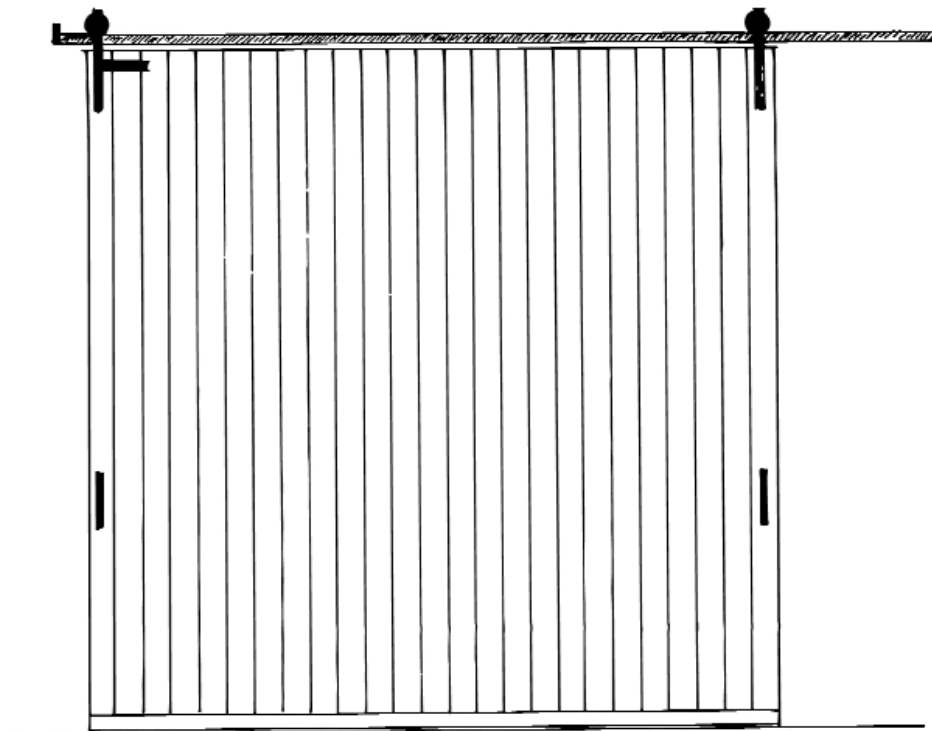
I portoni scorrevoli sono comunemente realizzati del tipo appeso (fig. 69), perché risultano più funzionali di quelli muniti di carrello nella parte inferiore.

Questi ultimi infatti, negli edifici agricoli, vanno spesso soggetti ad inconvenienti di bloccaggio per la presenza di materiale sulla rotaia.

I portoni scorrevoli del tipo appeso richiedono una rotaia posta in alto, da fermare agli elementi strutturali, e su questa scorre il carrello (fig. 70); un semplice dispositivo di sicurezza ne evita il sollevamento accidentale e impedisce il conseguente sganciamento del portone.

Il dispositivo di guida da prevedere a terra può essere realizzato in maniere diverse. Alcune delle più diffuse sono schematizzate in fig. 70.

Fig. 69



Finestrature

Le aperture per l'aerazione e l'illuminazione degli ambienti possono essere munite di finestre, del tipo fisso o apribile, o anche di semplici schermature realizzate con adatte reti a maglia fitta aventi la funzione di frangivento.

Dal punto di vista costruttivo le maggiori attenzioni sono richieste per l'installazione delle finestre apribili (*fig. 71*), le quali si articolano su un proprio telaio che viene installato nelle aperture delle pareti.

In tali casi è opportuno prevedere la collocazione delle traverse di collegamento orizzontale della struttura in posizione tale da non impedire la collocazione della finestra e da consentire l'ancoraggio dei telai sulle stesse.

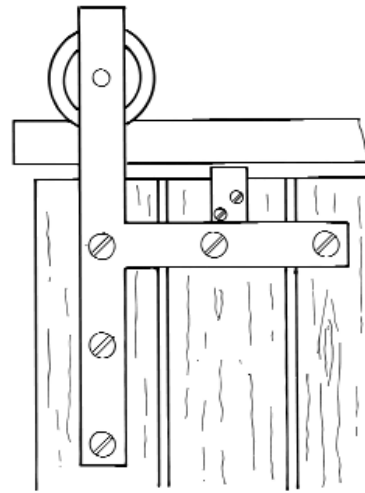


Fig. 70

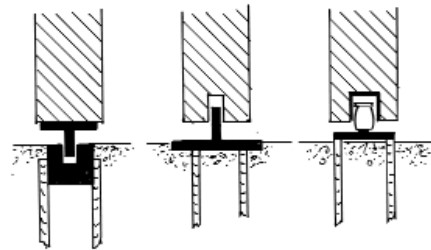


Fig. 71

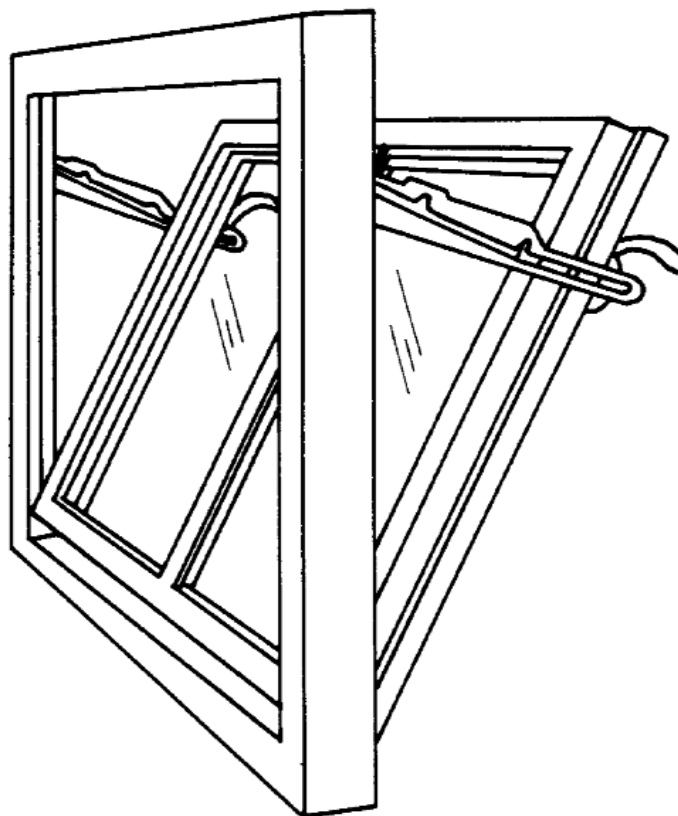
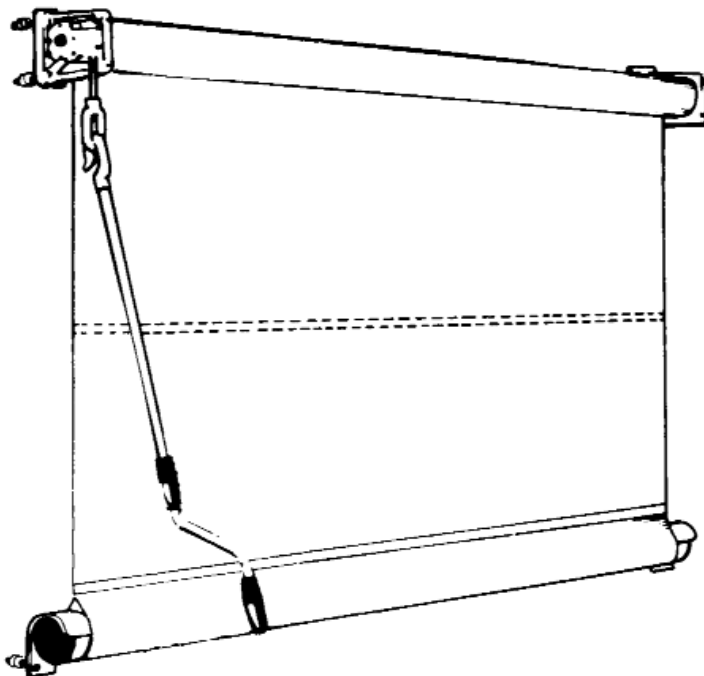


Fig. 72



In alcuni casi al posto della finestra con anta mobile può essere preferibile un pannello fisso realizzato con materiale traslucido da rimuovere nella stagione calda.

Un'altra possibilità è costituita dall'impiego di teli traslucidi in film plastico montati su telai di avvolgimento, del tipo di quello illustrato in *fig. 72*, che ne consentono l'apertura o la chiusura.

Ricorrendo a dei dispositivi analoghi a quelli precedentemente illustrati, sulle aperture si possono montare reti frangivento reversibili (*fig. 73*).

Anche nel caso delle reti, così come per i pannelli, si può realizzare l'installazione fissa, sia in corrispondenza delle finestrate laterali (*fig. 74*) sia alle testate dell'edificio.

Fig. 73

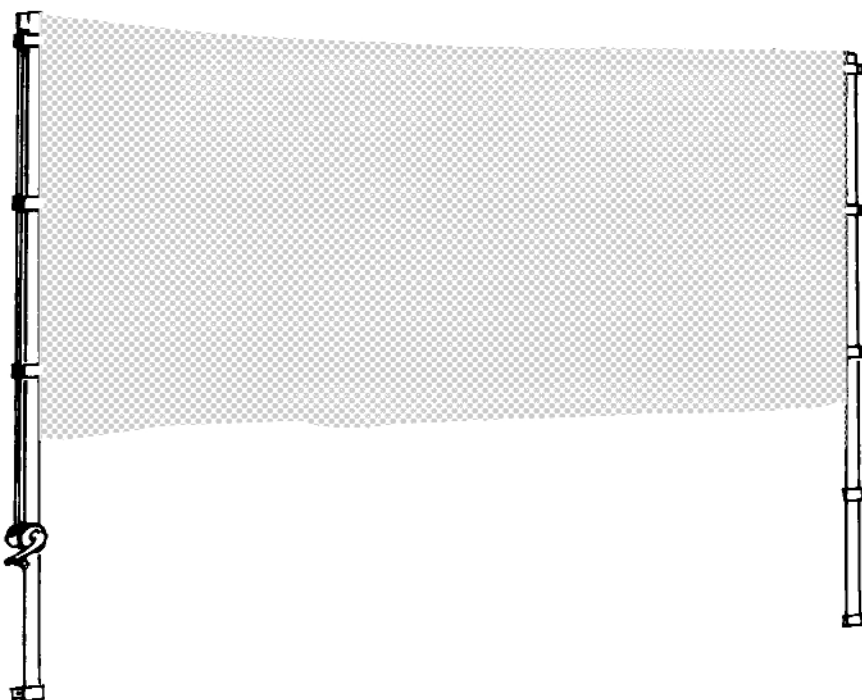
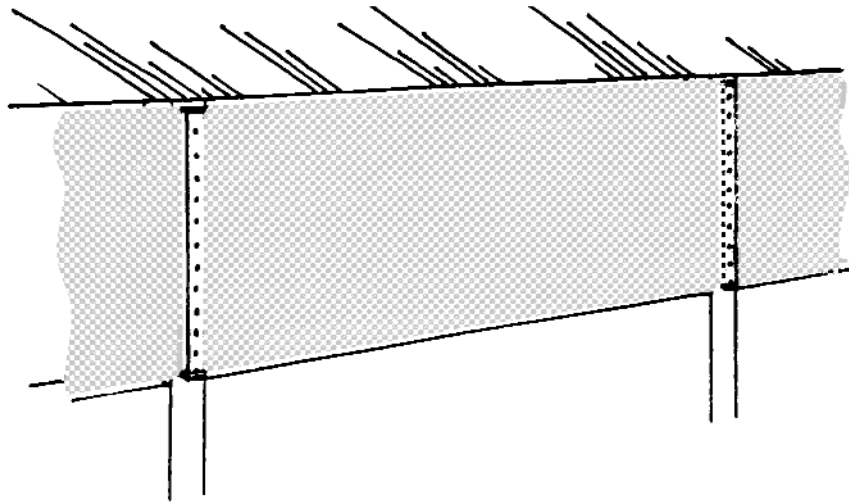


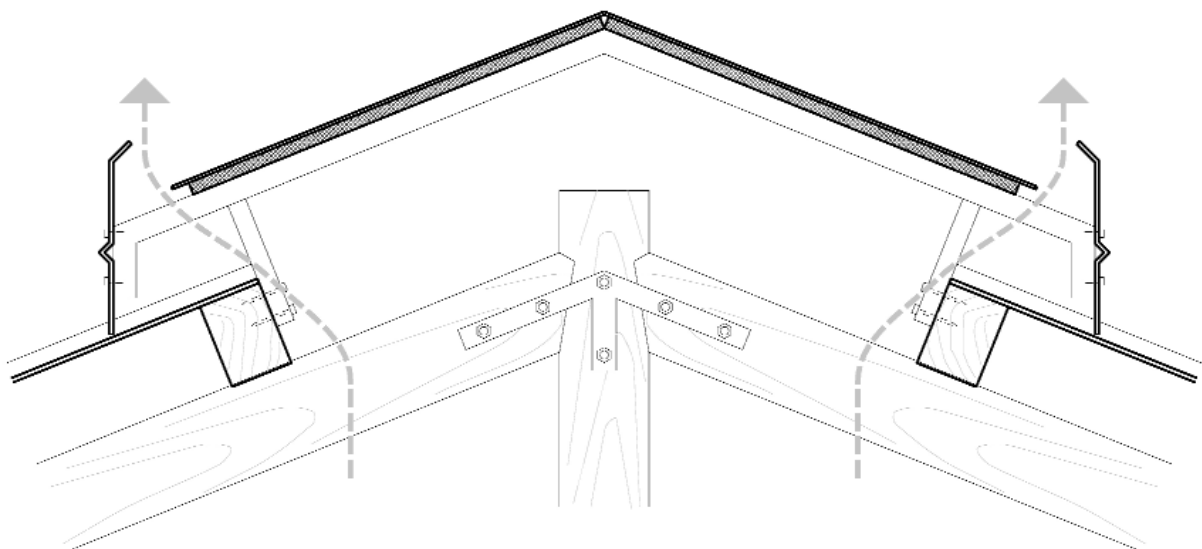
Fig. 74



Si deve ricordare che quando le aperture siano previste con lo scopo di assicurare la ventilazione, dovranno essere dimensionate sulla base delle con-

dizioni locali. Questo è particolarmente importante per le aperture di uscita dell'aria situate sul colmo del tetto (fig. 75).

Fig. 75



Tipologie di annessi in legno per orti e modalità di costruzione

Antonio Leti

ARSA, Servizio "Promozione, Collaudo e Trasferimento dell'Innovazione"
- Forestazione, Selvicoltura sostenibile e Valorizzazione del legno

Descrizione degli schemi-tipo

Gli schemi-tipo illustrati in questo capitolo costituiscono una indicazione tipologica semplice di annessi "precarî" di modestissime dimensioni.

Essi si riferiscono a:

- 2 moduli in linea infissi nel terreno
- 1 modulo di base infisso nel terreno
- 2 moduli in linea appoggiati sul terreno.

La definizione di fabbricato, annesso o manufatto "precarîo" non si riferisce alla sua precarietà statica, ma alle normative e regolamenti vigenti in

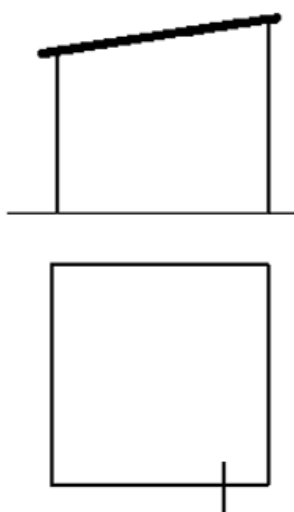
Toscana che fissano un limite temporale di durata dopo la quale il manufatto deve essere rimosso.

La tecnica costruttiva fa riferimento all'utilizzo di segati facilmente reperibili presso le segherie del posto.

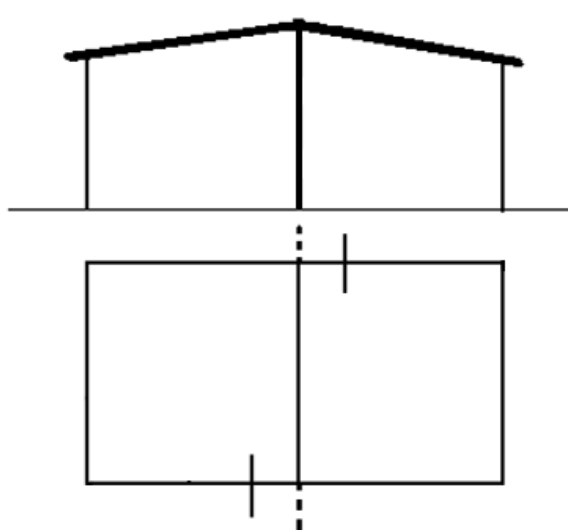
I moduli proposti sono concepiti per essere costruiti direttamente dall'utilizzatore, in modo semplice, di buon inserimento ambientale e di sicura stabilità.

Queste tipologie possono essere costruite su tutto il territorio toscano con esclusione di zone montane dove è necessario ridefinire pendenza del tetto e spessore dei segati impiegati.

Modulo di base



Due moduli in linea



Il manto di copertura individuato risponde soprattutto a requisiti di economicità; tuttavia tale scelta non deve intendersi unica poiché potrà cambiare o ci si dovrà adeguare a soluzioni indicate dagli enti preposti alla gestione del territorio.

È stato considerato un solo tipo di tamponamento che comunque può essere variato in relazione ad esigenze paesaggistiche o del tipo di materiale disponibile.

È auspicabile l'utilizzo di legno di conifere che ben si presta alla costruzione di questo tipo di annessi. Comunque là dove non sussistono particolari vincoli ed in considerazione del tipo di utilizzo è consigliabile adoperare materiali di recupero disponibili nella zona.

Lo schema riguarda un piccolo annesso destinato al rimessaggio di attrezzi, utensili e piccole macchine agricole.

