

# Comune di Serrenti

(Provincia del Medio Campidano)

## REALIZZAZIONE DI UN CENTRO PILOTA PER L'INNOVAZIONE DEI SAPERI TRADIZIONALI NEI LOCALI DELL'EX MATTATOIO

### CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

(art. 5 D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163)

			<i>Euro</i>
a)	Importo esecuzione lavorazioni (base d'asta)		705.000,00
b)	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza		10.000,00
1)	Totale appalto		715.000,00
c)	Somme a disposizione dell'amministrazione		283.309,82
2)	Totale progetto		998.309,82

*Il responsabile del servizio*

*I progettisti*

*Coordinamento Sicurezza*

*A.T.P.*

*A.T.P.*

*Ing. Alessio Bellu*

*Arch. Ignazio Garau*

*(Capogruppo)*

*(Capogruppo)*

*Arch. Gianluca Zini*

*Ing. Giuseppe Pala*

---

*Il responsabile del procedimento*

*Ing. Alberto Atzeni*

---

## Indice

<b>Capitolo 1 : NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO.....</b>	<b>4</b>
Art. 1 Oggetto dell'appalto.....	4
Art. 2 Modalità di stipulazione del contratto.....	4
Art. 3 Ammontare dell'appalto.....	4
Art. 4 Categoria prevalente, categorie speciali, categorie scorporabili e subappaltabili.....	4
Art. 5 Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili.....	4
Art. 6 Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto.....	4
<b>Capitolo 2 QUALITÀ, PROVENIENZA E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....</b>	<b>4</b>
Art. 7 – Accettazione, qualità ed impiego dei materiali.....	5
Art. 8 – Provvista dei materiali.....	5
Art. 9 – Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto.....	5
Art. 10 – Norme di riferimento per l'accettazione dei materiali.....	5
Art. 11 – Ghiaia, pietrisco e sabbia.....	6
Art. 12 – Acqua per confezionamento malte e calcestruzzi.....	7
Art. 13 – Malte e calcestruzzi.....	7
ART. 14 – Cemento e calce.....	8
Art. 15 – Laterizi.....	9
Art. 16 – Manufatti di pietre naturali o ricostruite.....	9
Art. 17 – Prodotti per pavimentazione.....	10
Art. 18 – Prodotti per rivestimenti interni ed esterni.....	10
Art. 19 - Geotessili.....	11
Art. 20 - Acciaio per cemento armato.....	12
<b>Capitolo 3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN GENERALE.....</b>	<b>14</b>
<b>OPERE EDILI.....</b>	<b>14</b>
Art. 21 – Demolizioni e rimozioni.....	14
Art. 22 – Scavi in genere.....	14
Art. 23 – Scavi di sbancamento.....	15
Art. 24 – Scavi di fondazione.....	15
Art. 25 – Scavi di accertamento e ricognizione.....	15
Art. 26 – Scavi archeologici.....	16
Art. 27 – Rilevati e rinterrì.....	16
Art. 28 – Ponteggi metallici a struttura componibile.....	16
Art. 29 – Puntelli: interventi provvisori.....	17
Art. 30 – Travi come rinforzi provvisori o permanenti.....	17
Art. 31 – Lavori di fondazione. Interventi preliminari.....	17
Art. 32 – Malte e conglomerati: Generalità.....	17
Art. 33 – Malte e conglomerati.....	18
Art. 34 – Malte preconfezionate.....	19
Art. 35 – Murature e strutture verticali – Lavori di costruzione. Murature in genere.....	20
Art. 36 – Murature in pietrame con malta.....	20
Art. 37 – Paramenti per le murature di pietrame.....	21
Art. 38 – Murature di mattoni.....	22
Art. 39 – Pareti di una testa ed in foglio con mattoni pieni e forati.....	22
Art. 40 – Strutture in acciaio.....	22
Art. 41 – Murature e strutture verticali – Lavori di conservazione. Generalità.....	23
Art. 42 – Interventi su edifici a carattere monumentale.....	23
Art. 43 – Ristilatura dei giunti di malta.....	24
Art. 44 – Consolidamento delle murature. Generalità.....	24
Art. 45 – Strutture orizzontali o inclinate, solai volte e coperture – Lavori di costruzione.....	24
Art. 46 – Strutture orizzontali o inclinate – Solai, volte e coperture – Demolizioni sostituzioni e collegamenti.....	25
Art. 47 – Prodotti isolanti.....	26
Art. 48 – Consolidamento e conservazione di strutture e manufatti in legno.....	26
Art. 49 – Pavimenti e rivestimenti.....	29
Art. 50 – Intonaci e decorazioni, interventi di conservazione.....	32
Art. 51 – Impermeabilizzazioni.....	35
Art. 52 – Consolidamento di eliminazione dell'umidità.....	36

Art. 53	– Opere in legname.....	38
Art. 54	– Opere in ferro.....	40
Art. 55	– Opere da vetraio, stagnaio, lattoniere.....	41
Art. 56	– Opere da pittore.....	42
<b>OPERE IMPIANTISTICHE .....</b>		<b>42</b>
Art. 57	– Impianti tecnici.....	43
<b>COLLOCAMENTO IN OPERA .....</b>		<b>68</b>
Art. 58	Collocamento in opera.....	68
<b>Capitolo 4 NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>		<b>70</b>
Art. 59	- Scavi.....	70
Art. 60	- Rilevati, rinterrati e vespai.....	71
Art. 61	- Demolizioni, dismissioni e rimozioni.....	71
Art. 62	Tubazioni e pezzi speciali.....	71
Art. 63	- Pozzetti prefabbricati e caditoie.....	71
Art. 64	– Lastricati in pietra.....	72
Art. 65	- Pavimentazioni di marciapiedi.....	72
Art. 66	- Lavori in metallo. Ringhiere.....	72
Art. 67	– Noleggi.....	72
Art. 68	– Trasporti.....	72
Art. 69	- Disposizioni finali.....	72

## Capitolo 1 : NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

### Art. 1 Oggetto dell'appalto

Formano oggetto del presente appalto le opere, le somministrazioni e le prestazioni occorrenti per realizzare a misura gli interventi di **“Realizzazione di un centro pilota per l'innovazione dei saperi tradizionali nei locali dell'ex mattatoio”**, nel rispetto delle previsioni di cui agli elaborati tecnici e grafici allegati al progetto.

### Art. 2 Modalità di stipulazione del contratto

Il contratto è stipulato “a misura” ai sensi degli articoli 45, comma 7, e 89, comma 1, del regolamento generale D.P.R. 554/99 e dell'art. 53, comma 4, del D. Lgs. 163/2006.

### Art. 3 Ammontare dell'appalto

1. Il presente appalto comprende opere da valutarsi **A MISURA** ai sensi delle vigenti disposizioni di legge. L'importo complessivo dei lavori ed oneri compresi nell'appalto, ammonta a **Euro 715.000,00** (diconsi Euro settecentoquindicimila/00) comprensivo di €10.000,00 per oneri “speciali” della sicurezza non soggetti a ribasso d'asta e €14.100,00 per oneri della sicurezza “diretti” o “ex lege” che si intendono a totale carico dell'impresa e ricompresi nelle spese generali (e come tali soggette a ribasso d'asta).
2. L'importo dei lavori posti a base dell'affidamento è definito come segue:

		colonna a)	colonna b)	colonna a+b)
	<b>Importi in EURO</b>	Importo Esecuzione dei Lavori	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza non soggetti a ribasso	TOTALE LAVORI
1	A MISURA	705.000,00	10.000,00	715.000,00

L'importo contrattuale corrisponde all'importo dei lavori di cui al comma 1, colonna a), al quale deve essere applicato il ribasso percentuale sui prezzi unitari offerto dall'aggiudicatario in sede di gara, aumentato dell'importo degli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere, sopra definito al comma 1, colonna b), non soggetto ad alcun ribasso.

### Art. 4 Categoria prevalente, categorie speciali, categorie scorporabili e subappaltabili

TABELLA «A»		CATEGORIA PREVALENTE E CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI DEI LAVORI (articoli 4 e 43, comma 1)		
		Categoria ex allegato A d.P.R. n. 34 del 2000		Euro
1	Edifici civili e industriali	Prevalente	OG2	715.000,00
Ai sensi dell'articolo 18, comma 3, legge 19 marzo 1990, n. 55, i lavori sopra descritti, appartenenti alla categoria prevalente, sono subappaltabili nella misura massima del 30% ad imprese in possesso dei requisiti necessari.				
<b>TOTALE COMPLESSIVO DEI LAVORI</b>				<b>715.000,00</b>

### Art. 5 Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili

I gruppi di lavorazioni omogenee di cui all'art. 132, comma 3, del D. Lgs. 163/2006, all'articolo 45, commi 6, 7 e 8, e all'articolo 159 del regolamento generale, all'articolo 10, comma 6, del capitolato generale d'appalto e all'articolo 35 del presente capitolato speciale, sono riportati nella parte iniziale del presente capitolato speciale.

### Art. 6 Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto

1. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.
2. In caso di norme del capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme riportate nel bando e nella lettera di invito o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del capitolato speciale d'appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

## Capitolo 2 QUALITÀ, PROVENIENZA E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

## **Art. 7 – Accettazione, qualità ed impiego dei materiali**

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi dell'art. 137 del regolamento n. 554/1999.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

## **Art. 8 – Provvista dei materiali**

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo da cui prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, nel caso in cui per contratto le espropriazioni siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

## **Art. 9 – Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto**

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescriverne uno diverso, per ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso di cui al comma 1, se il cambiamento importa una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si fa luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi degli articoli 136 e 137 del regolamento n. 554/1999.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento. In tal caso si applica l'art. 40 del presente capitolato.

## **Art. 10 – Norme di riferimento per l'accettazione dei materiali**

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere devono rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto. In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale si applicano le prescrizioni degli artt. 39, 40 e 41 del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad

insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari ed UNI vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione di verbale di prelievo.

## **Art. 11 – Ghiaia, pietrisco e sabbia**

### **11.1 Requisiti per l'accettazione**

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

La ghiaia deve essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie polverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

### **11.2 Norme per gli aggregati per confezione di calcestruzzi**

**UNI 8520-1** – *Definizione, classificazione e caratteristiche.*

**UNI 8520-2** – *Requisiti.*

**UNI 8520-7** – *Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332.*

**UNI 8520-8** – *Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili.*

**UNI 8520-13** – *Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini.*

**UNI 8520-16** – *Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi – metodi della pesata idrostatica e del cilindro.*

**UNI 8520-17** – *Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi.*

**UNI 8520-20** – *Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi.*

**UNI 8520-21** – *Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note.*

**UNI 8520-22** – *Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali.*

Per gli aggregati leggeri si rimanda alla **UNI 7549** (articolata in 12 parti).

Per le prove per le proprietà termiche e chimiche sugli aggregati si rimanda alle:

**UNI EN 1367-2** – *Prova al solfato di magnesio.*

**UNI EN 1367-4** – *Determinazione del ritiro per essiccamento e*

**UNI EN 1744-1** – *Analisi chimica.*

### **11.3 Sabbia**

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; dev'essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

#### **Tabella 9.1 – Pezzature normali**

	<b>Trattenuto dal</b>	<b>Passante al</b>
Sabbia	setaccio 0,075 UNI 2332	Setaccio 2 UNI 2332

Le sabbie da impiegarsi nel confezionamento dei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite dal R.D. 16 novembre 1939, n. 229.

Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto sul crivello 7,1, si veda **UNI 2334** o sul setaccio 2, si veda **UNI 2332-1**, a seconda che si tratti di sabbia per conglomerati cementizi o di sabbia per conglomerati bituminosi; in ogni caso non si devono avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.

Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, devono presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

L'appaltatore non può impiegare sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce.

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da

amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenute idonee dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai sili. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova riguardano l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

## **Art. 12 – Acqua per confezionamento malte e calcestruzzi**

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, di materie terrose e non essere aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o uso potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

## **Art. 13 – Malte e calcestruzzi**

### **13.1 Malte tradizionali**

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva né contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.

La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

Le calce aeree, le pozzolane ed i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme (R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e R.D. n. 2231; legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 3 agosto 1972).

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Qualora il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati, il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 3 giugno 1968 così come modificato dal D.M. 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la seguente tabella:

**Tabella 12.1. – Classe e tipi di malta (D.M. 20 novembre 1987)**

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	Idraulica	–	–	1	3	–
M4	Pozzolonica	–	1	–	–	3
M4	Bastarda	1	–	2	9	–
M3	Bastarda	1	–	1	5	–
M2	Cementizia	1	–	0,5	4	–
M1	Cementizia	1	–	–	3	–

**Tabella 12.2 – Rapporti di miscela delle malte (AITEC)**

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 m <sup>3</sup> di malta (kg)
Calce idrata, sabbia	1: 3,5	142-1.300
	1: 4,5	110-1.300
Calce idraulica, sabbia	1:3	270-1.300
	1:4	200-1.300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3	330-1.300
	1:4	250-1.300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8	125-150-1.300
	2:1:9	110-130-1.300
Cemento, sabbia	1:3	400-1.300
	1:4	300-1.300

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

### **13.2 Malte speciali**

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in c.a., impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, in caso di applicazione di prodotti equivalenti gli stessi devono essere accettati ed autorizzati dalla direzione dei lavori.

Per le malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 8993** (Definizione e classificazione) – **UNI 8994** (Controllo dell'idoneità) – **UNI 8995** (Determinazione della massa volumica della malta fresca) – **UNI 8996** (Determinazione dell'espansione libera in fase plastica) – **UNI 8997** (Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante cabaletta) – **UNI 8998** (Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata).

Per i prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo si rinvia alla **UNI EN 12190**.

### 13.3 Calcestruzzi

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e pertanto il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

## ART. 14 – Cemento e calce

### 14.1 Cementi

#### 14.1.1 Fornitura

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi devono essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

#### 14.1.2 Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura è preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Tabella 13.1. – Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione (N/mm <sup>2</sup> )				Tempo inizio presa min	Espansione Mm	
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata				
	2 giorni	7giorni	28 giorni				
32,5	–	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10	
32,5 R	> 10	–	≥ 42,5	≤ 62,5			
4,25	> 10	–	≥ 52,5	–			≥ 45
4,25 R	> 20	–					
52,5	> 20	–					
52,5 R	> 30	–					

Tabella 13.2. – Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I CEM II (2) CEM IV CEM V	32,5	≤ 3,5%
			32,5 R 42,5	
		CEM III (3)	42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
			Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa

2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza

3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.

4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

Tabella 13.3. – Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Valori limite
	Classe di resistenza

		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza (N/mm <sup>2</sup> )	2 giorni	–	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	–	–	–	–	–
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa – Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) – Limite superiore		11					
Contenuto di SO <sub>3</sub> (%) Limite superiore	Tipo I Tipo IV Tipo II (1) Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
	Contenuto di cloruri (%) – Limite superiore (2)	0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO<sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza

(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

#### 14.1.3 Calci

Le calci impiegate devono avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, (aggiornato alla G.U. 29 agosto 2000) recante norme per l'accettazione delle calci.

### Art. 15 – Laterizi

#### 15.1 Requisiti

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini e da altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco; avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali devono essere assoggettati, in relazione all'uso.

#### 15.2 Accettazione e prove

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna ed alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, debbono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali indicati dalle norme vigenti.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali ed in solfati alcalini.

In casi speciali può essere prescritta una analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline sono analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

In generali si farà riferimento alle norme UNI applicabili.

### Art. 16 – Manufatti di pietre naturali o ricostruite

#### 16.1 Requisiti d'accettazione

I prodotti devono rispondere a quanto segue:

a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;

b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;

c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

– massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma **UNI 9724, parte 2<sup>a</sup>**

– coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma **UNI 9724, parte 2<sup>a</sup>**

– resistenza a compressione, misurata secondo la norma **UNI 9724, parte 3<sup>a</sup>**

– resistenza a flessione, misurata secondo la norma **UNI 9724, parte 5<sup>a</sup>**

– resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234;

d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla direzione dei lavori anche in base ai criteri generali dell'art 39 del presente capitolato speciale d'appalto.

### **16.2 Manufatti da lastre**

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:

- a) lastre refilate;
- b) listelli;
- c) modul marmo – modulgranito.

### **16.3 Manufatti in spessore**

I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:

- a) masselli;
- b) binderi;
- c) cordoni.

### **16.4 Prove di accettazione**

Per le prove da eseguire presso i laboratori ufficiali autorizzati si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione), al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234, (Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione), e alle norme UNI vigenti.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevarsi dalle forniture esistenti in cantiere, debbono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra ed all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

## **Art. 17 – Prodotti per pavimentazione**

### **17.1 Generalità**

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni secondo le norme UNI vigenti.

### **17.2 Prodotti in pietre naturali**

I prodotti di pietre naturali per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiali lapideo (senza aggiunta di leganti);
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., si rimanda alla norma **UNI 9379**.

a) I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo prodotti di pietre naturali o ricostruite.

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte);

b) le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre devono inoltre rispondere al R.D. n. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm;

c) le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

### **17.3 Prove di accettazione**

Le prove da eseguire per accertare la qualità dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle sono quelle di resistenza alla rottura, per urto, alla rottura per flessione, alla usura per attrito radente, all'usura per getto di sabbia; la prova di gelività e, per le mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo, anche quella d'impronta.

Le prove d'urto, flessione e impronta, vengono eseguite su quattro provini, ritenendo valore definitivo la media dei tre risultati più omogenei tra i quattro.

La prova di usura si esegue su due provini i cui risultati vengono mediati.

La prova di gelività si effettua su tre provini e ciascuno di essi deve resistere al gelo perché il materiale sia considerato non gelivo.

Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali autorizzati.

## **Art. 18 – Prodotti per rivestimenti interni ed esterni**

### **18.1 Caratteristiche**

Prima dell'esecuzione degli intonaci devono essere rimosse le parti di muratura di supporto poco aderenti. L'intonaco non dovrà presentare scarsa aderenza al supporto, peli, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, ecc., in tal caso, a discrezione del direttore dei lavori, devono essere demoliti e rifatti dall'appaltatore.

### **18.2 Prodotti fluidi o in pasta**

#### *18.2.1 Intonaci*

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- proprietà ignifughe;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto.

Per i prodotti forniti premiscelati è richiesta la rispondenza a norme UNI; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

#### *18.2.2 Prodotti vernicianti*

I prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto esecutivo o in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

## **Art. 19 - Geotessili**

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture. La natura del polimero costituente è \_\_\_\_\_ (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- non tessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo. Sono caratterizzati da:
  - filamento continuo (o da fiocco);
  - trattamento legante meccanico (o chimico o termico);

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette s'intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI di cui al successivo punto e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli s'intendono forniti rispondenti alle seguenti norme:

a) Geotessili

**UNI EN 918** – Geotessili e prodotti affini – Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono).

**UNI EN ISO 9863-2** – Geotessili e prodotti affini – Determinazione dello spessore a pressioni stabilite – Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato.

**UNI EN ISO 10319** – Geotessili – Prova di trazione a banda larga.

**UNI EN ISO 10321** – Geotessili – Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture.

UNI ENV 12447 – Geotessili e prodotti affini – Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi.  
 UNI ENV 12224 – Geotessili e prodotti affini – Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici.  
 UNI ENV 12225 – Geotessili e prodotti affini – Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interramento.  
 UNI ENV 12226 – Geotessili e prodotti affini – Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità.  
 UNI EN ISO 12236 – Geotessili e prodotti affini – Prova di punzonamento statico (metodo CBR).  
 UNI ENV ISO 13438 – Geotessili e prodotti affini – Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.

*b) Nontessuti*

UNI 8279-1 – Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento.  
 UNI 8279-3 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all'aria.  
 UNI 8279-4 – Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab).  
 UNI 8279-5 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo del cestello).  
 UNI 8279-6 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo della rete).  
 UNI 8279-7 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'ascensione capillare.  
 UNI 8279-11 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera.  
 UNI 8279-12 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo.  
 UNI 8279-13 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua.  
 UNI 8279-14 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione).  
 UNI 8279-16 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia).  
 UNI EN 29073-1 – Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica.  
 UNI EN 29073-3 – Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento.  
 UNI EN 29092 – Tessili. Nontessuti. Definizione.

**Art. 20 - Acciaio per cemento armato**

**20.1 Requisiti principali**

Non si devono porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

**20.2 Acciai in barre ad aderenza migliorata**

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata si differenziano dalle barre lisce per la particolarità di forma atta ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro Ø della barra tonda equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/d m<sup>3</sup>.

Le barre ad aderenza migliorata devono avere diametro:

- 5 ≤ Ø ≤ 30 mm per acciaio Fe B 38 k;
- 5 ≤ Ø ≤ 26 mm per acciaio Fe B 44 k, salvo quanto specificato al punto 2.2.7 del D.M. 9 gennaio 1996.

**20.3 Caratteristiche meccaniche e tecnologiche**

Gli acciai in barre ad aderenza migliorata devono possedere le caratteristiche indicate nel seguente prospetto, valutando le tensioni di snervamento e di rottura come grandezze caratteristiche secondo quanto indicato al punto 2.2.8 del D.M. 9 gennaio 1996.

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20 ± 5°C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti in acqua bollente e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Tabella 22.2 – Caratteristiche meccaniche degli acciai in barre ad aderenza migliorata

		Tipo di acciaio	Fe B 38 k	Fe B 44 k
Tensione caratteristica di snervamento		$f_{yk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ 375	≥ 430
Tensione caratteristica di rottura		$f_{tk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ 450	≥ 540
Allungamento A <sub>5</sub>		%	≥ 14	≥ 12
Per barre ad aderenza migliorata aventi □	fino a 12 mm	Piegamento a 180 su mandrino avente diametro D	3 □	4 □
	oltre 12 mm fino a 18 mm	Piegamento e raddrizzamento su mandrino avente diametro D	6 □	8 □
	oltre 18 mm fino a 25 mm		8 □	10 □

oltre 25 mm  
fino a 30 mm

10 □

12 □

(\*) Il diametro  $\emptyset$  è quello della barra tonda liscia equipesante.

I limiti precedentemente definiti saranno controllati nello stabilimento di produzione e si riferiranno agli stessi campioni di cui alle prove di qualificazione (allegato n. 4, punto 1.1 del D.M. 9 gennaio 1996).

In tali limiti  $f_y$  rappresenta il singolo valore di snervamento,  $f_{yk}$  il valore nominale di riferimento ed  $f_t$  il singolo valore della tensione di rottura.

#### 20.4 Prova di aderenza

Le barre ed i fili trafilati ad aderenza migliorata devono superare con esito positivo le prove di aderenza secondo il metodo «Beam-test» conformemente a quanto previsto nell'allegato 6 del D.M. 9 gennaio 1996; nell'allegato stesso sono pure indicate le modalità di controllo del profilo da eseguirsi in cantiere o in stabilimento.

#### 20.5 Fili di acciaio trafilato o laminato a freddo di diametro compreso fra 5 e 12 mm

L'acciaio per fili deve rispondere alle proprietà indicate nel seguente prospetto.

**Tabella 22.3 – Caratteristiche meccaniche dell'acciaio trafilato o laminato a freddo**

Tensione $f_{yk}$ , ovvero $f_{(0,2)k}$	N/mm <sup>2</sup>	≥ 390
Tensione caratteristica $f_{tk}$	N/mm <sup>2</sup>	≥ 440
Allungamento $A_{10}$	%	≥ 8
Piegamento a freddo a 180° su mandrino avente diametro	D	2 $\emptyset$

Per la prova di aderenza vale quanto precisato al punto 2.2.3.2 del D.M. 9 gennaio 1996.

#### 20.6 Reti e tralicci di acciaio elettrosaldati

Le reti ed i tralicci devono avere fili elementari di diametro  $\emptyset$  compreso tra 5 e 12 mm e devono rispondere alle caratteristiche riportate nel seguente prospetto:

**Tabella 22.4 – Caratteristiche meccaniche di reti e tralicci di acciaio elettrosaldati**

Tensione $f_{yk}$ , ovvero $f_{(0,2)k}$	N/mm <sup>2</sup>	≥ 390
Tensione caratteristica $f_{tk}$	N/mm <sup>2</sup>	≥ 440
Rapporto dei diametri dei fili dell'ordito	$\emptyset_{\min} / \emptyset_{\max}$	≥ 0,60
Allungamento $A_{10}$	%	≥ 8
Rapporto $f_{tk} / f_{yk}$		≥ 1,10

La tensione di rottura, quella di snervamento e l'allungamento devono essere determinati con prova di trazione su campione che comprenda almeno uno dei nodi saldati.

Il trattamento termico di cui al punto 2.2.1 del D.M. 9 gennaio 1996, non si applica per la determinazione delle proprietà meccaniche di reti e tralicci di acciaio elettrosaldato.

Dovrà inoltre essere controllata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello maggiore posto in trazione.

La distanza assiale tra i fili elementari non deve superare 35 cm.

**Tabella 22.5. – Peso delle reti elettrosaldate**

Diametr o $\emptyset$ mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione Kg/m <sup>2</sup>								
		Interasse tondini in mm								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

**Tabella 22.6. – Sezioni delle reti elettrosaldate**

Diametr	Sezione	Cm <sup>2</sup> per metro
---------	---------	---------------------------

o Ø mm	barra Cm <sup>2</sup>	Barre portanti					Barre trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

### 20.7 Deroga alle limitazioni dimensionali

Le limitazioni riguardanti i massimi diametri ammessi di cui al punto 2.2.3 del D.M. 9 gennaio 1996, non si applicano alle armature ad aderenza migliorata destinate a strutture in conglomerato cementizio armato di particolari caratteristiche e dimostrate esigenze costruttive.

L'impiego di tali armature di maggior diametro deve essere autorizzato dal Servizio tecnico centrale del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

### 20.8 Norme di riferimento

**UNI 8926** – Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.

**UNI 8927** – Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale.

**UNI 9120** – Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri.

**UNI 10622** – Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.

**CNR UNI 10020** – Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.

**UNI ENV 10080** – Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.

**UNI ISO 10065** – Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento.

**UNI ISO 3766** – Disegni di costruzioni e d'ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo.

**UNI ISO 10287** – Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.

## Capitolo 3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN GENERALE

### OPERE EDILI

#### Art. 21 – Demolizioni e rimozioni

Le demolizioni di murature e di calcestruzzi, di fondazioni o sottofondazioni, sia in rottura che parziali; la eliminazione di stati pericolosi in fase critica di crollo anche in presenza di manufatti di pregevole valore storico architettonico, andranno effettuate con la massima cura e con le necessarie precauzioni. Dovranno pertanto essere eseguite con ordine in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi. Le demolizioni riguarderanno esclusivamente le parti e le cubature descritte.

Sarà vietato gettare i materiali dall'alto, che dovranno essere trasportati in basso con idonei mezzi in modo da non provocare danni e sollevamento di polveri.

Tutta la zona operativa (interna ed esterna al cantiere) dovrà essere opportunamente delimitata, i passaggi saranno opportunamente individuati e protetti. L'Appaltatore dovrà provvedere al puntellamento ed alla messa in sicurezza provvisoria, tramite opportune opere provvisorie, di tutte quelle porzioni di fabbrica ancora integre e/o pericolanti per le quali non siano previste opere di demolizione.

Particolare attenzione si dovrà porre in modo da evitare che si creino zone di instabilità strutturale.

Tutti i materiali riutilizzabili provenienti dalle demolizioni, ove non diversamente specificato, a giudizio insindacabile della D.L. resteranno di proprietà dell'ente appaltante. Dovranno essere scalcinati, puliti, trasportati ed immagazzinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla D.L. mettendo in atto tutte quelle cautele atte ad evitare danneggiamenti sia nelle fasi di pulitura che di trasporto.

Ad ogni modo tutti i materiali di scarto provenienti dalle demolizioni dovranno sempre essere trasportati dall'Appaltatore fuori dal cantiere, nei punti indicati o alle pubbliche discariche.

Dovranno essere altresì osservate tutte le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.

#### Art. 22 – Scavi in genere

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scosciamenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterramenti esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Direzione Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno.