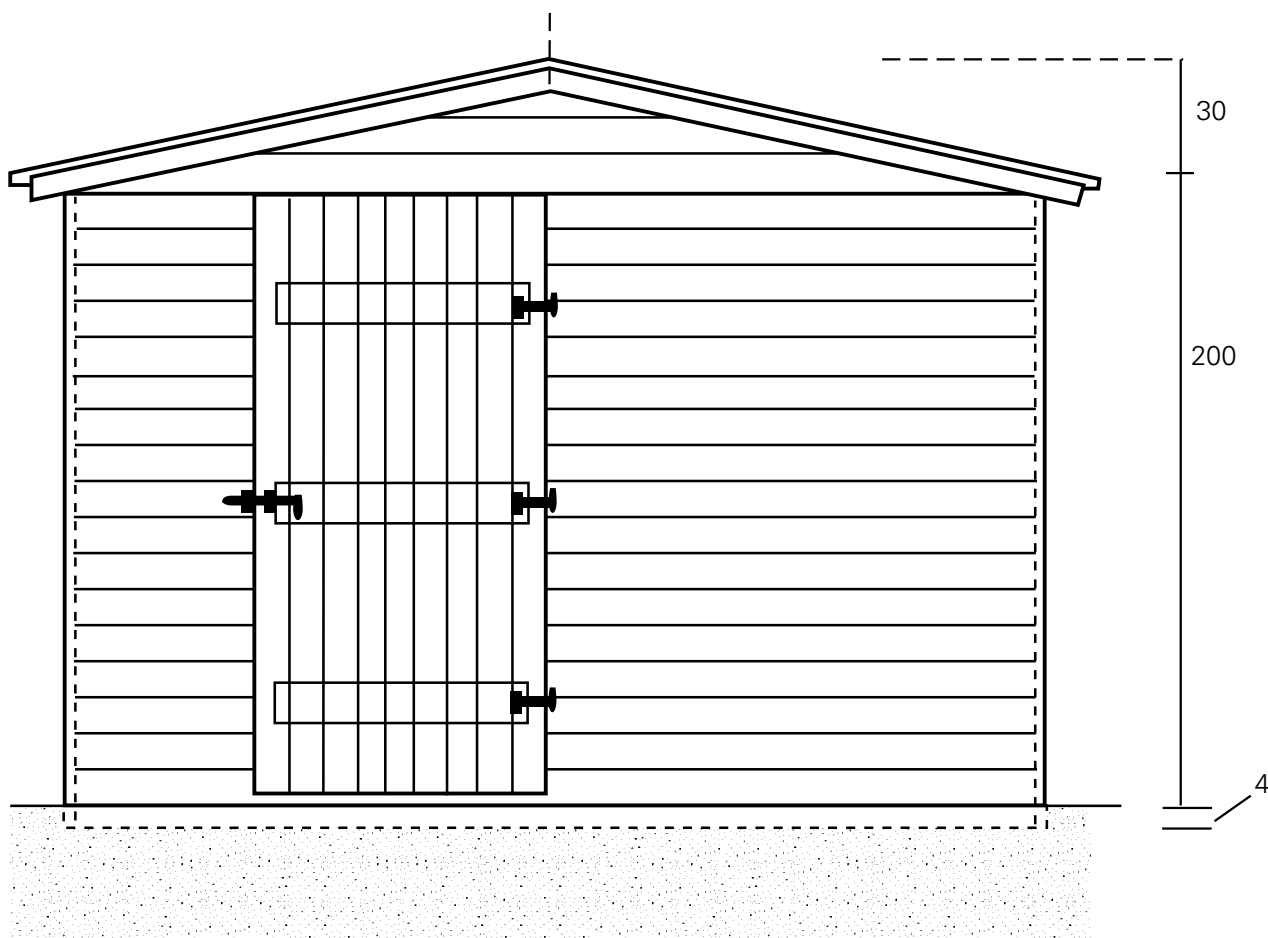
SCHEMA 1 Moduli in linea con montanti infissi nel terreno

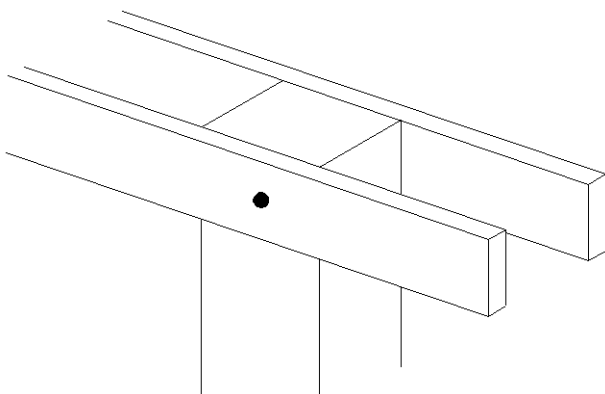
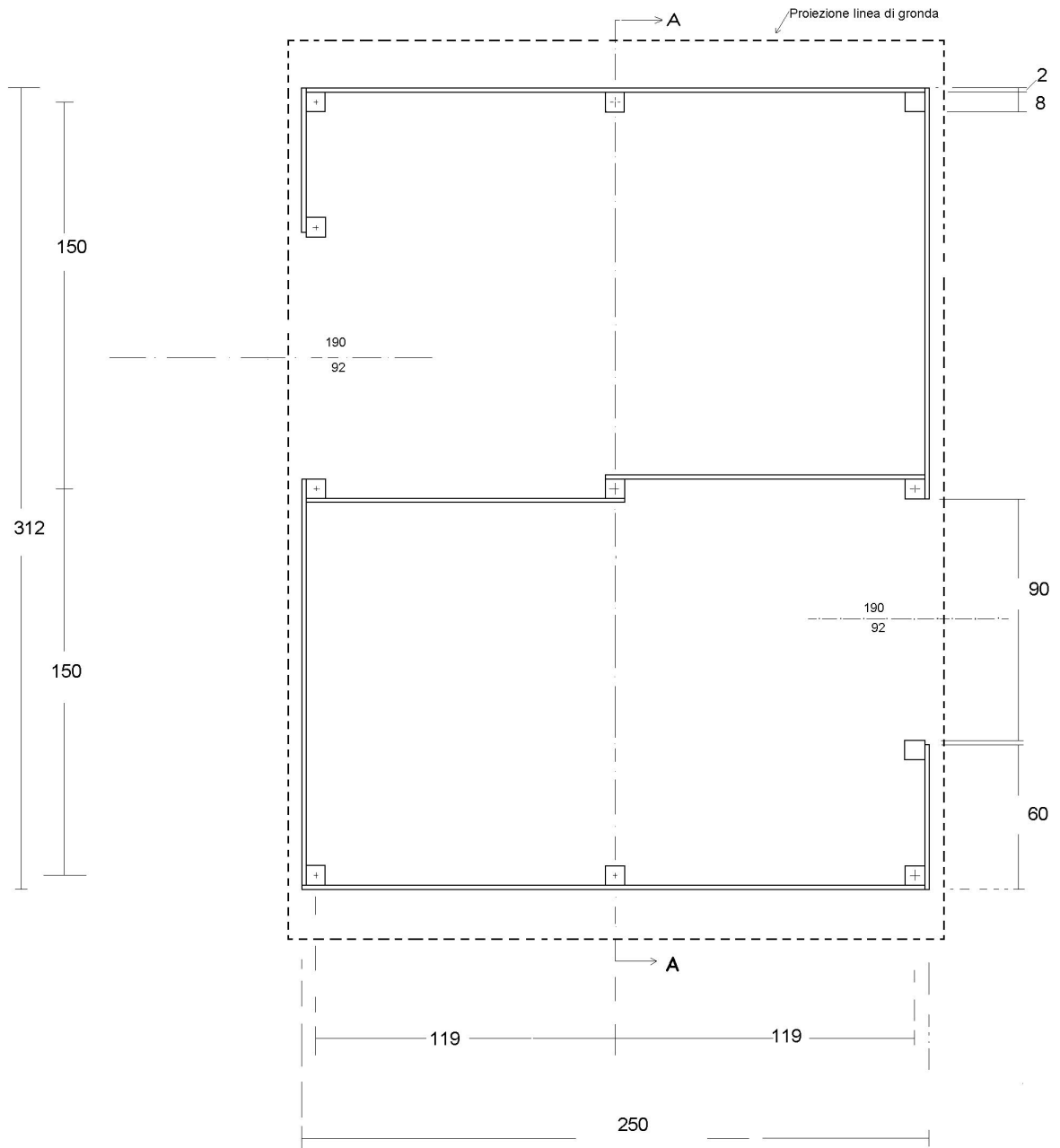
È costituito da due moduli base accoppiati in modo tale da realizzare un tetto a due falde con due aperture opposte.

Il modulo ha un interasse di 300 cm nel senso della larghezza e di 238 cm nel senso della lunghezza con una altezza in gronda di 200 cm e al colmo di 230 cm.

In questo caso l'effettiva altezza al colmo del tetto risulta maggiore di 230 cm per effetto della posatura delle tavole e del telo bitumato di copertura; comunque, l'altezza può essere facilmente adeguata a eventuali ordinamenti specifici localmente vigenti.

Per ogni modulo base la superficie occupata non supera i 4 m².





La struttura portante è in legno squadrato di lato 8 cm x 8 cm.

Secondo lo schema proposto, le travi sono doppie, di spessore minimo 2 x 8 cm e non poggiano sulle teste delle colonne, ma vengono fissate con bulloni "da carraio" alla sommità della colonna stessa lungo i due lati esterni.

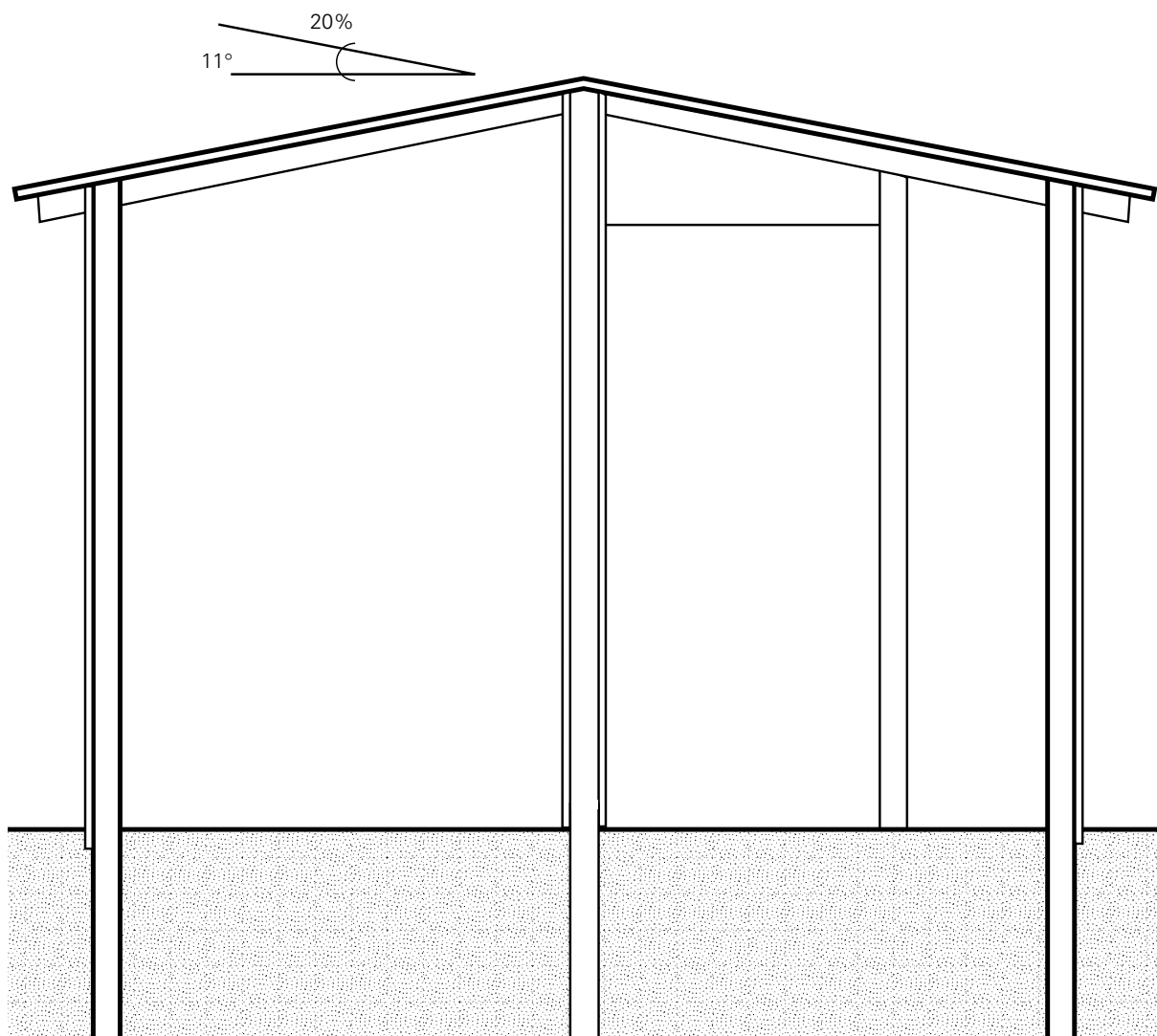
La pendenza della doppia trave risulta all'incirca

del 20%; pendenza necessaria a favorire il rapido scorrimento dell'acqua piovana.

L'ancoraggio a terra è previsto con l'interramento delle colonne per una profondità minima di circa 70 cm; le colonne della struttura portante vengono rese solidali al terreno con riempimento della buca di sassi ghiaia e sabbia assestati a secco.

Non è prevista alcuna pavimentazione.

Sezione A

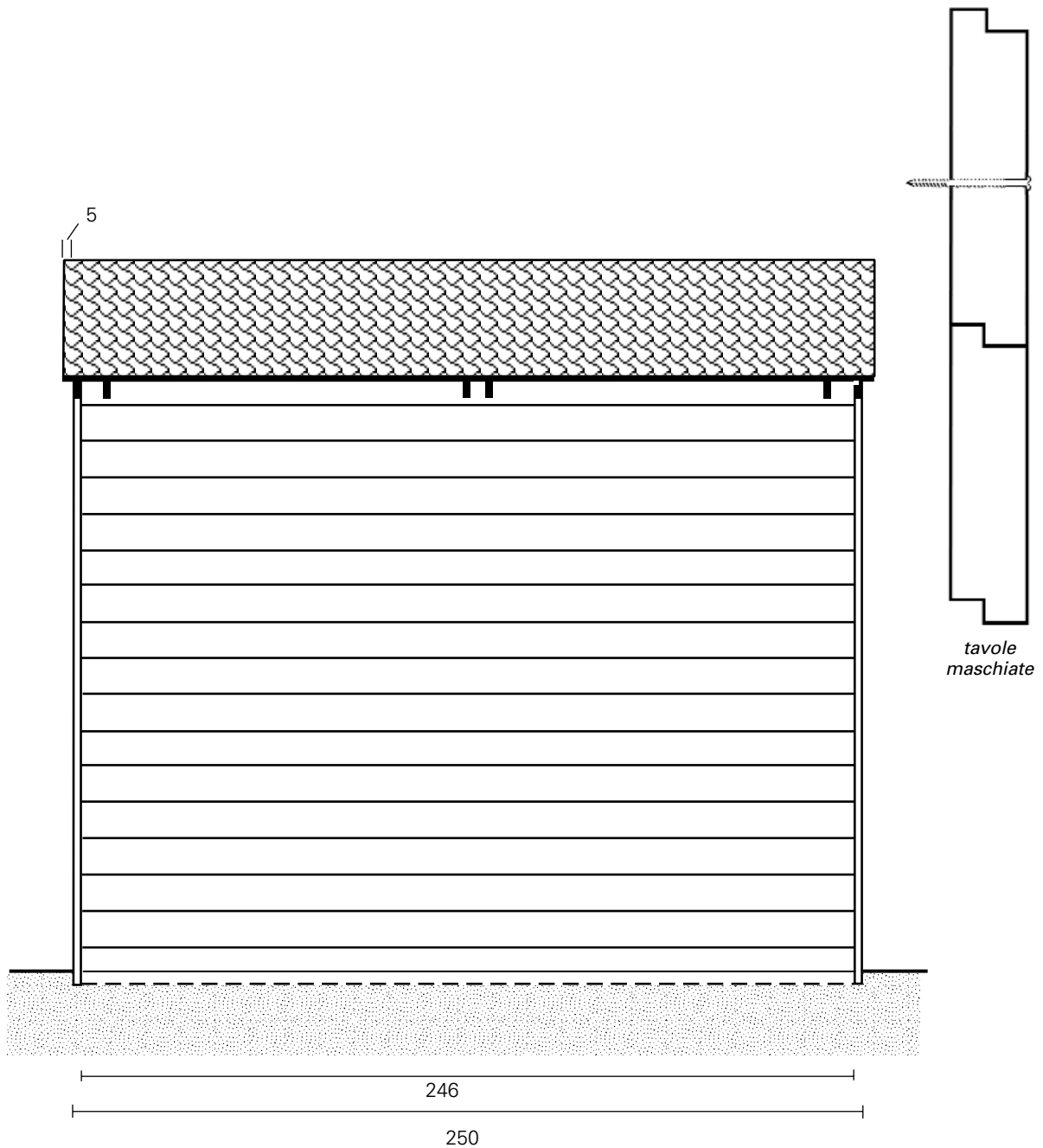


Il tetto è in tavole maschiate e coperto da un telo bitumato ardesiato. La scelta è motivata da più fattori quali la “precarietà”, la facilità d’impiego per la messa in opera, la leggerezza, la scarsa pendenza richiesta ecc.

La tamponatura contribuisce a conferire stabilità e resistenza al manufatto. Pertanto dovrà esse-

re realizzata avendo cura di utilizzare tavole stagionate per ridurre al minimo le possibilità di ritiro delle stesse.

Nel caso proposto, la tamponatura è costituita da tavole maschiate; comunque si può optare per materiali a basso costo quali sciaveri refilati.



La porta dalle dimensioni di 190 cm x 92 cm, incernierata sulla colonna centrale, permette il rimessaggio di piccole macchine agricole.

Le *tabb. 1-4* riportano le liste dei materiali occorrenti per la costruzione dell'annesso considerato.

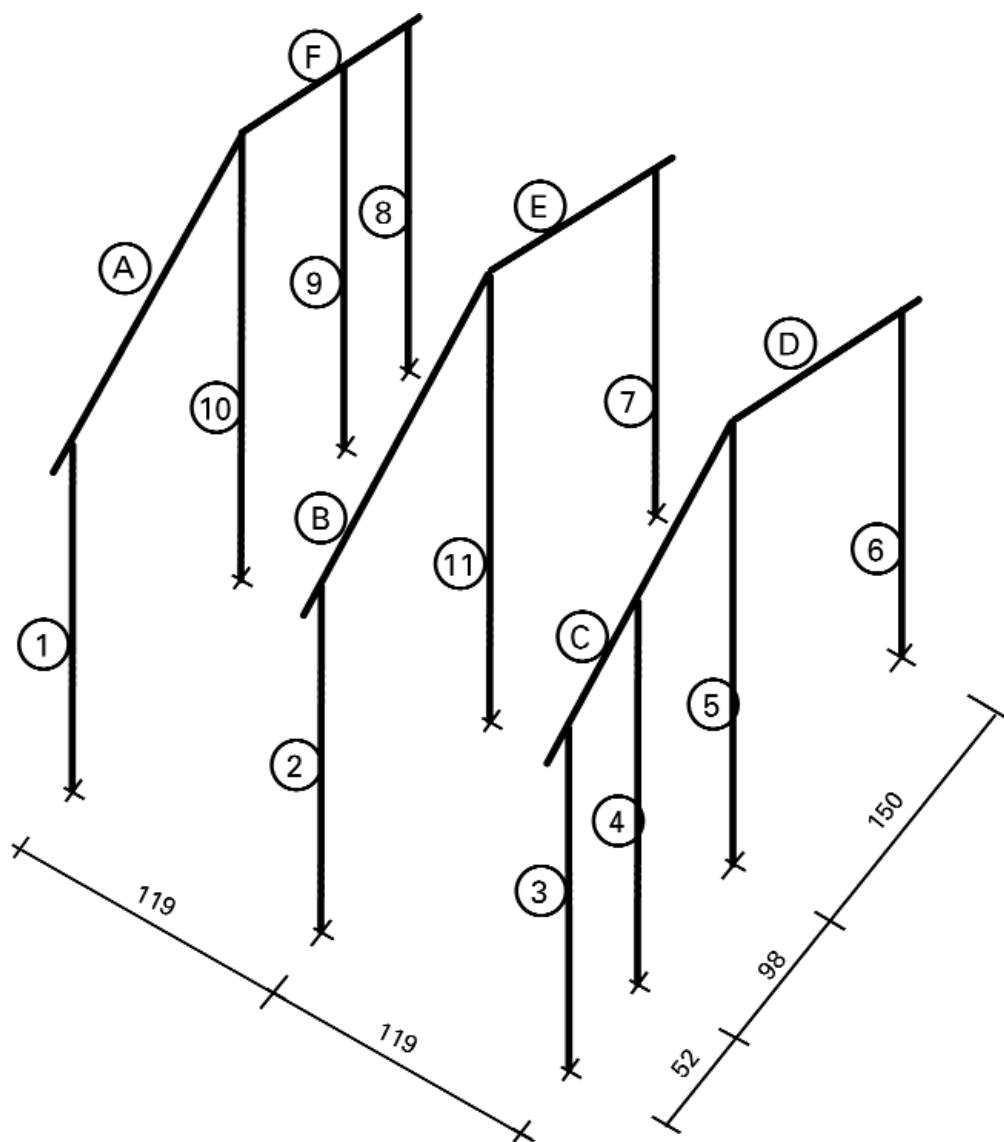
Gli assortimenti legnosi sono suddivisi in funzione della destinazione:

- struttura portante
- copertura
- tamponatura
- porta.

La lunghezza di alcuni elementi da acquistare è superiore a quella prevista, per consentire l'aggiustamento sul posto.

Nella prima colonna delle *tabb. 1-2* è indicato il riferimento alla posizione nella struttura portante come da schema illustrato.

Schema struttura portante



Tab. 1 - Schema 1/Lista legname squadrato della struttura portante

Posizione	Riferimento	Lunghezza m	Approv.to lunghezza m	Sezione altezza m	Sezione larghezza m	Numero elementi	Elementi m ³
1-2-3-6-7-8	pali di gronda	2,70	2,90	0,08	0,08	6	0,111
5-10-11	pali di colmo	3,00	3,20	0,08	0,08	3	0,061
4-9	pali intermedi	2,82	3,00	0,08	0,08	2	0,038
	soglia sottoporta	0,90	0,90	0,08	0,08	2	0,012
Totale							0,223

Tab. 2 - Schema 1/Lista delle tavole

Posizione	Riferimento	Lunghezza m	Approv.to lunghezza m	Sezione altezza m	Sezione larghezza m	Numero elementi	Elementi m ³
A-B-C-D-E-F	travi doppie (tavole)	1,74	1,80	0,08	0,02	12	0,035
	montante verticale interno per tamp. post.	2,20	2,20	0,08	0,025	2	0,009
	regolo sottoporta	0,90	0,90	0,06	0,020	2	0,002
Totale							0,011
	tavole telaio porte	0,80	0,80	0,12	0,02	6	0,012

Tab. 3 - Schema 1/Lista delle tavole maschiate

Riferimento	Larghezza di filo m	Lunghezza tavole m	Superficie m ²	Spessore tavole m	Volume m ³	Elementi numero	Totale m ²	Totale m ³	
tavole per porte	0,92	1,90	1,75	0,02	0,035	2	3,50	0,070	
	tavole per tampon. laterali	2,04	2,46	5,02	0,02	0,100	2	10,04	0,201
	tavole per divisorio interno	2,30	1,27	2,92	0,02	0,058	2	5,84	0,117
	tavole per tamponature posteriori livello porta	1,96	1,62	3,18	0,02	0,064	2	6,35	0,127
	tavole per tamponature anteriori livello porta	1,96	0,60	1,18	0,02	0,024	2	2,35	0,047
	tavole copertura	1,80	2,60	4,68	0,02	0,094	2	9,36	0,187
Totale							33,94	0,679	
			Superficie m ²	Spessore tavole m	Volume m ³	Elementi numero	Totale m ²	Totale m ³	
	tavole per tamponatura del timpano		0,52	0,02	0,010	2	1,05	0,021	

Tab. 4 - Schema 1 (2 moduli in linea con montanti infissi nel terreno)

Lista del legname:

- pali e soglia	m ³	0,22
- travi, montanti, regoli e telaio porte	m ³	0,06
- tamponatura e copertura	m ³	0,70
- porte	m ³	0,07
	Totale parziale	m ³ 1,05
- legname di scarto (circa il 25%)	m ³	0,25
	Totale	m³ 1,30

Lista del materiale di ferramenta:

- n. 6 cerniere per porta complete di viti	
- n. 2 catenacci completi sabbiati o zincati	
- n.11 bulloni da carraio 8/13	
- n. 1100 viti a stella 3,5/4	
- n. 200 chiodi a testa larga 9/15	
- n. 4 piastre ad "L" di lamiera zincata preforate per soglia sotto porta	
- telo bitumato ardesiato	m ² 11
- impregnante protettivo	litri 5
- nero bituminoso	litri 5

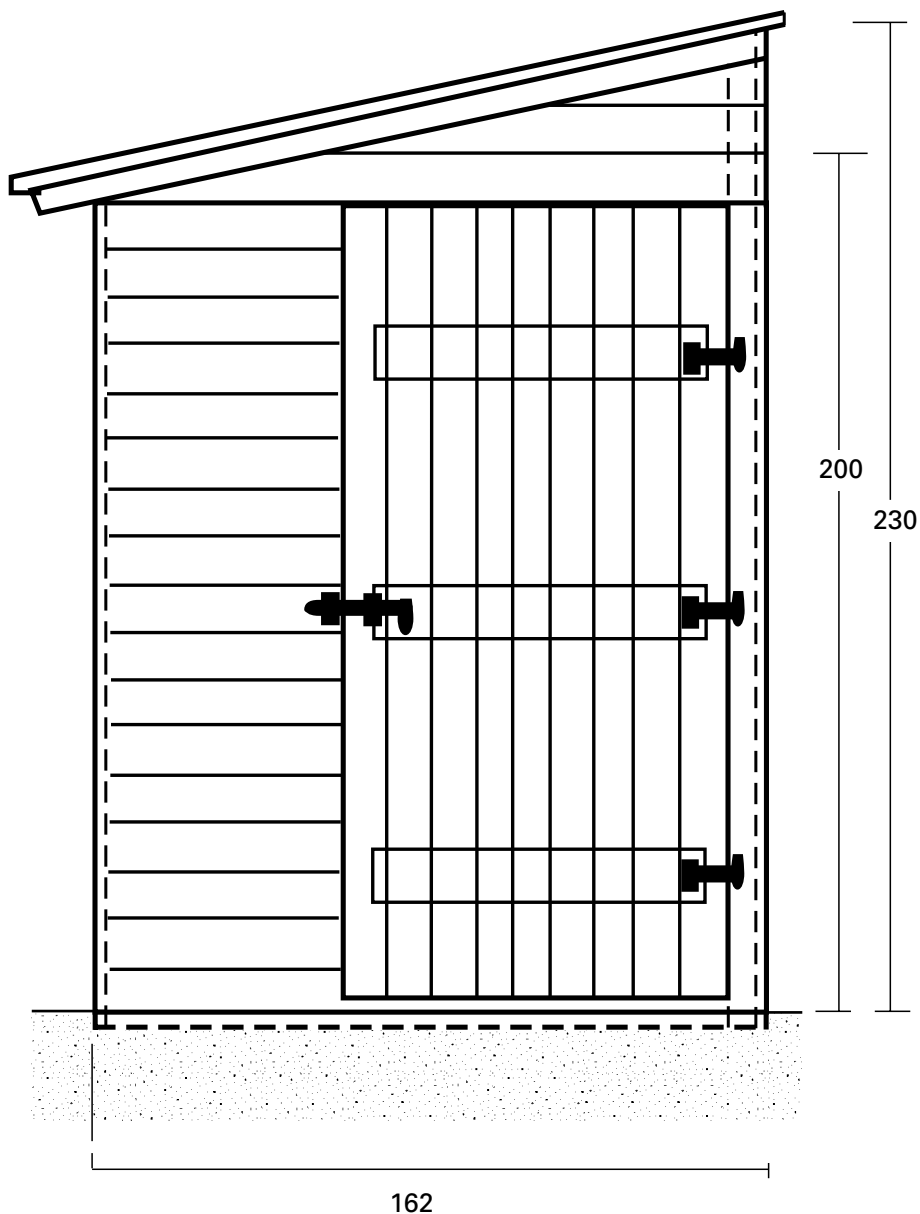
SCHEMA 2
Modulo di base con montanti
infissi nel terreno

È costituito da un modulo ad una falda cioè ad unica pendenza del tetto.

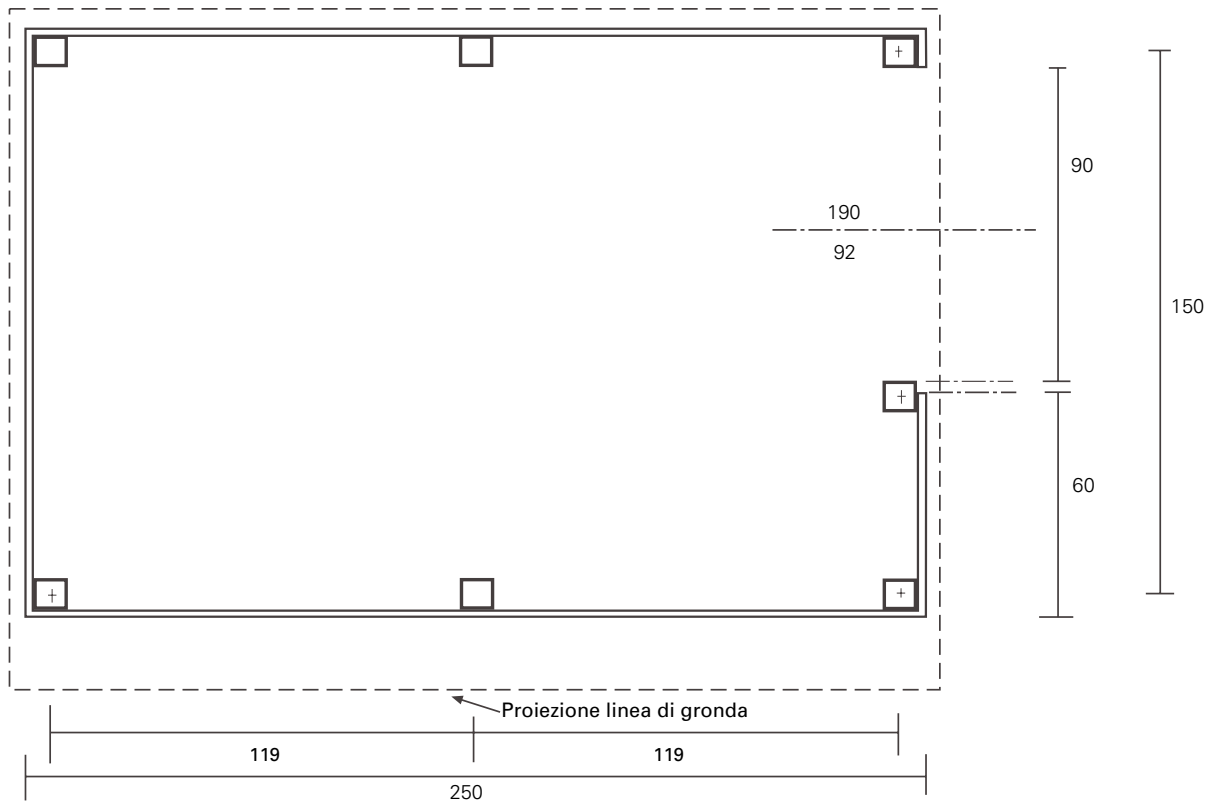
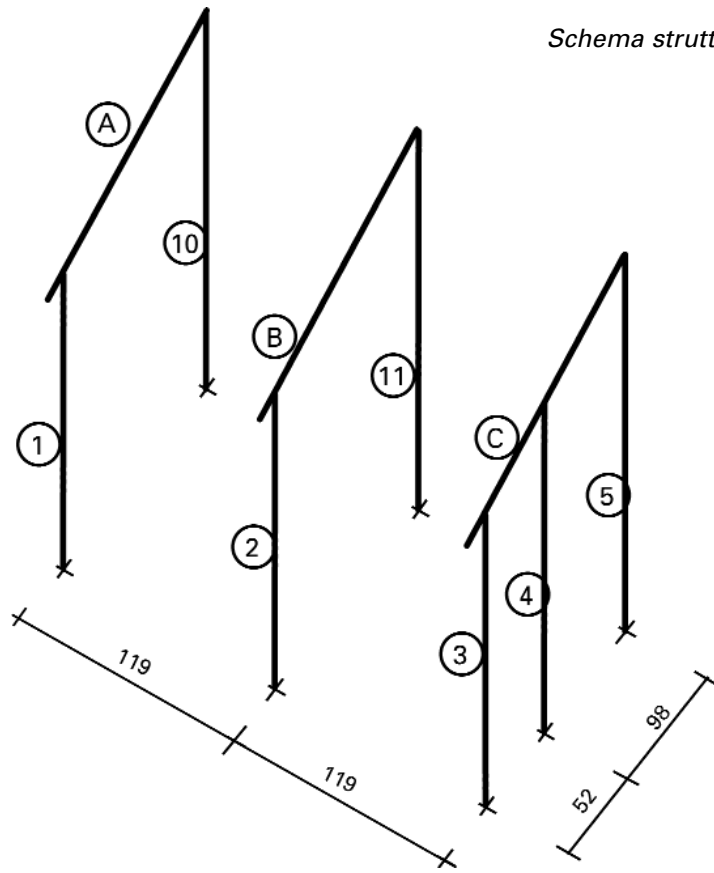
Il modulo ha interassi di 150 cm e di 238 cm con altezza in gronda di 200 cm e al colmo di 230 cm.

Questa tipologia è la stessa dello *Schema 1* e differisce solo per la superficie occupata che in questo caso è la metà di quella prevista per 2 moduli accoppiati in linea. Le *tabb. 5-8*, riportano le liste dei materiali occorrenti per la costruzione dell'annesso considerato.

Nella prima colonna delle *tabb. 5-6*, è indicato il riferimento alla posizione nella struttura portante come da schema costruttivo illustrato.



Schema struttura portante



Tab. 5 - Schema 2/Lista legname squadrato della struttura portante

Posizione	Riferimento	Lunghezza m	Approv.to lunghezza m	Sezione altezza m	Sezione larghezza m	Numero elementi	Elementi m ³
1-2-3	pali di gronda	2,70	2,90	0,08	0,08	3	0,056
5-10-11	pali di colmo	3,00	3,20	0,08	0,08	3	0,061
4	pali intermedi	2,82	3,00	0,08	0,08	1	0,019
	soglia sottoporta	0,90	0,90	0,08	0,08	1	0,006
Totale							0,142

Tab. 6 - Schema 2/Lista delle tavole

Posizione	Riferimento	Lunghezza m	Approv.to lunghezza m	Sezione altezza m	Sezione larghezza m	Numero elementi	Elementi m ³
A-B-C-D-E-F	travi doppie (tavole)	1,80	1,80	0,08	0,02	6	0,017
	montante verticale interno per tamp. post.	2,20	2,20	0,08	0,025	1	0,004
	regolo sottoporta	0,90	0,90	0,06	0,02	1	0,001
	tavola tamponamento verticale fianco porta	1,96	1,96	0,10	0,02	1	0,004
Totale							0,009
	tavole per telaio porte	0,80	0,80	0,12	0,02	3	0,006

Tab. 7 - Schema 2/Lista delle tavole maschiate

Riferimento	Larghezza di filo m	Lunghezza tavole m	Superficie m ²	Spessore tavole m	Volume m ³	
tavole per porte	0,92	1,90	1,75	0,02	0,035	
	Altezza di filo m	Lunghezza tavole m	Superficie m ²	Spessore tavole m	Volume m ³	
tavole tamp. lat. - livello gronda	2,04	2,46	5,02	0,02	0,100	
tavole tamp. lat. - livello colmo	2,34	2,46	5,76	0,02	0,115	
tavole tamp. posteriore livello porta	1,96	1,62	3,18	0,02	0,064	
tavole tamp. anteriore livello porta	1,96	0,60	1,18	0,02	0,024	
tavole copertura	1,85	2,60	4,81	0,02	0,096	
Totale					0,40	
	Superficie m ²	Spessore tavole m	Volume m ³	Elementi numero	Totale m ²	Totale m ³
tavole per tamponatura del timpano	0,27	0,02	0,005	2	0,54	0,011

Tab. 8 - Schema 2 (1 modulo di base con montanti infissi nel terreno)

Lista del legname:

- pali e soglia sottoporta	m ³	0,14
- travi, montanti, regoli e telaio porte	m ³	0,03
- tamponatura e copertura	m ³	0,40
- porte	m ³	0,03
	Totale parziale	m ³ 0,60
- legname di scarto (circa il 25%)	m ³	0,15
	Totale	m³ 0,75

Lista del materiale di ferramenta:

- n. 3 cerniere per porta complete di viti	
- n. 1 catenaccio completo sabbiato o zincato	
- n. 7 bulloni da carraio 8/13	
- n. 600 viti a stella 3,5/4	
- n. 100 chiodi a testa larga 9/15	
- n. 2 piastre a "L" di lamiera zincata preforate per soglia sotto porta	
- telo bitumato ardesiato	m ² 5,5
- impregnante protettivo	litri 5
- nero bituminoso	litri 3

Modalità di montaggio degli SCHEMI 1 e 2

Fasi di lavoro:

1. livellamento della piazzola;
2. segnatura dei punti dove devono essere piazzati i picchetti.