In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

La Direzione Lavori potrà far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

### **Art. 23 – Scavi di sbancamento**

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc. e in generale quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano caratteri sopra accennati.

Detti scavi andranno eseguiti con gli strumenti e le cautele atte ad evitare l'insorgere di danni nelle strutture murarie adiacenti.

Il ripristino delle strutture, qualora venissero lese a causa di una esecuzione maldestra degli scavi, sarà effettuato a totale carico dell'Appaltatore.

### **Art. 24 – Scavi di fondazione**

Per scavi di fondazione in generale s'intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per la fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, tenendo nel debito conto il D.M. 11 marzo 1988 riguardante le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione oltre le relative circolari MLP 24 settembre 1988, n. 30483.

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna, sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare allo Appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate dovranno, a richiesta della Direzione Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare più all'ingiro della medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura delle spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi sia delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni o sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione Lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; però, i legnami che a giudizio della Direzione Lavori non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro dovranno essere abbandonati negli scavi.

### **Art. 25 – Scavi di accertamento e ricognizione**

Tali operazioni si effettueranno solo ed esclusivamente dietro esplicita richiesta e sorveglianza della D.L., seguendo le indicazioni e le modalità esecutive da essa espresse e/o dal personale tecnico incaricato. I detriti, i terreni vegetali di recente accumulo andranno sempre rimossi con la massima attenzione previa effettuazione di piccoli sondaggi per determinare la quota delle pavimentazioni sottostanti in modo da evitare danni e rotture ai materiali che le compongono. Le rimozioni dei materiali si effettueranno generalmente a mano, salvo diverse prescrizioni della D.L. per l'utilizzo di idonei mezzi meccanici. Tutto il materiale di risulta potrà essere allontanato alle discariche a spese dell'Appaltatore dietro indicazione della D.L.

### **Art. 26 – Scavi archeologici**

Si potranno effettuare non prima di aver ben delimitato tutta l'area di cantiere ed ottenuto tutte le autorizzazioni da parte dei competenti organi di tutela dei beni oggetto di scavo e solo dietro sorveglianza ed indicazione del personale preposto. Si eseguiranno a mano, con la massima cura ed attenzione, da personale specializzato ed opportunamente attrezzato. Gli scavi si differenzieranno in base al tipo di terreno alla tipologia e alla posizione delle strutture emergenti e/o sepolte, alla variabilità delle sezioni di scavo, alle caratteristiche dei manufatti e dei reperti. Si potranno effettuare operazioni con differente grado di accuratezza nella vagliatura delle terre e nella cernita e selezione dei materiali, nella pulitura, allocazione e cartellinatura di quanto trovato in appositi contenitori e/o cassette.

Saranno a carico dell'Appaltatore tutte le assistenze quali la preventiva quadrettatura dell'area di scavo, l'apposizione dei riferimenti topografici, la cartellinatura, il ricovero e la custodia dei materiali in locali attrezzati.

### **Art. 27 – Rilevati e rinterri**

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature e fino alle quote prescritte dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione Lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono o si gonfiano generando spinte.

Nella formazione di suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggior regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione Lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente Articolo saranno a completo carico dell'Appaltatore.

È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione quelle maggiori dimensioni richieste dall'assetamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà preventivamente scorticata, ove occorra, e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

### **Art. 28 – Ponteggi metallici a struttura componibile**

Andranno montati da personale pratico e fornito di attrezzi appropriati. Si impiegheranno strutture munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che dovranno comunque rispondere ai seguenti requisiti:

gli elementi metallici (aste, tubi, giunti, basi) dovranno portare impressi a rilievo o ad incisione il nome o marchio del fabbricante;

le aste di sostegno dovranno essere in profilati o in tubi senza saldatura;

l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base a superficie piana e di area 18 volte maggiore dell'area del poligono circoscritto alla sezione di base del montante;

i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, e ogni controventatura dovrà resistere sia a compressione che a trazione;

i montanti di ogni fila dovranno essere posti ad interessi maggiori o uguali a m 1,80;  
le tavole che costituiscono l'impalcato andranno fissate, in modo che non scivolino sui travi metallici;  
i ponteggi metallici di altezza superiore a m 20 o di notevole importanza andranno eretti in base ad un progetto redatto da un ingegnere o architetto abilitato.

### **Art. 29 – Puntelli: interventi provvisori**

Usati per assorbire le azioni causanti il fenomeno di dissesto dell'elemento strutturale, sostituendosi, sia pure in via provvisoria, a questo. Potranno essere realizzati in legno, profilati o tubolari di acciaio o in cemento armato, unici ad un solo elemento, o multipli, a più elementi, formati, anche dalle strutture articolate.

L'impiego dei puntelli è agevole e immediato per qualsiasi intervento coadiuvante: permetterà infatti di sostenere provvisoriamente, anche per lungo periodo, qualsiasi parte della costruzione gravante su elementi strutturali pericolanti. I puntelli sono sollecitati assialmente, in generale a compressione e, se snelli, al carico di punta. Pertanto dovranno essere proporzionati al carico agente e ben vincolati: alla base, su appoggi capaci di assorbire l'azione che i puntelli stessi trasmettono; in testa, all'elemento strutturale da sostenere in un suo punto ancora valido, ma non lontano dal dissesto e con elementi ripartitori (dormiente, tavole). Il vincolo al piede andrà realizzato su parti estranee al dissesto e spesso alla costruzione.

I vincoli dovranno realizzare il contrasto con l'applicazione di spessori, cunei, in legno di essenza forte o in metallo.

### **Art. 30 – Travi come rinforzi provvisori o permanenti**

Per travi in legno o in acciaio, principali o secondarie, di tetti o solai. In profilati a T, doppio T, IPE, a L, lamiera, tondini: per formare travi compatte o armate: aggiunte per sollevare totalmente quelle deteriorate. Potranno essere applicate in vista, o posizionate all'intradosso unite a quelle da rinforzare con staffe metalliche, chiodi, o bulloni.

### **Art. 31 – Lavori di fondazione. Interventi preliminari**

L'Appaltatore, prima di dare inizio a qualsiasi lavoro che riguarda operazioni di tipo statico e strutturale, dovrà in prima analisi verificare la consistenza delle strutture di fondazione oltre alla natura del terreno su cui gravano. Dovrà successivamente eseguire piccoli scavi verticali in aderenza alle murature perimetrali. Salvo particolari disposizioni della D.L. dovranno avere dimensioni tali (almeno 110-180 cm) da permettere lo scavo a mano e un'agevole estrazione del materiale di risulta.

Se il manufatto si presenterà gravemente compromesso, previa specifica indicazione della D.L., sarà necessario prima d'intervenire in qualsiasi modo, procedere ad operazioni di preconsolidamento mediante iniezione di cemento o parziali ricostruzioni della tessitura muraria e di fondazione.

Gli scavi si eseguiranno sino al piano di posa delle fondazioni e dovranno essere opportunamente sbadacchiati in relazione alla natura e composizione del terreno e alla profondità raggiunta, seguendo le indicazioni fornite dalla D.L.

Effettuato lo scavo sarà possibile analizzare le caratteristiche costruttive del manufatto e delle sue fondazioni, l'utilizzo dei vari materiali e la loro natura, oltre a fare il rilievo delle dimensioni e dello stato conservativo delle fondazioni stesse. Informazioni utili si potranno ricavare sulla natura del terreno utilizzando opportuni mezzi di indagine utilizzando tecniche di trivellazione e carotaggio. La profondità di indagine sarà rapportata al carico ed alla larghezza delle fondazioni in modo da accertare se l'eventuale cedimento sia da imputare alla resistenza a compressione dello strato superficiale, alla consistenza degli strati sottostanti, alla subsidenza del terreno, alla presenza di falde freatiche o ad altre cause ancora. I risultati forniti dall'esame dei campioni potranno essere integrati mediante l'esecuzione di indagini geofisiche entro le perforazioni (carotaggio sonico, misura diretta di velocità tra coppie di fori). In casi particolari sarà possibile utilizzare metodi geofisici di superficie (sismica a rifrazione, sondaggi elettrici, radar) senza l'esecuzione di scavi e perforazioni, per l'eventuale ricerca di sottomurazioni, platee, plinti, ecc.

I saggi e le eventuali indagini geognostiche dovranno essere condotti nei modi stabiliti dal C.M. del 6 novembre 1967, n. 3797 (istruzione per il progetto, esecuzione e collaudo delle fondazioni), dal D.M. 21 gennaio 1981 e dalla successiva C.M. 3 giugno 1981, n. 21597 e con le modalità contenute nelle "Raccomandazioni sulla programmazione e l'esecuzione delle indagini geotecniche" redatte dall'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I. 1977).

Gli oneri relativi alle indagini ed alle prove da effettuarsi sui terreni e sui manufatti sono a totale carico dell'Appaltatore.

### **Art. 32 – Malte e conglomerati: Generalità**

Le malte da utilizzarsi per le opere di conservazione dovranno essere confezionate in maniera analoga a quelle esistenti. Per questo motivo si dovrà effettuare una serie di analisi fisico-chimico, quantitative e qualitative sulle malte esistenti, in modo da calibrare in maniera ideale le composizioni dei nuovi agglomerati. Tali analisi saranno a carico dell'Appaltatore dietro espressa richiesta della D.L.

Ad ogni modo, la composizione delle malte, l'uso particolare di ognuna di esse nelle varie fasi del lavoro, l'eventuale integrazione con additivi, inerti, resine, polveri di marmo, cocchio pesto, particolari prodotti di sintesi chimica, ecc., saranno indicati dalla D.L. dietro autorizzazione degli organi preposti alla tutela dell'edificio oggetto di intervento.

Nella preparazione delle malte si dovranno usare sabbie di granulometria e natura chimica appropriate. Saranno, in ogni caso, preferite le sabbie di tipo siliceo o calcareo, mentre andranno escluse quelle provenienti da rocce friabili o

gassose; non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, terrose, limacciose e polverose. I componenti di tutti i tipi di malte dovranno essere mescolati a secco.

L'impasto delle malte dovrà effettuarsi manualmente o con appositi mezzi meccanici e dovrà risultare omogeneo e di tinta uniforme. I vari componenti, con l'esclusione di quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati sia a peso sia a volume. La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione riesca semplice ed esatta.

Tutti gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e possibilmente in prossimità del lavoro. I residui di impasto non utilizzati immediatamente dovranno essere gettati a rifiuto, fatta eccezione per quelli formati con calce comune che, il giorno stesso della loro miscelazione, potranno essere riutilizzati.

Tutte le prescrizioni relative alle malte faranno riferimento alle indicazioni fornite nella parte seconda Art. 2.3 del presente Capitolato.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la tabella seguente (D.M. 9 gennaio 1987):

Classe	Tipo	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	Idraulica	-	-	1	3	-
M4	Pozzolonica	-	1	-	-	3
M4	Bastarda	1	-	2	9	-
M3	Bastarda	1	-	1	5	-
M2	Cementizia	1	-	0,5	4	-
M1	Cementizia	1	-	-	3	-

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media e compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

12 N/mm<sup>2</sup> (120 Kg/cm<sup>2</sup>) per l'equivalenza alla malta M1

8 N/mm<sup>2</sup> (80 Kg/cm<sup>2</sup>) per l'equivalenza alla malta M2

5 N/mm<sup>2</sup> (50 Kg/cm<sup>2</sup>) per l'equivalenza alla malta M3

2,5 N/mm<sup>2</sup> (25 Kg/cm<sup>2</sup>) per l'equivalenza alla malta M4

### Art. 33 – Malte e conglomerati

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla D.L. o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

a) Malta comune			
Calce spenta in pasta	mc		0,25 - 0,40
Sabbia	mc		0,85 - 1,00
b) Malta comune per intonaco rustico (rinzaffo)			
Calce spenta in pasta	mc		0,20 - 0,40
Sabbia	mc		0,90 - 1,00
c) Malta comune per intonaco civile (stabilitura)			
Calce spenta in pasta	mc		0,35 - 0,45
Sabbia vagliata	mc		0,800
d) Malta grassa di pozzolana			
Calce spenta in pasta	mc		0,22
Pozzolana grezza	mc		1,10
e) Malta mezzana di pozzolana			
Calce spenta in pasta	mc		0,25
Pozzolana vagliata	mc	1,10	
f) Malta fina di pozzolana			
Calce spenta in pasta	mc		0,28
Pozzolana vagliata	mc	1,05	
g) Malta idraulica			
Calce idraulica	q.li		(1)
Sabbia,	mc		0,90
h) Malta bastarda			
Malta di cui alle lettere a), e), g)	mc		1,00
Agglomerante cementizio a lenta presa	q.li	1,50	
i) Malta cementizia forte			
Cemento idraulico normale	q.li		(2)
Sabbia	mc		1,00
l) Malta cementizia debole			

Agglomerato cementizio a lenta presa	q.li	(3)	
Sabbia	mc		1,00
m) Malta cementizia per intonaci			
Agglomerante cementizio a lenta presa	q.li	6,00	
Sabbia	mc		1,00
n) Malta fina per intonaci			
Malta di cui alle lettere c), f), g) vagliata allo staccio fino			
o) Malta per stucchi			
Calce spenta in pasta	mc		0,45
Polvere di marmo	mc	0,90	
p) Calcestruzzo idraulico di pozzolana			
Calce comune	mc		0,15
Pozzolana	mc		0,40
Pietrisco o ghiaia	mc		0,80
q) Calcestruzzo in malta idraulica			
Calce idraulica	q.li	(4)	
Sabbia	mc		0,40
Pietrisco o ghiaia	mc		0,80
r) Conglomerato cementizio per muri, fondazioni, sottofondazioni, ecc.			
Cemento	q.li	(5)	
Sabbia	mc		0,40
Pietrisco o ghiaia	mc		0,80
s) Conglomerato cementizio per strutture sottili			
Cemento	q.li	(6)	
Sabbia	mc		0,40
Pietrisco o ghiaia	mc		0,80

(1) Da 3 a 5, secondo l'impiego che si dovrà fare della malta.

(2) Da 3 a 6, secondo l'impiego.

(3) Da 2,5 a 4, secondo l'impiego che dovrà farsi della malta, intendendo per malta cementizia magra quella dosata a 2,5 q.li di cemento e per malta cementizia normale quella dosata a q.li 4 di cemento.

(4) Da 1,5 a 3 secondo l'impiego che dovrà farsi del calcestruzzo.

(5) Da 1,5 a 2,5 secondo l'impiego.

(6) Da 3 a 3,5.

Quando la D.L. ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla D.L., che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione. La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e ben unita.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune o idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici od armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nel R.D. 16 novembre 1939, n. 2729, nonché nel D.M. 27 luglio 1985 punto 2.1 e allegati 1 e 2. Gli impasti sia di malta sia di conglomerato dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. I residui d'impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

#### **Art. 34 – Malte preconfezionate**

Malte in grado di garantire maggiori garanzie rispetto a quelle dosate manualmente sovente senza le attrezzature idonee. Risulta infatti spesso difficoltoso riuscire a dosare in maniera corretta le ricette cemento/additivi, inerti/cementi, a stabilire le proporzioni di particolari inerti, rinforzanti, additivi.

Si potrà quindi ricorrere a malte con dosaggio controllato, ovvero confezionate con controllo automatico ed elettronico in modo che nella miscelazione le sabbie vengano selezionate in relazione ad una curva granulometrica ottimale e i cementi ad alta resistenza e gli additivi chimici rigorosamente dosati.

Tali malte sono in grado di garantire un'espansione controllata. Espansioni eccessive a causa di errori di miscelazione e formatura delle malte potrebbero causare seri problemi a murature o strutture degradate.

Anche utilizzando tali tipi di malte l'Appaltatore sarà sempre tenuto, nel corso delle operazioni di preparazione delle stesse, su richiesta della D.L., a prelevare campioni rappresentativi per effettuare le prescritte prove ed analisi, che potranno essere ripetute durante il corso dei lavori o in sede di collaudo. Le malte preconfezionate potranno essere usate per stuccature profonde, incollaggi, ancoraggi, rappezzi, impermeabilizzazioni, getti in fondazione ed, in genere, per tutti quei lavori previsti dal progetto, prescritti dal contratto o richiesti dalla D.L. In ogni fase l'Appaltatore dovrà attenersi alle istruzioni per l'uso prescritte dalle ditte produttrici che, spesso, prevedono un particolare procedimento di preparazione atto a consentire una distribuzione più omogenea dell'esiguo quantitativo d'acqua occorrente ad attivare l'impasto. Dovrà altresì utilizzare tutte le apparecchiature più idonee per garantire ottima omogeneità all'impasto (miscelatori elicoidali, impastatrici, betoniere, ecc.) oltre a contenitori specifici di adatte dimensioni. Dovrà inoltre attenersi a tutte le specifiche di applicazione e di utilizzo fornite dalle ditte produttrici nel caso dovesse operare in ambienti o con temperature e climi particolari. Sarà in ogni modo consentito l'uso di malte premiscelate pronte per l'uso purché ogni fornitura sia accompagnata da specifiche schede tecniche relative al tipo di prodotto, ai metodi di preparazione e applicazione, oltre che da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Nel caso in cui il tipo di malta non rientri tra quelli prima indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

### **Art. 35 – Murature e strutture verticali – Lavori di costruzione. Murature in genere**

La costruzione di murature, siano esse formate da elementi resistenti naturali o artificiali, dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni di cui alla L. 2 febbraio 1974, n. 64, al D.M. 24 gennaio 1986 e alla relativa Circ. M.LL.PP 19 luglio 1986, n. 27690 per quanto riguarda le costruzioni sismiche, e al D.M. 20 novembre 1987 per gli edifici in muratura e il loro consolidamento nonché alle prescrizioni di cui al Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 16 gennaio 1996 concernente "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" e della Circ. 10 aprile 1997, n. 65/AA. GG. dal titolo "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 gennaio 1996".

Si dovrà inoltre fare riferimento alle "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura" contenute nel D.M. 20 novembre 1997, n. 103 e relativa circolare di istruzione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore del LL.PP. 4 gennaio 1989, n. 30787.

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi canne e fori:

- per ricevere le chiavi e i capichiavi delle volte, gli ancoraggi delle catene e travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile canne di stufa e camini, vasi, orinatoi, lavandini, immondizie, ecc.;
- per condutture elettriche di campanelli, di telefoni e di illuminazione;
- per le imposte delle volte e degli archi;
- per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche soglie, inferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti sia fra le varie parti di esse, evitando, nel corso dei lavori, la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura procederà a filari rettilinei, con i piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto. All'innesto con i muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato. I lavori in muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nel periodo di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno. Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni dalla loro ultimazione o anche più se sarà richiesto dalla Direzione Lavori.

Le canne, le gole da camino e simili saranno intonacate a grana fine; quelle di discesa delle immondizie saranno intonacate a cemento liscio. Si potrà ordinare che tutte le canne, le gole, ecc. nello spessore dei muri siano lasciate temporaneamente aperte sopra una faccia, anche per tutta la loro altezza; in questi casi, il tramezzo di chiusura si eseguirà posteriormente.

### **Art. 36 – Murature in pietrame con malta**

La muratura a getto (a sacco) per fondazioni risulterà composta di scheggioni di pietra e malta grossa, questa ultima in proporzione non minore di mc 0,45 per metro cubo di muratura.

La muratura sarà eseguita facendo gettate alternative entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggioni di pietra, preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni cm 40 di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta.

La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita d'acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi; tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa. La muratura dovrà risultare ben costipata ed aderente alle pareti dei cavi, qualunque sia la forma degli stessi.

Qualora in corrispondenza delle pareti degli scavi di fondazione s'incontrassero vani di gallerie o cunicoli, l'Appaltatore dovrà provvedere alla perfetta chiusura di detti vani con murature o chiusure in legname o in ghisa tali da evitare il disperdimento della malta attraverso tali vie, ed in ogni caso sarà sua cura di adottare tutti i mezzi necessari perché le murature di fondazione riescano perfettamente compatte e riempite di malta.

La muratura in pietrame cosiddetta lavorata a mano sarà eseguita con scampoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa e allettati di malta.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione Lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibita la bagnatura dopo di averle disposte sul letto di malta.

Tanto le pietre quanto la malta saranno disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse, ben battute col martello, risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio. La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro, disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza.

Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza nelle connessioni fra due corsi consecutivi.

Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per la irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre che non si tocchino mai a secco e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi.

Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiori dimensioni, con le facce esterne rese piane e regolari in modo da costruire un paramento rustico a faccia a vista e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e più regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature di elevazione di tutti i muri dei fabbricati.

Qualora la muratura avesse un rivestimento esterno, il nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato col detto rivestimento nonostante la diversità del materiale, di struttura e di forma dell'uno e dell'altro.

Le facce viste delle murature in pietrame, che non debbono essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate diligentemente con malta idraulica mezzana.

### **Art. 37 – Paramenti per le murature di pietrame**

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della D.L., potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- b) a mosaico greggio;
- c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra le migliori e la sua faccia vista dovrà essere ridotta con il martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di mm 25. Le facce di posa e di combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 8.

La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di mm 0,25 e nelle connessioni esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.

Nel paramento a mosaico greggio la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a percorsi pressoché regolari il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia con il martello sia con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro, sia quelle di combaciamento normali sia quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di mm 15.

Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati; con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero uguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori a quelli superiori, con differenza, però, fra i due corsi successivi non maggiore di cm 5. La Direzione Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati i conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza di quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari quanto in quello a corsi regolari non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà mai essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

### **Art. 38 – Murature di mattoni**

I mattoni prima del loro impiego dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di mm 8 nè minore di mm 5 (tali spessori potranno variare in relazione alla natura delle malte impiegate).

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammortate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5 e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte, dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm 5 all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

### **Art. 39 – Pareti di una testa ed in foglio con mattoni pieni e forati**

Le pareti di una testa ed in foglio verranno eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo.

Tutte le dette pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco.

Nelle pareti in foglio, quando la Direzione Lavori lo ordinasse, saranno introdotte nella costruzione intelaiature in legno attorno ai vani delle porte, allo scopo di poter fissare i serramenti del telaio, anziché alla parete, oppure ai lati o alla sommità delle pareti stesse, per il loro consolidamento, quando esse non arrivano fino ad un'altra parete o al soffitto.

Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

### **Art. 40 – Strutture in acciaio**

Le strutture in acciaio dovranno rispondere alle norme del D.M. 27 luglio 1985.

L'Appaltatore è tenuto a presentare, a sua cura e spese e con la firma del progettista e propria, prima della fornitura dei materiali e in tempo utile per l'esame e l'approvazione del Direttore Lavori: il progetto esecutivo e la relazione tecnica completa dei calcoli di stabilità, con le verifiche anche per la fase di trasporto e messa in opera; il progetto esecutivo delle opere di fondazione e degli apparecchi di appoggio della struttura; il progetto delle saldature, per il quale è fatto obbligo all'Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura (I.I.S.), oppure del Registro Italiano Navale (R.I.N.A.), con la redazione di apposita relazione da allegare al progetto.

Elementi strutturali in acciaio - L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto al D.L., prima dell'approvvigionamento, la provenienza dei materiali, in modo tale da consentire i controlli, anche nell'officina di lavorazione, secondo quanto prescritto dal D.M. 27 luglio 1985, dalle norme UNI e da altre norme eventualmente interessanti i materiali di progetto.

Il D.L. si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all'accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell'Appaltatore di ultimazione dei vari elementi.

Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione dell'I.I.S. (o del R.I.N.A.) che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e le relative modalità e strumentazioni.

Durante le varie fasi, dal carico, al trasporto, scarico deposito, sollevamento, e montaggio, si dovrà avere la massima cura, affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera. Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui al D.M. 27 luglio 1985, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del D.L.

Verniciature - Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica.

Apparecchi d'appoggio - Il progetto degli apparecchi di appoggio dovrà rispondere alle Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni C.N.R. - UNI 10018-72, e dovrà contenere: il calcolo delle escursioni e delle rotazioni, indicando un congruo franco di sicurezza, ed esponendo separatamente il contributo dovuto ai carichi permanenti e accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscoso e al ritiro del calcestruzzo; la verifica statica dei singoli elementi e l'indicazione dei materiali, con riferimento alle norme UNI, nonché le reazioni di vincolo che l'apparecchio dovrà sopportare.

Tutti i materiali da impiegare dovranno essere accettati, prima delle lavorazioni, dal D.L., il quale potrà svolgere controlli anche in officina. Prima della posa in opera l'Appaltatore dovrà tracciare gli assi di riferimento e la livellazione dei piani di appoggio, rettificando le differenze con malta di cemento additivata con resina epossidica.

#### **Art. 41 – Murature e strutture verticali – Lavori di conservazione. Generalità**

Nei lavori di conservazione delle murature sarà buona norma privilegiare l'uso di tecniche edilizie e materiali che si riallaccino alla tradizione costruttiva riscontrabile nel manufatto in corso di recupero. Il ricorso a materiali compatibili con gli originali, infatti, consente una più sicura integrazione dei nuovi elementi con il manufatto oggetto di intervento evitando di creare una discontinuità nelle resistenze fisiche, chimiche e meccaniche.

Sarà quindi sempre indispensabile acquisire buona conoscenza sul manufatto in modo da poter identificare, tramite analisi ai vari livelli, le sue caratteristiche chimico-fisiche, la sua storia, la tecnica esecutiva utilizzata per la sua formatura e messa in opera. La finalità esecutiva di intervento sarà quella della conservazione integrale del manufatto evitando integrazioni, sostituzioni, rifacimenti, ricostruzioni in stile. Si dovrà cercare quindi di non intervenire in maniera traumatica, e generalizzata, garantendo vita al manufatto sempre con operazioni minimali, puntuali e finalizzate.

Bisognerà evitare, soprattutto in presenza di decorazioni parietali, interventi traumatici e lesivi dell'originaria continuità strutturale, cromatica e materica. Integrazioni e sostituzioni saranno ammesse solo ed esclusivamente quali mezzi indispensabili per garantire la conservazione del manufatto (cedimenti strutturali, polverizzazioni, marcescenze, ecc.) sempre e comunque dietro precisa indicazione della D.L. e previa autorizzazione degli organi competenti preposti alla tutela del bene in oggetto.

Nei casi in cui si debba ricorrere a tali operazioni sarà sempre d'obbligo utilizzare tecniche e materiali compatibili con l'esistente, ma perfettamente riconoscibili quali espressioni degli attuali tempi applicativi.

#### **Art. 42 – Interventi su edifici a carattere monumentale**

Con il D.M. 16 gennaio si è reso obbligatorio effettuare interventi di miglioramento nel caso in cui si eseguano lavorazioni volte a rinnovare o a sostituire gli elementi strutturali di un edificio a carattere monumentale, secondo i dettami dell'art. 16 della legge n. 64/1974.

Le esigenze della conservazione sono in alcuni casi da anteporre a quelle della sicurezza. Ne consegue che non è necessario adeguare i livelli di sicurezza di un edificio di interesse storico a quelli minimi fissati dalla normativa per gli edifici di nuova costruzione, ma è sufficiente che i livelli di sicurezza siano semplicemente migliorati rispetto a quelli antecedenti l'intervento. Le tecniche di intervento da utilizzare per i beni architettonici dovranno pertanto tenere conto delle loro peculiarità storiche, artistiche, architettoniche e distributive. Questo significa che il miglioramento dovrà essere eseguito senza produrre sostanziali modifiche nel comportamento strutturale dell'edificio, utilizzando, per quanto possibile, tecniche di intervento e metodologie operative volte alla massima conservazione materica, fisica e

morfologica dei fabbricati. Tecniche e materiali con carattere di reversibilità anche parziale, da impiegarsi in modo discreto, non invasivo, coerente con la logica costruttiva e l'impianto strutturale esistente.