Per realizzare quest'ultima fase di lavoro si può procedere utilizzando il nastro metrico e alcuni picchetti (vedi pp. 30 e seguenti).

Ogni colonna, trattata con nero bituminoso, viene disposta a piombo, e allineata con le altre, dentro buche profonde 70 cm.

La colonna è sostenuta provvisoriamente in posizione verticale da 3 tavole inchiodate ad essa.

La buca viene poi riempita con materiale inerte compattato (pietrame, ghiaia, sabbia).

Si avvitano poi lungo il perimetro di base del manufatto le tavole di tamponamento trattate con nero bituminoso.

La soglia di sotto porta, trattata con nero bituminoso, è fissata alle colonne con piastre preforate ad "L" di lamiera zincata.

L'operazione seguente consiste nell'avvitare provvisoriamente una seconda tavola di tamponamento lungo il perimetro del manufatto, ad un'altezza da terra di circa 150 cm.

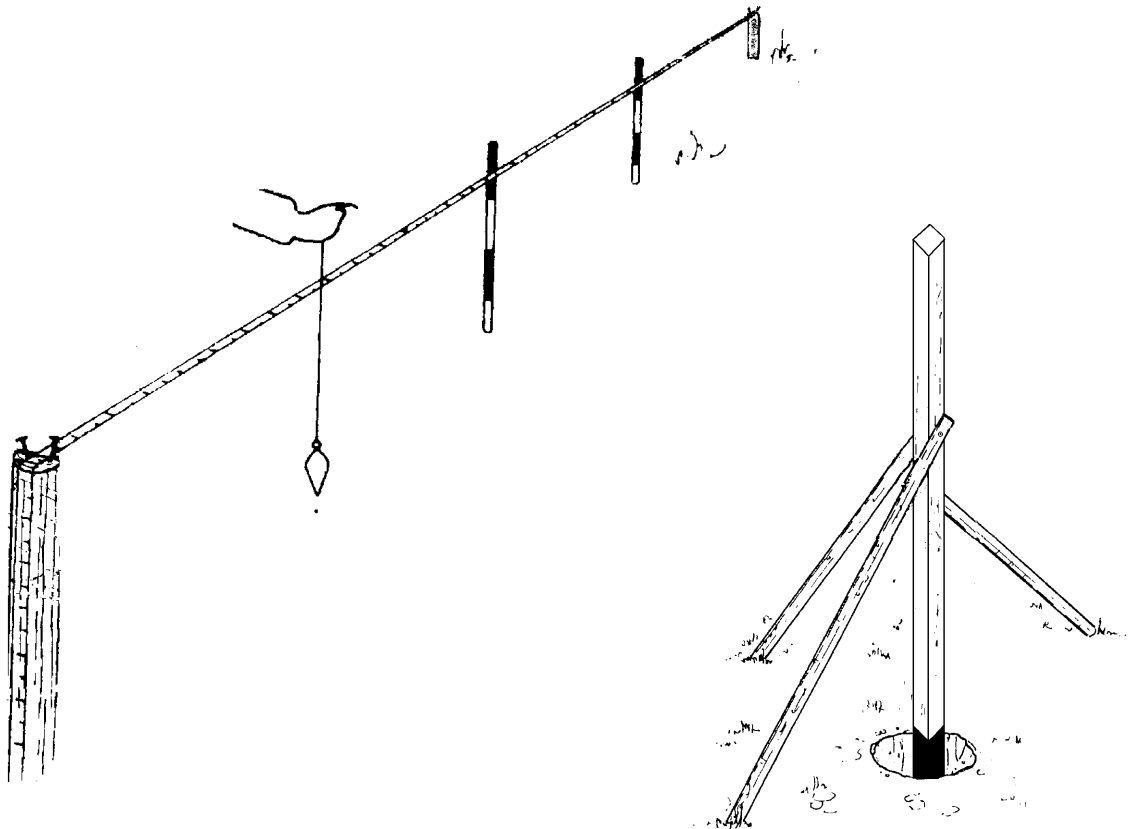
Le tavole inclinate che vanno a costituire le travi sono fissate con bulloni da carraio alle altezze considerate. Se occorre sezionare l'eccedenza delle colonne e delle travi doppie dopo aver terminato l'operazione di fissaggio delle medesime.

Eeguire la copertura del tetto con tavole immaschiate segate a misura e completare la tamponatura procedendo dal basso verso l'alto, avendo l'accortezza di rimuovere la tavola provvisoria posta a 150 cm da terra e avvitare la tavola definitiva.

Costruire la porta dalle dimensioni occorrenti e incerniarla alla tamponatura in corrispondenza della colonna di colmo.

Trattare tutta la parte esterna, compreso le tavole di copertura con impregnante protettivo.

Inchiodare il telo bitumato ardesiato, iniziando dal punto di sotto gronda.



SCHEMA 3 Moduli in linea appoggiati sul terreno

Riguarda la costruzione di due moduli in linea dalle stesse caratteristiche e dimensioni indicate nello *Schema 1*, adottando un'altezza al colmo di 220 cm.

La struttura portante è ancorata ad un telaio da appoggiare rigidamente al terreno con dei picchetti appositamente dimensionati.

In questo caso la tecnica di montaggio è diversa dai casi fin qui considerati, perché l'ancoraggio delle colonne al telaio di base viene realizzato mediante assemblaggio con elementi segati a misura come raffigurato nei disegni seguenti.

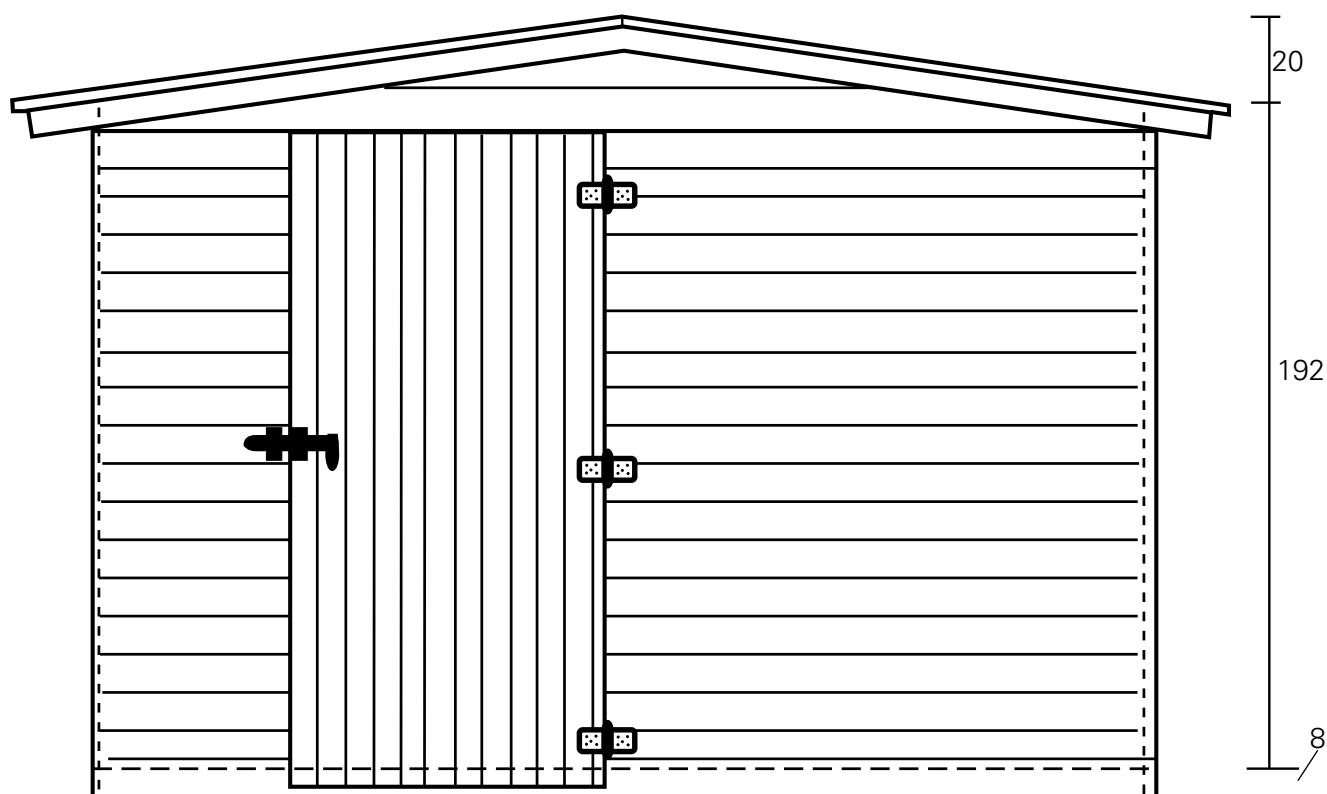
Nelle *tabb. 9-10*, sono riportate le liste del legno occorrente per la costruzione dell'annesso considerato.

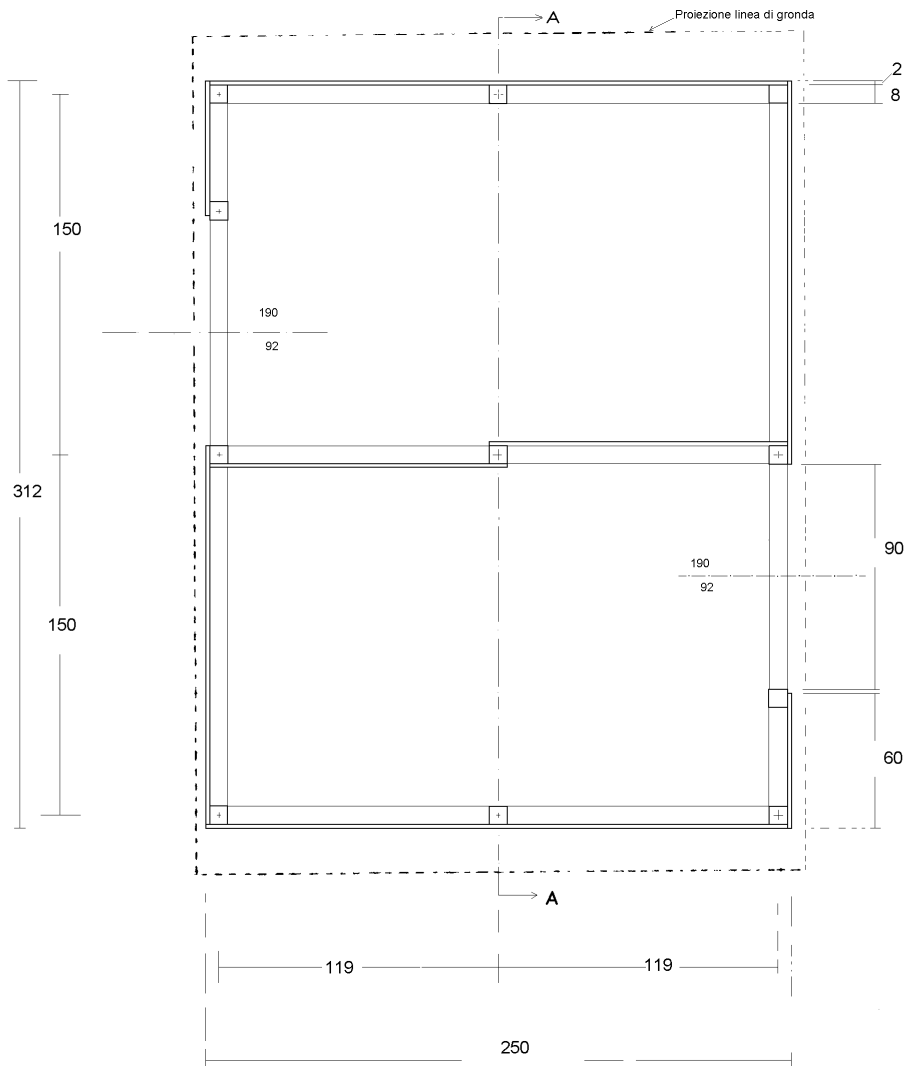
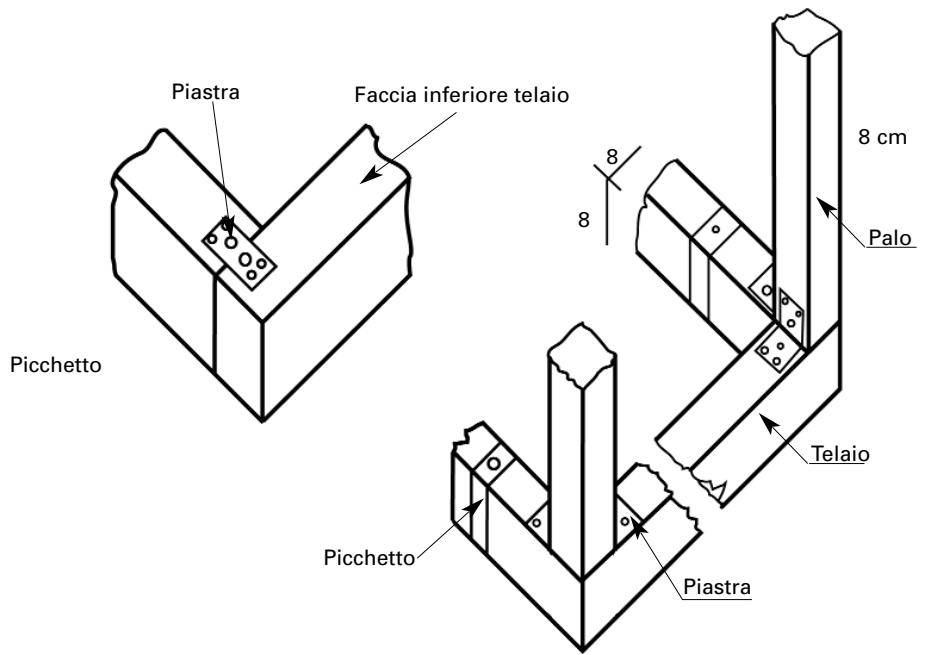
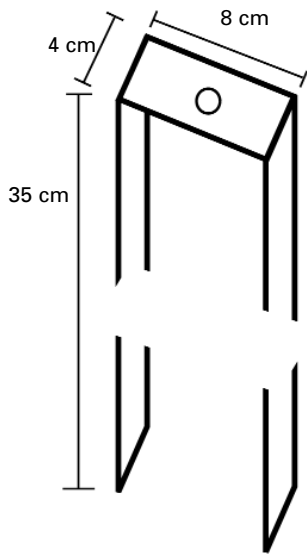
Modalità di montaggio dello Schema 3

In questo caso la tecnica di costruzione differisce da quella indicata nella realizzazione degli *Schemi 1 e 2* solo nel collegamento delle colonne al telaio, utilizzando piastre preforate di lamiera zincata.

L'operazione di ancoraggio del manufatto al terreno è effettuata tramite picchetti.

Il montaggio di moduli riferiti a questo schema è realizzato con pannelli precedentemente preparati e assemblati sul posto utilizzando bulloni "da carraio".





Tab. 9 - Schema 3/Lista legname squadrato della struttura portante

Posizione	Riferimento	Lunghezza m	Approv.to lunghezza m	Sezione altezza m	Sezione larghezza m	Numero elementi	Elementi m ³
1-2-3-6-7-8	pali di gronda	2,00	2,10	0,08	0,08	6	0,081
5-10-11	pali di colmo	2,20	2,30	0,08	0,08	3	0,044
4-9	pali intermedi	2,12	2,20	0,08	0,08	2	0,028
Totale							0,153
telaio	base later. e centrale	2,30	2,30	0,08	0,08	3	0,044
telaio	base post. - anteriore	3,08	3,08	0,08	0,08	2	0,039
Totale							0,084

Tab. 10 - Schema 3/Lista delle tavole

Posizione	Riferimento	Lunghezza m	Approv.to lunghezza m	Sezione altezza m	Sezione larghezza m	Numero elementi	Elementi m ³
A-B-C-D-E-F	travi doppie (tavole)	1,74	1,80	0,08	0,02	12	0,035
Posizione	Riferimento	Lunghezza m	Approv.to lunghezza m	Sezione altezza m	Sezione larghezza m	Numero elementi	Elementi m ³
	montante verticale interno per tamp. post.	2,12	2,20	0,08	0,025	2	0,009
	regolo sottoporta	0,90	0,90	0,02	0,020	2	0,001
Totale							0,010
Posizione	Riferimento	Lunghezza m	Approv.to lunghezza m	Sezione altezza m	Sezione larghezza m	Numero elementi	Elementi m ³
	tavole per telaio porte	0,80	0,80	0,12	0,02	6	0,012

Tab. 11 - Schema 3/Lista delle tavole maschiate

Riferimento	Larghezza di filo m	Lunghezza tavole m	Superficie m ²	Spessore tavole m	Volume m ³	Elementi numero	Totale m ²	Totale m ³
tavole per porte	0,92	1,90	1,75	0,02	0,035	2	3,50	0,70
Riferimento	Altezza di filo m	Lunghezza tavole m	Superficie m ²	Spessore tavole m	Volume m ³	Elementi numero	Totale m ²	Totale m ³
tavole per tamponature laterali	2	2,46	4,92	0,02	0,098	2	9,84	0,197
tavole per divisorio interno	2,20	1,27	2,79	0,02	0,056	2	5,59	0,112
tavole per tamponature posteriori livello porta	1,92	1,62	3,11	0,02	0,062	2	6,22	0,124
tavole per tamponature anteriori livello porta	1,92	0,60	1,15	0,02	0,023	2	2,30	0,046
tavole copertura	1,80	2,60	4,68	0,02	0,094	2	9,36	0,187
Totale							33,31	0,670
			Superficie m ²	Spessore tavole m	Volume m ³	Elementi numero	Totale m ²	Totale m ³
tavole per tamponatura del timpano			0,62	0,02	0,012	2	1,23	0,025

Tab. 12 - Schema 3 (2 moduli in linea appoggiati sul terreno)

Lista del legname:

- pali e soglia sottoporta	m ³	0,24
- travi, montanti, regoli e telaio porte	m ³	0,06
- tamponatura e copertura	m ³	0,69
- porte	m ³	0,07
	Totale parziale	m ³ 1,06
- legname di scarto (circa il 25%)	m ³	0,25
	Totale	m³ 1,31

Lista del materiale di ferramenta:

- n. 6 cerniere per porta complete di viti	
- n. 2 catenacci completi sabbiati o zincati	
- n. 11 bulloni da carraio 8/13	
- n. 1100 viti a stella 3,5/4	
- n. 200 chiodi a testa larga 9/15	
- n. 6 piastre piane di lamiera zincata preforate	
- n. 19 piastre ad "L" di lamiera zincata preforate	
- telo bitumato ardesiato	m ² 11
- impregnante protettivo	litri 7
- nero bituminoso	litri 5
- n. 6 o 8 picchetti di ferro a forcella o ad "L" in lamiera di acciaio, spessore 2-3 mm (8 cm x 35 cm circa)	

Fabbricati e annessi agricoli dimostrativi in legno tondo e squadrato

Antonio Leti

ARSIA, Servizio "Promozione, Collaudo e Trasferimento dell'Innovazione"
- Forestazione, Selvicoltura sostenibile e Valorizzazione del legno

Questa pubblicazione presenta il risultato finale di un progetto iniziato nel 1994 dall'ARSIA nell'ambito di un programma pluriennale di valorizzazione del legno toscano volto alla realizzazione di fabbricati ed annessi agricoli.