#### **Art. 43 – Ristilatura dei giunti di malta**

I lavori conservativi su murature in genere, nella gran parte dei casi, riguardano in maniera piuttosto evidente i giunti di malta di allettamento tra i singoli manufatti. Si dovranno pertanto effettuare analisi mirate, sulla composizione chimico-fisica dei manufatti e delle malte di allettamento, per determinarne la natura, la provenienza e la granulometria.

La prima operazione di intervento riguarderà l'eliminazione puntuale dei giunti di malta incompatibili, giunti cioè realizzati con malte troppo crude (cementizie), incompatibili col paramento, in grado di creare col tempo stress meccanici evidenti. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura, utilizzando scalpelli di piccole dimensioni ed evitando accuratamente di intaccare il manufatto originale. Seguirà un intervento di pulitura utilizzando pennelli a setole morbide e bidone aspiratutto. Previa abbondante bagnatura con acqua deionizzata, si effettuerà la stilatura dei giunti di malta tramite primo arriccio in malta di calce idraulica esente da sali solubili e sabbia vagliata (rapporto legante inerte 1:2). U arriccio sarà da effettuarsi utilizzando piccole spatole evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta sia con le spatole) si potranno eventualmente proteggere le superfici al contorno utilizzando nastro in carta da carrozziere.

La ristilatura di finitura si effettuerà con grassello di calce e sabbia del Ticino eventualmente additivati con sabbie di granulometrie superiori, cocchio pesto, polveri di marmo (rapporto leganti-inerti 1:3). La scelta degli inerti sarà dettata dalle analisi preventive effettuate su materiali campioni, e dalla risoluzione cromatica che si vuole ottenere in sintonia con le malte esistenti (per piccole ristilature) o in difformità per distinguerle da quelle esistenti (porzioni di muratura più vaste). Tali scelte saranno esclusivamente dettate dalla D.L. comunque dietro specifica autorizzazione degli organi competenti alla tutela del bene in oggetto. La ristilatura avverrà sempre in leggero sottoquadro e dovrà prevedere una finitura di regolarizzazione tramite piccole spugne inumidite in acqua deionizzata.

Le malte utilizzate dietro specifica richiesta e/o autorizzazione della D.L., potranno essere caricate con additivi di natura chimica, quali resine epossidiche (richiesta di forte adesività per stuccature profonde non esposte ai raggi UV) o resine acriliche o acril-siliconiche.

#### **Art. 44 – Consolidamento delle murature. Generalità**

I lavori di consolidamento delle murature potranno essere effettuati ricorrendo a tutte quelle tecniche, anche a carattere specialistico e ad alto livello tecnologico, purché vengano giudicate compatibili, dalla D.L. e dagli organi competenti per la tutela del bene, con la natura delle strutture esistenti e siano altresì chiaramente riconoscibili e distinguibili dai manufatti originari sui quali si sta operando con interventi prettamente conservativi.

Per quanto possibile tali lavori dovranno essere eseguiti in modo da garantire l'eventuale reversibilità dell'intervento.

I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal D.M. 2 luglio 1981, n. 198, dalle successive Circ. 10 luglio 1981, n. 21745 e 19 luglio 1981, n. 27690 e dal D.M. 9 gennaio 1987.

La conservazione dei materiali costituenti la fabbrica sarà affrontata in maniera articolata secondo due livelli di intervento: valutando il materiale in quanto tale o considerando l'edificio nel suo insieme di elementi materici con funzione statica, in relazione quindi a problemi di resistenza e stabilità strutturale.

I seguenti paragrafi daranno le indicazioni ed i criteri fondamentali circa le metodologie di intervento per gli eventuali consolidamenti statici. Sarà comunque cura della D.L. porre in essere, a completamento e miglior spiegazione di quanto alle tavole progettuali, ulteriori e/o diverse indicazioni.

Il rilievo ed il controllo delle lesioni costituiranno il fondamento essenziale per la corretta impostazione delle adeguate operazioni di salvaguardia e di risanamento statico, rilievo e controllo ai quali l'Impresa, senza compenso alcuno, dovrà garantire il massimo di collaborazione ed assistenza.

I sopraccitati rilievo e controllo saranno eseguiti con adatti strumenti (deformometri meccanici e/o elettronici, estensimetri, autoregistratori) per accertare se il dissesto è in progressione accelerata, ritardata o uniforme, oppure se è in fase di fermo su una nuova condizione di equilibrio.

#### **Art. 45 – Strutture orizzontali o inclinate, solai volte e coperture – Lavori di costruzione**

##### *Controsoffitti*

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici esattamente orizzontali (o anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni o altri difetti e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe, incrinature o distacchi dell'intonaco. Al manifestarsi di tali screpolature la Direzione Lavori avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'Appaltatore il rifacimento, a carico di quest'ultimo, dell'intero controsoffitto con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature, ecc.).

Dalla faccia inferiore di tutti i controsoffitti dovranno sporgere i ganci di ferro appendilumi e/o si dovranno prevedere adatti fori per l'inserimento di corpi illuminanti ad incasso. Tutti i legnami impegnati per qualsiasi scopo nei controsoffitti dovranno essere abbondantemente spalmati di carbolino su tutte le facce.

La Direzione Lavori potrà prescrivere la predisposizione di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi dal controsoffitto.

### *Coperture a tetto*

La copertura a tetto sarà sostenuta da una grossa armatura in legno il tutto con le dimensioni e disposizioni che saranno prescritte dai tipi di progetto o dalla D.L.

Sulla grossa armatura saranno poi disposti i travicelli ed i listelli in legno (piccola armatura) sulla quale sarà poi distesa la copertura di tegole direttamente o con l'interposizione di un sottomanto in legno o in laterizi.

Sottomanto in legno - Sarà costituito da tavole di legno di abete dello spessore di cm 2,5, piattate dalla parte in vista, unite a filo piano e chiodate alla sottostante orditura di travicelli.

Sottomanto di pianelle o tavelline - Il sottomanto di pianelle o tavelline si eseguirà collocando sui travicelli o correntini le pianelle o tavelline una vicina all'altra, bene allineate e in modo che le estremità di esse posino sull'asse di detti legami e le connessioni non siano maggiori di mm 6. Le dette connessioni saranno stuccate con malta idraulica liquida.

I corsi estremi lungo la gronda saranno ritenuti da un listello di abete chiodato alla sottostante armatura del tetto.

Copertura di tegole curve o coppi - La copertura di tegole a secco si farà posando sulla superficie da coprire un primo strato di tegole con la convessità rivolta verso il basso, disposte a filari ben allineati ed attigui, sovrapposte per cm 15 ed assicurare con frammenti di laterizi. Su questo tratto se ne collocherà un secondo con la convessità rivolta verso l'alto, similmente accavallate per cm 15 disposte in modo che ricoprano la connessione fra le tegole sottostanti.

Le teste delle tegole in ambedue gli strati saranno perfettamente allineate sia nel senso parallelo alla gronda sia in qualunque senso diagonale.

Il comignolo, i displuvi ed i compluvi saranno formati con tegoloni.

I tegoloni del comignolo e dei displuvi saranno diligentemente suggellati con malta, e così pure saranno suggellate tutte le tegole che formano contorno delle falde, o che poggiano contro i muri, lucernari, canne da camino e simili. Le tegole che vanno in opera sulle murature verranno posate sul letto di malta.

La copertura di tegole sul letto di malta verrà eseguita con le stesse norme indicate per la copertura di tegole a secco; il letto di malta avrà lo spessore di cm 4-5.

## **Art. 46 – Strutture orizzontali o inclinate – Solai, volte e coperture – Demolizioni sostituzioni e collegamenti**

### *Demolizioni*

Per le opere di demolizione di solai, volte e coperture, l'Appaltatore sarà obbligato ad attenersi oltre che alle norme riportate all'Art. 1.2 del presente Capitolato, anche alle seguenti disposizioni:

Generalità - Gli interventi di demolizione o sostituzione riguarderanno esclusivamente porzioni o sistemi strutturali che risultino del tutto irrecuperabili dopo attenta campagna di rilievo e diagnosi. Ovvero tutti quei sistemi e/o sottosistemi non più in grado di assolvere la loro funzione statica, nemmeno mettendo in atto interventi consolidanti puntuali o estesi, in grado di lavorare in parallelo e/o in modo collaborante con gli stessi.

Si dovrà fare ricorso ad opere di sostituzione parziale solo quando alcune parti o elementi della struttura si presenteranno deteriorati a tal punto da non garantire la stabilità dell'intera struttura. Si utilizzeranno sempre e comunque a tal scopo materiali e tecniche idonee, possibilmente asportabili e/o sostituibili, in contrasto per forma e/o tipologia e/o materiale col manufatto esistente, pertanto nettamente identificabili e riconoscibili. Qualsiasi operazione sarà comunque da concordare preventivamente con la D.L. previa specifica autorizzazione degli enti preposti alla tutela del bene oggetto di intervento. Tutte le pavimentazioni potranno eventualmente essere recuperate integralmente dietro specifiche indicazioni della D.L.

Coperture - Fatte salve le generalità di cui sopra, si eseguirà in primo luogo, con ogni cautela, in condizioni di massima sicurezza per gli operatori, la dismissione del manto di copertura, di converse, scossaline, canali di gronda, delle canne fumarie e dei comignoli; solo in seguito l'Appaltatore potrà rimuovere la piccola, la media e la grossa orditura o comunque la struttura sia essa di legno, sia di ferro o di cemento armato.

In presenza di cornicioni o di gronde a sbalzo, dovrà assicurarsi che questi siano ancorati all'ultimo solaio o, viceversa, trattenuti dal peso della copertura; in quest'ultimo caso, prima di rimuovere la grossa orditura, dovrà puntellare i cornicioni.

La demolizione della copertura, si dovrà effettuare operando dall'interno dell'edificio; in caso contrario gli operai dovranno lavorare esclusivamente sulla struttura principale e mai su quella secondaria, impiegando opportunamente tavole di ripartizione.

Nel caso in cui la quota del piano di lavoro rispetto al piano sottostante superi i m 2, l'Appaltatore sarà obbligato a predisporre idonea impalcatura; se non fosse possibile porla in opera per la presenza di un piano sottostante non portante o non agibile dovrà predisporre tutte le opportune operazioni per garantire l'incolumità degli addetti ai lavori.

### *Sostituzione di travi in legno*

La integrale sostituzione di travi in legno sarà da effettuarsi solo ed esclusivamente in caso di assoluta inconsistenza fisico-materico-strutturale della trave, ovvero quando non sia possibile farla lavorare in parallelo con nuove travature o nuovi sistemi strutturali in grado di scaricarla parzialmente od integralmente.

L'Appaltatore dovrà preventivamente puntellare i travetti ed il tavolato posato sulle travi con più puntelli da collocarsi parallelamente alle travi.

Sopra ai puntelli in corrispondenza dell'intradosso dei travetti, si dovrà collocare un'architrave sulla quale verranno posti a contrasto i singoli travetti mediante chiodatura di biette in legno.

Nel caso in cui la puntellatura dovesse appoggiare sopra a un solaio non sufficientemente solido, si dovranno posizionare i puntelli in modo da gravare su elementi strutturali sufficientemente resistenti; nel caso in cui, ad insindacabile giudizio della D.L., il solaio sottostante non fosse in grado di offrire sufficienti garanzie di resistenza, sarà necessario scaricare i puntelli sulle murature perimetrali, o prolungarli e sovrapporli sino al solaio del piano inferiore.

L'Appaltatore dovrà altresì impiegare tavole in legno di idonea sezione posizionate alla base dei puntelli per una migliore ripartizione dei carichi.

In ogni caso la trave liberata dalla muratura in corrispondenza degli appoggi, verrà sfilata intera e, solo dietro specifica autorizzazione della D.L. potrà essere tagliata.

La nuova trave dovrà corrispondere come materiale, essenza qualità e dimensioni ai requisiti richiesti dagli elaborati di progetto. Dovrà essere messa in opera, nel caso di trave in legno, ripristinando compiutamente l'equilibrio strutturale preesistente.

La nuova trave dovrà essere nettamente riconoscibile rispetto a quelle lasciate in opera, lavorata a filo di sega e perfettamente stagionata. Si potranno eventualmente impiegare travi in legno lamellare e, in alternativa, travi in acciaio o in legno e acciaio.

## **Art. 47 – Prodotti isolanti**

### *Materiali e tipologie*

Si potranno impiegare prodotti isolanti e/o impermeabilizzanti in rotoli, pannelli o pannelli sandwich, essenzialmente composti da polistirene espanso estruso, schiume di poliuretano a cellule chiuse, sughero. I materiali artificiali impiegati dovranno essere prodotti con procedimenti liberi da cloro-fluoro-carburi e totalmente riciclabili.

schiume poliuretaniche: in pannelli semplici protetti da pellicola impermeabile traspirante, membrane bitume-polimero, elastomeri bituminosi; in pannelli composti protetti superiormente da una lamina di alluminio goffrata sulla quale un correntino metallico provvede al vincolo di tenuta per le tegole (il correntino potrà essere forato per garantire la ventilazione sotto tegola);

sughero naturale compresso: materiale ecologico fornito in pannelli dentati appositamente sagomati per il supporto dei manufatti di copertura e per fornire idonea ventilazione.

polistirene espanso: a cellule chiuse, fornito in pannelli battentati o in rotoli a doghe, normalmente accoppiato con strato impermeabilizzante antiurto in polistirene ad alta densità, con membrana bitume-polimero. Il polistirene viene accoppiato anche con compensato multistrato per ottenere pannelli isolanti sandwich o con pannelli di fibre di abete mineralizzato rivestite di cemento Portland.

I pannelli sandwich devono avere superfici compatte, omogenee, planari, altamente resistenti, sia ai carichi esterni sia alle diverse condizioni ambientali, agevolmente lavorabili e di facile posa. Gli adesivi, oltre ad assicurare la tenuta tra i vari elementi, devono resistere agli sbalzi termici ed avere elevata elasticità. L'inserito centrale in polistirene deve garantire ottima impermeabilità all'acqua, bassa conducibilità termica, leggerezza, buona capacità di isolamento termico ed eventualmente acustico. Gli elementi di collegamento, le vernici, gli impregnanti devono garantire buona resistenza meccanica, impermeabilità. L'inserito potrà anche essere in espanso di PVC (spessore inferiore), sughero sia ricomposto sia espanso (materiale fonoassorbente e naturale). I pannelli potranno essere:

in multistrato, in pino marittimo (a sfogliati incrociati -- 5-7 -- perpendicolarmente, di spessore da mm 7 a 10), idrorepellenti e ignoritardanti; l'incollaggio è fenolico, le facce a vista possono essere prive di nodi, con nodi sani o scanalate;

in particelle della stessa specie legnosa (abete, pioppo, faggio), impiegabili quando il pannello non ha funzioni portanti, impermeabili, con incollaggio a base di resine ureiche o melamminich.

### *Messa in opera*

La posa dei pannelli avverrà normalmente a secco sui listelli dell'orditura; in alcuni casi la listellatura può essere posata sopra i pannelli stessi. L'ancoraggio deve essere garantito tramite l'impiego di chiodi metallici, viti o tasselli ad espansione; le giunzioni dovranno essere a perfetta tenuta nell'eventualità di rottura o scivolamento dell'elemento di copertura. Dovrà inoltre essere garantita la sigillatura delle fessure tra i pannelli accostati.

## **Art. 48 – Consolidamento e conservazione di strutture e manufatti in legno**

### *Generalità*

Prima di procedere a qualsiasi opera di consolidamento di strutture lignee, l'Appaltatore dovrà eseguire le seguenti lavorazioni:

pulizia accurata dell'elemento da consolidare che si effettuerà secondo le modalità prescritte dalla D.L. (pulitura manuale con stracci e scopinetti, aria compressa, bidone aspiratutto, evitando puliture troppo aggressive che comportino esportazione di materiale);

accertamento delle cause del degrado della struttura;

verifica dello stato di degrado del manufatto, identificazione precisa del quadro patologico;

analisi dettagliata delle parti da asportare e/o da ripristinare;

puntellamento della struttura che grava sugli elementi da consolidare mediante il riversamento dei carichi sulle parti sane o su murature o elementi adiacenti;

trattamento antiruggine ed antincendio degli elementi metallici di rinforzo.

#### *Ripristino di struttura in legno mediante la ricostruzione della parte degradata*

Questo tipo di intervento sarà da effettuarsi in casi particolari, quando non si possa assolutamente intervenire con altri sistemi atti a garantire la sopravvivenza del manufatto oggetto di intervento, ovvero utilizzando nuovi elementi strutturali in grado di scaricare parzialmente o integralmente (lavorando in parallelo e/o in modo collaborante con gli stessi) il manufatto dal carico proprio o che sostiene.

Sarà sempre opportuno verificare lo stato di consistenza fisico-materica del manufatto, così pure la sua effettiva efficienza statica, prima di effettuare qualsiasi operazione sostitutiva e/o consolidante.

Si cercherà sempre primariamente di intervenire con metodi leggeri che impieghino il legno in prima istanza, utilizzando le tradizionali tecniche di sostituzione tramite incalchi della stessa essenza, o con nuove strutture di supporto quali mensole, puntoni e saette opportunamente incastrati, reggiati e/o chiodati alle travi esistenti. Specifiche indicazioni a proposito saranno fornite all'Appaltatore da specifici elaborati di progetto e dalla D.L.

In casi particolari dietro specifica richiesta della D.L. si potranno ricostruire parti in legno mediante conglomerati di resina e protesi costituite da barre di acciaio o di resina poliestere rinforzata con fibre di vetro; la sezione e la distribuzione delle barre saranno quelle prescritte dagli elaborati di progetto od ordinate dalla D.L.

Previa puntellatura della struttura, l'Appaltatore dovrà provvedere alla rimozione, nelle zone al contorno, parti di pavimentazioni, del manto di copertura con i relativi tavolati di supporto, dei travetti di ripartizione e di parti della muratura che ammorsano la struttura. Dietro indicazioni della D.L. dovrà rimuovere le parti di legno eccessivamente marcescenti. Se espressamente richiesto, dovrà rimanere inalterata la sfoglia esterna del legno in modo da non creare danni ad eventuali zone pregevoli decorate e/o intarsiate e per non interrompere il disegno delle fibre.

Si dovranno successivamente praticare nel legno sano dei fori aventi la profondità e l'inclinazione prescritte dagli elaborati di progetto. Le barre, inserite negli appositi distanziatori e ben centrate, andranno applicate all'interno dei fori preventivamente puliti da ogni residuo di perforazione tramite aspirazione e/o insufflaggio.

La parte di legno eccessivamente degradata e rimossa dovrà essere reintegrata con materiali dalle caratteristiche tecniche il più possibile simili a quelle del legno sano.

Si potranno utilizzare, solo dietro specifica autorizzazione della D.L., betoncini di resina il cui inerte sarà costituito da un composto ben amalgamato di trucioli di legno e farina, di canne e altre sostanze vegetali secche, assolutamente monde da impurità e compatibili con le resine.

Le casseforme lignee, il cui utilizzo e le cui dimensioni dovranno essere quelli prescritti dal progetto o richiesti dalla D.L., verranno trattate intimamente con idonee sostanze disarmanti.

Il getto del betoncino si eseguirà conformemente alle indicazioni fornite dalla ditta produttrice e/o alle norme relative al confezionamento delle resine sintetiche contenute nell'Art. 4.6.5 del presente Capitolato.

L'Appaltatore, se richiesto, dovrà iniettare contemporaneamente al getto paste fluide di resina o di altri composti analoghi.

Le casseforme andranno rimosse solo a presa avvenuta e la puntellatura potrà essere dismessa solo dopo la maturazione delle sostanze leganti.

#### *Impregnazioni consolidanti*

L'operazione di impregnazione (consolidante) avrà lo scopo di introdurre nel legno degradato una sostanza legante che, penetrando in profondità, conferisca un aumento delle caratteristiche meccaniche del legno. Due sono i parametri che sarà necessario valutare in funzione del tipo di consolidamento: la metodologia applicativa e la natura del prodotto usato. La penetrazione del consolidante dovrà interessare gli strati più interni del legno, in modo tale che il miglioramento delle caratteristiche meccaniche e di resistenza degli attacchi chimico-biologici, coinvolga l'intera sezione lignea. I sistemi di consolidamento ammessi potranno essere a base di resine acriliche in adatto solvente; eccezionalmente si potranno usare resine e cere naturali od olio di lino cotto. I sistemi da preferirsi saranno comunque a base di resine epossidiche o poliuretatiche a basso peso molecolare e con una viscosità intrinseca di 250 cPs., sciolte in solvente polare fino all'ottenimento di viscosità inferiore a 10 cPs.

I metodi di applicazione del materiale consolidante si baseranno in linea di massima sulla sua capacità di penetrazione per assorbimento capillare, previa una serie di misure di laboratorio tali da verificare la capacità di assorbimento del legno da trattare. A tale scopo, i metodi consentiti per l'impregnazione, sono i seguenti.

Applicazione a pennello - Dopo aver accuratamente pulito e/o neutralizzato la superficie da trattare (con il solvente) si applicherà la soluzione di resina a pennello morbido fino a rifiuto. Il trattamento di impregnazione andrà iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita (superiore a quanto richiesto dallo standard) e si aumenterà via via la concentrazione fino ad effettuare le ultime passate con una concentrazione superiore allo standard.

Applicazione a spruzzo - Dopo avere accuratamente pulito e/o neutralizzato con solvente la superficie da impregnare si applicherà la soluzione a spruzzo fino a rifiuto.

Applicazione mediante appositi iniettori - Si introdurranno nel legno da impregnare degli appositi iniettori con orifizio variabile (2/4,5 mm). L'iniettore conficcato in profondità nel legno permetterà la diffusione del prodotto impregnante nelle zone più profonde. Il prodotto consolidante sarà introdotto con l'aiuto di apposita apparecchiatura che sappia portare la resina in pressione, il cui valore sarà stabilito di volta in volta in ragione del tipo di consolidamento da effettuare. L'apparecchiatura sarà sostanzialmente costituita da un gruppo compressore completo di una adatta pistola

che permetta di soffiare la resina negli iniettori precedentemente conficcati nel legno. Il numero delle iniezioni di resina e la distanza fra queste, nonché la loro disposizione radiale, saranno in funzione del tipo di consolidamento che si vuole ottenere. Dopo l'estrazione dell'iniettore sarà necessario ricostruire la continuità della superficie lignea mediante l'introduzione di microtappi o stuccature con resina epossidica caricata con segatura dello stesso legno.

L'impregnazione dovrà garantire un netto miglioramento delle caratteristiche meccaniche, in particolare l'intervento con resine poliuretatiche dovrà portare il valore di resistenza alla compressione, ad almeno 2,5 volte il valore originario.

Sarà comunque necessario che il trattamento di consolidamento del legno soddisfi i seguenti requisiti: dovrà essere ripristinata la continuità delle fibre legnose sia a livello intercellulare sia a livello microscopico; dovrà essere garantita la reversibilità del trattamento in modo da non pregiudicare un successivo intervento migliorativo; dovrà essere consentita una buona traspirabilità, per permettere migrazioni di vapor d'acqua senza creare sollecitazioni meccaniche e/o fenomeni di polmonazione; dovranno essere mantenute le cromie evitando che il legno assuma colorazioni e/o brillantezze non desiderate; il materiale consolidante dovrà avere caratteristiche di elasticità compatibili con le proprietà fisiche del legno, in particolare il valore del modulo elastico della resina dovrà essere dello stesso ordine di grandezza di quello del legno da consolidare; sarà inoltre necessario garantire che il solvente non evapori prima che la resina abbia polimerizzato e/o raggiunto gli strati più profondi. In tal senso si richiederà che siano approntati in cantiere, tutti quegli accorgimenti atti ad impedire la migrazione del solvente (e conseguentemente della resina) verso le parti più esterne. Sarà pertanto necessario che in cantiere vengano predisposte opportune protezioni, tali da garantire che l'eventuale polimerizzazione e/o diffusione avvenga in presenza di sufficiente quantità di solvente.

#### *Stuccature, iniezioni, protezione superficiale*

Stuccature - Saranno effettuate con resine epossidiche opportunamente caricate (polvere di segatura, fillers) per interventi di particolare impegno e/o di notevole estensione sarà richiesto l'uso di adatte armature con barre di vetroresina.

Gli eventuali incollaggi e/o ancoraggi dovranno essere effettuati con resina epossidica pura. La resina utilizzata dovrà dare garanzia di adesività e di forte potere collante tra le parti, che comunque dovranno essere preventivamente preparate prima dell'operazione. La resina epossidica caricata per l'operazione di stuccatura dovrà essere compatibile con il legno e quindi avere una elasticità tale da sopportare variazioni dimensionali dovute agli sbalzi termici e modulo elastico analogo a quello del legno.

Iniezioni - Qualora fosse necessaria ai fini del consolidamento l'iniezione di eventuali formulati bisognerà tenere presente che il legno è più permeabile lungo le venature, pertanto si praticheranno nel legno ammalorato fori disposti in modo obliquo o coincidente rispetto alla direzione delle fibre, in ragione della capacità di penetrazione della resina. Si inietterà resina epossidica a basso modulo elastico (massimo 30.000 kg/cm<sup>2</sup>) aspettando il suo completo assorbimento prima di operazioni successive e cercando di evitare la formazione di bolle d'aria.

Protettivi - I protettivi ammessi dovranno possedere una serie di proprietà analoghe a quanto già visto per i consolidanti e comunque più restrittive in quanto prodotti a vista. Dovranno essere reversibili, non ingiallire, essere compatibili con le caratteristiche fisiche del legno consolidato, quindi presentare una corretta elasticità e modulo elastico, facilità di manutenzione, non degradare sotto l'azione combinata dei raggi UV, degli agenti atmosferici del microclima locale.

Saranno di vario tipo e verranno impiegati in base alla tipologia, esposizione ed esercizio del manufatto da proteggere. Saranno da evitare applicazioni di forti spessori di prodotto. Si potranno impiegare vernici a base di resine naturali (vernici a spirito o lacche all'alcool), vernici alla copale (soluzioni della resina in essenza di trementina, eventualmente addizionate con piccole quantità di olio essiccato), vernici a base di resine sintetiche monocomponenti (le cosiddette flatting a base di oleo-resine) che possono essere trasparenti o pigmentate (queste ultime risultano più resistenti). Si potranno utilizzare in alternativa prodotti impregnanti non pellicolanti. Gli impregnanti sono normalmente a base di oli o resine in solvente miscelati con adatti biocidi, sono applicabili a pennello, a rullo o per immersione, hanno un'ottima resistenza e penetrazione, consentono inoltre una facile manutenzione.

Ancora si potranno impiegare, in special modo su superfici piuttosto degradate e non esposte agli agenti atmosferici, materiali naturali quali olio di lino o cere naturali (normalmente cera d'api in soluzione al 40% in toluene).

#### *Trattamento di disinfezione del legno*

La difesa del legno da microrganismi e insetti di varia natura che lo attaccano alterandolo, richiederà interventi a vari livelli: l'eliminazione delle sostanze alterabili contenute nel legno, ovvero la difesa dello stesso con insetticidi che oltre a precludere la vita a microrganismi, funghi e insetti possono anche impedire, se oleosi, l'assorbimento non voluto di acqua dall'ambiente. All'eliminazione delle sostanze alterabili si può pervenire con il metodo della vaporizzazione, all'antissepsi con diversi procedimenti e prodotti.

I trattamenti antisettici del legname e le sostanze adatte ad una corretta disinfezione dovranno in linea di massima, seguire in tutto o in parte (ma senza pregiudicare il risultato finale), le seguenti fasi:

il biocida dovrà colpire direttamente le larve e le crisalidi in modo da ucciderle;

tutte le zone con superfici esposte dovranno essere trattate con insetticida e con biocidi fluidi ad alta penetrazione per creare una zona impregnata di veleno, attraverso la quale dovrà passare l'insetto xilofago per uscire in superficie;

il trattamento superficiale dovrà lasciare uno strato di insetticida sulla superficie e in tutte le fessure del legno; gli insetti dannosi provenienti da altre zone saranno eliminati entrando in contatto con la zona trattata, le uova depositate in superficie si atrofizzeranno e/o saranno distrutte, mentre le larve che stanno nascendo moriranno prima di penetrare nel legno;

tutti i legni che hanno subito un attacco in profondità deteriorando l'essenza dovranno essere sottoposti un intervento di consolidamento in conformità a quanto precedentemente esposto.

L'intervento di disinfestazione dovrà essere tale da eliminare gli agenti biologici negativi esistenti e prevenire eventuali infestazioni future.

Per i trattamenti curativi sarà necessario scegliere il periodo di maggiore attività dell'insetto e quello in cui si trova più vicino alla superficie, cioè il tempo che precede la ninfosità e il periodo di sfarfallamento: primavera e/o inizio estate.

Il preservante andrà applicato a spruzzo o a pennello, ripetendo il trattamento 2-3 volte consecutive per permettere all'insetto di penetrare nel legno il più profondamente possibile. Sarà bene evitare l'uso di prodotti in soluzione acquosa in quanto la capacità di penetrazione dipende dall'umidità del legno.

Qualora si prevedesse l'impiego di tali insetticidi (presentando il vantaggio di essere inodori) sarà indispensabile bagnare abbondantemente il legno con acqua prima di ogni applicazione.

Gli insetticidi sciolti in solvente organico saranno da preferirsi in quanto possiedono una maggiore capacità di penetrazione nel legno secco e attraverso un processo di diffusione capillare sanno distribuirsi nei tessuti legnosi, diffusamente e profondamente. Sarà necessario porre la massima attenzione ad eventuali effetti negativi causati dall'odore penetrante e sgradevole che alcune volte questi insetticidi emanano.

Gli insetticidi consentiti dovranno essere sperimentati con successo dal Centro Nazionale del Legno di Firenze, soddisfare a criteri di atossicità, stabilità alla luce e ai raggi UV nonché non produrre alterazioni cromatiche.

I prodotti utilizzabili per l'operazione di disinfestazione potranno essere:

Disinfestazione del capricorno delle case e dall'*Hesperophanes cineres* - Sarà consentito l'uso di curativi solubili in acqua solo in particolari condizioni; questi saranno a base di soluzioni di miscele, di fluoruro di sodio dinitrofenolo e bicromati, poliborati di sodio.

In linea di massima potranno essere utilizzati prodotti a base di naftalina clorurata, pentaclorofenolo, tetraclorofenolo, paradichlorobenzolo, esaclorocicloesano, ossido tributilico di stagno.

Funghi - Il trattamento antimicotico prevederà l'uso di prodotti particolarmente efficaci anche contro gli insetti; si tratterà in generale di prodotti a base di fluoruri, composti di cromo ed arsenico, pentaclorofenolo ecc. Poiché è raro che un fungo abbia capacità di sviluppo con umidità inferiore al 22% e comunque valori di umidità del 12-14% escludono in modo assoluto qualsiasi pericolo, bisognerà, in ogni caso, che l'intervento complessivo sulla fabbrica garantisca che le strutture lignee in nessun momento successivo possano riassumere valori di umidità tali da permettere attacchi. Dopo aver effettuato l'intervento che garantisca l'eliminazione e/o la prevenzione da un anomalo livello di umidità, il legno infestato potrà essere eliminato ovvero bruciato, le fessure nella muratura penetrate dal fungo dovranno essere trattate col calore di adatto strumento; le precedenti operazioni andranno eseguite con la massima accuratezza e delicatezza e dovranno comunque essere evitati danni ai manufatti e/o materiali adiacenti. Potrebbe risultare necessario effettuare un intervento radicale mediante iniezioni di biocida sia nel legno sia negli intonaci circostanti.

A tal proposito saranno usati iniettori del tipo già descritto per le impregnazioni con resina. In generale le sostanze antisettiche preferibili in quanto ad alto potere biocida e comunque non troppo evidenti dopo l'applicazione saranno:

derivati dal catrame, quali il creosoto (olio di catrame), il carbolineum (olio pesante di catrame clorurato), lo xilamon (naftalina clorurata), emulsioni di creosoto in soluzioni alcaline o addizionate a composti ammoniacali di rame o zinco, i fenoli (dinitrofenolo, dinitrocresolo, penta e tetraclorofenolo, paradichlorobenzolo);

composti degli alogeni, fluoruro di sodio e di potassio, fluorosilicato di magnesio e di zinco ecc. I composti di fluoro saranno particolarmente adatti nella lotta contro i funghi;

derivati del boro (borace, tetraborato di sodio).

Potrebbe comunque essere utile l'uso di appropriate miscele dei predetti per ottenere un miglioramento complessivo delle proprietà biocide.

Saranno preferite miscele a base di composti di fluoro ovvero miscele di dinitrofenolo con fluoruro di sodio (proporzione 11:89) con aggiunta o meno di arsenico; miscele di fluoruri con sali arsenicati di sodio; miscele di arsenati e bicromati; naftolo in soluzione alcolica.

L'efficacia del procedimento di disinfestazione sarà comunque condizionata dalla sua accuratezza e soprattutto dalla reale estensione di tutta la superficie: i punti delicati saranno le sezioni di testa, le giunzioni, gli appoggi e in genere là dove la superficie è stata alterata per incastri, tratti di sega, buchi per chiodi; sarà indispensabile porre la massima attenzione affinché il trattamento coinvolga completamente i precedenti punti. In questi casi sarà comunque necessario agire nel seguente modo: si inserirà tra due superfici di contatto oppure sulle sezioni di testa una pasta al 50% da sale biocida (per esempio utilizzando una miscela composta da fluoruri e sali arsenicati di sodio) e 50% d'acqua (il fabbisogno sarà kg 0,75 di pasta per metro quadro di superficie) e si ripasseranno infine tutte le connessioni e/o sezioni di testa con la medesima soluzione salina.

L'operazione dovrà essere seguita dopo 2 anni da un intervento a spruzzo con gli stessi sali, intervento che andrà ripetuto dopo 5 anni dal primo.

## **Art. 49 – Pavimenti e rivestimenti**

### *Pavimenti*

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla D.L.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti si addenteranno per mm 15 entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.

Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, debbono sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'intonaco per almeno mm 15.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta.

Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno 10 giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Appaltatore avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre ditte. Ad ogni modo dove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla D.L. i campioni dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione Lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione. L'Appaltatore, se richiesto, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco prezzi ed eseguire il sottofondo, giusta le disposizioni che saranno impartite dalla D.L. stessa.

Per quanto concerne gli interventi da eseguire su manufatti esistenti, l'Appaltatore dovrà evitare l'inserimento di nuovi elementi; se non potesse fare a meno di impiegarli per aggiunte o parziali sostituzioni, essi saranno realizzati con materiali e tecniche che ne attestino l'attuale posa in opera in modo da distinguerli dagli originali; inoltre egli avrà l'obbligo di non realizzare alcuna ripresa decorativa o figurativa in quanto non dovrà ispirarsi ad astratti concetti di unità stilistica e tradurre in pratica le teorie sulla forma originaria del manufatto.

L'Appaltatore potrà impiegare uno stile che imiti l'antico solo nel caso si debbano riprendere espressioni geometriche prive di individualità decorativa.

Se si dovessero ricomporre sovrastrutture ornamentali andate in frammenti, l'Appaltatore avrà l'obbligo di non integrarle o ricomporle con inserimenti che potrebbero alterare l'originaria tecnica artistica figurativa; egli, quindi, non dovrà assolutamente fornire una ricostruzione analoga all'originale.

Sottofondi - Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della D.L., da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore non minore di cm 4 in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento, e quindi vi si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore variabile da cm 1,5 a 2. Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la D.L. potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo di pomice.

Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in modo da evitare qualsiasi successivo cedimento.

Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia - Tali pavimenti saranno posati sopra letto di malta cementizia normale, disteso sopra il massetto; le mattonelle saranno premute finché la malta rifluisca nei giunti. Le connessioni debbono essere allineate e stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare mm 1.

Avvenuta la presa della malta i pavimenti saranno arrotati con pietra pomice ed acqua o con mole di carborundum o arenaria, a seconda del tipo, e quelli in graniglia saranno spalmati, in un secondo tempo, con una mano di cera, se richiesta.

Pavimenti in ricomposti lapidei - Con il termine "ricomposti lapidei" si intendono tutti quei prodotti per lo più a base di graniglia lapidea e dalle caratteristiche estetiche e prestazionali diverse. Appartengono a questa categoria di prodotti le graniglie o marmette, i ricomposti di granito con resina poliesteri e i ricomposti di granito con resina poliesteri su rete in fibra di vetro.

- Graniglie. Sono piastrelle formate in appositi stampi e ottenute utilizzando soprattutto cemento bianco ad alta resistenza, micrograniglia selezionata, lavata e depolverizzata, polvere di marmo, sabbia lavata. "Il prodotto potrà essere fornito nella versione prelevigata, con superficie sgrossata da lucidare in opera, e lucida da posare in opera senza ulteriori trattamenti. Potranno essere posati su strato di malta utilizzando cemento colorato impastato con lattice di gomma (fornito dalla stessa azienda produttrice) in modo da ottenere fughe cromaticamente il più possibile simile a quello delle marmette. "La boiaccia di finitura, dalla consistenza necessariamente fluida, sarà stesa più volte e in direzioni diverse impiegando delle spatolone di gomma. Successivamente si provvederà a tenere bagnata la boiaccia almeno per 4-5 giorni. Faranno seguito, nel caso si sia utilizzato un prodotto non prefinito, le normali procedure di levigatura e lucidatura. "Nel caso di posa con collanti la superficie da trattare dovrà essere compattata e priva di oli, grassi, incrostazioni, ecc. Nel caso di superfici particolarmente assorbenti si rende necessario inumidire accuratamente il fondo con lattice di gomma diluito con acqua. Per la fase di posa in opera si utilizzerà una normale colla per pavimenti che dovrà essere spalmata sulla superficie da rivestire con apposita spatola dentata. A questo punto si posizioneranno le piastrelle curandone la battitura che dovrà risultare il più uniforme possibile. La boiaccia per la sigillatura delle fughe dovrà essere applicata dopo 2-3 giorni l'avvenuta posa delle marmette. L'eventuale materiale in eccesso di prodotto andrà rimosso con spugne e/o stracci umidi. In

entrambi i casi, una piombatura finale potrà evitare qualsiasi ulteriore trattamento in quanto diminuirà la porosità del materiale e di conseguenza il suo potere assorbente.

- Ricomposti lapidei con resina poliestere. Materia prima sarà sempre la graniglia di marmo con eventuale arricchimento e di sabbia silice finissima al 30%. Il legante non sarà più il cemento bensì la resina poliestere al 6% additivata con speciale catalizzatore. Con questa tecnica si ottiene una pietra artificiale dalle elevate doti di resistenza sia all'usura sia agli agenti atmosferici, senza necessitare di particolari operazioni di manutenzione. L'impasto così ottenuto viene pressato sottovuoto con catalisi a caldo e formato in lastre di grandi misure successivamente tagliate nelle diverse misure standard.
- Ricomposti lapidei con resina poliestere su rete in fibra di vetro. Il granulato lapideo (Rosa di Baveno, diorite della Val d'Ossola, Rosso Svezia ecc.) viene miscelato con resine poliesteri ed additivato con graniglia. Quest'ultima operazione avviene su vassoi in acciaio cromato sottoposti a intensa vibrazione. Alla lastra viene poi incorporata una fibra di vetro ed il tutto è coperto con granella di marmo. Il prodotto preparato viene inserito in forni di polimerizzazione e trattato a una temperatura di 240 °C. Il semilavorato ottenuto viene levigato. Le sue caratteristiche principali riguardano l'elevata resistenza all'urto, all'abrasione e agli agenti atmosferici. Nel caso di posa del prodotto su sottofondi esistenti sarà necessario pulire ed irruvidire la superficie oltre a depolverizzarla accuratamente. In caso di posa su sottofondi nuovi, sarà necessario, dopo la preventiva imprimitura dei sottofondi, stendere la malta collante con la spatola americana. Sarà inoltre indispensabile battere leggermente con martello di gomma le lastre posate così da eliminare gli eccessi di malta ed ottenere un livellamento perfetto degli elementi. La pedonabilità si otterrà in un periodo variabile tra le 8 e le 24 ore in relazione al collante impiegato.

Pavimenti in mattonelle greificate - Sul massetto in calcestruzzo di cemento, si distenderà uno strato di malta cementizia magra dello spessore di cm 2, che dovrà essere ben battuto e costipato.

Quando il sottofondo avrà preso consistenza, si poseranno su di esso a secco le mattonelle a seconda del disegno o delle istruzioni che verranno impartite dalla D.L. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, saranno premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessioni e verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesi sopra.

Infine la superficie sarà pulita e tirata a lucido con segatura bagnata e quindi con cera.

Le mattonelle greificate, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.

Pavimenti in getto di cemento - Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa, dello spessore di cm 2 ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di mm 5, lisciato, rigato, o rullato secondo quanto prescriverà la D.L.

#### *Rivestimenti di pareti*

I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta Regola d'Arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione Lavori.

Particolare cura dovrà porsi nella posa in opera degli elementi, in modo che questi, a lavoro ultimato, risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco.

Pertanto i materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua sino a saturazione e dopo aver abbondantemente innaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno allettati con malta cementizia normale, nella quantità necessaria e sufficiente.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra di loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere completati con tutti gli eventuali gusci di raccordo ai pavimenti e agli spigoli, con eventuali listelli, cornici ecc.

A lavoro ultimato i rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.

L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatto nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia ben asciutta.

#### *Opere in marmo, pietre naturali ed artificiali*

Le opere in marmo, pietre naturali o artificiali dovranno in generale corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente Capitolato o di quelle particolari impartite dalla D.L. all'atto dell'esecuzione.

Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) corrispondente a quelle essenziali della specie prescelta.

Prima di iniziare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti all'appalto da parte dell'Amministrazione appaltante, l'Appaltante dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della D.L., alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli Uffici della Direzione, quali termini di confronto e di riferimento.

Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la D.L. ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimento, copertina, cornice, pavimento, colonna ecc.), la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura ecc.

Per le opere di una certa importanza, la D.L. potrà, prima che esse vengano iniziate, ordinare all'Appaltatore la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il loro collocamento in sito, nonché l'esecuzione di tutte le modifiche necessarie, a spese dell'Appaltatore stesso, sino ad ottenerne l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare fornitura.

Per tutte le opere infine è fatto obbligo all'Appaltatore di rilevare e controllare a propria cura e spese la corrispondenza delle varie opere ordinate dalla D.L. alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando esso Appaltatore in ogni caso unico responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera. Esso avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla D.L.

#### *Marmi e pietre naturali*

Marmi - Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesta dall'opera stessa, congiunzioni senza risalti e piani perfetti.

Salvo contraria disposizione, i marmi dovranno essere di norma lavorati in tutte le facce viste a pelle liscia, arrotate e pomiciate.

I marmi colorati dovranno presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta. Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presta, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchia aperta, a libro o comunque giocata.

Pietra da taglio - La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a) a grana grossa;
- b) a grana ordinaria;
- c) a grana mezza fina;
- d) a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa, si intenderà quella lavorata semplicemente con la punta grossa senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio si intenderà lavorata a grana mezza fina e a grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani e, rispettivamente, a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che le connessioni fra concio non eccedano la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorate a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli né cavità nelle facce o stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'Appaltatore sarà in obbligo di sostituirla immediatamente anche se le scheggiature o ammanchi si verificassero dopo il momento della posa in opera, e ciò fino al collaudo.

### **Art. 50 – Intonaci e decorazioni, interventi di conservazione**

#### *Intonaci*

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimossa dai giunti delle murature la malta aderente, ripulita ed abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa.

Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, crepature irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, o altri difetti.

Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature dovranno essere demoliti e rifatti dall'Appaltatore a sue spese.

La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'Appaltatore fare tutte le riparazioni occorrenti.

Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore a mm 15.

Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione Lavori.

Particolarmente per ciascun tipo di intonaco si prescrive quanto appresso.

Intonaco grezzo o arricciatura - Predisposte le fasce verticali, sotto regola di guida, in numero sufficiente verrà applicato alle murature un primo strato di malta comune detto rinzaffo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola o col frattazzo, stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano, per quanto possibile, regolari.

Intonaco comune o civile - Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si stenderà su di esso un terzo strato di malta fina, che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

Intonaci colorati - Per gli intonaci delle facciate esterne, potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo siano mischiati i colori che verranno indicati per ciascuna parte delle facciate stesse.

Per dette facciate potranno venire ordinati anche i graffiti, che si otterranno aggiungendo ad uno strato di intonaco colorato, come sopra descritto, un secondo strato pure colorato ad altro colore, che poi verrà raschiato, secondo opportuni disegni, fino a far apparire il precedente. Il secondo strato di intonaco colorato dovrà avere lo spessore di almeno mm 2.

Intonaco a stucco - Sull'intonaco grezzo sarà sovrapposto uno strato alto almeno mm 4 di malta per stucchi, che verrà spianata con piccolo regolo e governata con la cazzuola così da avere pareti perfettamente piane nelle quali non sarà tollerata la benché minima imperfezione.

Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla D.L.

Intonaco a stucco lucido - Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo deve essere preparato con maggiore diligenza e deve essere di uniforme grossezza ed assolutamente privo di fenditure.

Spianato lo stucco, prima che esso sia asciutto si bagna con acqua in cui sia sciolto del sapone di Genova e quindi si comprime e si tira a lucido con ferri caldi, evitando qualsiasi macchia, la quale sarà sempre da attribuire a cattiva esecuzione del lavoro.

Terminata l'operazione si bagna lo stucco con la medesima soluzione saponacea, lisciandolo con pannolino.

Rabbocature - Le rabbocature che occorressero su muri vecchi o comunque non eseguiti con faccia vista in malta o sui muri a secco saranno formate con malta di calce.

Prima dell'applicazione della malta, le connessioni saranno diligentemente ripulite, fino a conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e quindi riscagliate e profilate con apposito ferro.

#### *Decorazioni*

Nelle facciate esterne, nei pilastri e nelle pareti interne saranno formati i cornicioni, le lesene, gli archi, le fasce, gli aggetti, le riquadrature, i bassifondi ecc., in conformità dei particolari che saranno forniti dalla D.L., nonché fatte le decorazioni, anche policrome, che pure saranno indicate, sia con colore a tinta sia a graffito.

L'ossatura dei cornicioni, delle cornici e delle fasce sarà formata, sempre in costruzione, con più ordini di pietre o di mattoni e anche in conglomerato semplice o armato, secondo lo sporto e l'altezza che le conviene.

Per i cornicioni di grande sporto saranno adottati i materiali speciali che prescriverà la D.L., oppure sarà provveduto alla formazione di apposite lastre in cemento armato con o senza mensole.

Tutti i cornicioni saranno contrappesati opportunamente e, ove occorra, ancorati alle murature inferiori.

Per le pilastrate o mostre di porte e finestre, quando non sia diversamente disposto dalla D.L., l'ossatura dovrà sempre essere eseguita contemporaneamente alla costruzione.

Predisposti i pezzi dell'ossatura nelle stabilite proporzioni e sfettate in modo da presentare l'insieme del proposto profilo, si riveste tale ossatura con un grosso strato di malta, e si aggiusta alla meglio con la cazzuola. Prosciugato questo primo strato si abbozza la cornice con un calibro o sagoma di legno, appositamente preparato, ove sia tagliato il controllo della cornice, che si farà scorrere sulla bozza con la guida di un regolo di legno. L'abbozzo, come avanti predisposto, sarà poi rivestito con apposita malta di stucco da tirarsi e lisciarsi convenientemente.

Quando nella costruzione delle murature non siano state predisposte le ossature per lesene, cornici, fasce, ecc., e queste debbano quindi applicarsi completamente in oggetto, o quando siano troppo limitate rispetto alla decorazione, o quando infine possa temersi che la parte di rifinitura delle decorazioni, per eccessiva sporgenza o per deficiente aderenza all'ossatura predisposta, col tempo possa staccarsi, si curerà di ottenere maggiore e più solido collegamento della decorazione sporgente alle pareti o alle ossature mediante infissione in esse di adatti chiodi, collegati fra loro con filo di ferro del diametro di mm 1, attorcigliato ad essi e formante maglia di cm 10 circa di lato.

Decorazioni a cemento - Le decorazioni a cemento delle porte e delle finestre e quelle parti ornate dalle cornici, davanzali, pannelli, ecc. verranno eseguite in conformità dei particolari architettonici forniti dalla D.L. Le parti più sporgenti dal piano della facciata ed i davanzali saranno formati con speciali pezzi prefabbricati di conglomerato cementizio dosato a kg 400 gettato in apposite forme all'uopo predisposte a cura e spese dell'Appaltatore, e saranno opportunamente ancorati alle murature. Quando tali pezzi siano a faccia liscia, verranno lavorati con le norme di cui all'Art. .... il resto della decorazione, meno sporgente, sarà fatta in posto, con ossatura di cotto o di conglomerato cementizio, la quale verrà poscia, con malta di cemento, tirata in sagome e lisciata.

Per le decorazioni in genere, siano queste da eseguirsi a stucco, in cemento o in pietra, l'Appaltatore è tenuto ad approntare il relativo modello in gesso al naturale, a richiesta della D.L.

#### *Interventi di conservazione*

Gli interventi di conservazione sugli intonaci e sulle decorazioni saranno sempre finalizzati alla massima tutela della loro integrità fisico-materica; l'Appaltatore dovrà pertanto, evitare demolizioni, rimozioni e dismissioni tranne quando espressamente ordinato dalla D.L. e solo ed esclusivamente gli intonaci risultino irreversibilmente alterati e degradati, evidenziando eccessiva perdita di legante, inconsistenza, evidenti fenomeni di sfarinamento e distacco.

Le operazioni di intervento andranno pertanto effettuate salvaguardando il manufatto e distinguendo in modo chiaro le parti eventualmente ricostruite.

I materiali da utilizzarsi per l'intervento di conservazione dovranno essere accettate dalla D.L., possedere accertate caratteristiche di compatibilità fisica, chimica e meccanica con l'intonaco esistente ed il suo supporto.

#### *Conservazione di intonaci distaccati mediante iniezioni*

a base di miscele idrauliche

Questi interventi consentono di ripristinare la condizione di adesività fra intonaco e supporto, sia esso la muratura o un altro strato di rivestimento, mediante l'applicazione o l'iniezione di una miscela adesiva che presenti le stesse caratteristiche dell'intonaco esistente e cioè:

- a) forza meccanica superiore, ma in modo non eccessivo, a quella della malta esistente;
- b) porosità simile;
- c) ottima presa idraulica;
- d) minimo contenuto possibile di sali solubili potenzialmente dannosi per i materiali circostanti;
- e) buona plasticità e lavorabilità;
- f) basso ritiro per permettere il riempimento anche di fessure di diversi millimetri di larghezza.

Il distacco può presentare buone condizioni di accessibilità (parti esfoliate, zone marginali di una lacuna), oppure può manifestarsi senza soluzioni di continuità sulla superficie dell'intonaco, con rigonfiamenti percettibili al tocco o strumentalmente.

Nel primo caso la soluzione adesiva può essere applicata a pennello direttamente sulle parti staccate, ravvicinandole al supporto. Nel caso in cui la zona non sia direttamente accessibile, dopo aver ispezionato le superfici ed individuate le zone interessate da distacchi, l'Appaltatore dovrà eseguire delle perforazioni con attrezzi ad esclusiva rotazione limitando l'intervento alle parti distaccate.

Egli altresì, iniziando la lavorazione a partire dalla quota più elevata, dovrà:

- aspirare mediante una pipetta in gomma i detriti della perforazione e le polveri depositatesi all'interno dell'intonaco;
- iniettare con adatta siringa una miscela acqua/alcool all'interno dell'intonaco al fine di pulire la zona distaccata ed umidificare la muratura;
- applicare all'interno del foro un batufolo di cotone;
- iniettare, attraverso il batufolo di cotone, una soluzione a base di adesivo acrilico in emulsione (primer) avendo cura di evitare il reflusso verso l'esterno;
- attendere che l'emulsione acrilica abbia fatto presa;
- iniettare, dopo aver asportato il batufolo di cotone, la malta idraulica prescritta operando una leggera, ma prolungata pressione sulle parti distaccate ed evitando il percolamento della miscela all'esterno.

Qualora la presenza di alcuni detriti dovesse ostacolare la ricollocazione nella sua posizione originaria del vecchio intonaco, oppure impedire l'ingresso della miscela, l'Appaltatore dovrà rimuovere l'ostruzione con iniezioni d'acqua a leggera pressione oppure attraverso gli attrezzi meccanici consigliati dalla D.L.

Per distacchi di lieve entità, fra strato e strato, con soluzioni di continuità dell'ordine di mm 0,5, non è possibile iniettare miscele idrauliche, per cui si può ricorrere a microiniezioni a base di sola resina, per esempio un'emulsione acrilica, una resina epossidica o dei silani. Per distacchi estesi si potrà utilizzare una miscela composta da una calce idraulica, un aggregato idraulico, un adesivo fluido, ed eventualmente un fluidificante. L'idraulicità della calce permette al preparato di far presa anche in ambiente umido; l'idraulicità dell'aggregato conferma le proprietà e conferisce maggiore resistenza alla malta; l'adesivo impedisce in parte la perdita di acqua appena la miscela viene a contatto con muratura e intonaco esistente; il fluidificante eleva la lavorabilità dell'impasto.

Come legante si usano calci idrauliche naturali bianche, con additivo collante tipo resina acrilica; gli aggregati consigliati sono la pozzolana superventilata e lavata (per eliminare eventuali sali) e il cocchiopesto, con gluconato di sodio come fluidificante.

#### *Stuccature e trattamento delle lacune*

Gli impasti utilizzabili per le stuccature dovranno essere simili ai preparati da iniettare nelle zone distaccate, con alcune accortezze: scegliere aggregati che non contrastino eccessivamente, per colore, granulometria, con l'aspetto della malta esistente; rendere spalmabile l'impasto a spatola diminuendo la quantità di acqua o aggiungendo della silice micronizzata; evitare di usare malte di sola calce e sabbia, che possono dar luogo ad aloni biancastri di carbonato di calcio sulle parti limitrofe.

Fra i preparati più diffusi si potrà utilizzare un impasto di grassello di calce e di polvere di marmo o di cocchiopesto, additivati con resine. Se le fessure sono profonde si procede al riempimento dapprima con uno stucco idraulico (formato da grassello di calce con aggregati grossolani di cocchiopesto o pozzolana), per rifinire poi la parte superficiale con un impasto più fine (vedi Art. 6 e 8.5).

Per lesioni strutturali si potranno utilizzare anche miscele a base di malte epossidiche, che hanno però un modulo elastico molto alto e presentano scarsa resistenza all'azione dei raggi ultravioletti, per cui non è consigliabile la loro applicazione in superficie, ma soltanto in stuccature profonde, o come adesivi strutturali.

Per le zone di una facciata dove siano presenti delle lacune si potrà intervenire secondo due metodologie conservative secondo le indicazioni della D.L.: una tesa alla ricostituzione dell'omogeneità e della continuità della superficie intonacata e l'altra mirata invece a mantenere intatte anche dal punto di vista percettivo le disomogeneità dell'elemento.

Nel primo caso l'intervento consisterà nell'applicazione di un impasto compatibile con il materiale esistente in modo da ricostituire non tanto un'omogeneità estetica della facciata, quanto una continuità prestazionale del rivestimento.

Per sottolineare la discontinuità dei materiali si applicheranno i rappezzi in leggero sottosquadro, in modo da differenziarli ulteriormente e da renderli immediatamente leggibili come novità. Nel secondo caso sarà la muratura scoperta ad essere trattata in modo da recuperare il grado di protezione di cui è stata privata dalla caduta del rivestimento: procedendo contemporaneamente alla sigillatura dei bordi delle zone intonacate, così da evitare infiltrazioni d'acqua o la formazione di depositi polverosi.

Nelle malte da impiegare nella realizzazione di rappezzì è fondamentale la compatibilità dei componenti, soprattutto per quanto riguarda il comportamento rispetto alle variazioni di temperatura e di umidità atmosferiche e la permeabilità all'acqua e al vapore.