Il programma di quel progetto prevedeva anche la costruzione a scopo dimostrativo e divulgativo di alcuni modelli di fabbricati previsti nel Manuale e utilizzabili nelle diverse attività aziendali dagli operatori agricoli toscani.

I fabbricati, realizzati con una partecipazione finanziaria dell'Agenzia, costituiscono degli esempi concreti sull'uso dei diversi materiali legnosi di provenienza regionale e sull'adozione di tecniche costruttive innovative proposte nella prima edizione del Manuale e riproposti con gli aggiornamenti necessari nell'attuale edizione.



Fig. 1 - Carta della Toscana con le indicazioni delle località dove sono stati realizzati fabbricati agricoli dimostrativi

1. Ricovero per 6 cavalli in area di sosta Comune di Stia – Località Tramonte

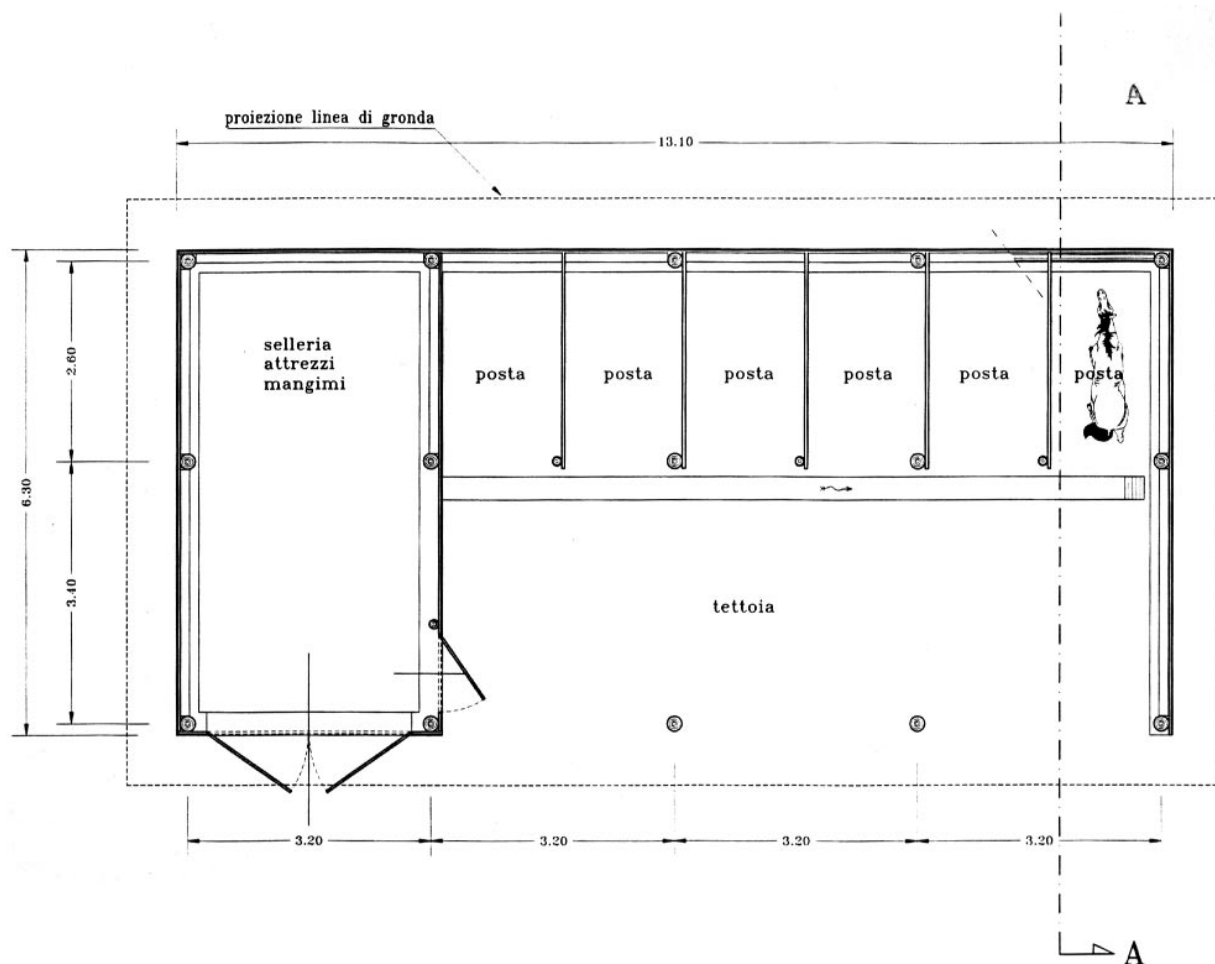
Per quanto possibile, nelle costruzioni dimostrative è stato impiegato legno di “douglasia” proveniente dai diradamenti effettuati nel comprensorio montano del Casentino in provincia di Arezzo.

Un primo fabbricato dimostrativo con struttura portante in legno tondo è stato realizzato nel 1997 in località Tramonte del Comune di Stia (Arezzo), all'interno delle foreste demaniali casen-

tinesi, lungo un percorso di trekking a cavallo inserito nel programma di valorizzazione turistica dell'Appennino toscano-romagnolo.

Il ricovero per 6 cavalli in area di sosta è stato costruito dagli operai forestali della Comunità Montana del Casentino.

Il progetto è stato realizzato con la collaborazione del DIAF.



Pianta del ricovero cavalli in area di sosta

1. Tracciamento delle fondazioni



Foto di A. Letti

2. Scavo delle buche con trivella meccanica



Foto di A. Letti

3. Posa in opera delle colonne semplicemente scortecciate. All'estremità del tronco sono state realizzate 4 scanalature per una lunghezza pari alla profondità della fondazione. Il sacco di plastica permette il trattamento localizzato con impiego di sostanze preservanti in forma liquida, da versare nell'interstizio tra il tronco e l'involucro, già dopo l'esecuzione del getto di fondazione



Foto di A. Letti



Foto di A. Letti

4. Struttura portante in legno tondo. Sono impiegate stoffe e connettori in lamiera zincata preforata adattabili alla curvatura delle colonne e travi



Foto di A. Letti

5. Piastre preforate di lamiera zincata di spessore intorno a 1,5 mm, sagomate per adattarsi alla curvatura irregolare dei tronchi al momento del fissaggio effettuato con l'infissione di chiodi anellati. Le piastre sono disponibili con diverse caratteristiche e dimensioni per adattarsi alle varie tipologie di collegamento



Foto di A. Letti

6. Posa in opera del tetto in laterizio. I coppi dritti e rovesci sono fissati alle tavole di copertura con viti mordenti

7. Poste e zona di lavoro coperta. Struttura portante, tamponatore e porte sono trattate con applicazione a pennello di prodotto liquido antisettico



8. Particolari delle poste, pareti interne e copertura. I divisori delle poste sono stati realizzati con tavole maschiate a doppia tamponatura. La parete perimetrale lungo le poste è stata realizzata con doppia tamponatura diversificata (tavole maschiate all'interno e sciaveri all'esterno)



9. Porte della selleria





Foto di A. Letti

10. Tavolato di copertura e orditura primaria in legno di douglasia



Foto di A. Letti

11. Concimaia



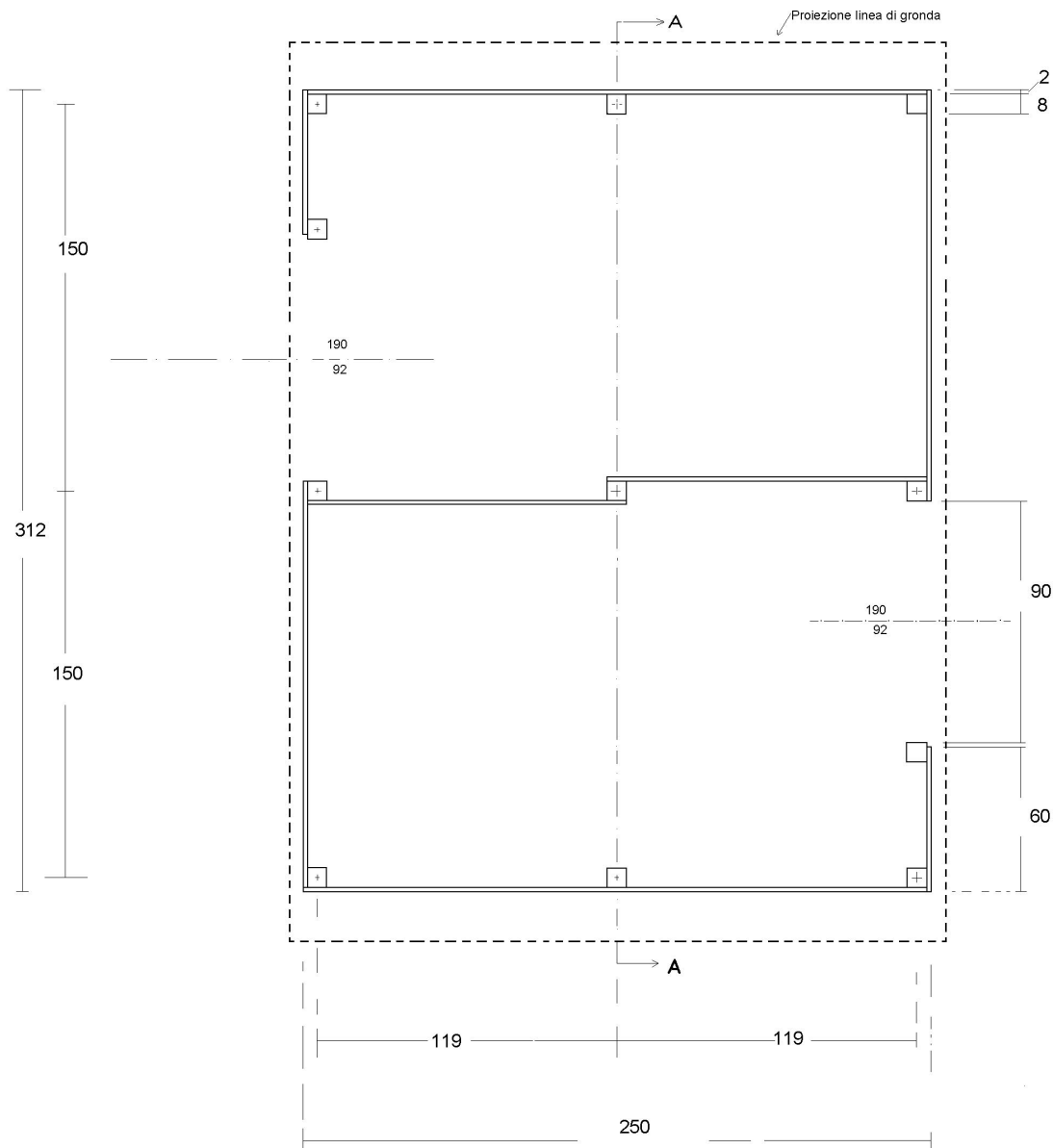
Foto di A. Letti

12. Visione panoramica del ricovero.
La tamponatura esterna è realizzata con sciaveri di douglasia scortecciati, refilati e attestati, di spessore variabile da 4 a 6 cm

2. Annessi per orti - Moduli in linea appoggiati sul terreno Comune di Pisa – Località San Piero a Grado

Nel 1998, in località San Piero a Grado (Pisa), l'Ente Parco Regionale di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli ha collocato 4 piccoli annessi in linea

(2 + 2), per rispondere a precise esigenze di carattere naturalistico e paesaggistico di un'area destinata ad orti delle tenute di Tombolo e Coltano.



Pianta dei 2 moduli in linea appoggiati sul terreno



Foto di A. Letti

13. Il piccolo edificio montato in falegnameria (anno 1998)

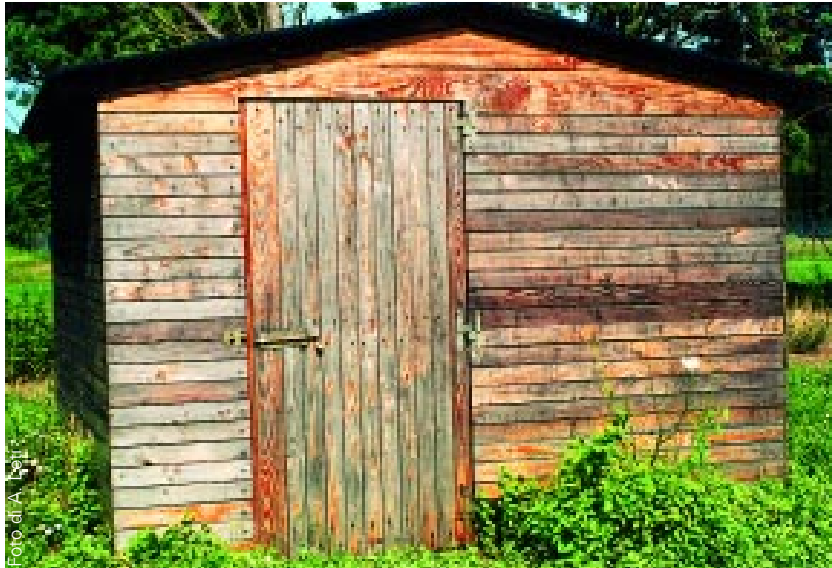


Foto di A. Letti

14. La stessa costruzione della foto precedente, dopo 4 anni (anno 2002)



Foto di A. Letti

15. Diversi picchetti d'ancoraggio a terra dell'annesso lunghi 50-60 cm

**16. Interno di un modulo
in fase di montaggio (anno1998)**



Foto di A. Leti

**17. L'interno dello stesso modulo della foto
in alto, dopo 4 anni dalla realizzazione
(anno 2002)**

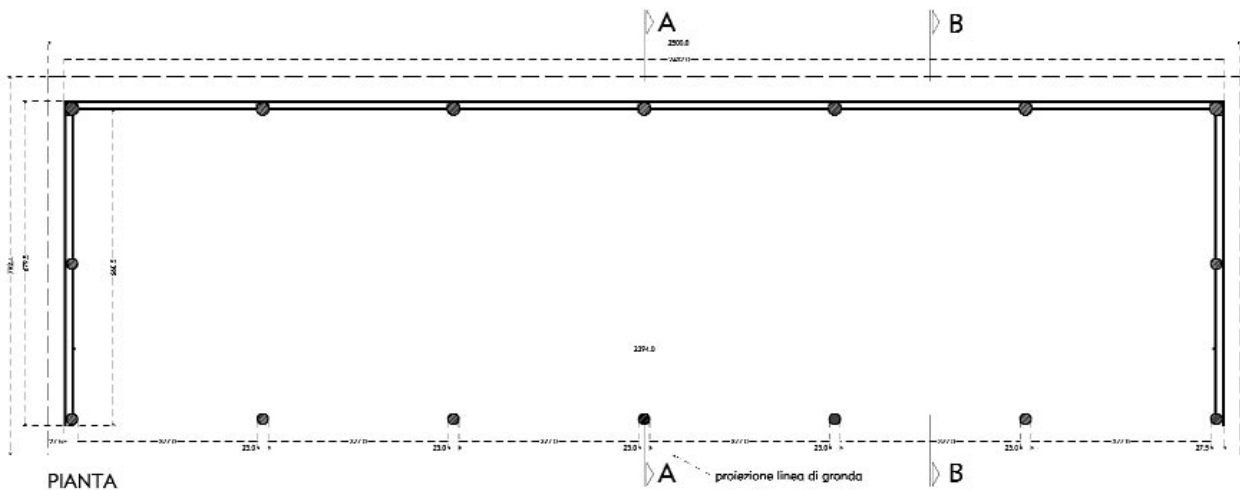


Foto di A. Leti

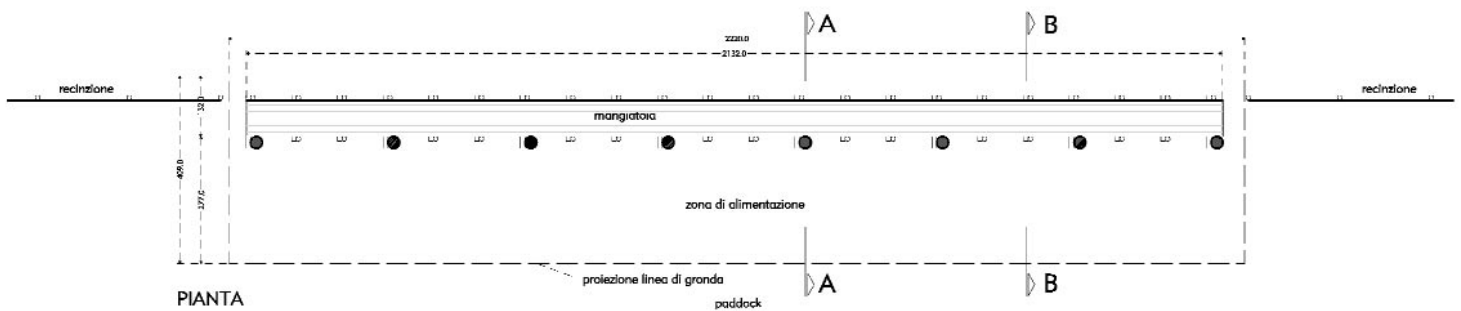
3. Stalla libera a lettiera permanente e zona di alimentazione separata per 25 bovini da carne Comune di Pisa – Località San Piero a Grado

Nel 2000, il Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali “E. Avanzi” dell’Università di Pisa, ha costruito con proprie maestranze a San Piero a Grado, una stalla per 25 capi bovini adulti a lettiera permanente e zona di ali-

mentazione separata nell’ambito di una sperimentazione tesa alla salvaguardia della “mucca pisana” in un contesto di agricoltura a basso impatto ambientale. Il progetto è stato realizzato con la collaborazione del DIAF.



Pianta della stalla



Pianta della mangiatoia

18. Posa in opera delle colonne in legno tondo di douglasia con l'ausilio di mezzi meccanici (anno 2000)



19. Colonne ancorate mediante angolari in acciaio annegati nei plinti di calcestruzzo. Per l'ancoraggio sono state utilizzate barre filettate, piastre e bulloni adeguatamente dimensionati (anno 2000)





20. Posa in opera della struttura portante in legno tondo della zona di alimentazione con l'ausilio di mezzi meccanici (anno 2000)



21. Zona di riposo. In evidenza la tamponatura in tavole e la copertura in lamiera zincata autoportante (anno 2000)



Foto di A. Letti

22. Zona di alimentazione della foto 20 con mangiatoia in legno provvista di rastrelliera (anno 2002)



Foto di A. Letti

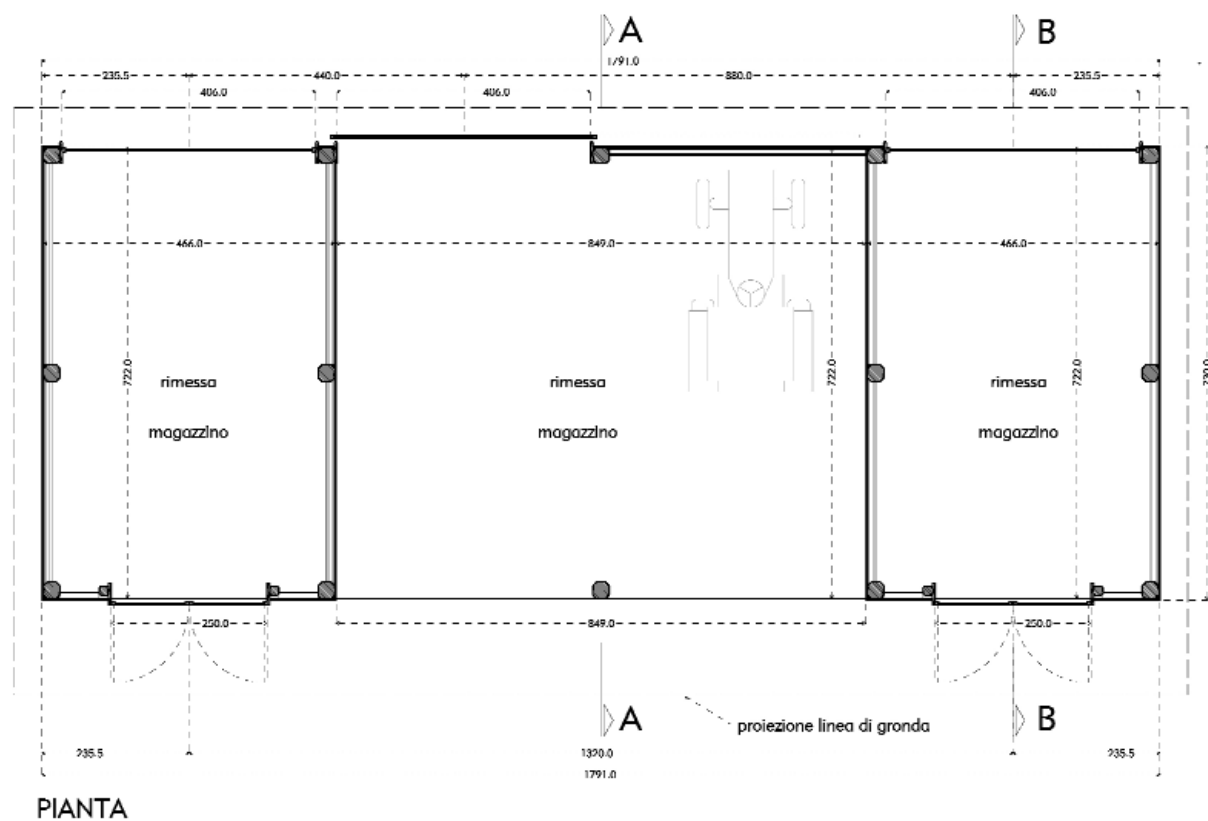
23. Stalla della foto 20 e paddock con vitelli e bovini adulti (anno 2002)

4. Rimessa per macchine e attrezzature agricole Comune di Marciano della Chiana – Località Cesa

È in fase di costruzione una rimessa macchine e attrezzature agricole presso il Centro di Collaudo dell'Innovazione nel settore Agricolo-forestale dell'ARSIA (Azienda agraria regionale di Cesa), nel Comune di Marciano della Chiana. Questa tipologia è stata inserita *ex novo* nel

Manuale *Costruire in legno* e pertanto la sua realizzazione costituisce il primo esempio pratico di adozione di alcuni degli aggiornamenti costruttivi descritti ed illustrati in questa seconda edizione.

Il progetto è stato realizzato con la collaborazione del DIAF.



Pianta della rimessa per macchine e attrezzature agricole



24. Ambientazione dell'edificio: doppio box centrale aperto per rimessa macchine e attrezzi agricoli; box laterali chiusi per uso rimessa macchine, deposito materiali vari e sementi



25. Ambientazione del fabbricato in legno nel contesto immobiliare aziendale di Cesa in Val di Chiana (Arezzo)

ANSI/ASAE EP486.1 OCT00

approved OCT 2000 by American National Standards Institute Shallow Post Foundation Design

Traduzione parziale

N.B. - Questa traduzione non possiede l'approvazione ufficiale della ASAE (American Society of Agricultural Engineers): pertanto la garanzia di esattezza del testo e di efficacia dei metodi di calcolo è data esclusivamente dalla norma originale, nei limiti da essa specificati, disponibile presso la ASAE stessa all'indirizzo <http://www.asae.org/>.

3. Definizioni

3.1. Post: un pilastro (post) o un palo (pole)

3.1.1. Post (pilastro): un elemento strutturale verticale, parzialmente inserito nel terreno, atto ad offrire un sostegno verticale e/o laterale ad una costruzione. Un pilastro può essere costituito da ogni materiale di cui siano note le proprietà strutturali, quali legno massiccio o laminato, acciaio, calcestruzzo.

3.1.2. Pole (palo): un elemento strutturale come il precedente, ma costituito da legno massiccio, a sezione circolare, rastremato naturalmente, non segato in senso longitudinale. In sostanza un tronco scortecciato.

3.2. Post foundation: la fondazione del pilastro include il pilastro stesso, il "collar" ed il "footing".

Profondità della fondazione

d

È la distanza verticale fra la superficie del terreno e l'intradosso del pilastro.

3.3. Shallow post foundation: una fondazione per la quale le deformazioni sotto carico sono così piccole che il suo movimento approssima, ai nostri fini, quello di un corpo infinitamente rigido. In effetti la deformazione della fondazione è mantenuta sufficientemente piccola limitando la sua profondità d e/o incrementando la sua rigidezza EI .

3.4. Carichi e vincoli sulla fondazione

3.4.1. Carichi laterali: la fondazione è caricata da forze e momenti che causano uno spostamento orizzontale e la rotazione attorno ad un asse orizzontale.

3.4.1.1. Fondazione non vincolata

- Sia lo spostamento orizzontale che la rotazione sono impediti solo dalle reazioni del suolo.
- L'asse di rotazione è situato ad una distanza dalla superficie del suolo compresa fra i due terzi ed i tre quarti della profondità totale d .

3.4.1.2. Fondazione vincolata

- Lo spostamento laterale è impedito da un vincolo posto al livello della superficie del suolo o più in alto.
- La fondazione ruota attorno al vincolo.
- La rotazione della fondazione è impedita dalle reazioni del suolo.

3.4.2. Carichi verticali: la fondazione è caricata da forze che causano spostamenti verticali.

3.5. Collar: un componente della fondazione solidale col pilastro atto a collaborare alla resistenza ai carichi orizzontali e verticali.

3.6. Footing: un componente della fondazione posto al di sotto del pilastro e del collar ma non solidale con essi e non incluso nella misura della profondità della fondazione d , atto a resistere ai carichi verticali.

3.7. Backfill: il materiale col quale viene riempito lo scavo.

4. Caratteristiche dei materiali

4.1. Generalità: i materiali costituenti i pilastri, i collars, i footing, il backfill, devono corrispondere a quelli indicati nel progetto, a loro volta conformi alle indicazioni delle normative, ove presenti.

4.2. Suolo:

- Si assume che la resistenza laterale del suolo aumenti linearmente con la profondità (andamento idrostatico).
- La notevole variabilità delle caratteristiche meccaniche del suolo in funzione della sua composizione e dell'umidità richiede grande cautela nella loro valutazione.

4.2.1. *Suoli non idonei:* i suoli composti di limo organico, argilla soffice e torba non sono adatti a fondazioni del tipo di quelle qui esaminate.

4.2.2. *Valori tabulari:* in assenza di rilevazioni dirette, possono essere assunti i valori della tabella 1).

4.2.2.1. *Aumento della portanza laterale per pilastri isolati:* la pressione laterale ammissibile sul terreno può essere moltiplicata per 2 nel caso in cui i pilastri distino fra loro almeno 6 volte il loro diametro convenzionale. Tale incremento è dovuto al non sovrapporsi dei volumi di terreno che sostengono lateralmente il pilastro (vedere punto 7).

4.2.2.2. *Aumento della portanza laterale per carichi da vento:* la pressione laterale ammissibile sul terreno può essere incrementata di 1/3 per azioni da vento che agiscano da sole o in combinazione con carichi verticali. Gli incrementi di pressione da vento sono da cumularsi con gli altri incrementi di pressione sia in caso di fondazione vincolata, che in quello di fondazione non vincolata. N.B.: in ogni caso nella definizione e nell'applicazione dei carichi dovuti al vento si deve far riferimento alla normativa italiana e/o europea (n.d.t.).

Tabella 1) Caratteristiche meccaniche e sollecitazioni ammissibili

classe	suolo	densità o consistenza (1)	Sollecitazione laterale per unità di profondità (2)	Coefficiente di scorrimento laterale (3)	Sollecitazione verticale (4)	Angolo di attrito	Massa Volumica	Costante di reazione laterale del terreno (8)
			S kPa / m	K_{os}	S_y kPa	ϕ gradi	w kg / m ³	$n_h S_v$ kPa / m ²
1	Roccia cristallina massiccia	-	180,0	0,79	200	-	-	-
2	Roccia sedimentaria o scistosa	-	60,0	0,35	100	-	-	-
3	Ghiaia	compatta	45,0	-	-	38	2.000	6.285
	Ghiaia sabbiosa	sciolta	30,0	0,35	100	32	1.500	1.570
4	Sabbia	compatta	30,0	-	-	30	1.750	1.570
	Sabbia o Ghiaia limosa Sabbia o Ghiaia argillosa	sciolta	22,5	0,25	75	26	1.400	1.180
5	Argilla	media	20,0	6,00 (7)	-	15	2.000	785
	Argilla sabbiosa Argilla limosa e Limo argilloso	soffice	15,0	-	50	10	1.500	160

(1)	compatta della classe 4 media della classe 5 compatta della classe 3	possono essere deformate con una forte pressione del dito. è troppo dura per poter essere scavata con una pala.
(2)	L'andamento idrostatico dell'incremento della resistenza laterale è stato incluso nelle equazioni che appaiono nella presente Istruzione. Fonte: UBC - tabella 18-1-A.	
(3)	Fonte: UBC - tabella 18-1-A.	
(4)	Le sollecitazioni ammissibili qui riportate si riferiscono a "footing" larghi 300 mm ed alti 300 mm. Le sollecitazioni ammissibili possono essere incrementate del 20% per ogni aumento di 300 mm della larghezza e/o dell'altezza, fino ad un massimo di 3 volte i valori tabulati. Fonte: UBC - tabella 18-1-A.	
(7)	Moltiplicare il valore qui suggerito di 6,00 kPa per l'area di contatto. Usare il valore minore della resistenza laterale allo scorrimento, e 1/2 del carico permanente.	
(8)	Fonti: Langer <i>et aliter</i> (1984); Parkash e Sharma (1990); Poulos <i>et aliter</i> (1980).	

4.2.3. *Tensioni ammissibili*: le tensioni ammissibili sul terreno, sia verticalmente che lateralmente, possono essere determinate attraverso prove dirette sul terreno, o utilizzando i valori rilevati dell'angolo di attrito interno, della coesione, e della massa specifica.

4.2.3.1. *Aumento delle tensioni ammissibili*: gli aumenti per pilastri isolati possono essere rilevati con prove di laboratorio.

4.2.3.2. *Provini per i test*: i provini per le prove meccaniche sul terreno debbono essere raccolti alla profondità alla quale si ha la maggiore sollecitazione:

- Carico laterale su fondazioni non vincolate: $1/3 d$.
- Carico laterale su fondazioni vincolate: d .
- Carico verticale: d .

4.2.3.3. *Risultati dei test (unità di misura)*: le tensioni ammissibili per carichi laterali sul suolo sono espresse in Pa/m, cioè in incremento della pressione per unità di profondità.

4.2.3.4. *Coefficienti di sicurezza*: se si usano per il terreno i dati rilevati, si deve introdurre un coefficiente di sicurezza pari a 3. Se possono considerarsi accettabili spostamenti sensibili della fondazione, il coefficiente di sicurezza può essere ridotto a 2,5.

4.3. Backfill: il riempimento dello scavo può essere eseguito con i materiali di seguito indicati.

4.3.1. *Aggregato*: costituito dai materiali corrispondenti alle classi 3 e 4 della tabella 1), disposto in strati compattati di spessore non maggiore di 20 cm.

4.3.2. *Materiale di scavo*: compattato almeno fino alla densità del suolo indisturbato.

4.3.3. *Calcestruzzo*: il calcestruzzo di riempimento diviene parte integrante della fondazione: pertanto incrementa l'effettivo diametro b , facendolo divenire pari al diametro dello scavo. Il calcestruzzo gettato contro terra è particolarmente soggetto al sollevamento per gelo (vedere punto 5).

5. Sollevamento dovuto al gelo

5.1. Meccanismo: il gelo causa aumento di volume del terreno; questo crea una spinta verso l'alto sia all'intradosso della fondazione, sia sulle sue pareti laterali per effetto dell'attrito. Quando l'acqua contenuta nel terreno comincia a gelare, l'azione capillare attira più acqua verso la zona gelata, causando l'aumento di volume delle lenti di ghiaccio; le lenti di ghiaccio causano l'aumento di volume del terreno, e sollevano le fondazioni, sia che si formino al di sotto di esse, sia che si formino lateralmente, quando vi sia sufficiente attrito fra la fondazione ed il terreno stesso. Un ulteriore effetto negativo del fenomeno si ha quando, per l'innalzamento della temperatura, le lenti di ghiaccio fondono: l'acqua in eccesso satura il terreno rendendolo più debole. Perché il fenomeno si manifesti occorre che si verifichino tre condizioni:

- La temperatura scenda al di sotto di quella di congelamento del suolo, a profondità significative;
- Una sufficiente quantità di acqua sia racchiusa nel terreno;
- La struttura del terreno permetta un rapido movimento per capillarità dell'acqua in esso contenuta.

5.2. Contenimento del fenomeno: per ridurre la probabilità del sollevamento delle fondazioni per gelo, o comunque la sua entità, si possono seguire alcune regole generali.

5.2.1. Estendere la profondità delle fondazioni ben al di sotto della quota raggiunta dal congelamento del terreno.

5.2.2. Allontanare l'acqua superficiale dalla costruzione mediante una adeguata pendenza del terreno circostante; allontanare l'acqua proveniente dal tetto mediante adeguati drenaggi e canalizzazioni, costruire l'edificio in posizione elevata rispetto al terreno circostante.

5.2.3. Dove la conformazione del terreno lo consente, realizzare canalizzazioni che drenino l'acqua contenuta nel terreno allontanandola e disperdendola lontano dalla costruzione.

5.2.4. Impiegare per il riempimento laterale un materiale a grana grossa.

5.2.5. Realizzare una platea di calcestruzzo intorno ai pilastri, in modo che il movimento verticale della platea sia indipendente da quello dei pilastri. Può essere sufficiente il ritiro del pilastro per ottenere questa indipendenza. N.B.: il ritiro del calcestruzzo tende a stringere la platea attorno al pilastro (n.d.t.).

5.3. Un riempimento laterale realizzato in calcestruzzo può aumentare la probabilità di sollevamento della fondazione per gelo nei seguenti casi:

- Le pareti dello scavo sono particolarmente irregolari.
- Il diametro dello scavo decresce all'aumentare della profondità.

6. Progetto della fondazione per i carichi laterali

6.1. Forze applicate e resistenza della fondazione

6.1.1. *Forze applicate:* la progettazione avviene in funzione del momento e del taglio trasmessi dalla struttura dell'edificio situata al di sopra della superficie del terreno alla fondazione o ai vincoli laterali.