Si potranno pertanto impiegare malte a base di grassello di calce additivato con polveri di marmo o altro aggregato carbonatico, eventualmente mescolato a polvere di cocciopesto, avendo cura di eliminare la frazione polverulenta. A questi impasti possono essere mescolati composti idraulici o resine acriliche, per favorire l'adesività ed evitare un ritiro troppo pronunciato e la comparsa di fessurazioni.

#### *Trattamento conservativo di pareti intonacate con malte a base di calce*

Una volta eseguite tutte le operazioni di diagnosi preventiva (analisi chimico-fisiche, al microscopio ottico per campioni significativi, indagini termovisive, stratigrafiche) volte ad acquisire piena conoscenza dello stato materico-patologico degli intonaci, del loro grado di ancoraggio al supporto, della tipologia di finitura, determinate le cause di degrado diretto e/o indiretto (in special modo individuando e quantificando la presenza di umidità ascendente, discendente e da condensa), restituite graficamente le mappature delle fenomenologie riscontrate ed individuate, verificata la possibilità di effettiva conservazione dei manufatti, si potrà procedere all'intervento che prevede operazioni di pulitura, consolidamento e protezione.

#### *Pulitura*

Verrà calibrata rispetto al grado di conservazione del paramento, degli agenti patogeni che andranno selettivamente eliminati e del tipo di finitura pittorica presente.

Andrà effettuata un'accurata pulitura con stracci, scopinetti e spazzole di nailon, di saggina, di setole naturali al fine di togliere tracce di sporco e residui facilmente asportabili anche di precedenti pitturazioni in fase di distacco (specialmente se di tipo acrilico). Nel caso fossero presenti depositi di microrganismi si dovrà procedere irrorando la superficie con adatti biocidi (benzalconio cloruro all'1% o ipoclorito di litio all'1-2%). Potrà seguire un'eventuale pulitura di tipo meccanico a carattere puntuale utilizzando piccoli attrezzi (spatole, scalpelli, vibroincisori) onde eliminare stuccature incoerenti, depositi consistenti, pellicole incoerenti di intonaco in fase di distacco. Una successiva pulitura generalizzata impiegando microaerabrasivo a bassa pressione. L'abrasivo utilizzato sarà di norma costituito da microsfele di vetro di mm 0,04 o, in alternativa, da ossido di alluminio di 150/180/200 mesh, durezza scala Mohs=a 9. La pressione del getto, che utilizzerà aria compressa disidratata (filtraggio attraverso essiccatore contenente cloruro di sodio o gel di silice), dovrà essere finemente regolabile e potrà variare in esercizio tra 0,5 e 3 atm. Il diametro dell'ugello potrà variare da mm 3 a 5. In ogni caso il tipo di abrasivo, il diametro dell'ugello e la pressione d'esercizio saranno determinati dalla D.L. effettuando preventivamente piccoli campionature di prova. Per la rimozione di macchie e depositi più consistenti si potrà ricorrere all'utilizzo di impacchi con polpa di cellulosa, sepiolite, carbonato d'ammonio ed acqua distillata (i tempi applicativi si stabiliranno effettuando ridotte campionature).

#### *Consolidamento*

In base allo stato di conservazione dei rivestimenti si potrà optare per un intervento di consolidamento corticale.

Si opererà un trattamento tramite applicazione ad airless di estere etilico dell'acido silicico da eseguirsi solo ed esclusivamente su superfici perfettamente asciutte. La quantità di prodotto da impiegarsi è solitamente stimabile in 300/400 g al metro quadro. Si renderanno necessari piccoli test da eseguirsi su superfici campione per stimare la quantità esatta di prodotto da utilizzarsi.

Potrebbero rendersi necessarie anche stuccature puntuali o bordature da effettuarsi con un primo arriccio in malta di calce lafarge esente da sali solubili, polvere di marmo e sabbia vagliata (rapporto legante inerte 1:2). L'arriccio sarà da effettuarsi utilizzando piccole spatole ed evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta sia con le spatole). La stuccatura di finitura si effettuerà con grassello di calce e sabbia Ticino eventualmente additivati con sabbie di granulometrie superiori, cocciopesto, polveri marmo (rapporto leganti e inerti 1:3).

#### *Protezione*

Operazione necessaria nel caso di intonaci molto porosi o paramenti esposti a nord. Ad almeno 20 giorni dai precedenti trattamenti consolidanti, su superficie perfettamente asciutta, si potrà procedere all'applicazione a spruzzo di prodotto idrorepellente a base siliconica, privo di effetto perlante, eventualmente additivato con adeguato algicida. Saranno da utilizzarsi prodotti a base silanica e siliconica da applicarsi nella quantità media di circa 500 g al metro quadro. L'applicazione sarà da effettuarsi in giornate non piovose, con temperatura esterna dai 15 ai 25 °C, su superficie fredda e non assolata. I prodotti dovranno essere applicati abbondantemente due o tre volte sino a rifiuto; la pressione di spruzzo (0,5-0,7 bar) e il diametro dell'ugello devono essere scelti in modo che non si abbia nebulizzazione dell'agente impregnante.

Nel caso in cui si volesse applicare una leggera mano di colore all'intero paramento, prima del trattamento finale con idrorepellente, si potrà eseguire una tinteggiatura con velature di tinta a calce. La tinta da impiegarsi andrà selezionata in base alle cromie esistenti con le quali andrà ad integrarsi; dovrà essere esente da leganti resinosi acrilici o vinilici. La coloritura dovrà essere realizzata tramite utilizzo di vaglio di grassello di calce e terre naturali (terre e grassello subiranno un doppio vaglio con setacci di diverse dimensioni). Per dare maggiore luminosità e trasparenza alla tinta, ottenuta con una maggiore diluizione, si effettuerà una prima stesura di bianco di calce.

## **Art. 51 – Impermeabilizzazioni**

### *Generalità*

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze. Le impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.; le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, inclusa ogni opera di ripristino.

a) Guaina bituminosa - Prima del trattamento con materiale impermeabilizzante si procederà ad una accurata pulizia della superficie mediante aria compressa, regolarizzandola nelle parti mancanti o asportando eventuali sporgenze.

Si applicherà una mano di primer anche a spruzzo, per circa 0,5 kg al metro quadro di materiale bituminoso del tipo di quello della guaina. La guaina sarà di mm 3-4 di spessore, del tipo di cui all'Art. 2.9.

I giunti tra le guaine dovranno sovrapporsi per almeno cm 8 e dovranno essere sigillati con fiamma e spatola metallica; nelle parti terminali si avrà particolare cura di evitare infiltrazioni, ricorrendo, se necessario, e anche a giudizio del Direttore Lavori, ad una maggiore quantità di massa bituminosa da stendere sul primer per una fascia di almeno un metro. Nelle parti da rinterrare, a contatto della guaina e prima di procedere al rinterro si metterà in opera un feltro di materiale sintetico imputrescibile di spessore di mm 3-4, procedendo poi al rinterro con la cautela di evitare che massi lapidei spigolosi o di grosse dimensioni danneggino la guaina.

b) Sottomanto bituminoso - Sopra i massetti di solai in calcestruzzo, che devono ricevere un manto di copertura, potrà essere messo in opera, secondo le prescrizioni del Direttore Lavori, uno strato di materiale impermeabilizzante, costituito da due mani di emulsione bituminosa stesa a freddo, oppure una guaina bituminosa armata con velovetro da mm 3, oppure una guaina di maggiore consistenza.

c) Membrane sintetiche - Per la impermeabilizzazione di coperture piane o di terrazzi praticabili e non, prima della posa delle eventuali pavimentazioni si potranno utilizzare membrane non bituminose a base elastomerica (manti in butile - IIR, in etilene e propilene - EPDM, in polietilene clorosolfonato), o plastomerica (manti in polivinilcloruro - PVC, polietilene ad alta densità - HDPE, polietilene clorurato - CPE, poliisobutilene - PIB, poliolefine flessibile - FPO). I manti verranno posati in monostrato previa realizzazione, all'intradosso del manufatto da proteggere, di strato di regolarizzazione o di separazione e scorrimento (feltro tessuto non tessuto). Le membrane avranno spessori variabili a seconda del loro impiego (10 - 30 mm), potranno essere armate con velovetro, tessuto di vetro, tessuto sintetico, tessuto non tessuto. La posa in opera dei teli avviene normalmente a secco, la loro giunzione avverrà per saldatura ad aria calda, per giunzione dei lembi con vulcanizzazione a caldo o a freddo, con adesivi e/o nastri biadesivi.

## **Art. 52 – Consolidamento di eliminazione dell'umidità**

### Generalità

Il problema andrà affrontato primariamente in maniera indiretta, acquisendo conoscenza. La prima vera fase di intervento non sarà pertanto sulla materia da risanare, ma sul suo ambiente all'intorno, sulle cause indirette che possono aver provocato il fenomeno (acque non raccolte, falde freatiche, rotture di canali, isolamenti non idonei ecc.).

Solo in seconda battuta si potrà intervenire direttamente sul manufatto, sulle sue caratteristiche fisico-chimiche, sulla sua effettiva consistenza materica e sul suo stato di degrado.

Solo dopo aver ottenuto le opportune risposte si potranno adottare adeguate tecniche di intervento, eliminando in prima istanza le cause innescanti il degrado.

Andrà quindi effettuata una serie di valutazioni preliminari utili ad identificare i probabili fenomeni in atto al contorno del manufatto interessato dal degrado da umidità. Un'indagine di primo livello si dovrà preoccupare di reperire informazioni sulla morfologia del territorio, sull'altezza della falda freatica, sulla presenza di acque sotterranee, di canali interrati, di acque disperse e non raccolte. Successivamente si dovranno indagare le cause dirette analizzando lo stato di conservazione del manufatto oggetto di intervento, degli impianti di adduzione e di scarico delle acque per uso domestico, degli impianti di riscaldamento e di ventilazione, di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche (canali, pluviali, pozzetti).

Una volta identificate con certezza le cause generanti le fenomenologie di degrado, si potrà intervenire affrontando il problema per successivi livelli di intervento. In prima istanza intercettando ed eliminando il fattore di alimentazione a monte. Secondariamente intervenendo direttamente sull'edificio e sul suo intorno, optando per operazioni tra le più semplici e meno invasive, cercando di deumidificare tramite sistemi aeranti quali intercapedini, vespai, sistemi di raccolta e di deflusso, impianti di climatizzazione e riscaldamento (spesso inesistenti o insufficienti), aumentando le superfici esposte, proteggendole al contempo tramite opportuni interventi idrofobizzanti.

Solo se tali operazioni preventive risultassero assolutamente insufficienti si potrà ricorrere ad interventi murati, direttamente sul manufatto, adottando sistemi oggi suddivisi in quattro grandi famiglie:

- meccanici = taglio dei muri;
- aeranti = sifoni, malte traspiranti;
- elettrofisici = per conduzione elettrica;
- chimici = per occlusione dei capillari o per loro inversione.

Ognuna delle famiglie è composta da vari elementi, anche molto diversi tra loro, con aspetti positivi e/o negativi, con varie e a volte complesse modalità applicative. Le stesse singole famiglie non sono comunque in grado di dare soluzioni definitive, in special modo se si pensa che ognuna possa, in ogni caso applicativo, prevalere sull'altra.

Ogni sistema adottato o adottabile possiede almeno un punto debole, pertanto sarà sempre opportuno vagliare accuratamente le possibilità e le caratteristiche offerte dai mezzi in commercio raffrontandoli con l'edificio, con le

particolarità e le peculiarità di ogni singolo manufatto. Nella maggior parte dei casi bisognerà intervenire con diverse modalità, in grado di garantire (ognuna nel suo campo specifico, rapportata e congiunta ad un progetto generale di intervento in parallelo con altri interventi) la soluzione ottimale nei confronti di quel ricco e complesso quadro patologico innescato dalle acque, di qualsiasi natura esse siano.

#### *Drenaggi, contromurazioni, intercapedini, vespai*

Si tratta di metodi di eliminazione dell'umidità che normalmente interessano fondazioni e/o muri interrati, in grado di assorbire acqua in fase liquida direttamente dal sottosuolo per capillarità. L'assorbimento si verifica alla base delle fondazioni, sulle pareti laterali e sulle pavimentazioni a diretto contatto con il terreno. L'acqua è in grado di penetrare anche sotto forma di vapore, a causa delle diverse pressioni di vapore che vengono a verificarsi tra l'aria dei locali dell'edificio interessato ed il terreno; in caso di condensa risulta chiaro che andrà ad incrementarsi il fenomeno della risalita capillare.

Drenaggi - Esterni, in grado di convogliare lontano dalla muratura le acque di scorrimento e quelle derivanti da falda freatica. Potranno essere disposti in aderenza ai muri oppure distaccati; nel primo caso si porrà, a contatto con il muro, una barriera impermeabile, costituita da guaine od ottenuta mediante pitture impermeabilizzanti.

Quando l'umidità è presente in quantità limitata per l'intercettazione dell'acqua potrà essere sufficiente una semplice trincea in ciottoli, scheggioni di cava sistemati a mano, dietro a muri di sostegno o a pareti controterra. In caso di quantità maggiori o nel caso di terreni impermeabili sarà opportuno integrare il drenaggio con un tubo forato posto sul fondo della fossa con la funzione di raccolta ed allontanamento delle acque in fognatura drenante.

Il materiale di riempimento per questo tipo di trincea dovrà essere di granulometria diversificata, sempre più fine a mano a mano che ci si avvicina al tubo. Nel caso in cui si sia obbligati a scendere con lo scavo al di sotto della quota di fondazione sarà certamente opportuno posizionare la trincea ad almeno due metri dalla stessa per evitarne il possibile scalzamento.

Per impedire infiltrazioni di acqua piovana bisognerà creare o ripristinare un marciapiede lungo tutto il perimetro dell'edificio. In tal modo l'assorbimento di umidità sarà ridotto al solo piano di appoggio della fondazione. Tale tipo di intervento potrà risultare efficace e risolutivo nei casi in cui la risalita capillare dell'umidità non superi i cm 40-50: allora bisognerà, però, predisporre un nuovo piano di calpestio per l'eventuale piano interrato esistente, creando un vespaio aerato di altezza logicamente maggiore a cm 40.

Nel caso in cui le fondazioni siano immerse in terreni saturi di acqua ed a profondità maggiori siano presenti strati di suolo di tipo assorbente (per esempio un banco di ghiaia sciolta) è possibile procedere al risanamento di locali interrati ricorrendo alla creazione di pozzi assorbenti.

Tali pozzi lasciano filtrare al loro interno l'acqua proveniente dal suolo saturo, convogliandola verso il sottostante banco assorbente. Si ottengono in tal modo un abbassamento del livello della falda acquifera ed un rapido prosciugamento delle acque piovane che, per gravità, penetrano nel terreno.

Vespai - Accade molto spesso che l'umidità derivi più dai pavimenti che dai muri laterali: non sarà facile in questo caso stabilirne le cause dirette. Sarà comunque opportuno procedere alla formazione di un vespaio orizzontale eventualmente collegato, tramite appositi fori, con l'intercapedine esterna. I vespai, dove possibile dovranno sempre avere andamento nord-sud, in modo da garantire un minimo di movimentazione d'aria.

I vespai sono tradizionalmente di due tipi:

- a camere d'aria e muretti con uno strato impermeabilizzante alla base, altezza media di cm 50 posti ad interasse di cm 80-90;
- a riempimento (fossa riempita di schegge, pietrame, grossi ciottoli).

La funzione è evidentemente quella di evitare un contatto diretto con l'acqua e l'umidità presenti nel terreno.

Potrà anche non essere necessaria la predisposizione di bocchette di ventilazione, formando in tal caso un massetto, di base di almeno cm 8, sul quale stendere uno strato impermeabile a base bituminosa o nel caso in cui il riempimento sia costituito da materiale asciutto e termoisolante.

Vespai a camera d'aria - Da realizzarsi avendo la possibilità di rimuovere la pavimentazione esistente (se irrecuperabile perché fortemente degradata o inesistente), ed eseguire uno scavo di cm 80-100 di profondità. Effettuato lo scavo si dovrà predisporre il nuovo piano di imposta tramite stesura di ghiaia e di soprastante magrone in calcestruzzo. I vespai, se realizzati con andamento nord-sud, saranno messi in comunicazione, tramite fori passanti nelle murature perimetrali (mm 8-10 di diametro), con le eventuali intercapedini aeranti perimetrali.

- Vespaio in moduli prefabbricati: si potranno utilizzare manufatti prefabbricati in plastica riciclata (igloo) di varie dimensioni ed altezze. I moduli verranno accostati per ricavare l'intercapedine ed al tempo stesso il piano per il getto del calcestruzzo armato. I manufatti saranno dotati di nervature per migliorare le caratteristiche meccaniche e di sistema di aggancio rapido senza necessità di fissaggio. Saranno posizionati su massetto di livellamento realizzato in ghiaia e magrone di calcestruzzo.

Vespai a riempimento - Avendo la possibilità di rimuovere la pavimentazione esistente, ma nel caso in cui non risulti possibile effettuare lo scavo per la realizzazione di vespaio aerato, risulta comunque fondamentale impermeabilizzare la superficie del massetto di posa della nuova pavimentazione. Andrà pertanto drenato il terreno sottostante tramite allocazione di uno strato di pietrame a secco e creazione di ventilazione ottenuta mediante posa di condotto rettilineo in PVC. Il condotto, passante nella muratura, metterà in comunicazione il vespaio con un pozzetto perimetrale con chiusini

aerati. Si eseguirà quindi il getto in calcestruzzo e rete elettrosaldata da impermeabilizzarsi all'estradosso con guaina bituminosa.

#### *Barriere al vapore*

Per evitare il fenomeno della condensa sulle murature basta in genere inserire nell'edificio un adeguato impianto di riscaldamento e/o assicurare un adeguato ricambio d'aria al suo interno tramite adeguata ventilazione. Molto spesso sia la ventilazione sia il riscaldamento sono i due mezzi di più immediata efficacia per un provvisorio miglioramento igienico dei locali umidi. Il metodo più semplice per eliminare ristagni e sacche d'aria satura è quello che utilizza bocche di aerazione a livello del pavimento, nel muro di spina, come risulta conveniente sostituire con griglie gli specchi inferiori delle porte. Il numero e le dimensioni delle bocche debbono essere proporzionali al volume d'aria del locale. In ogni caso la luce complessiva non dovrà mai essere inferiore a m 2 0,1 per ogni m 3 100 di ambiente, con spessori di muro superiori a cm 60 sarà bene che ogni bocca abbia dimensioni non inferiori a cm 25×25 ubicandone una ogni m 3-4 di parete.

Il fenomeno tuttavia potrebbe riverificarsi; andrà pertanto valutata l'opportunità di ridurre la dispersione termica dei muri con materiale coibente.

Vari i tipi di prodotti presenti sul mercato che si prestano allo scopo. Dallo strato di carta bituminata ai fogli di alluminio fissati con adesivi al lato interno e ricoperti da intonaco macroporoso; dalle lastre di resine espanse, ai pannelli di fibra minerale.

Sarà in ogni caso sempre opportuno assicurarsi dell'assoluta continuità della barriera realizzata evitando qualsiasi punto di ponte termico.

#### *Eliminazione delle efflorescenze saline*

Effettuati gli interventi di deumidificazione e di intercettazione dell'umidità da risalita, si presenta quasi sempre l'accentuato fenomeno dell'efflorescenza salina causata dalla migrazione dei sali igroscopici presenti all'interno della muratura (ma non più alimentati) verso la superficie esterna.

Buona norma sarà sempre, prima di procedere a qualsiasi trattamento o rivestimento superficiale, concedere un tempo relativamente lungo alle murature per espellere i sali ancora presenti. Tale tempo, difficilmente valutabile, non dovrà essere inferiore ai 4-6 mesi volendo ottenere un minimo di risultato. Nel caso di murature non intonacate, per accelerare il fenomeno ed evitare che i sali si depositino sulla superficie, si potrà procedere all'applicazione di un intonaco rinzaffato di assorbimento. Avrà struttura molto debole (300 kg di calce idrata per 1,00 mc di sabbia) per poter essere rimosso con estrema facilità prima dei trattamenti del paramento.

Negli altri casi, prima di procedere alla pulitura, bisognerà occuparsi dell'identificazione delle cause e del tipo di sale presente. Andranno pertanto prelevati campioni di materiale da analizzare in laboratorio o effettuare in situ un esame speditivo superficiale. Si potrà verificare l'aderenza dell'efflorescenza ai mattoni, la solubilità della sostanza in acqua e, in caso negativo, nell'acido cloridrico, la reattività chimica (effervescenza con acido cloridrico), il sapore (se salato o amaro). Queste semplici analisi possono darci indicazioni di massima sulla tipologia di sale presente suggerendo la modalità di intervento.

Il solfato di calcio (quasi sempre presente) determina un'efflorescenza molto aderente, non solubile in acqua, insapore e senza effervescenza al trattamento cloridrico. I solfati di sodio e di potassio danno luogo ad un tipo di efflorescenza polverulenta, con aghi cristallini, ramificata e, se come pellicola, si manifesta a fiori cristallini, è molto solubile in acqua, ha sapore salato. Il solfato di magnesio determina un tipo di efflorescenza simile per aspetto alla precedente, altamente solubile in acqua, ma dal sapore amaro. Il carbonato di calcio determina efflorescenza dal velo leggero, insolubile in acqua e dalla forte effervescenza in presenza di acido cloridrico.

Per il solfato ed il carbonato di calcio si potrà effettuare un lavaggio con soluzione al 10% di acido cloridrico e successivo abbondante lavaggio con acqua deionizzata. Per il carbonato di calcio è di norma sufficiente un'accurata spazzolatura da eseguire a secco. La stessa metodologia è utilizzabile per i solfati alcalini (sodio e potassio) facendo seguire alla spazzolatura abbondante risciacquo con acqua deionizzata.

Si potranno inoltre effettuare trattamenti con prodotti impregnanti o idrorepellenti (resine siliconiche) che tendono a trasformare chimicamente i composti igroscopici in composti stabili. Tali prodotti andranno utilizzati con grande cautela onde non causare ulteriori problemi alle murature quali il costipamento delle porosità (materiale non più traspirante) o la creazione di una pellicola idrofoba superficiale (formazione di bolle, esfoliazioni e distacchi causate dalla spinta dei sali). La conversione dei sali solubili in composti insolubili ha buoni esiti solo con i solfati, con i cloruri genera composti a bassa solubilità; i carbonati possono essere difficilmente convertiti, i nitrati risultano assolutamente refrattari al trattamento.

In casi particolari potranno anche eseguirsi iniezioni di acqua deionizzata all'interno delle murature onde accelerare il processo di migrazione dei sali verso l'esterno. Il processo è però molto lungo e richiede l'impiego di materiali e maestranze speciali.

## **Art. 53 – Opere in legname**

### *Opere da carpentiere*

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa armatura di tetto, travature per solai, impalcati, ecc.) devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona Regola d'Arte e in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione Lavori.

Tutte le giunzioni dei legnami debbono avere la forma e le dimensioni prescritte, ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non sono tollerati alcun taglio in falso né zeppe o cunei o qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Qualora venga ordinato dalla Direzione Lavori, nelle facce di giunzione verranno interposte delle lamine di piombo o di zinco, o anche del cartone incatramato.

Le diverse parti dei componenti un'opera in legname devono essere tra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia o altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date.

Dovendosi impiegare chiodi per collegamento dei legnami, è espressamente vietato farne l'applicazione senza apparecchiare prima il conveniente foro col succhiello.

I legnami prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione della spalmatura di catrame o della coloritura, se ordinata, debbono essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla D.L.

Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmate di catrame vegetale o di carbolineum e tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate in modo da permettere la permanenza di uno strato di aria possibilmente ricambiabile.

### *Infissi in legno - Norme generali*

Per l'esecuzione dei serramenti o altri lavori in legno l'Appaltatore dovrà servirsi di una ditta specialista e ben accettata dalla D.L. Essi saranno sagomati e muniti degli accessori necessari, secondo i disegni di dettaglio, i campioni e le indicazioni che darà la D.L.

Il legname dovrà essere perfettamente lavorato e piallato e risultare, dopo ciò, dello spessore richiesto, intendendosi che le dimensioni dei disegni e gli spessori debbono essere quelli del lavoro ultimato, né saranno tollerate eccezioni a tale riguardo.

I serramenti e gli altri manufatti saranno piallati e raspati con carta vetrata e pomice, in modo da far scomparire qualsiasi sbavatura. È inoltre assolutamente proibito l'uso del mastice per coprire difetti naturali del legno o difetti di costruzione.

Le unioni dei ritti con traversi saranno eseguite con le migliori Regole dell'Arte: i ritti saranno continui per tutta l'altezza del serramento, ed i traversi collegati a dente e mortisa, con caviglie di legno duro e con biette, a norma delle indicazioni che darà la D.L.

I denti e gli incastri a maschio e femmina dovranno attraversare dall'una all'altra i pezzi in cui verranno calettati, e le linguette avranno comunemente la grossezza di 1/3 del legno e saranno incollate.

Nei serramenti ed altri lavori a specchiatura, i pannelli saranno uniti ai telai ed ai traversi intermedi mediante scanalature nei telai e linguette nella specchiatura, con sufficiente riduzione dello spessore per non indebolire soverchiamente il telaio. Fra le estremità della linguetta ed il fondo della scanalatura deve lasciarsi un gioco per consentire i movimenti del legno della specchiatura.

Nelle fodere dei serramenti e dei rivestimenti, a superficie liscia o perlinata, le tavole di legno saranno connesse, a richiesta della D.L., o a dente e canale ed incollatura, oppure a canale unite da apposita animella o linguetta di legno duro incollata a tutta lunghezza.

Le battute delle porte senza telaio verranno eseguite a risega, tanto contro la mazzetta quanto fra le imposte.

Le unioni delle parti delle opere in legno e dei serramenti verranno fatte con viti; i chiodi o le punte di Parigi saranno consentiti soltanto quando sia espressamente richiesto dalla D.L.

Tutti gli accessori, ferri ed apparecchi a chiusura, di sostegno, di manovra ecc., dovranno essere, prima della loro applicazione, accettati dalla D.L. La loro applicazione ai vari manufatti dovrà venire eseguita a perfetto incastro, in modo da non lasciare alcuna discontinuità, quando sia possibile, mediante bulloni a viti.

Quando trattasi di serramenti da aprire e chiudere, ai telai maestri o ai muri dovranno essere sempre assicurati appositi ganci, catenelle o altro che, mediante opportuni occhielli ai serramenti, ne fissino la posizione quando i serramenti stessi debbono restare aperti. Per ogni serratura di porta o uscio dovranno essere consegnate due chiavi.

A tutti i serramenti ed altre opere in legno, prima del loro collocamento in opera e previa accurata pulitura a raspa e carta vetrata, verrà applicata una prima mano di olio di lino cotto accuratamente spalmato in modo che il legname ne resti ben impregnato. Essi dovranno conservare il loro colore naturale e, quando la prima mano sarà ben essiccata, si procederà alla loro posa in opera e quindi alla loro pulitura con pomice e carta vetrata.

Per i serramenti e le loro parti saranno osservate le prescrizioni di cui al seguente Art. 4.21.3, oltre alle norme che saranno impartite dalla D.L. all'atto pratico.

Resta inoltre stabilito che quando l'ordinazione riguarda la fornitura di più serramenti, appena avuti i particolari per la costruzione di ciascun tipo, l'Appaltatore dovrà allestire il campione di ogni tipo che dovrà essere approvato dalla D.L. e verrà depositato presso di essa. Detti campioni verranno posti in opera per ultimi, quando tutti gli altri serramenti saranno stati presentati ed accettati.

Ciascun manufatto in legno o serramento prima dell'applicazione della prima mano di olio di lino cotto dovrà essere sottoposto all'esame ed all'accettazione provvisoria della D.L., la quale potrà rifiutare tutti quelli che fossero stati verniciati o coloriti senza accettazione.

L'accettazione dei serramenti e delle altre opere in legno non è definita se non dopo che siano stati posti in opera, e se, malgrado ciò, i lavori andassero poi soggetti a fenditure e screpolature, incurvamenti e dissesti di qualsiasi specie, prima

che l'opera sia definitivamente collaudata, l'Appaltatore sarà obbligato a rimediare, cambiando, a sue spese, i materiali e le opere difettose.

#### *Interventi di conservazione*

Tutti i serramenti che a insindacabile giudizio della D.L. andranno completamente recuperati e conservati, andranno rimossi e ricoverati in laboratorio per effettuare tutte quelle idonee operazioni di pulitura, stuccatura, revisione, trattamento, necessarie per garantirne un buon funzionamento ed una buona tenuta migliorandone quindi le caratteristiche prestazionali richieste dalla normativa UNI.

Si effettueranno preventivamente operazioni di pulitura tramite abrasivatura delle superfici, eventuale utilizzo di appositi svernicianti (cloruro di metilene, metilchetone, acetone) e con generatori di aria calda. Si procederà in seguito ad operazioni di stuccatura e rasatura, all'eventuale sostituzione di parti eccessivamente degradate, all'incollatura, il rinzeppamento, l'incavicchiamento degli incastri. Si effettuerà la scartavetratura finale leggera, l'applicazione di doppia mano di olio di lino, l'applicazione di impregnante pigmentato o di adatta vernice coprente. Si verificherà inoltre la ferramenta, si effettuerà l'eventuale smontaggio e rimontaggio utilizzando nuove viti con il rinzeppamento dei fori. Il loro trattamento o la loro completa sostituzione saranno da concordarsi con la D.L.

L'Appaltatore dovrà inoltre migliorarne la tenuta all'acqua mediante l'applicazione di bande impermeabili verticali ed orizzontali (guarnizioni) che separino i paramenti esterni da quelli interni; migliorare la tenuta delle giunzioni poste tra il telaio fisso e la muratura sigillandole mediante specifici elastomeri siliconici, poliuretanic; migliorare la tenuta dei raccordi tra i serramenti ed i davanzali con i sistemi ritenuti più idonei dalla D.L. L'Appaltatore sarà inoltre tenuto ad impiegare guarnizioni dalle dimensioni e dallo spessore adatti, in modo che, dopo aver chiuso i serramenti, le loro cerniere non siano sottoposte a notevoli sollecitazioni.

Particolare attenzione sarà da dedicare nella scelta dei materiali di finitura e protezione. Dovranno essere reversibili, non ingiallire, essere compatibili con le caratteristiche fisiche del legno consolidato, quindi presentare una corretta elasticità e modulo elastico, facilità di manutenzione, non degradare sotto l'azione combinata dei raggi UV, degli agenti atmosferici, del microclima locale.

Saranno di vario tipo e verranno impiegati in base alla tipologia, esposizione ed esercizio del manufatto da proteggere. Saranno da evitare applicazioni di forti spessori di prodotto. Si potranno impiegare vernici a base di resine naturali (vernici a spirito o lacche all'alcool), vernici alla copale (soluzioni della resina in essenza di trementina, eventualmente addizionate con piccole quantità di olio essiccativo), vernici a base di resine sintetiche monocomponenti (le cosiddette flatting a base di oleo-resine) che possono essere trasparenti o pigmentate (queste ultime risultano più resistenti). Si potranno utilizzare in alternativa prodotti impregnanti non pellicolanti. Gli impregnanti sono normalmente a base di oli o resine in solvente miscelati con additivi biocidi, sono applicabili a pennello, a rullo o per immersione, hanno un'ottima resistenza e penetrazione, consentono inoltre una facile manutenzione.

Ancora si potranno impiegare, in special modo su superfici piuttosto degradate e non esposte agli agenti atmosferici, materiali naturali quali olio di lino o cere naturali (normalmente cera d'api in soluzione al 40% in toluene).

## **Art. 54 – Opere in ferro**

### *Norme generali e particolari*

Nei lavori in ferro questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la D.L., con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti con il trapano, le chiodature, ribaditure ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli dovranno essere rifiniti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione o inizio di imperfezione.

Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere rifinita a piè d'opera colorita a minio.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della D.L., l'Appaltatore dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'ommissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

Inferriate, cancellate, cancelli ecc. - Saranno costruiti a perfetta Regola d'Arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere dritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben inchiodati ai regoli di telaio, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

Infissi in ferro - Gli infissi per finestre, vetrate ed altro potranno essere richiesti con profilati in ferro-finestra o con ferri comuni profilati.

In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire la Stazione appaltante. Gli infissi potranno avere parte fissa o apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad

asta rigida, con corsa inversa ed avranno il fermo inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva o a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiettature in numero di due o tre per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a cm 12, con ghiande terminali.

Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura.

Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate.

Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio.

Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

## **Art. 55 – Opere da vetraio, stagnaio, lattoniere**

### *Opere da vetraio*

Le lastre di vetro saranno di norma chiare, del tipo indicato nell'elenco prezzi; per le latrine si adotteranno vetri rigati o smerigliati, il tutto salvo più precise indicazioni della D.L.

Per quanto riguarda la posa in opera le lastre di vetro verranno normalmente assicurate negli appositi incavi dei vari infissi in legno con adatte puntine e mastice da vetraio (formato con gesso e olio di lino cotto), spalmando prima uno strato sottile di mastice sui margini verso l'esterno del battente nel quale deve collocarsi la lastra.

Collocata questa in opera, saranno stuccati i margini verso l'interno col mastice ad orlo inclinato a 45 gradi, ovvero si fisserà mediante regoletti di legno e viti.

Potrà inoltre essere richiesta la posa delle lastre entro intelaiature ad incastro, nel qual caso le lastre, che verranno infilate dall'apposita fessura praticata nella traversa superiore dell'infisso, dovranno essere accuratamente fissate con spessori invisibili, in modo che non vibrino.

Sugli infissi in ferro le lastre di vetro potranno essere montate o con stucco ad orlo inclinato, come sopra accennato, o mediante regoletti di metallo o di legno fissati con viti; in ogni caso si dovrà avere particolare cura nel formare un finissimo strato di stucco su tutto il perimetro della battuta dell'infisso contro cui dovrà appoggiarsi il vetro, e nel ristuccare accuratamente dall'esterno tale strato con altro stucco, in modo da impedire in maniera sicura il passaggio verso l'interno dell'acqua piovana battente a forza contro il vetro e far sì che il vetro sia riposto tra due strati di stucco (uno verso l'esterno e uno verso l'interno).

Potrà essere richiesta infine la fornitura di vetro isolante e diffusore (tipo Termolux o simile), formato da due lastre di vetro chiaro dello spessore di mm 2,2 racchiudenti uno strato uniforme (dello spessore da mm 1 a 3) di feltro di fili o fibre di vetro trasparente, convenientemente disposti rispetto alla direzione dei raggi luminosi, racchiuso e protetto da ogni contatto con l'aria esterna mediante un bordo perimetrale di chiusura, largo da mm 10 a 15 costituito da uno speciale composto adesivo resistente all'umidità.

Lo stucco da vetraio dovrà sempre essere protetto con una verniciatura base di minio ed olio di lino cotto; quello per la posa del Termolux sarà del tipo speciale adatto.

Il collocamento in opera delle lastre di vetro, cristallo, ecc. potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, e dovrà essere completato da una perfetta pulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfettamente lucide e trasparenti.

L'impresa ha l'obbligo di controllare gli ordinativi, dei vari tipi di vetri passatigli dalla D.L., rilevandone le esatte misure ed i quantitativi, e di segnalare a quest'ultima le eventuali discordanze, restando a suo completo carico gli inconvenienti di qualsiasi genere che potessero derivare dall'omissione di tale tempestivo controllo.

Essa ha anche l'obbligo della posa in opera di ogni specie di vetri e cristalli, anche se forniti da altre ditte ai prezzi di tariffa.

Ogni rottura di vetri o cristalli, avvenuta prima della presa in consegna da parte della Direzione Lavori, sarà a carico dell'Impresa.

### *Opere da stagnaio in genere*

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri materiali dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, nonché lavorati a Regola d'Arte, con la maggiore precisione.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, coperchi, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Saranno inoltre verniciati con una mano di catrame liquido, ovvero di minio ed olio di lino cotto, od anche due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della D.L.

Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture o saldature, secondo quanto prescritto dalla stessa Direzione Lavori ed in conformità ai campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione.

L'Impresa ha l'obbligo, su richiesta della D.L., di presentare i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, ecc., completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della Direzione stessa prima dell'inizio delle opere stesse.

### *Tubazioni e canali di gronda*

Fissaggio delle tubazioni - Tutte le condutture non internate dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili, in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno. Tali

sostegni, eseguiti di norma in ferro o in ghisa malleabile, dovranno essere in due pezzi, snodati a cerniera o con fissaggio a vite, in modo da permettere la rapida rimozione del tubo, ed essere disposti a distanze non superiori a m 1.

Canali di gronda - Potranno essere in lamiera di ferro zincato, in lamiera di rame, in ardesia artificiale a seconda delle prescrizioni dell'elenco prezzi. Dovranno essere posti in opera con le esatte pendenze, prescritte dalla D.L.

Quelli in lamiera di rame o zincata verranno sagomati in tondo o a gola con riccio esterno, ovvero a sezione quadra o rettangolare, secondo le prescrizioni della D.L., e forniti in opera con le occorrenti unioni o risvolti per seguire la linea di gronda, i pezzi speciali di imboccatura ecc. e con robuste cicogne in ferro o in rame per sostegno, modellati secondo quanto sarà disposto e murate o fissate all'armatura della copertura a distanze non maggiori di m 0,60. Le giunzioni dovranno essere chiodate con ribattini di rame e saldate con saldatura a ottone (canali in lamiera zincata) o a stagno (canali in lamiera di rame) a perfetta tenuta; tutte le parti metalliche dovranno essere verniciate con doppia mano di minio oleofenolico e olio di lino cotto.

## **Art. 56 – Opere da pittore**

### *Norme generali*

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.

Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, indi pomciate e lisciate, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici. Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta.

Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate ed eventuale sabbatura al metallo bianco.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di rifilature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a Regola d'Arte.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della D.L. e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloritura ad olio e verniciatura dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'Appaltatore non sia in grado di dare la dimostrazione del numero delle passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Appaltatore stesso. Comunque esso ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare da personale della Direzione una dichiarazione scritta.

Prima di iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte sia per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della D.L. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

### *Esecuzioni particolari*

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune o aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico, e l'Impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno o in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni della tariffa prezzi, senza che l'Impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

Tinteggiatura a calce - La tinteggiatura a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione consisterà in:

- 1) spolveratura e raschiatura delle superfici;
- 2) prima stuccatura a gesso e colla;
- 3) levigamento con carta vetrata;
- 4) applicazione di due mani di tinta a calce.

Gli intonaci nuovi dovranno avere già ricevuto la mano preventiva di latte di calce denso (scialbatura).

Velature - Qualora si dovessero eseguire tinteggiature con effetto di velatura, l'Appaltatore non potrà assolutamente ottenere questo tipo di finitura diluendo le tinte oltre i limiti consigliati dal produttore o consentiti dalla vigente normativa UNI relativa alla classe di prodotto utilizzato. La velatura dovrà essere realizzata nel seguente modo:

- tinte a calce: lo strato di imprimitura (bianco o leggermente in tinta) verrà steso nello spessore più adatto a regolarizzare l'assorbimento del supporto in modo da diminuire il quantitativo di tinta da applicare come mano di finitura;

## **OPERE IMPIANTISTICHE**

## **Art. 57 – Impianti tecnici**

Generalità - Prima di dare inizio alla messa in opera di qualsiasi tipo di impianto (termico, idrico, elettrico, antincendio ecc.) in modo da rifunzionalizzare edifici esistenti, sarà sempre opportuno procedere ad una attenta analisi del manufatto oggetto di intervento.

Si dovrà valutare di volta in volta e caso per caso quali tipo di soluzioni saranno da adottare per rimettere in uso edifici dismessi, inserire impianti in edifici che mai li hanno posseduti, procedere a parziali o completi rifacimenti degli stessi, procedere a ripristini di impianti fermi da tempo o non più conformi alla vigente normativa. A tal fine sarà indispensabile dotarsi di un preciso rilievo geometrico e materico dell'edificio sul quale andranno riportati con precisione tutti gli impianti esistenti, la loro collocazione, la loro tipologia, il tipo di distribuzione, di alimentazione ecc. Sarà altresì opportuno evidenziare sulle tavole tutti quei vani esistenti in grado di contenere ed accogliere gli eventuali nuovi impianti, quali potrebbero essere canne fumarie dismesse, cavedi, asole, intercapedini, doppi muri, cunicoli, vespai, scarichi, pozzi ecc. (punti di movimento).

Su queste basi si potrà procedere alla progettazione dei nuovi impianti che dovranno pertanto essere il più possibile indipendenti dall'edificio esistente evitando inserimenti sottotraccia, riducendo al minimo interventi di demolizione, rotture, disfacimenti anche parziali.

Si cercherà di optare, dove possibile, per la conservazione degli impianti esistenti, procedendo alla loro messa a norma o al loro potenziamento sfruttando le linee di distribuzione esistenti.

Si potranno realizzare soluzioni "a vista" utilizzando canali, tubi e tubazioni a norma di legge, che potranno eventualmente essere inseriti in canaline attrezzate, oggetti di arredo, volumi tecnici realizzati in modo indipendente rispetto all'edificio.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà in prima istanza fare sempre riferimento alle indicazioni progettuali, sottoporrà quindi alla D.L., almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dell'impianto, il progetto esecutivo (se non già fornito dalla stazione appaltante) nell'ottica sopra descritta, concorderà eventualmente con essa soluzioni ed accorgimenti particolari e, se del caso, con gli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Per gli edifici vincolati secondo le direttive della legge 1° giugno 1939, n. 1089 si dovrà sempre fare riferimento alla normativa specifica e precisamente:

- Regio Decreto 7 novembre 1942, n. 1564: Approvazione delle norme per l'esecuzione, il collaudo e l'esercizio degli impianti tecnici che interessano gli edifici pregevoli per arte o storia e quelli destinati a contenere biblioteche, archivi, musei, gallerie, collezioni e oggetti d'interesse culturale (G.U. n. 8 del 12 gennaio 1943).
- Decreto 20 maggio 1992, n. 569: Regolamento contenente norme di sicurezza antincendio destinati a musei, gallerie esposizioni e mostre.
- Decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1995, n. 418: regolamento concernente norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche ed archivi (G.U. n. 235 del 17 ottobre 1995).
- Decreto Legge 6 maggio 1997, n. 117: Interventi straordinari per il potenziamento degli impianti di prevenzione e sicurezza a tutela del patrimonio culturale (G.U. n. 104 del 7 maggio 1997 e relativa Circolare n. 2249 del 22 maggio 1997).

### *Impianto idrosanitario*

La realizzazione dell'impianto idrosanitario dovrà essere conforme alle prescrizioni progettuali, di contratto e di capitolato con la scrupolosa osservanza delle leggi, circolari, norme e disposizioni nazionali e locali, vigenti all'atto dell'esecuzione se non già redatto su iniziativa della committenza.

Per la realizzazione dell'impianto idrosanitario, l'Appaltatore dovrà presentare, almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dell'impianto, il progetto esecutivo dello stesso, in duplice copia redatto da un ingegnere, da un architetto o da un perito del settore (se già fornito dalla stazione appaltante). Il progetto esecutivo sarà corredato da una relazione illustrativa, dal calcolo delle portate e dei diametri delle tubazioni di scarico, di distribuzione e di ventilazione e dai disegni particolareggiati di tutti i dettagli costruttivi.

Contemporaneamente l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la campionatura di tutti i componenti degli impianti al fine di ottenere preventiva accettazione del progetto; resta comunque stabilito che la suddetta accettazione non pregiudica i diritti che l'Amministrazione appaltante si riserva in sede di collaudo.

Le tubazioni dell'impianto idrico sanitario dovranno avere i requisiti e dovranno essere poste in opera come descritto ai relativi articoli del presente Capitolato.

In generale tutti i nuovi impianti dovranno essere installati nel pieno rispetto dell'edificio, evitando accuratamente impianti sottotraccia, rotture e demolizioni; optando, dove possibile, per soluzioni "a vista", utilizzando canaline attrezzate, tubi, canali, realizzate su disegno o di produzione. Sarà inoltre possibile utilizzare e sfruttare per i passaggi verticali canne fumarie, camini, piccoli vani, asole, androni e cavedi esistenti; per i passaggi orizzontali, sottotetti, pavimenti sopraelevati, vespai, intercapedini, zoccolini, soglie e pavimenti facilmente rimovibili e riposizionabili. Potranno infine realizzarsi oggetti di arredo progettati ad hoc in grado di contenere e/o distribuire parti e porzioni di impianto.

L'Appaltatore, inoltre, dovrà sostenere gli oneri derivanti dai lavori per la realizzazione di eventuali tracce e incastonature nei muri (che si realizzeranno solo dietro precise indicazioni della D.L.) e in altre strutture dell'impianto,

di sterro, riinterro, taglio, nonché le conseguenti riprese di murature, intonacatura, tinteggiatura, pavimentazione e la reinstallazione di zoccoli, pavimenti soglie e il montaggio di tubazioni e canali.

Prima della chiusura delle tracce, cunicoli o cavedi impraticabili e dell'esecuzione di pavimenti, intonaci, rivestimenti, coibentazioni, verniciature, dovrà essere effettuata la prova idraulica dell'impianto con pressione non inferiore a 1,5-2 volte quella di esercizio mantenuta costante ininterrottamente per almeno 24 ore. Durante la prova idraulica dovranno ispezionarsi le tubazioni e i giunti e nel caso si verificassero perdite o altri inconvenienti sarà indispensabile procedere alle riparazioni e ripetere nuovamente la prova idraulica. Le spese per la prova idraulica saranno a cura dell'Appaltatore, e il Direttore Lavori redigerà un regolare verbale sulla prova eseguita in contraddittorio con l'Appaltatore stesso. Se la prova darà esito positivo, nel verbale sarà dichiarato accettato il tratto di tubazione provato e dopo i trattamenti protettivi e di identificazione si potrà procedere con i lavori di riinterro dei cavi e/o di chiusura delle tracce e/o dei cavedi. Oltre alla suddetta prova di tenuta idraulica della rete di distribuzione, di seguito dettagliatamente si elencano tutte le verifiche e le prove a cui dovrà essere sottoposto l'impianto idrico per l'emissione del certificato di collaudo da parte del Direttore Lavori:

- prova di tenuta idraulica rete antincendio;
- prova di tenuta rete gas;
- prova di portata rete acqua fredda;
- verifica della circolazione della rete acqua fredda;
- prova di portata rete acqua calda;
- prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria;
- livelli di rumore ammissibili.

I prezzi di elenco saranno comprensivi di tutto quanto è necessario per dare l'impianto completo e funzionante a perfetta Regola d'Arte.

In ogni modo l'impianto dovrà comprendere la fornitura e posa in opera delle caldaie per la produzione del calore, di eventuali dispositivi di alimentazione e trasformazione, di tutti gli accessori (saracinesche, valvole, rubinetti, mantelli di copertura ed isolamento ecc.), delle condutture per l'adduzione dell'acqua alle caldaie, di tutte le restanti condutture e tubazioni complete dei pezzi di raccordo e congiunzione, dei rivestimenti con materiali coibenti nei locali non riscaldati e/o nelle intercapedini esterne, dei corpi scaldanti completi di ogni accessorio, delle protezioni delle condutture tramite adatta verniciatura (vernici bituminose, vernici anticorrosive, fasce in fibra di vetro bituminoso, fasce paraffinate in resine sintetiche), delle apparecchiature elettriche di servizio, degli apparecchi igienico-sanitari e delle rubinetterie.

L'Appaltatore, fino all'approvazione del collaudo da parte dell'Amministrazione appaltante è ritenuto responsabile della funzionalità e integrità dell'impianto ed è, quindi, obbligato, se necessario, ad effettuare sostituzioni, riparazioni, reintegri qualora se ne presentasse l'esigenza.

La sistemazione in loco degli apparecchi sanitari, delle rubinetterie, dei vari accessori dovrà essere realizzata in modo da assicurare l'accessibilità e la mobilità anche in funzione di successivi ed eventuali interventi di manutenzione e/o sostituzione. La disposizione degli apparecchi a pavimento quali bidet e vasi dovrà essere eseguita con viti in ottone cromato o in acciaio inossidabile su tasselli senza l'impiego di qualsiasi tipo di malta.

Gli apparecchi igienico-sanitari e le rubinetterie dovranno avere i requisiti di cui al capitolo 3 del presente Capitolato.

Le portate e i diametri delle tubazioni di alimentazioni e delle rubinetterie, in funzione del tipo di apparecchio, di norma non dovranno essere inferiori a quelli riportati nella tabella seguente.

La pressione di esercizio, in ogni punto della rete, non dovrà essere inferiore a 5 atm; pressioni di poco inferiori potranno essere tollerate solo in casi eccezionali e per brevi intervalli.

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere dotato di apposito sifone avente medesimo diametro della piletta con la quale sarà collegato. Per consentire uno svuotamento rapido dei relativi apparecchi la piletta e il sifone avranno diametro opportuno.

L'Appaltatore, entro 30 giorni dall'ultimazione dell'impianto, deve presentare duplice copia dei disegni quotati di tutta la rete e di ogni altro particolare atto a documentare con esattezza tutto l'impianto.

<b>APPARECCHI</b>	<b>Diametro (pollici)</b>	<b>Diametro (mm)</b>	<b>Portata l/sec.</b>
Vaso con cassetta	3/8	11	0,10
Vaso con rubinetto a passo rapido	3/4	20	1,50
Lavabo	3/8	11	0,10
Bidet	3/8	11	0,10

Dovranno essere isolate come alla voce H impianto di riscaldamento.

a) Apparecchi sanitari:

Tutti gli apparecchi sanitari di porcellana dovranno essere di colore (...) e di prima scelta assoluta, a superficie perfettamente liscia, senza cavilli di sorta e senza deformazioni, anche minime, dovute alla cottura.

Dovranno essere delle primarie marche nazionali, a scelta della D.L.

b) Rubinetterie:

Dovranno essere installati dei miscelatori con corpo in ottone cromato, previa nichelatura, a cartuccia ceramica resistenti alle alte temperature e corrosioni. Dovranno essere delle primarie marche nazionali, a scelta della D.L.

c) Nasci antincendio UNI 25:

I naspi antincendio UNI 25 saranno dotati di cassetta di contenimento da incasso con lastra trasparente safe-crash, tubo semirigido da m 20, valvola a sfera 1" e lancia frazionatrice UNI 25.

#### *Normativa di riferimento*

Impianto idrosanitario:

L'impianto idrosanitario comprenderà tutte le apparecchiature, i materiali e le opere necessari a garantire l'erogazione dell'acqua fredda e calda sanitaria agli apparecchi previsti.

Dati alla base del progetto

- Temperatura acqua fredda sanitaria 15 °C;
- Temperatura acqua calda sanitaria 45 °C;
- Temperatura acqua potabile all'acquedotto 4 bar;

Portate nominali, pressione e dimensione degli attacchi degli apparecchi sanitari e dei rubinetti di erogazione:

<b>APPARECCHIO</b>	<b>PORTATA (lt/s)</b>	<b>PRESSIONE MIN. (bar)</b>	<b>DIAM. ALIM. inch.</b>	<b>DIAM. SCARICO mm</b>
LAVABI	0,1	0,5	1/2"	40
VASCHE	0,2	0,5	1/2"	50
BIDET	0,1	0,5	1/2"	40
WC a cassetta	0,1	0,5	1/2"	110

#### *Impianto elettrico*

La realizzazione dell'impianto elettrico dovrà essere conforme alle prescrizioni progettuali, di contratto e di Capitolato e con la scrupolosa osservanza delle leggi, circolari, norme e disposizioni nazionali e locali, vigenti all'atto dell'esecuzione.

Se non già redatto su iniziativa della Committenza, l'Appaltatore dovrà presentare, almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dell'impianto, il progetto esecutivo dello stesso, in duplice copia firmato da un ingegnere, da un architetto o da un perito del settore. Il progetto esecutivo sarà corredato da relazione illustrativa, da calcoli elettrici di dimensionamento dei vari circuiti, da schemi elettrici dei vari circuiti con indicati i tipi e le sezioni da utilizzare e le cadute di tensione per i vari tratti, oltre ai disegni particolareggiati con indicazione di tutte le informazioni sui componenti e su ogni possibile particolare dell'impianto.

Contemporaneamente l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la campionatura di tutti i componenti degli impianti per la preventiva accettazione del progetto; resta comunque stabilito che la suddetta accettazione non pregiudica i diritti che l'Amministrazione appaltante si riserva in sede di collaudo.

In generale tutti i nuovi impianti dovranno essere installati nel pieno rispetto dell'edificio, evitando accuratamente impianti sottotraccia, rotture e demolizioni; optando, dove possibile, per soluzioni "a vista", utilizzando canaline attrezzate, tubi, canali, realizzati su disegno o di produzione. Sarà inoltre possibile utilizzare e sfruttare per i passaggi verticali canne fumarie, camini, piccoli vani, asole, androni e cavedi esistenti; per i passaggi orizzontali, sottotetti, pavimenti sopraelevati, vespai, intercapedini, zoccolini, soglie e pavimenti facilmente removibili e riposizionabili. Potranno infine realizzarsi oggetti di arredo progettati ad hoc in grado di contenere e/o distribuire parti e porzioni di impianto.

Gli apparecchi e i materiali da impiegare nella realizzazione dell'impianto elettrico dovranno essere, oltre che di buona qualità, durata, isolamento, solidità e funzionamento, conformi alle norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI - UNEL.

Il circuito per l'utilizzazione della luce dovrà essere sempre distinto da quello per uso domestico; il circuito luce dovrà essere costituito da due circuiti indipendenti di cui uno per le prese a spina, l'altro per l'alimentazione diretta dei punti luce.

Nel caso di particolari edifici verranno indicati i valori medi di illuminazione che si misureranno su un piano orizzontale posto a cm 80 dal pavimento in condizioni normali di alimentazione. Saranno desunti dai prospetti delle norme UNI 10380.

I valori usuali per alcuni locali ed utilizzazioni saranno i seguenti:

- uffici in genere e laboratori 150 lux;
- uffici tecnici 500 lux;
- banche, scuole, ospedali 250 lux;
- locali di abitazione 150 lux;
- corridoi, passaggi, scale 100 lux;
- strade interne, zone pedonali, porticati piazzali 10 lux;
- musei max 300 lux.

Per oggetti e/o dipinti esposti in sale espositive o museali si dovranno rispettare i seguenti valori:

- pietre, ceramiche, vetri, gioielli, metalli 300 lux;
- dipinti, lacche, cuoi, legni, avori da 150 a 180 lux;
- manoscritti, stampe, disegni, tessuti max 50 lux.

Su tali oggetti andrà anche limitato il tempo di esposizione.

La Direzione Lavori, sia in corso d'opera sia dopo l'ultimazione dei lavori potrà, in qualsiasi momento, procedere a verifiche atte ad accertare:

- l'efficacia delle prese a terra;
- lo stato di isolamento dei conduttori;
- la conformità dell'impianto elettrico al progetto approvato;
- l'efficacia delle protezioni.

Il collaudo finale dell'impianto dovrà accertare:

- che il progetto approvato sia stato rispettato in tutte le sue caratteristiche;
- l'efficacia delle protezioni;
- la resistenza all'isolamento;
- l'efficacia delle prese a terra;
- lo stato di isolamento dei conduttori;
- la corretta realizzazione dei circuiti di protezione contro le tensioni di contatto.