6.1.2. *Resistenze di attrito:* nella progettazione non si tiene conto, per quanto potrebbero aumentare la portanza, dell'attrito fra la fondazione ed il terreno e di quello fra il collar ed il footing.

6.1.3. *Ipotesi sulla resistenza del terreno:* le relazioni proposte nel presente paragrafo si basano su due ipotesi:

- Per deformazioni dell'ordine qui considerato, la resistenza del terreno alla deformazione è proporzionale alla deformazione stessa.
- La resistenza del terreno alla deformazione cresce linearmente con la profondità; ciò è dovuto alla pressione di contenimento esercitata dal terreno sovrastante, il cui andamento viene considerato di tipo idrostatico.

6.2. Shallow post foundation: in aggiunta a quanto sopra, viene adottata l'ipotesi di cui al punto 3.3.

6.3. Vincoli: nei riguardi delle azioni orizzontali, si considerano due casi: fondazione vincolata e non vincolata. La fondazione si considera vincolata se ne è impedito lo spostamento orizzontale alla quota della superficie del suolo o poco sopra.

6.3.1. Requisiti del vincolo: vedere il punto 6.6.6.

6.4. Collar: i collar sviluppano una portanza laterale in corrispondenza della parte più bassa della fondazione, là dove il terreno presenta le resistenze maggiori.

6.5. Fondazione non vincolata

La rotazione è contrastata solo dalla reazione del terreno.

La rotazione avviene intorno ad un asse che dista d_0 dalla superficie del terreno

Il valore di d_0 varia fra i seguenti valori:

- se la fondazione è soggetta al solo momento: $d_0 = 2/3 d$
- se la fondazione è soggetta al solo taglio: $d_0 = 3/4 d$

6.5.1. Pilastro senza collar (figura 1).

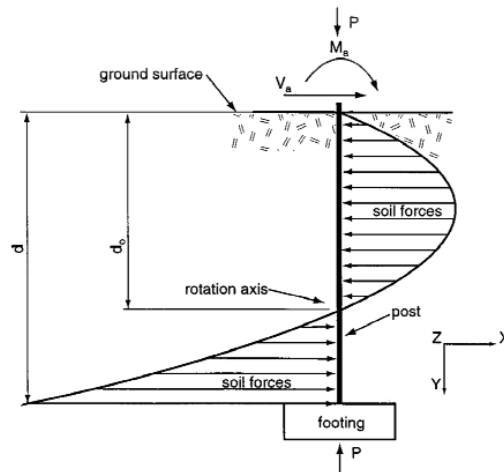


Figure 1 – Free body diagram for a non-constrained post foundation

Le relazioni seguenti, da risolversi con metodi iterativi, forniscono:

6.5.1.1. La *minima profondità* atta a sostenere i dati carichi applicati, facendo lavorare il terreno alla massima sollecitazione laterale ammissibile S .

$$d = \sqrt{\frac{6V_s + \frac{8M_a}{d}}{Sb}}$$

6.5.1.2. La *massima profondità* per la quale la fondazione soddisfa alla condizione espressa al punto 3.3, cioè può rientrare nella definizione di "Shallow post foundation". La profondità della fondazione d deve essere inferiore a d_{max} ricavata dalla 6.5.1.2 o dalla tabella 2.

$$d_{max} = \sqrt[5]{\frac{6EIv(4M_a + 3V_a d_{max})}{n_h b \left(\frac{2M_a}{5} + \frac{V_a d_{max}}{12} \right)}}$$

dove:

M_a = momento agente sulla fondazione al livello del terreno

V_a = risultante delle forze orizzontali

b = larghezza del pilastro perpendicolare alla risultante delle forze orizzontali

E = modulo di elasticità parallelo alla fibra (5° percentile)

I = momento di inerzia del pilastro relativo ad un asse perpendicolare alla risultante delle forze orizzontali

n_h = costante di reazione laterale del terreno

v = rapporto fra la massima deformazione del pilastro ed il massimo spostamento rigido della fondazione, qui assunto pari a 0.20.

6.5.2. *Pilastro con collar (figura 2):* il collar abbassa la posizione dell'asse di rotazione orizzontale e incrementa il momento resistente.

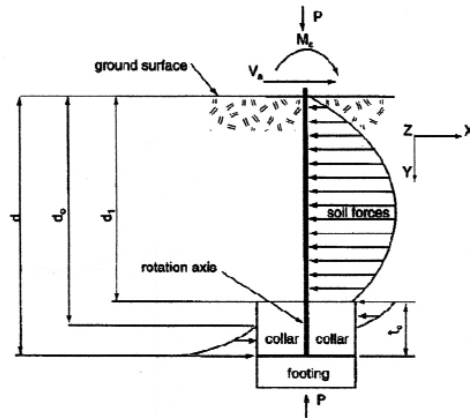


Figure 2 - Free body diagram for a non-constrained post foundation with a collar

Le relazioni seguenti possono fornire il valore d con metodi iterativi:

6.5.2.1.

$$d_1 = d - t_c$$

6.5.2.2.

$$V_a = \frac{Sb}{2} \left(\frac{2d^3}{d_0} - 3d^2 \right) + \frac{S(w-b)}{2} \left[\frac{2(d^3 - d_1^3)}{d_0} - 3(d^2 - d_1^2) \right]$$

6.5.2.3.

$$V_a d + M_a = -\frac{Sb}{4} \left(\frac{d^4}{d_0} - 2d^3 \right) - \frac{S(w-b)}{4} \left[\frac{d^4 - 3dd_1^3 + 3d_1^4}{d_0} - 2d^3 - 6dd_1^2 + 4d_1^3 \right]$$

dove:

d_0 = distanza dell'asse di rotazione orizzontale dalla superficie del terreno

d_1 = distanza dell'estradosso del collar dalla superficie del terreno

t_c = dimensione verticale del collar

w = dimensione orizzontale del collar.

6.6. Fondazione vincolata

Lo spostamento orizzontale della fondazione è nullo in corrispondenza dell'estradosso del vincolo, cioè al livello del terreno o alla distanza a sopra di esso.

La fondazione ruota attorno a questo punto.

Il momento resistente è fornito dalla reazione del suolo, che cresce parabolicamente con la profondità; la reazione agisce su un lato del pilastro.

6.6.1. La fondazione deve essere progettata per resistere a tutte le combinazioni di forze nelle varie direzioni, e vincolata in quelle direzioni.

6.6.2. *Vincolo situato alla superficie del terreno (senza Collar)*: il pilastro ruota attorno ad un vincolo rigido situato alla superficie del terreno (figura 3).

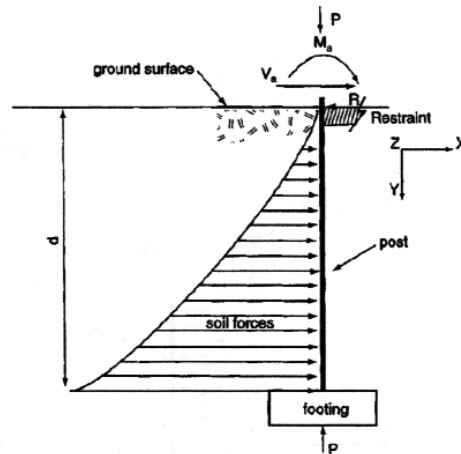


Figure 3 – Free body diagram for a post foundation constrained at the ground surface

Essendo:

v = rapporto fra la massima deformazione del pilastro ed il massimo spostamento rigido della fondazione, qui assunto pari a 0.20

R = reazione del vincolo

le relazioni seguenti, da risolversi direttamente, forniscono:

6.6.2.1. La *minima profondità* atta a sostenere i dati carichi applicati, facendo lavorare il terreno alla massima sollecitazione laterale ammissibile S

$$d = \sqrt[3]{\frac{4M_a}{Sb}}$$

6.6.2.2. La *massima profondità* per la quale la fondazione soddisfa alla condizione espressa al punto 3.3, cioè può rientrare nella definizione di "Shallow post foundation". La profondità della fondazione d deve essere inferiore a d_{max} ricavata dalla 6.6.2.2 o dalla tabella 2

$$d_{max} = \sqrt[5]{\frac{180EIv}{13n_h b}}$$

6.6.2.3. La *reazione del vincolo*

$$R = V_a + \frac{Sbd^2}{3}$$

6.6.3. Vincolo situato alla superficie del terreno (con Collar): la figura 4 illustra le forze in gioco in questo caso.

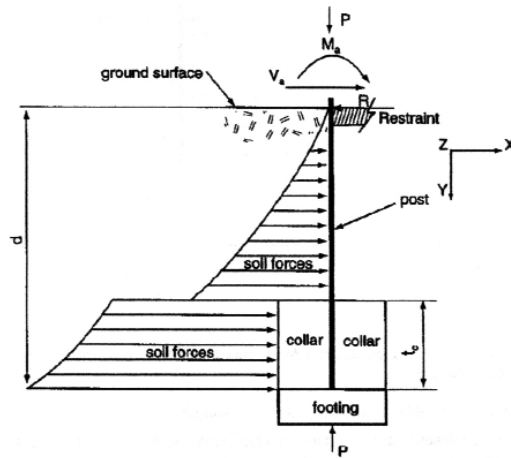


Figure 4 - Free body diagram for a post foundation constrained at the ground surface and with a collar

Essendo:

M_r = momento resistente della fondazione

R = reazione del vincolo

le relazioni seguenti, da risolversi direttamente, forniscono:

6.6.3.1. Il momento resistente della fondazione

$$M_r = \frac{Sbd^3}{4} + \frac{S(w-b)(d^4 - d_1^4)}{4d}$$

6.6.3.2. La reazione del vincolo

$$R = V_a + \frac{Sbd^2}{3} + \frac{S(w-b)(d^3 - d_1^3)}{3d}$$

6.6.4. Vincolo situato al di sopra della superficie del terreno (senza Collar): il pilastro ruota attorno ad un asse orizzontale situato alla distanza a dalla superficie del terreno (figura 5).

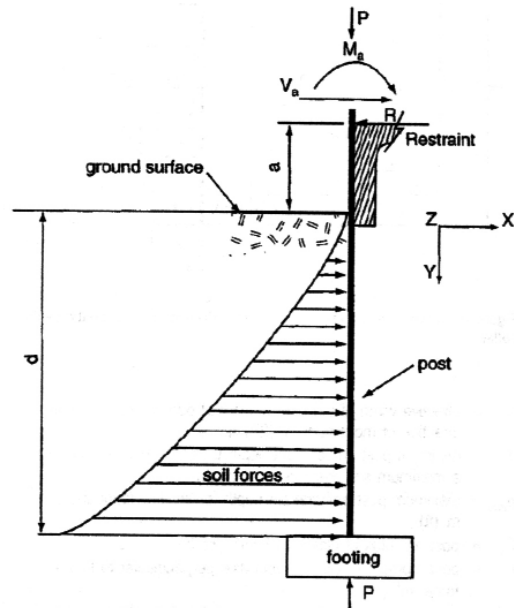


Figure 5 - Free body diagram for a post foundation constrained above the ground surface

L'aumento del braccio di leva, rispetto al caso precedente, incrementa la capacità di resistenza del suolo.

Essendo:

a = distanza del vincolo dalla superficie del terreno

Le relazioni seguenti forniscono:

6.6.4.1. Il momento resistente

$$M_r = \frac{Sbd^2}{12(a+d)} (6a^2 + 8ad + 3d^2)$$

6.6.4.2. La reazione del vincolo

$$R = V_a + \frac{Sbd^2}{6(a+d)} (3a + 2d)$$

6.6.5. *Vincolo situato al di sopra della superficie del terreno (con Collar):* la figura 6 illustra le forze in gioco in questo caso.

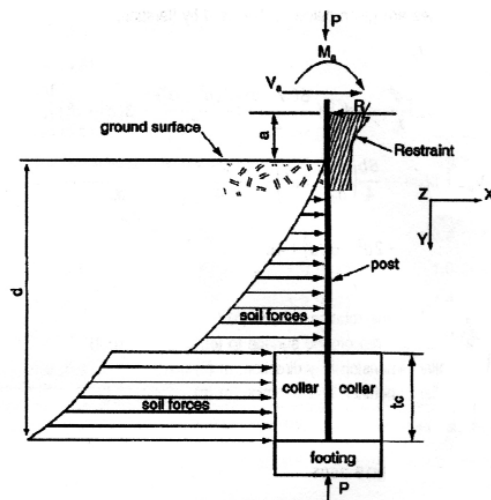


Figure 6 - Free body diagram for a post foundation constrained above the ground surface and with a collar

Le relazioni seguenti, da risolversi direttamente, forniscono:

6.6.5.1. *Il momento resistente della fondazione*

$$M_r = \frac{Sbd^3}{12(a+d)}(4a+3d) + \frac{S(w-b)}{12(a+d)}[4a(d^3-d_1^3) + 3(d^4-d_1^4)]$$

6.6.5.2. *La reazione del vincolo*

$$R = V_a + \frac{Sbd^2}{6(a+d)}(3a+2d) + \frac{S(w-b)}{6(a+d)}[3a(d^2-d_1^2) + 2(d^3-d_1^3)]$$

6.6.6. *Requisiti dei vincoli:* nel caso di fondazione vincolata il vincolo deve possedere la necessaria resistenza e subire un dislocamento orizzontale tale da poter essere considerato, ai nostri fini, nullo.

I vincoli costituiti da elementi in calcestruzzo gettati nel terreno reagiscono sia per attrito che per la resistenza laterale del suolo sulla parete verticale; quelli in legno, data la loro leggerezza, agiscono solo per la resistenza laterale del suolo sulla parete verticale.

Per prevenire, o almeno attenuare, gli effetti del sollevamento da gelo, il vincolo non deve essere connesso al pilastro.

Le relazioni seguenti forniscono il valore della resistenza del vincolo.

6.6.6.1. Vincolo in calcestruzzo

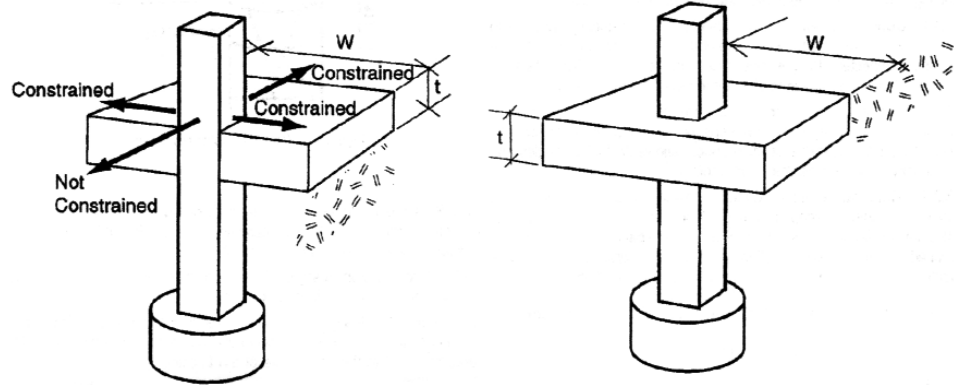


Figure 7a - Concrete surface support to provide constrained conditions

$$R_r = k_{cs} W_d + 0.5Swt^2$$

dove:

- R_r = resistenza del vincolo
- k_{cs} = coefficiente di attrito calcestruzzo/terreno
- W_d = peso del calcestruzzo

6.6.6.2. Vincolo in legno

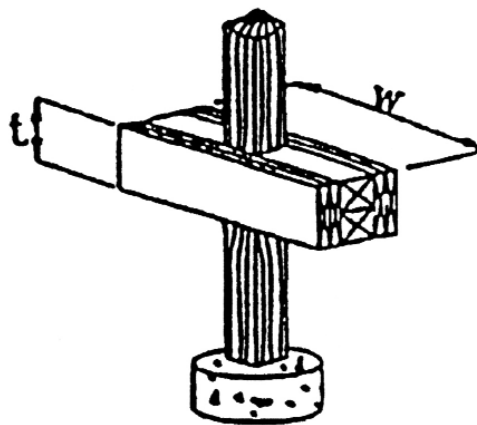


Figure 7b - Wood surface support to provide constrained conditions

$$R_r = 0.5Swt^2$$

6.6.6.3. Piastra di supporto: quando la platea di calcestruzzo lascia libero il pilastro in una direzione, come nel primo caso della figura 7a, può essere impiegata una piastra metallica ancorata alla superficie laterale della platea stessa. In caso di possibilità di sollevamento per gelo, lasciare il pilastro libero di scorrere verticalmente sul vincolo.

7. Larghezza di lavoro efficace del pilastro

7.1. Azione del pilastro: i diagrammi delle tensioni di reazione del terreno riportati nelle figure precedenti rappresentano le tensioni presenti nel piano verticale passante per l'asse del pilastro, orientato come la risultante delle forze orizzontali. In un piano orizzontale la distribuzione delle tensioni nel terreno ha un andamento come quello rappresentato nella figura 8a.

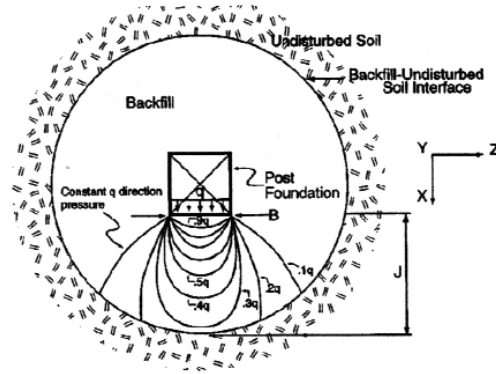


Figure 8a - Constant pressure lines in the soil

Questa distribuzione delle tensioni in un piano orizzontale è calcolata per la larghezza di lavoro efficace del pilastro.

7.1.1. *Pilastro*: la larghezza efficace b di un pilastro a sezione rettangolare vale:

$$b = B\sqrt{2}$$

dove B è la larghezza effettiva del pilastro nella direzione ortogonale alla risultante delle sollecitazioni esterne.

7.1.2. *Palo*: la larghezza efficace b di un palo a sezione circolare è pari al suo diametro; se il palo è rastremato si usa il diametro al livello del terreno.

7.2. Azioni sul backfill e sul terreno indisturbato: la figura 8a mostra le isobare nel backfill indotte dal pilastro. Per determinare le tensioni presenti sulla superficie di contatto fra il backfill ed il terreno indisturbato si usa la relazione:

$$q_{bs} = Cq$$

dove:

q_{bs} = tensione sulla superficie di contatto backfill/terreno

C = coefficiente < 1 ricavato dal grafico di figura 8b in funzione del rapporto J/B

J = distanza fra la superficie del pilastro ed il punto nel quale si cerca la tensione

B = larghezza effettiva del pilastro

q = tensione sulla superficie di contatto palo/backfill.

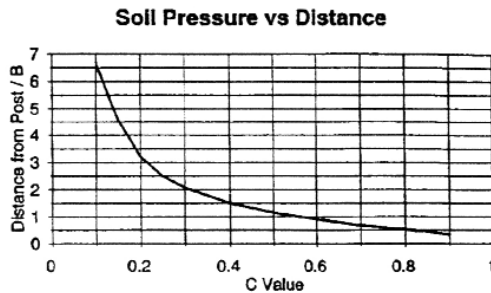


Figure 8b - Ratio of soil to backfill allowable pressure, C

8. Progetto della fondazione nei riguardi delle forze verticali

8.1. Generalità: le fondazioni devono resistere alle sollecitazioni verticali, dirette sia verso il basso che verso l'alto.

8.2. Progetto per carichi verticali diretti verso il basso: l'area A richiesta per sostenere il carico verticale verso il basso P è:

$$A = \frac{P}{S_y}$$

dove S_y è la tensione verticale ammissibile sul terreno.

8.2.1. Profondità minima: la profondità minima deve essere determinata considerando che la fondazione deve poggiare su terreno non vegetale, non lavorato, non di riporto; prendendo in conto la possibilità di congelamento del terreno; prendendo in conto la possibilità di carichi diretti verso l'alto che saranno contrastati anche dal terreno sovrastante il footing.

8.2.2. Spessore del footing minimo: per footing in calcestruzzo armato si consiglia un copriferro di 7.5 cm. Il footing va calcolato a punzonamento. Si consiglia comunque uno spessore minimo di 20 cm.

8.2.3. Preparazione del foro per il pilastro: assicurarsi che il fondo del foro sia livellato ed abbia la consistenza del terreno indisturbato.

8.2.4. Tensione ammissibile: in assenza di rilevazioni dirette, o di valori suggeriti da normative, per le tensioni ammissibili possono essere assunti i valori riportati nella tabella 1.

8.3. Progetto per carichi verticali diretti verso l'alto: le forze dirette verso l'alto esercitate sul pilastro vengono equilibrate anche dal peso della fondazione e del terreno coinvolto.

8.3.1. Progetto del pilastro per il sollevamento: progettare il pilastro per resistere allo sfilamento sotto l'azione del vento. Usare fissaggi meccanici di durabilità pari alla vita prevista dell'edificio.

8.3.1.1. Attrito: nel calcolo della resistenza allo sfilamento si deve trascurare il contributo dell'attrito fra il pilastro ed il terreno.

8.3.1.2. Pilastrini: i pilastrini rastremati, se inseriti con la parte larga verso il basso, possono presentare una certa resistenza allo sfilamento, dovuta all'effetto-cuneo.

8.3.1.3. Backfill in calcestruzzo: un backfill costituito da un getto in calcestruzzo, effettuato contro il terreno indisturbato, ancorato al pilastro, aggiunge resistenza allo sfilamento sia per il peso del calcestruzzo che per l'attrito fra questo ed il terreno. Tuttavia questa soluzione può comportare notevoli problemi di sollevamento per gelo (par. 5).

8.3.1.4. Pavimentazioni in calcestruzzo: una pavimentazione in calcestruzzo, se adeguatamente ancorata al pilastro, può contribuire a contrastare lo sfilamento del pilastro. Tuttavia questa soluzione può comportare notevoli problemi di sollevamento per gelo (par. 5).

8.3.2. Fondo del pilastro allargato: la dimensione del cono di terreno che grava sull'elemento di fondazione sporgente dal pilastro dipende dall'angolo di attrito interno. In assenza di rilevazioni dirette o di normative, per i valori dell'angolo di attrito e della massa volumica possono adottarsi quelli riportati in tabella 1.

8.3.2.1. *Collars in calcestruzzo*: collar circolari in calcestruzzo gettato in opera tendono a dislocare un volume tronco-conico di terreno, come illustrato in figura 9.

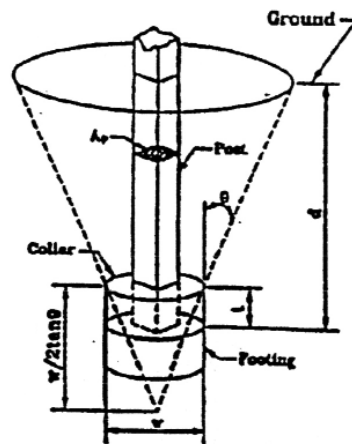


Figure 9 - Concrete uplift resistance

La resistenza fornita da un collar circolare, incluso il terreno ed il calcestruzzo, può essere calcolata con la seguente espressione:

$$U = \alpha G \left\{ 0.33\pi \left[\left[(d-t) + \frac{0.5w}{\tan \theta} \right]^3 (\tan \theta)^2 - \frac{0.125w^3}{\tan \theta} \right] - A_p (d-t) \right\} + 0.25C\pi w^2 t G$$

dove:

U = resistenza della fondazione alle sollecitazioni verso l'alto, kN

α = massa volumica del terreno, kg/m³

C = massa volumica del calcestruzzo, kg/m³

G = accelerazione di gravità, $9.8 \cdot 10^{-3}$ kNm/Ns²

d = profondità di inserimento del pilastro nel terreno, m

t = spessore del collar, m

θ = larghezza del collar, m

q = angolo di attrito del terreno

A_p = sezione trasversale del pilastro, m²

Nella pratica la resistenza è generalmente limitata dalla capacità portante dell'attacco collar-pilastro.

8.3.2.2. *Collars in legno*: collar rettangolari in legno tendono a dislocare un volume di terreno di forma prismatica con spigoli arrotondati, come illustrato in figura 10.

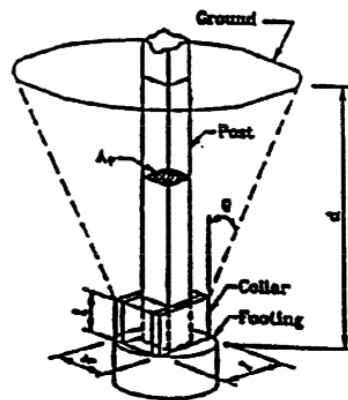


Figure 10 - Wood uplift resistance

La resistenza fornita dal terreno può essere calcolata con la seguente espressione:

$$U = \alpha G \left[(wl - A_p) \cdot (d - t) + (w + l) \cdot (d - t)^2 \tan \theta + .33\pi (d - t)^3 \tan^2 \theta \right]$$

dove:

l = lunghezza del collar, m

gli altri simboli sono definiti al punto precedente.

Nella pratica la resistenza è generalmente limitata dalla capacità portante dell'attacco collar-pilastro.

Appendice A

A2 - Riferita al paragrafo 3. DEFINIZIONI

3.1 post: la definizione di pilastro include ogni forma di sezione trasversale ed ogni materiale costituente.

A3 - Riferita al paragrafo 4. PROPRIETÀ DEI MATERIALI

4.2 terreno: i valori qui riportati sono cautelativi; rilevamenti sul posto possono condurre a tensioni ammissibili maggiori. L'incremento lineare con la profondità della resistenza laterale del terreno è già considerato in tutte le espressioni qui riportate: perciò essa non deve essere aumentata per la profondità della fondazione.

4.2.3 Caratteristiche meccaniche del terreno: rilievi diretti sul posto conducono a valori più accurati per le tensioni ammissibili.

La tensione laterale per unità di profondità, ammissibile, può essere ricavata dai dati delle indagini in situ con la seguente relazione

$$4.2.3.1 \quad S = wy \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \sqrt{\tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)}$$

dove

- S = tensione laterale ammissibile sul terreno, senza incrementi per unità di profondità, kPa/m (paragrafo 4.2 per gli incrementi)
- w = massa volumica del terreno, kg/m³
- f = angolo di attrito interno del terreno, deg (gradi sessadecimali)
- y = profondità alla quale è calcolata S , assunta come profondità unitaria, m
- c = coesione del terreno, kPa

la tensione verticale ammissibile sotto il footing può essere ricavata dalle equazioni di Terzaghi-Meierhoff:

$$4.2.3.2 \quad N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$4.2.3.3 \quad S_v = (N_q + N_q \tan \phi - 1) \left(\frac{c}{\tan \phi} + wy \right) + 0.6wb(N_q + 1)\tan \phi$$

dove

- b = minore dimensione orizzontale del footing, m
- S_v = tensione verticale ammissibile sul terreno, kPa

A4 - Riferita al paragrafo 6. PROGETTO PER CARICHI LATERALI

6.5 Fondazione non vincolata

6.5.1 *Pilastro senza collar*: la tensione q generata nel terreno dalla fondazione è data, in funzione delle coordinate verticali y , dalla relazione:

$$6.5.1.A.1 \quad q = 3S \left(\frac{y^2}{d_0} - y \right)$$

le equazioni del paragrafo 6.5.1 risultano dall'applicazione della statica e dall'integrazione della funzione q (figura 8b).

Se le proprietà del terreno o la larghezza della fondazione cambiano fra la superficie del terreno e la base della fondazione, le equazioni dell'equilibrio statico possono essere scritte in termini di integrale di q .

L'espressione che determina la profondità dell'asse orizzontale di rotazione è:

$$6.5.1.A.2 \quad d_0 = \frac{d^4}{2d^3 - \frac{aV_a d}{Sb} - \frac{M_a}{Sb}}$$

L'espressione che determina d_{max} , cioè la profondità massima per la quale la fondazione può ancora considerarsi "shallow", è stata ricavata calcolando la deformazione elastica del pilastro e ponendo tale deformazione pari ad N volte il massimo spostamento rigido (figura 11).

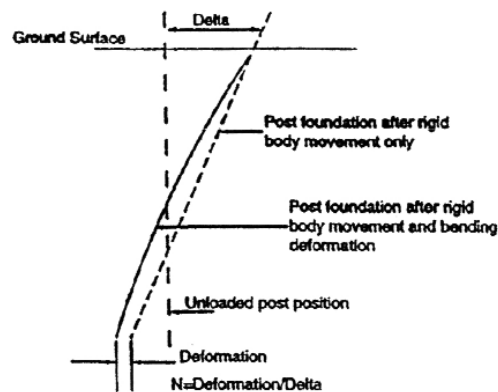


Figure 11 - Definition of "N" for non-constrained foundations

Il massimo spostamento si ha in corrispondenza della superficie del terreno per fondazioni non vincolate, alla massima profondità d per fondazioni vincolate.

Per pilastri in legno, acciaio e calcestruzzo appare ragionevole porre:

$$6.5.1.A.3 \quad N = 0.2$$

6.5.2 *Pilastro con collar*: si hanno 2 incognite: d e il rapporto d_f/d : si procede per iterazione finché le due equazioni, per V_a e per $V_a d + M_a$ risultano soddisfatte per il medesimo valore di d . Il rapporto d_f/d è probabilmente < 0.67 , a causa della presenza del collar.

6.6 Fondazione vincolata

6.6.2 *Vincolo situato alla superficie del terreno*: la tensione q generata nel terreno dalla fondazione è data, in funzione delle coordinate verticali y , dalla relazione:

$$6.6.2.A.1 \quad q = S \frac{y^2}{d}$$

questa relazione è valida con e senza collar.

La figura 12 illustra le grandezze geometriche in gioco per la definizione del rapporto N , nel caso di vincolo a livello del terreno.

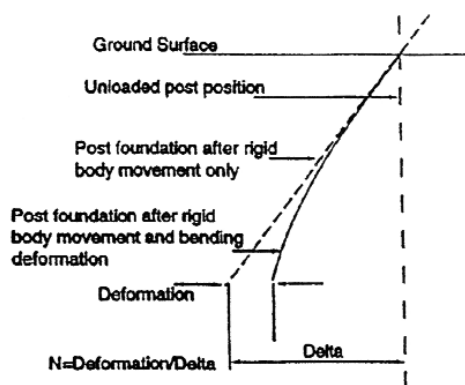


Figure 12 - Definition of "N" for groundline constrained foundations

6.6.4 *Vincolo situato al di sopra della superficie del terreno*: la tensione q generata nel terreno dalla fondazione è data, in funzione delle coordinate verticali y , dalla relazione

$$6.6.4.A.1 \quad q = \frac{S}{a+d} (hy + y^2)$$

questa relazione è valida con e senza collar.

A5 - Riferita al paragrafo 7. LARGHEZZA DI LAVORO EFFICACE DEL PILASTRO

7.1.1 *Ricerche sperimentali* hanno rilevato che i pilastri a sezione quadrata forniscono la medesima resistenza laterale contro il terreno dei pali tondi di diametro uguale alla diagonale del pilastro quadrato. Poiché la prima edizione usava i pali, le altre forme di pilastro sono state riferite ai pali. I pilastri rettangolari si considerano sempre disposti con il lato minore perpendicolare alla risultante delle azioni orizzontali. Poiché l'effetto dell'attrito fra il pilastro ed il terreno viene trascurato, i pilastri rettangolari forniscono dunque la stessa portanza di fondazione di quelli quadrati; per entrambi la larghezza efficace è uguale al lato minore moltiplicato la radice di due.

Riferimenti normativi e bibliografia essenziale

- ANSI/ASAE EP486.1 OCT00 - *Shallow Post foundation Design* - approved OCT 2000 by American National Standards Institute. ASAE, American Society of Agricultural Engineers, 2000.
- DIN 1052-1 - *Structural use of timber: design and construction* - Deutsche Institut für Normung e. V., 1988.
- DIN 4074-1 - *Strength grading of wood - Part 1: Coniferous sawn timber* - Deutsche Institut für Normung e. V., 2001.
- DIN 4074-2 - *Building timber for wood building components. Quality conditions for building logs (softwood)* - Deutsche Institut für Normung e. V., 1958.
- ENV 1992-1-1 - Eurocodice 2 - *Progettazione delle strutture di calcestruzzo armato*. 1991.
- ENV 1993-1-1 - Eurocodice 3 - *Progettazione delle strutture di acciaio*. 1992.
- UNI EN 338 - *Legno strutturale - Classi di resistenza*. UNI, Ente nazionale italiano di unificazione, 1997.
- UNI-ENV 1995-1-1 - Eurocodice 5 - *Progettazione delle strutture di legno*. UNI, Ente nazionale italiano di unificazione, 1994.
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica*. Pubblicata nella Gazz. Uff. 21 dicembre 1971, n. 321.
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 - *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*. Pubblicata nella Gazz. Uff. 21 marzo 1974, n. 76.
- Ministero dei Lavori pubblici - D.M. 11 marzo 1988 - *Norme tecniche per le opere di sostegno delle terre e le opere di fondazione*. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Pubblicato nel Suppl. Ord. Gazz. Uff. 1° giugno 1988, n. 127.
- Ministero dei Lavori pubblici - D.M. 9 gennaio 1996 - *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche*. Pubblicato nella Gazz. Uff. 5 febbraio 1996, n. 29, S.O.
- Ministero dei Lavori pubblici - D.M. 16 gennaio 1996 - *Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"*. Pubblicato nella Gazz. Uff. 5 febbraio 1996, n. 29.
- Ministero dei Lavori pubblici - D.M. 16 gennaio 1996 - *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*. Pubblicato nella Gazz. Uff. 5 febbraio 1996, n. 29.
- Ministero dei Lavori pubblici - D.M. 5 agosto 1999 - *Modificazioni al D.M. 9 gennaio 1996*. Modificazioni al D.M. 9 gennaio 1996 contenente norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche. Pubblicato nella Gazz. Uff. 14 agosto 1999, n. 190.
- Ministero dei Lavori pubblici - Circ. 14 febbraio 1974 n. 11951 - *Applicazione delle norme sul cemento armato*.
- Ministero dei Lavori pubblici - Circ. 4 luglio 1996 n. 156 AA.GG./STC *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16 gennaio 1996*.
- Ministero dei Lavori pubblici - Circ. 15 ottobre 1996 n. 252 AA.GG./STC *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche", di cui al D.M. 9 gennaio 1996*.
- Ministero dei Lavori pubblici - Circ. 10 aprile 1997 n. 252 *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche", di cui al D.M. 16 gennaio 1996*.

Bibliografia essenziale

- DOLBY C., HAMMER A., JEPSSON K., *Rural constructions in timber* [Costruzioni agricole in legno]. Edited by Carl Magnus Dolby, Swedish University of Agricultural Sciences, Lund, Sweden, 1988.
- GIORDANO G., *La moderna tecnica delle costruzioni in legno* - Hoepli, Milano, 1964.
- GIORDANO G., *Tecnica delle costruzioni in legno*, Hoepli, Milano, 1997.
- GIORDANO G., *Tecnologia del legno*, vol. 3, parte 2, UTET, Torino, 1988.
- RITTEL L., *Bauprogramm für Unterstell- und Bergehallen* [Progetti di edifici agricoli in legno]. Landtechnik Weihenstephan, Freising, Deutschland, s.d.
- STAEHLI G., RITTEL L., *Bâtiments économiques auto constructibles en bois: manuel de montage système BBR*. [Edifici economici per l'autocostruzione in legno]. Chambre regionale d'Agriculture Alsace, Strasbourg, France, s.d.

Finito di stampare
nel marzo 2003
da EFFEEMME LITO srl
a Firenze
per conto di
ARSIA • Regione Toscana

Costruire in legno Progetti tipo di fabbricati e annessi agricoli

Questa nuova edizione del manuale *Costruire in legno* si propone non solo come una ristampa della prima edizione, andata esaurita, quanto piuttosto come un manuale rinnovato, aggiornato e arricchito sia con riferimenti normativi, sia con nuove tipologie di manufatti.

In particolare, seguendo le indicazioni contenute, sarà ora possibile costruire:

- scuderia con box singoli e recinti collettivi
- ricovero per cavalli in area di sosta
- stalla libera per bovini da carne a lettiera permanente e zona di alimentazione separata
- ovile a lettiera permanente con corsia centrale di servizio
- fienile
- locale polifunzionale
- rimessa per macchine e attrezzature agricole
- annessi per orti.



L'ARSIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, istituita con la Legge Regionale 37/93, è l'organismo tecnico operativo della Regione Toscana per le competenze nel campo agricolo-forestale, acquacoltura-pesca e faunistico-venatorio.



€ 40.00 (i.i.)