Le linee dovranno essere collocate internamente a tubazioni di materiale termoplastico conforme alle norme CEI o di acciaio smaltato sia internamente sia esternamente. Il diametro delle tubazioni dovrà essere sufficientemente ampio da permettere di sfilare e reinfilare i cavi previsti con facilità e senza causare danni. Comunque il diametro interno non dovrà essere inferiore a mm 10. Le linee, tutte indistintamente, saranno realizzate con fili di rame elettrolitico ricotto conformi alle norme CEI ed isolate con l'impiego di materiale termoplastico continuo, compatto, senza difetti quali bolle e grumi. Le sezioni minime dei conduttori saranno le seguenti (norme CEI 315 2.2.04):

	<b>n/mm<sup>2</sup></b>
Illuminazione e relative prese a spina Circuiti principali (dorsali) e derivazioni - alle singole prese - derivazioni ai singoli punti luce	2,5 1
Usi domestici e relative prese a spina Circuiti principali (dorsali), se destinati ad alimentare anche un apparecchio di cottura Circuiti principali (dorsali), negli altri casi Derivazioni per un apparecchio di cottura Derivazioni ai singoli utilizzatori o alle singole prese	6 4 4 2,5
Montanti al servizio delle singole utenze	6

Le parti in tensione delle prese di corrente e dei comandi dovranno essere montate su materiali ceramici o simili aventi le medesime caratteristiche dielettriche.

I prezzi in elenco saranno comprensivi di tutto quanto è necessario per fornire l'impianto completo e funzionante a perfetta regola e dei contributi di allacciamento all'Ente di distribuzione o chi per esso.

L'Appaltatore, fino all'approvazione del collaudo da parte dell'Amministrazione appaltante, è ritenuto responsabile della funzionalità e integrità dell'impianto ed è, quindi, obbligato, se necessario, ad effettuare sostituzioni, riparazioni, reintegri qualora se ne presentasse l'esigenza.

L'Appaltatore, entro 30 giorni dall'ultimazione dell'impianto, deve presentare duplice copia dei disegni quotati di tutta la rete e di ogni altro particolare atto a documentare con esattezza tutto l'impianto.

#### *Prescrizioni tecniche di carattere particolare*

##### *Materiali in genere*

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo Capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

I materiali che l'Appaltatore impiegherà nei lavori oggetto dell'appalto dovranno presentare caratteristiche conformi a quanto stabilito dalle leggi e dai regolamenti ufficiali vigenti in materia o, in mancanza di tali leggi e regolamenti, dalle «Norme» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, dell'UNI, dei Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) e dal presente Capitolato; in ogni caso essi dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio.

L'Appaltatore potrà provvedere all'approvvigionamento dei materiali da fornitori di propria convenienza, salvo eventuali diverse prescrizioni indicate nel Capitolato o dalla Direzione lavori, purché i materiali stessi corrispondano ai requisiti richiesti. L'Appaltatore notificherà però in tempo utile la provenienza dei materiali stessi alla Direzione lavori, la quale avrà la facoltà di escludere le provenienze che non ritenesse di proprio gradimento. Tutti i materiali dovranno, in ogni caso, essere sottoposti, prima del loro impiego, all'esame della Direzione lavori, affinché essi siano riconosciuti idonei e dichiarati accettabili. Il personale della Direzione lavori è autorizzato ad effettuare in qualsiasi momento gli opportuni accertamenti, visite, ispezioni, prove e controlli. Se la Direzione lavori, a proprio esclusivo giudizio, rifiuterà

il consenso per l'impiego di qualche partita di materiale già approvvigionata dall'Appaltatore, quest'ultimo dovrà allontanare subito dal cantiere la partita scartata e provvedere alla sua sostituzione con altra di gradimento della Direzione lavori, nel più breve tempo possibile e senza avanzare pretese e compensi od indennizzi. La Direzione lavori provvederà direttamente, a spese dell'Appaltatore, alla rimozione di tali partite qualora lo stesso non vi abbia provveduto in tempo utile. L'accettazione dei materiali a parte della Direzione lavori non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità che gli competono per la buona riuscita degli impianti.

#### *Cavidotti e pozzetti*

##### *Cavidotti.*

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliafalco munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;

- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nel disegno;

- fornitura e posa, nelle dimensioni stabilite dai disegni e dagli allegati tecnici di progetto, di cavidotto a sezione circolare, doppia parete in polietilene ad alta densità, del diametro interno di 63 mm, avente le seguenti caratteristiche tecniche: grado di resistenza agli urti kg 60/cm<sup>-25</sup> °C, resistenza all'isolamento elettrico > 100 Mohm, rigidità dielettrica > kV 800/cm, norme di riferimento CEI EN 50086-1-2-4 edizioni 1994 e 1995, resistenza allo schiacciamento deformazione < 10% a 750 N per 10 minuti, temperatura di esercizio da -30 °C a + 60 °C, resistenza all'ambiente elevata, impermeabilità stagna all'immersione, completo di tiracavi;

- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dai tecnici comunali.

Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo; trasporto alla discarica del materiale eccedente. Durante la fase di scavo per la successiva posa dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti. Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito dei veicoli e dei pedoni, senza che nessuna giustificazione sia portata dall'Appaltatore per eventuali spegnimenti di dette luci di segnalazione durante le ore notturne o quando il cantiere non vi è la presenza di personale, anche se ciò venga causato da fattori accidentali come precipitazioni meteoriche, folate di vento o altri fattori estranei. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della Ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico. Il reinterro di tutti gli scavi per cavidotti e pozzetti dopo l'esecuzione dei getti è implicitamente compensato con il prezzo dell'opera. Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.

##### *Pozzetti con chiusino in cls.*

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché la ubicazione, indicate nei disegni allegati. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;

- posizionamento di pozzetto in cls;

- conglobamento, nella muratura dei pozzetti delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;

- formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente liscio;

- fornitura e posa, di copertina in cls di tipo pesante;

- riempimento del vano residuo con materiale risulta o con ghiaia naturale costipata, trasporto alla discarica del materiale eccedente ed il ripristino del suolo pubblico nelle forme, dimensioni e caratteristiche antecedenti alla lavorazione soprascritta.

##### *Giunzioni - Derivazioni - Guaine Isolanti*

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm<sup>2</sup>, sarà effettuata con l'impiego di muffole tipo 3M SCOTCHCAST o similare. Dette muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in cls con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale. La salita all'apparecchio di illuminazione dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante, di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica > 10 kV/mm; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

##### *Dotazione elettrica*

La dotazione elettrica e l'individuazione dei punti di utilizzazione all'interno dei singoli ambienti deve essere effettuata dal progettista dell'impianto sulla base delle indicazioni fornite dal Committente ed in funzione della tipologia dell'unità immobiliare.

##### *Interruttori automatici*

Il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. Gli interruttori automatici nei circuiti monofase devono essere bipolari con almeno un polo protetto in caso di distribuzione fase-neutro, bipolari con 2 poli protetti in caso di distribuzione fase-fase. La scelta degli interruttori automatici deve tener conto della sezione dei montanti, che deve essere calcolata prevedendo una caduta di tensione non superiore al 4%; occorre altresì considerare quei tratti di circuito che separano il contatore dagli interruttori (ad esempio, nel caso di appartamenti in condominio, il tratto orizzontale tra contatore e vano scale). In ogni caso il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere maggiore della corrente di corto circuito presente nel punto di installazione. La scelta delle apparecchiature deve essere fatta privilegiando aziende nazionali di provata serietà ed esperienza.

#### *Gli apparecchi di illuminazione*

Gli apparecchi di illuminazione devono principalmente soddisfare le seguenti esigenze:

- fornire un adeguato supporto per la trasformazione dell'energia elettrica in luce;
- controllare e distribuire la luce delle lampade;
- mantenere la temperatura di funzionamento delle lampade e delle parti elettriche entro i limiti di sicurezza;
- avere un grado di protezione adeguato con riferimento agli ambienti in cui vengono installati;
- offrire una adeguata protezione contro la scossa elettrica;
- essere facilmente installabili ed ispezionabili.

Gli apparecchi di illuminazione devono inoltre essere di classe I o di classe II ed essere conformi alle relative Norme CEI. La conformità deve essere comprovata dal marchio di qualità rilasciato da un ente terzo (IMQ-ENEC-VDE ecc.) o da una dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore). Le prescrizioni che seguono, riguardano gli apparecchi di illuminazione alimentati a tensione 230 V 50 Hz delle seguenti categorie:

#### *apparecchi per illuminazione di interni;*

Per soddisfare le diverse esigenze applicative, vengono costruiti con differenti sistemi di distribuzione e controllo della luce, quali gli schermi ed i riflettori; inoltre possono essere di tipo sporgente, da incasso e modulare. Il corpo dell'apparecchio è realizzato:- in lamiera di acciaio pressopiegata o imbutita, protetto da verniciatura;- in estruso di alluminio di spessore non inferiore a 1,5 mm, protetto da verniciatura o trattato anodicamente. Gli accessori elettrici, necessari per il razionale completamento dell'apparecchio, devono essere facilmente ispezionabili e sostituibili senza utilizzo di particolari attrezzi e devono avere il marchio IMQ o equivalente. Gli schermi possono essere: A) di tipo parabolico alveolare (realizzati in alluminio con titolo non inferiore al 99,8%), per l'illuminazione degli ambienti di lavoro con presenza di videoterminali o per gli ambienti dove è richiesto un forte impegno visivo; B) di tipo alveolare in alluminio satinato o verniciato bianco, per gli ambienti che necessitano di una illuminazione diffusa; C) di tipo a diffusore costituito da lastre o schermi prismati od opalescenti in metacrilato o policarbonato per l'illuminazione degli ambienti dove è richiesta una illuminazione diffusa e priva di effetti d'ombra. L'accesso alla lampada deve avvenire mediante la rimozione dello schermo che deve rimanere agganciato al corpo con la possibilità di essere asportato. Il grado di protezione degli apparecchi deve essere IP20 o IP40. Gli apparecchi devono essere provvisti di documentazione fotometrica rilasciata dal costruttore e costituita da:- curva fotometrica (allegato A) - abaco delle luminanze (allegato B) - progetto illuminotecnico. Apparecchi per illuminazione industriale Si tratta di apparecchi che utilizzano lampade a scarica di gas a vapori di mercurio, sodio ed alta pressione e alogenuri metallici fino a 400 W destinati alla installazione in interni con fissaggio a sospensione e apparecchi per lampade fluorescenti lineari con potenza da 18 W a 58 W, con fissaggio a sospensione o a plafone. In particolare: 1) apparecchi per lampade a scarica. Sono apparecchi di Classe I. Il grado di protezione contro l'ingresso dei corpi solidi e dei liquidi non deve essere inferiore a IP44 per il vano accessori elettrici e IP54 per il vano ottico. Il corpo dell'apparecchio può essere realizzato in pressofusione di alluminio o in lastra di alluminio tornita o imbutita. Per tutti i materiali è richiesta la verniciatura, previo trattamento di sgrassaggio. Eventuali parti in materiale plastico sono ammesse purchè siano resistenti al calore e stabili alle sollecitazioni meccaniche. Viti, perni, ganci esterni, devono in ogni caso essere in acciaio inox. Lo schermo di sicurezza, in vetro temperato con spessore minimo di 4 mm, deve essere agganciato al corpo dell'apparecchio in modo tale da evitare il completo distacco durante le operazioni di ricambio lampada. Gli accessori elettrici devono essere montati su una piastra in metallo rimovibile e protetta contro la corrosione. Il riflettore deve essere in alluminio di robusto spessore, trattato anodicamente e con titolo non inferiore a 99,8%. Gli apparecchi devono essere dotati di un sistema di fissaggio adatto alla sospensione (gancio o simile). 2) apparecchi per lampade fluorescenti lineari. Sono apparecchi di Classe I o II. Il grado di protezione contro l'ingresso dei corpi solidi e dei liquidi non deve essere inferiore a IP65. Il corpo e lo schermo devono essere realizzati in materiale plastico che garantisca stabilità meccanica e resistenza agli agenti aggressivi; inoltre i materiali impiegati devono essere del tipo non propaganti la fiamma e non emettere gas nocivi in caso di incendio. Lo schermo deve essere fissato al corpo mediante chiusure in acciaio inox o in materiale plastico di adeguate caratteristiche meccaniche e fisiche. Durante le normali operazioni di manutenzione lo schermo deve rimanere agganciato al corpo ed avere un dispositivo anticaduta. Gli accessori elettrici devono essere fissati su un'apposita piastra di metallo adeguatamente protetta contro la corrosione. Normalmente la piastra per accessori elettrici ha anche la funzione di riflettore e pertanto necessita di un trattamento di verniciatura. Nel corso delle operazioni di ispezione e di manutenzione degli accessori elettrici la piastra deve poter restare agganciata al corpo dell'apparecchio ed essere rimossa solo intenzionalmente. Gli apparecchi devono essere dotati di un doppio sistema di fissaggio: a sospensione mediante appositi ganci ed a soffitto. Gli apparecchi devono essere provvisti della curva fotometrica rilasciata dal costruttore (allegati C e C1) e del progetto illuminotecnico. Apparecchi per illuminazione stradale Gli apparecchi di

illuminazione stradale devono essere dotati di un sistema di attacco adatto per l'innesto di un cordolo sia lateralmente che di testa avente un diametro di 60 mm. Il riflettore deve essere in alluminio trattato anodicamente con titolo non inferiore a 99,8% ed avere uno spessore uguale o maggiore di 0,5 mm. Il gruppo ottico (riflettore-porta lampada) deve preferibilmente essere dotato di dispositivo di regolazione che consenta un accurato centraggio del fuoco della lampada. Gli apparecchi devono essere costruiti in modo tale da rendere agevoli le operazioni di manutenzione ordinaria; in particolare:- l'accesso alla lampada deve preferibilmente avvenire mediante rimozione della coppa di chiusura che non deve staccarsi, ma rimanere ancorata al corpo mediante adeguati agganci;- gli accessori elettrici devono essere montati su apposita piastra ed essere facilmente sostituibili;- l'elemento di chiusura (es.: coperchio) che deve rimanere solidale all'apparecchio una volta aperto. Gli apparecchi devono essere realizzati con materiali resistenti alla corrosione. Le parti in plastica non devono subire nel tempo deformazioni o alterazioni. Il grado di protezione minimo deve essere:- IP23 per il vano accessori elettrico;- IP54 per il vano lampada. Tutti gli apparecchi possono essere di Classe I o II a seconda delle esigenze. Anche per gli apparecchi destinati all'illuminazione stradale è necessaria la relativa documentazione fotometrica:- curva fotometrica

*Parametri illuminotecnici. Proiettori per esterno*

Trattasi di apparecchi che utilizzano lampade al sodio ad alta pressione (potenza da 70 a 1000 W) e lampade a vapori di alogenuri di forma tubolare (potenza da 70 a 2000 W), destinati principalmente ad installazioni esterne su palo o a parete e muniti di ottiche con distribuzione sia di tipo simmetrico che asimmetrico. Caratteristiche meccaniche:- grado di protezione IP55;- classe di isolamento I o II. Il corpo dell'apparecchio deve preferibilmente essere realizzato in pressofusione di alluminio e verniciato previo trattamento di sgrassaggio. Eventuali parti integrative esterne in materiale plastico sono ammesse purché siano resistenti alle temperature sviluppate dalle sorgenti di calore e siano stabili alle sollecitazioni meccaniche. Viti, perni o ganci esterni devono essere in acciaio inox. Lo schermo di sicurezza deve essere in vetro temperato con spessore 5 mm. Può essere incernierato al corpo mediante apposito telaio ed avere un dispositivo anticaduta oppure essere inamovibile. Gli accessori elettrici devono essere fissati su una piastra rimovibile in metallo protetto contro la corrosione o in materiale plastico. Il riflettore deve essere in alluminio trattato anodicamente con titolo non inferiore a 99,8% e con spessore non inferiore a 0,5 mm. Il grado di finitura del riflettore può essere di tipo a specchio per le ottiche concentranti o di profondità e di tipo martellato per le ottiche diffondenti.

Per il ricambio della lampada si deve poter operare senza alterare, rimuovere o spostare dalla posizione originaria gli accessori elettrici (se installati all'interno dell'apparecchio). L'accesso alla lampada deve avvenire mediante rimozione del telaio frontale o mediante estrazione diretta tramite apposito elemento in caso di presenza di un vetro inamovibile. I proiettori per illuminazione devono essere dotati di un sistema di fissaggio a staffa che consenta l'orientamento degli stessi sul piano orizzontale e verticale. Gli accessori elettrici possono essere forniti separatamente, alloggiati in un contenitore con caratteristiche meccaniche e di protezione IP equivalenti a quelle dell'apparecchio. Gli apparecchi devono essere provvisti di documentazione fotometrica rilasciata dal costruttore (curva fotometrica - allegato F e curva isocandela allegati G) e di progetto illuminotecnico. Apparecchi per illuminazione di arredi urbani. Gli apparecchi di illuminazione destinati all'arredo urbano sono destinati a:- integrare l'impianto con l'ambiente;- creare una illuminazione che valorizzi il contesto architettonico. La scelta deve essere orientata verso soluzioni che soddisfino l'aspetto estetico e le esigenze di carattere tecnico. Può essere opportuno, in alcuni casi, scegliere apparecchi il cui impatto ambientale sia minimo grazie ad un'ubicazione defilata. Dal punto di vista costruttivo, la scelta degli apparecchi può essere orientata sia nelle categorie stradali sia nei proiettori, ma si estende anche verso soluzioni alternative o integrative, soprattutto per le forme che si staccano nettamente dai canoni standard. Possono essere utilizzati apparecchi per lampade fluorescenti compatte o per lampade a scarica di bassa potenza. •ALLEGATI Tonalità della luce e resa dei colori La composizione dello spettro della luce di una lampada determina due differenti aspetti delle qualità colorimetriche: la tonalità della luce e la resa dei colori. La tonalità della luce di una sorgente è l'aspetto con cui la sorgente appare quando viene osservata direttamente. La tonalità di luce delle lampade a incandescenza dipende dalla temperatura del loro filamento, quella delle fluorescenti e delle lampade a scarica in genere è determinata dalla composizione del loro spettro di emissione e, quindi, dai componenti presenti nel tubo di scarica e/o dalle polveri eventualmente usate per rivestirne l'interno. Le lampade utilizzate per l'illuminazione degli interni possono essere suddivise nei tre gruppi rappresentati nella tabella TEMP-COLOR. Tabella TEMP-COLOR - Gruppi di temperature del colore nelle lampade Gruppo Tonalità Temperatura del colore 1 2 3 calda neutra fredda minore di 3300 K tra 3300 e 5300 K oltre i 5300 K La resa dei colori rappresenta l'attitudine di una lampada a rendere i colori quali apparirebbero se fossero illuminati con una sorgente campione di riferimento. Quanto più una lampada si avvicina alla sorgente campione tanto più elevato sarà il suo indice di resa dei colori; mediante tale indice, espresso percentualmente (R%), è possibile operare la suddivisione di tabella RES-COLOR. Tabella RES-COLOR - Resa dei colori della lampada Tonalità (gruppo) Resa dei colori (R%) Impieghi 1, 2, 31, 22, 31, 2, 31, 2, 3R > 90% 80% < R 90% 60% < R 80% 40% < R 60% R < 40% Gallerie d'arte, confronto colori Uffici, scuole, ospedali Con necessità di elevata resa dei colori Lavori industriali normali Industrie con modeste necessità di resa dei colori Disposizione delle sorgenti luminose La scelta, il posizionamento e l'installazione degli apparecchi illuminanti dev'essere tale da:- fornire la necessaria protezione alle sorgenti luminose consentendo il loro collegamento alla rete di alimentazione;- controllare il flusso luminoso emesso dalle lampade e dirigerlo nella direzione voluta, limitando al massimo l'abbagliamento;- mantenere la temperatura interna ai valori di massima efficienza della lampada;- consentire una facile installazione e manutenzione;- essere esteticamente adeguati agli ambienti in cui vengono installati. In mancanza di indicazione, gli apparecchi illuminanti si intendono ubicati a soffitto con disposizione simmetrica e distanziati in modo da soddisfare il coefficiente

di disuniformità. È tuttavia consentita la disposizione di apparecchi a parete nelle seguenti circostanze: sopra i lavabi (a circa 1,80 m dal pavimento), in disimpegni di piccole dimensioni, sopra la porta, in particolari punti dei locali di abitazione. Flusso luminoso emesso. Viene normalmente determinato con il metodo di calcolo del flusso totale, basato nell'impiego di coefficienti di utilizzazione sperimentale. Sarà pertanto calcolato, per ogni ambiente, il flusso totale emesso dalle diverse sorgenti luminose e necessario per ottenere i valori di illuminamento desiderati. Per ottenere quanto sopra si farà uso dei coefficienti di utilizzazione degli apparecchi di illuminazione, forniti dalle ditte produttrici. Noto il flusso totale, si ricaverà il numero ed il tipo delle sorgenti luminose e successivamente il numero degli apparecchi illuminanti in modo da soddisfare le prescrizioni richieste.

• **IMPIANTI TRIFASI** Nel dimensionamento degli impianti trifasi (per i quali non è prevista una limitazione della potenza contrattuale da parte dell'Ente Distributore) non vengono applicati i criteri esposti al paragrafo »Potenza impegnata e dimensionamento degli impianti«; il dimensionamento dell'impianto sarà determinato, di volta in volta, seguendo i criteri della buona tecnica, nel rispetto delle Norme CEI. In particolare, per quanto riguarda il dimensionamento delle condutture, occorrerà tener conto della potenza impegnata calcolata nel seguente modo: 1) determinazione della potenza media del singolo utilizzatore nelle condizioni di normale esercizio in funzione della potenza di targa:  $P_m = K_u \times P_t$  dove:  $P_m$  = potenza media  $K_u$  = coefficiente di utilizzazione  $P_t$  = potenza di targa. Il coefficiente di utilizzazione è il rapporto tra la potenza mediamente assorbita e la sua potenza nominale; i valori più usati nelle applicazioni pratiche sono riportati nella tabella FAT-UT. Tabella FAT-UT - Fattore di utilizzazione Tipo di utilizzazione  $K_u$  Lampade Motori da 0,5 a 2 kW Motori da 2 a 10 kW Motori oltre i 10 kW Forni a resistenza Raddrizzatori Saldatrici Macchine utensili, trasportatori Ascensori, impianti di sollevamento Pompe, ventilatori 0,7 0,75 0,81 tra 0,7 e 1 tra 0,6 e 0,8 tra 0,8 e 1,12) Determinazione della potenza totale  $P_t$ , data dalla somma delle potenze medie assorbite da ogni singolo utilizzatore ( $P_{m1} + P_{m2} + \dots + P_{mn}$ ) moltiplicata per il coefficiente di contemporaneità  $K_c$ :  $P_t = (P_{m1} + P_{m2} + \dots + P_{mn}) \times K_c$  Il coefficiente di contemporaneità deve essere valutato a seconda del tipo di impianto con criteri stabiliti in base ai dati ricavati dall'esperienza. Anche in questo caso, un primo riferimento può essere dato dalla tabella FAT-CONT. Tabella FAT-CONT - Fattori di contemporaneità per impianti trifasi Tipo di utilizzazione Numero  $K_c$  Motori da 0,5 a 2 kW Motori da 2,5 a 10 kW Motori da 10 a 30 kW Motori oltre 30 kW Raddrizzatori Ascensori e montacarichi Illuminazione Pompe Ventilatori fino a 10 oltre fino a 10 oltre fino a 5 oltre fino a 2 oltre fino a 10 fino a 4 oltre qualsiasi 0, 60, 50, 70, 450, 80, 650, 90, 70, 80, 750, 60, 80, 9 1 Nel caso di impianti civili il principale fattore di contemporaneità da adottare, è quello relativo alla valutazione della potenza convenzionale nel caso di più utenti collegati alla stessa linea (montante). I valori usuali sono riportati nella tabella FAT-CONT 1. Tabella FAT-CONT 1 - Fattori di contemporaneità per utenze civili Numero di utenze  $K_c$  12 - 45 - 1011 e oltre 10, 80, 60, 40) Dopo aver calcolato la potenza totale  $P_t$  si potrà stabilire la sezione dei conduttori più idonea, in relazione alla potenza da trasportare e tenendo conto del fattore di potenza e della distanza da coprire. Particolare attenzione deve essere posta nella scelta dei dispositivi di manovra e protezione per i quali occorre rivolgersi ad aziende in grado di garantire le apparecchiature idonee in funzione del tipo di impianto (1). Il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. Gli interruttori automatici devono essere tripolari o quadripolari con 3 poli protetti. (1) In particolare, nel caso di impianti industriali, i contattori da utilizzare per l'avviamento diretto dei motori asincroni trifasi (con potenza non superiore a 15 kW), dovranno essere conformi alla Norma CEI EN 61095 »Contattori elettromeccanici per uso domestico e similare« accessoriabili, in modulo DIN).

#### *Scelta e messa in sicurezza delle condutture*

Una conduttura è costituita dall'insieme di uno o più conduttori elettrici e dagli elementi, tubi o canali, che assicurano il loro isolamento, il loro supporto, il loro fissaggio, la loro protezione meccanica ed è individuata da:

- il tipo di posa;
- il tipo di cavo;
- l'ubicazione.

Di seguito tratteremo solo alcuni dei casi trattati e ammessi dalla nuova edizione della Norma CEI 64-8 e la compatibilità con i conduttori ed i cavi che devono essere installati:

Conduttori posati in impianti sotto traccia.

Quando l'impianto è previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico, con classificazione 3321 (tipo FK15 o RK15), sia per i percorsi sotto intonaco, in acciaio smaltato a bordi che per gli attraversamenti a pavimento.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti. Tale coefficiente deve essere di 1,5 volte quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica. Il diametro del tubo deve essere tale da permettere di sfilare e di reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che gli stessi risultino danneggiati. Il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm:

1) Il tracciato dei tubi protettivi deve avere un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Nel caso di andamento orizzontale deve essere prevista una minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi. La tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria e ad ogni deviazione della linea principale e secondaria.

2) Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere.

Le cassette devono:

3.1) essere costruite in modo che ad installazione avvenuta, non sia possibile l'introduzione di corpi estranei. Il coperchio delle cassette deve essere apribile solo con idoneo attrezzo;

3.2) essere predisposte per l'inserimento di separatori di tensione, oppure affiancabili mediante appositi accessori che garantiscano l'allineamento. L'utilizzo di detti separatori o di cassette affiancate è necessario quando si devono separare circuiti alimentati a diverse tensioni.

4) Gli impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati, i tubi protettivi dei montanti e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. È ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette solo quando i montanti alimentano lo stesso complesso di locali e risultano contrassegnati per la loro individuazione.

5) Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella N-CAV, desunta dalla Norma CEI EN 50086, che costituisce il riferimento normativo per ogni ulteriore indicazione in merito all'argomento in oggetto.

*Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati.*

Per la posa dei cavi elettrici interrati, si dovranno utilizzare cavidotti in materiale plastico rigidi, conformi alla Norma CEI 23-29, o corrugati a doppia parete, conformi alla Norma CEI EN 50086-2-4. Per la posa si dovrà procedere nel modo seguente: sul fondo dello scavo, preventivamente concordato con la Direzione Lavori, di profondità sufficiente per la posa, privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale verrà disteso il cavo (o i cavi), senza premere e senza farli affondare artificialmente nella sabbia; successivamente si dovrà stendere un altro strato di sabbia, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno 15 cm oltre il diametro del cavo di maggior sezione. Sulla sabbia così posta in opera si dovrà infine disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se questo avrà il diametro (o se questi comporranno una striscia) non superiore a 5 cm. Nel caso di cavo di diametro superiore a 5 cm o, come più frequentemente avviene, nel caso di più cavi formanti una striscia di larghezza superiore ai 5 cm, i mattoni pieni dovranno essere posati in senso trasversale. Sistemati i mattoni, si dovrà procedere al reinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo. L'asse del cavo (o quello centrale nel caso di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi sullo stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni. Per la profondità di posa sarà seguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni ai manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o movimenti di terra nei tratti a prato o giardino. Di massima sarà però osservata la profondità di almeno 50 cm, misurata sull'estradosso della protezione dei mattoni. Tutta la sabbia ed i mattoni occorrenti saranno forniti dalla Ditta Appaltatrice.

*Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili.*

I cavi dovranno essere posati in uno dei seguenti modi che verrà indicato dal Committente:

1) entro scanalature esistenti sui piedritti dei cunicoli (appoggio continuo), appositamente fatte predisporre dal Committente;

2) entro scanalature di materiale idoneo, quale cemento, cemento amianto, ecc. (appoggio egualmente continuo), tenute in sito da mensoline in piatto o profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;

3) direttamente su ganci, grappe, staffe o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o profilato d'acciaio zincato, ovvero di materiale plastico resistente all'umidità, ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo. Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore dello strato sottostante con un minimo di 3 cm, onde assicurare la libera circolazione dell'aria. A questo riguardo la Ditta Appaltatrice dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette indicate al precedente punto 2, mentre, se non diversamente prescritto dal Committente, sarà di competenza della Ditta Appaltatrice, soddisfare a tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza. Per il dimensionamento e per i mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati, ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a 0,70 m. In particolari casi, il Committente potrà preventivamente richiedere che le parti in acciaio debbano essere zincate a caldo. I cavi, ogni 150-200 metri di percorso, dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

*Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in tubazioni interrate o non interrate, o in cunicoli non praticabili.*

Qualora in sede di appalto venga prescritto alla Ditta Appaltatrice di provvedere anche alla fornitura ed alla posa in opera delle tubazioni, queste avranno forma e costituzione come preventivamente stabilito dal Committente (materiale termoplastico o altro). Per la posa in opera delle tubazioni a parete, a soffitto, in cunicoli, nelle intercapedini, nei sotterranei, ecc., valgono le prescrizioni del precedente paragrafo »Posa dei cavi in cunicoli praticabili«, con i dovuti adattamenti. Per la posa interrata delle tubazioni, valgono le prescrizioni del paragrafo »Posa dei cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati«, per quanto riguarda le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il reinterro, ecc. Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o strette da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia. Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno predisporre adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate. Il distanziamento fra i pozzetti e le cassette verrà stabilito in funzione della natura e della grandezza dei cavi da infilare.

Per cavi aventi condizioni medie di scorrimento e di grandezza, il distanziamento è di massima il seguente:

- ogni 30 m se in rettilineo;
- ogni 15 m se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro. In sede di appalto, dovrà essere precisato se spetti al Committente la costituzione dei pozzetti o delle cassette. In tal caso, per il loro dimensionamento, formazione, raccordi, ecc., la Ditta Appaltatrice dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie. Posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi. Se non diversamente specificato in sede di appalto, la fornitura di tutti i materiali e la loro messa in opera per la posa aerea in questione (pali di appoggio, mensole, isolatori, cavi, accessori, ecc.) sarà di competenza della Ditta Appaltatrice. La posa aerea dei cavi dovrà avvenire nel rispetto delle prescrizioni normative; la Ditta Appaltatrice dovrà rispettare, nelle soluzioni impiantistiche, le Norme CEI (ed in particolare la Norma 20-31), mentre i rapporti con terzi (istituzioni di servitù di elettrodotto, di appoggio, di attraversamento, ecc.), saranno di competenza esclusiva ed a carico del Committente, in conformità di quanto disposto al riguardo dal testo Unico di leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici, di cui al Regio Decreto 11 Dicembre 1933, n°1775.

*Posa aerea di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti.*

Tale sistema di posa è consentito per i cavi destinati a sopportare tensioni di esercizio non superiori a 1000 V, con adeguato isolamento. Fanno eccezione i cavi destinati all'alimentazione di circuiti per illuminazione in serie o all'alimentazione di tubi fluorescenti, per i quali il limite massimo della tensione ammessa è di 6000 V. Sono possibili due soluzioni:

- 1) cavi con treccia in acciaio di supporto incorporata nella stessa guaina isolante;
- 2) cavi sospesi ad una treccia indipendente in acciaio zincato (cosiddetta sospensione "americana") a mezzo di fibbie o ganci di sospensione intervallati non più di 40 cm. Per la posa aerea dei cavi in questione, valgono integralmente i riferimenti a Leggi e Norme indicati al precedente paragrafo »Posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi«. Posa dei cavi di comunicazione dati tecnologici. La posa dei cavi di comunicazione dati (trattasi di sistemi di categoria zero) deve avvenire sotto traccia o in canalizzazioni esterne come specificato in precedenza purché separate dalle canalizzazioni dove sono posati cavi di potenza (soprattutto nel caso questi ultimi alimentino carichi fortemente induttivi o con correnti discontinue; ad esempio illuminazione al neon). Si raccomanda una distanza dei cavi di comunicazione dati dalle altre condutture di almeno 0,20 m.

Tipologia e caratteristiche delle condutture:

- la comunicazione dei dati tra i diversi apparati di controllo tecnologico deve avvenire alla velocità di almeno 78 kbps;
- i cavi devono essere di cat. IV (tipo doppino twistato non schermato con possibilità di scegliere la forma del cablaggio (bus, stella, loop);
- le distanze massime di cablaggio per ciascuna tratta devono garantire almeno 500 m nel caso di topologia libera, e 1200 m per topologia a bus;
- il massimo numero di apparati (nodi) per tratta è normalmente di 64, con la possibilità di collegare tra loro tratte tramite routers o repeaters in modo da consentire una capacità della rete di circa 32.000 nodi.

*Cavi incassati direttamente nella muratura.*

Questo tipo di posa, non ammesso in precedenza, è stato recentemente introdotto per motivi di armonizzazione con la normativa internazionale. Tuttavia la Norma CEI 64-8, nel commento all'art. 521.2, raccomanda di »realizzare impianti con cavi che possano essere sfilati, per tutti gli evidenti vantaggi che questo tipo di impianto comporta in caso di riparazioni e di ampliamenti«.

*Cavi e conduttori. Portata dei cavi*

La portata di un cavo dipende dalla sezione, dal tipo di conduttore e dall'isolante, ma anche dalla temperatura ambiente e dalle condizioni di posa. Secondo la norma CEI-UNEL 35024/1 (fascicolo 3516), per determinare la portata di un cavo si deve tener conto di due fattori di correzione  $k_1$  e  $k_2$  che dipendono dalla temperatura ambiente se diversa da 30 °C e dalle modalità di installazione. Nella norma vengono riportate tabelle che specificano le portate dei cavi con conduttori di rame unipolari e multipolari. Per facilitare il compito di determinare la portata dei cavi, sono state predisposte le seguenti tabelle, nelle quali si può leggere direttamente la portata  $I_z$  dei cavi a 30 °C, nelle condizioni di posa più usuali. Ciò evita di individuare prima la portata  $I_0$  del singolo circuito o cavo multipolare, poi di andare alla ricerca del fattore  $k_2$  adatto al caso e di eseguire la moltiplicazione.

Tabella PORT-CAV 1 - Cavi unipolari senza guaina posati in tubo o in canale  
Numero PORTATA (A) Sezione cond. Numero di circuiti [mm<sup>2</sup>] caricati 12345678910  
La tabella PORT-CAV 1 vale per i tipi di posa sotto riportati, estrapolati dalla tabella 52.C della Norma CEI 64-8.

*Protezione delle condutture*

I conduttori attivi degli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi pericolosi o da corto circuiti.

Protezione contro i sovraccarichi

Tale protezione deve essere effettuata secondo le prescrizioni contenute nella sezione 433 della Norma CEI 64-8.

In particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f = 1,45 I_z$$

dove:

$I_b$  = corrente di impiego della conduttura

$I_z$  = portata della conduttura

$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_f$  = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

#### *Protezione contro i corto circuiti*

Tale protezione deve essere effettuata secondo le prescrizioni contenute nella sezione 434 della Norma CEI 64-8. In generale la protezione viene effettuata installando dispositivi atti ad interrompere le correnti di corto circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose per gli effetti termici e meccanici nei conduttori e nelle relative connessioni. I dispositivi di protezione devono rispondere a due requisiti fondamentali:

1) avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che, a monte, vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione; in questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante, detta anche integrale di Joule ( $I^2 \times t$ ), lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette. Una soluzione può essere realizzata utilizzando a valle interruttori automatici magnetotermici ed a monte interruttori magnetotermici con potere di interruzione non inferiore a  $I_{cc}$  presunta. Il coordinamento tra interruttori a monte e a valle (denominato in questo caso di back-up o filiazione), deve essere garantito dal costruttore degli apparecchi, che dichiara, con apposite tabelle quale potere di interruzione può raggiungere l'interruttore installato a valle.

I sezionatori devono garantire, a fronte dell'apertura forzata dei contatti, l'effettivo sezionamento del circuito.

2) Intervenire in un tempo inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre al limite ammissibile. Questa condizione, per corto circuiti che non superano i 5 s, è normalmente verificata dalla formula:

$$\Delta t = K \times S/I$$

dove:

t = durata in secondi

I = corrente di corto circuito (valore efficace)

S = sezione dei conduttori

K = coefficiente il cui valore è riportato nella Norma CEI 64-8 e che varia al variare del tipo di cavo (è uguale a 115 per cavi in rame isolati in PVC, a 135 per cavi in rame isolati in gomma ordinaria ed a 146 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato). I dispositivi di protezione e la loro installazione. L'impiego degli interruttori automatici magnetotermici garantiscono contemporaneamente un'efficace protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i corto circuiti. All'inizio di ogni impianto utilizzatore deve essere installato un interruttore generale onnipolare munito di adeguati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti. Detti dispositivi devono essere in grado di interrompere la massima corrente di corto circuito che può verificarsi nel punto in cui essi sono installati. Devono essere protette singolarmente:

- le derivazioni all'esterno;
- le condutture che alimentano motori o apparecchi utilizzatori che possono dar luogo a sovraccarichi;
- le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezion fatta per quelli umidi;
- le prese a spina per l'alimentazione degli apparecchi in uso nei locali per chirurgia, nei locali per sorveglianza o cura intensiva e nei locali per anestesia.

#### *Protezione degli impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati.*

Gli impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati con montanti distinti (contatori centralizzati negli scantinati o nei sottoscala), devono avere un interruttore in corrispondenza dell'entrata del montante nell'appartamento o nel complesso dei locali interessati. L'interruttore deve essere onnipolare, avere adeguati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti e non deve interrompere il conduttore di protezione. Immediatamente a valle del gruppo di misura, alla base del montante, deve essere installato l'interruttore generale corredato dalla relativa protezione. L'interruttore generale di proprietà dell'utente, può essere omesso quando:

- 1) l'interruttore automatico dell'Ente Distributore, dotato di un adeguato potere di interruzione, è presente alla base del montante ed è facilmente accessibile all'utente;
- 2) le protezioni installate in corrispondenza dell'entrata del montante nell'appartamento o nel complesso dei locali interessati sono idonee alla protezione contro i sovraccarichi del montante stesso. In questo caso occorre verificare, con misure e calcoli che la  $I_{cc}$  minima al termine della linea abbia un valore sufficiente a garantire l'intervento del relè magnetico installato all'inizio della linea;
- 3) il montante è costruito in modo da rendere minimo il rischio di corto circuito; questa condizione include anche un'adeguata protezione meccanica, termica e contro l'umidità. Nel caso in cui il gruppo di misura dell'Ente Distributore sia sprovvisto di dispositivo limitatore, la lunghezza del tratto di linea esistente tra il contatore e l'interruttore generale non deve essere superiore a 3 m;
- 4) la lunghezza e la sezione del conduttore del montante siano tali da consentire, anche nel caso di corto circuito in corrispondenza dell'entrata nell'appartamento o nel complesso dei locali interessati, il tempestivo intervento dell'interruttore automatico dell'Ente Distributore.

I singoli montanti devono essere considerati come una parte integrante dell'impianto utilizzatore che vanno ad alimentare e pertanto il conduttore di neutro non può essere utilizzato in comune tra diversi montanti. Devono inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- ogni montante può essere costituito da un cavo multipolare con guaina oppure da più cavi unipolari (in questo secondo caso i cavi vanno posati entro un unico tubo protettivo, o condotto, o canale);
- i cavi, i tubi protettivi, i condotti, i canali, le cassette terminali devono essere distinti per ogni montante; fanno eccezione le cassette rompitratta o di ammarro, nelle quali i cavi sono passanti e senza morsetti e possono pertanto essere comuni a più circuiti;
- i singoli montanti devono essere contrassegnati, per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;
- il tratto di conduttore di protezione principale, al quale vanno collegati i conduttori di protezione delle singole unità immobiliari, o delle parti dell'impianto utilizzatore, può essere unico per un gruppo di montanti; in questo caso deve avere un proprio tubo di protezione e proprie cassette di derivazione (ed eventualmente di ammarro) facilmente individuabili. Per tale conduttore, la connessione alle singole derivazione deve essere possibile senza che avvenga alcuna interruzione della sua continuità elettrica.

#### *Protezione contro i contatti accidentali*

E' obbligo di legge (capo II - titolo VII, D.P.R. 547 del 27 aprile 1955) realizzare la protezione contro il contatto accidentale con conduttori ed elementi in tensione. I contatti che una persona può avere con le parti in tensione sono concettualmente divisi in due categorie:

- contatti diretti quando il contatto avviene con una parte dell'impianto elettrico normalmente in tensione;
- contatto indiretto quando il contatto avviene con una massa, normalmente non in tensione, ma che accidentalmente si trova in tensione in conseguenza di un guasto.

#### *Protezione contro i contatti diretti*

La protezione contro i contatti diretti può essere di tipo:

- totale
- parziale
- addizionale.

La protezione totale si attua mediante l'isolamento, gli involucri e/o le barriere. Col termine isolamento si intende l'isolamento principale ossia l'isolamento delle parti attive, necessario per assicurare la protezione fondamentale contro i contatti diretti e indiretti. Involucri e barriere sono così definiti dalle Norme CEI:

«Involucro»: elemento che assicura un grado di protezione appropriato contro determinati agenti esterni e un determinato grado di protezione contro i contatti diretti in ogni direzione.

«Barriera»: elemento che assicura un determinato grado di protezione contro i contatti diretti nelle direzioni abituali di accesso. La protezione parziale, attuabile solo nei locali dove l'accessibilità è riservata a persone addestrate (come definito all'art. 29.1 della Norma CEI 64-8) è realizzata mediante:

«Ostacolo»: elemento che previene i contatti involontari con le parti attive di un circuito, ma non è in grado di impedire il contatto intenzionale.

«Allontanamento»: si attua ponendo fuori portata di mano parti simultaneamente accessibili, ossia le parti conduttrici che possono essere toccate simultaneamente da una persona. La protezione addizionale si realizza mediante interruttori differenziali. L'impiego di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto (art. 412.5.1 della Norma CEI 64-8) come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione.

#### *Protezione contro i contatti indiretti*

I sistemi di protezione contro i contatti indiretti possono essere di due tipi:

- 1) passivi
- 2) attivi.

Sono passivi quei sistemi che non prevedono l'interruzione del circuito; in particolare:

- il doppio isolamento
- la protezione mediante bassissima tensione: SELV o PELV
- i locali isolati
- la separazione dei circuiti.

La protezione attiva, che prevede l'interruzione del circuito, si attua mediante la messa a terra; tale protezione è richiesta dalla legge n°46 del 5/03/90 per tutte le parti metalliche degli impianti ad alta tensione soggette a contatto delle persone e che per difetto di isolamento o per altre cause potrebbero trovarsi sotto tensione. Ne consegue che per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere previsto, in sede di costruzione, un impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che soddisfi i requisiti imposti dalla Norma CEI 64-8. Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza, comprende:

- il dispersore (o dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno e destinato a collegare i dispersori fra di loro ed al collettore (o nodo) principale di terra.

I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);

- il conduttore di protezione che parte dal collettore di terra ed arriva in ogni alloggio, deve essere collegato a tutte le prese a spina o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. E' vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TT (cioè quando le masse degli utenti sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente dall'impianto di terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;

- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN-C, nei quali il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione;

- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra). Va inoltre precisato che all'impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati all'adduzione, distribuzione e scarico delle acque ed altri fluidi (ad esempio le tubazioni del gas), nonché tutte le masse accessibili esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore.

#### *Impianti di messa a terra per apparecchiature di elaborazione dati.*

Le apparecchiature per l'elaborazione dei dati, le apparecchiature per telecomunicazioni ed alcune apparecchiature speciali per controlli industriali, sono spesso caratterizzate da una elevata corrente di dispersione (superiore a 3,5 mA), dovuta alla necessità di filtrare disturbi a radiofrequenza. In questi casi l'impianto di terra deve essere realizzato osservando particolari accorgimenti, come indicato nel seguito. Le prescrizioni sono in accordo con quelle della Pubblicazione CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione) EN 60950 e della Norma CEI 74-2 e sono valide per tutti i sistemi di collegamento a terra (TT, TN, IT).

Prescrizioni:

1) tutte le apparecchiature di classe I, aventi corrente di dispersione superiore a 3,5 mA, sia per installazione fissa che trasportabili, devono essere collegate all'impianto utilizzatore permanentemente o tramite prese a spina per usi industriali (Norma EN 60950). Le prese a spina conformi alla Norma CEI 23-12 sono adeguate allo scopo con aggancio per guida EN 50022).

2) N Art. 66.7 - Bonifica di copertura in cemento amianto

ei sistemi TN-C la corrente di dispersione che percorre il conduttore PEN può essere considerata una corrente di carico. E' particolarmente importante la verifica della continuità della messa a terra all'atto dell'installazione e dopo ogni modifica apportata all'impianto. E' opportuno ripetere tale verifica ad intervalli regolari.

3) Quando la corrente di dispersione, misurata conformemente alla Norma EN 60950, eccede i 10 mA, le apparecchiature devono essere connesse nel rispetto di una delle tre alternative seguenti:

3.1) Connessioni di terra ad affidabilità aumentata. I conduttori di protezione devono avere la sezione maggiore fra le seguenti:

3.1a) quella risultante da quanto previsto all'articolo 543.1, della Norma CEI 64-8;

3.1b) non inferiore a 10 mm<sup>2</sup> se il conduttore di protezione non è costituito da un'anima del cavo multipolare di alimentazione dell'apparecchiatura;

3.1c) due conduttori in parallelo aventi ciascuno sezione non inferiore a 4 mm<sup>2</sup> e terminali indipendenti (se il conduttore di protezione è costituito da un'anima del cavo multipolare di alimentazione, la somma delle sezioni di tutti i conduttori che costituiscono il cavo multipolare non deve essere inferiore a 10 mm<sup>2</sup>);

3.1d) non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> se il conduttore di protezione è posato all'interno e connesso in parallelo ad un condotto metallico rigido o flessibile, che presenta continuità elettrica conforme alla Norma CEI 23-25;

3.1e) conforme alle prescrizioni dell'articolo 543.2.1 della Norma CEI 64-8 se il conduttore di protezione è costituito da tubi metallici, canali e involucri metallici.

3.2) Sorveglianza dell'integrità della messa a terra. In deroga a quanto previsto al precedente punto 3.1 in merito alla scelta tra la maggiore di una gamma di sezioni, è consentito che il conduttore di protezione soddisfi solo alle prescrizioni dell'articolo 543.1 della Norma 64-8, a condizione che la continuità dello stesso sia sorvegliata da dispositivi che interrompono tempestivamente l'alimentazione dell'apparecchiatura.

3.3) Impiego del trasformatore d'isolamento. E' altresì consentita la connessione verso terra (preferibilmente con un sistema TN) dell'apparecchiatura tramite un trasformatore d'isolamento o altra unità nella quale i circuiti di ingresso e di uscita sono separati. Il conduttore di protezione nel tratto tra l'apparecchiatura ed il trasformatore deve soddisfare le condizioni indicate nei precedenti punti 3.1 e 3.2. Messa a terra di funzionamento a basso livello di disturbo. Quando è richiesta la messa a terra di funzionamento, le masse delle apparecchiature di elaborazione dati devono essere collegate, direttamente o tramite collettori intermedi, al collettore principale dell'impianto di terra. L'adozione di impianti di terra indipendenti è consentita solo a condizione che le masse e le masse estranee collegate a due differenti impianti di terra non siano simultaneamente accessibili. In casi particolarmente difficili, quando pur essendo soddisfatte le prescrizioni di sicurezza precedenti, il livello di disturbo, rilevabile rispetto al collettore principale di terra, non può essere ridotto a un valore accettabile, l'impianto deve essere trattato come un caso particolare di incompatibilità elettromagnetica. La messa a terra di funzionamento non deve in ogni caso ridurre il livello di protezione sin qui indicato.

Bisogna inoltre assicurarsi che i provvedimenti adottati:

- garantiscano un'adeguata protezione contro le sovracorrenti;
  - siano tali da prevenire lo stabilirsi di pericolose tensioni di contatto sulle masse delle apparecchiature ed assicurino l'equipotenzialità fra dette masse e masse estranee adiacenti o masse di altri apparecchi elettrici, in condizioni sia normali sia di guasto;
  - non siano tali da invalidare le prescrizioni relative alle eventuali correnti di dispersione eccedenti i limiti consentiti.
- Provvedimenti per ridurre il livello di disturbo derivante dalla messa a terra.

I principali provvedimenti da adottare sono i seguenti:

- la messa a terra di funzionamento è preferibile che venga realizzata mediante conduttori distinti da quelli di protezione;
- nell'ambito di uno stesso circuito, il collegamento di messa a terra di funzionamento dev'essere realizzato evitando connessioni a terra multiple;
- devono essere evitate pose in parallelo dei conduttori della messa a terra di funzionamento con i conduttori di protezione, con i cavi di trasporto dell'energia e dei segnali in tutti i casi in cui non è possibile mantenere adeguate distanze di separazione. In alternativa viene adottata la schermatura dei cavi di segnale;- le masse estranee, presenti nell'ambiente dove sono installate le apparecchiature di elaborazione dei dati, devono essere connesse ad un conduttore equipotenziale supplementare. Messa a terra di periferiche remote connesse ad un sistema centrale di elaborazione dati. Per periferiche remote si intendono le apparecchiature che scambiano segnali con il sistema centrale di elaborazione dati e che hanno la messa a terra delle masse effettuata su dispersori separati (o su punti di uno stesso dispersore particolarmente esteso) tra i quali, in condizione di guasto, possono verificarsi tensioni pericolose per le persone o per le apparecchiature (ad esempio ciò può accadere nell'ambito di un'estesa installazione industriale). Nei punti in cui il valore e la durata delle tensioni risultano pericolosi, è necessario adottare adeguati provvedimenti ai fini della protezione delle persone contro i contatti diretti; tale protezione dev'essere inoltre assicurata in occasione di interventi su apparecchiature in servizio, anche nei casi in cui i circuiti sono a bassissima tensione di sicurezza. Si dovranno usare gli stessi provvedimenti previsti per i lavori sotto tensione su circuiti alimentati da sistemi di I categoria.

La protezione delle apparecchiature dev'essere eseguita con l'adozione di almeno una delle seguenti modalità:

- impiego di dispositivi limitatori di tensione in prossimità dei punti nei quali si vogliono assicurare condizioni di sicurezza;
- interposizione di dispositivi di separazione (ad esempio trasformatori di isolamento) nei collegamenti tra sistema centrale e periferiche remote;
- scelta di componenti ed apparecchiature con livello di isolamento adeguato;
- utilizzo di filtri antidisturbi bidirezionali in grado di limitare i radiodisturbi provenienti dalla linea di alimentazione. Quando si devono proteggere linee con correnti nominali superiori a quelle dichiarate dal costruttore, dev'essere prevista la possibilità di collegare in parallelo uno o più dispositivi, chiedendo preventivamente al costruttore dei dispositivi, la variazione delle attenuazioni alle varie frequenze.

*Protezione contro i contatti indiretti con interruzione automatica del circuito*

Impianti, senza propria cabina di trasformazione, alimentati da sistemi di I categoria.

Il sistema TT è universalmente impiegato in Italia dalla società di distribuzione per forniture dirette di bassa tensione. Il centro stella del secondario del trasformatore ed il conduttore di neutro sono direttamente collegati a terra in cabina, mentre le masse metalliche degli utenti sono collegate ad un altro impianto di terra elettricamente indipendente. Un'eventuale corrente di guasto deve pertanto fluire e richiudersi attraverso il terreno, poiché il dispersore di terra in cabina è separato da quello degli utenti. Normalmente l'impianto locale di terra è realizzato per ogni raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze. A tale impianto di terra devono essere collegate tutte le tubazioni metalliche accessibili, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione (masse estranee) esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore. Il collegamento delle masse all'impianto di terra deve avvenire mediante un apposito conduttore di protezione denominato PE. Il conduttore di protezione deve essere separato dal conduttore di neutro. Tutte le prese a spina per l'alimentazione degli apparecchi utilizzatori, devono essere munite di contatto di terra, connesso al conduttore di protezione. Le protezioni devono essere coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi. Per attuare la protezione mediante dispositivi di massima corrente a tempo inverso e per realizzare un corretto sistema di protezione contro i pericoli di folgorazione, le Norme relative agli impianti di bassa tensione, stabiliscono, per i sistemi TT, che sia verificata la seguente relazione:

$$R_a = 50/I_a \text{ dove:}$$

$R_a$  = somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione

$I_a$  = valore nominale della corrente di intervento del dispositivo di protezione.

Le normali protezioni sovracorrente non sempre sono idonee ad eliminare rapidamente questo tipo di guasto perché l'intervento può essere provocato o dallo sganciatore termico dopo un certo intervallo di tempo, o dallo sganciatore magnetico, se il guasto evolve in un corto circuito tra le fasi. Sono però possibili una gamma di guasti estremamente pericolosi per la sicurezza della persona ed in grado di provocare danneggiamenti all'impianto e principi d'incendio prima dell'eliminazione del guasto. Negli impianti con sistema di messa a terra TT la soluzione più affidabile ed in certi casi l'unica attuabile, è l'impiego degli interruttori differenziali che garantiscono un certo margine di sicurezza anche in presenza di variazioni, ed in particolare di aumenti, del valore della resistenza di terra durante la vita dell'impianto.

Nella formula sopra menzionata, quando il dispositivo di protezione è un interruttore differenziale,  $I_a$  coincide con la corrente differenziale nominale  $I_{\Delta n}$ .

Impianti, con una propria cabina di trasformazione, alimentati da sistemi di I categoria.

Sono impianti nei quali si realizza il sistema di messa a terra TN. Tale sistema prevede il collegamento del centro stella del trasformatore, del conduttore neutro, delle masse d'installazione e degli apparecchi elettrici dell'impianto utilizzatore e delle masse della cabina elettrica ad un unico impianto di terra. Il circuito percorso dall'eventuale corrente di guasto risulta pertanto costituito da conduttori metallici. Il conduttore neutro (denominato CN), i conduttori di protezione (denominati CP) e la massa interessata dal guasto sono metallicamente interconnessi; di conseguenza l'impedenza totale che caratterizza questo circuito è relativamente bassa. Il terreno può essere interessato dalla corrente di terra soltanto entrando in contatto diretto o indiretto con un conduttore attivo; in questo caso la corrente seguirà il percorso di minor resistenza fino al conduttore più vicino dell'impianto di terra. Per i sistemi TN deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0 \text{ dove:}$$

$U_0$  = tensione nominale verso terra dell'impianto;

$Z_s$  = impedenza totale dell'anello di guasto;

$I_a$  = corrente che può assumere uno dei seguenti tre significati:

1) provocare l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro un tempo che dipende dal valore della tensione nominale  $U_0$ ;

in particolare per valori di tensione limite di  $U_0$  (V) che vanno da 120 - 230 - 400 > 400 si avranno corrispondenti valori di tempo massimo di interruzione (s) che vanno da 0,8 - 0,4 - 0,2 - 0,1.

2) provocare l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro un tempo convenzionale inferiore a 5 s quando sono verificate le condizioni indicate all'art. 413.1.3.5 della Norma CEI 64-8 (utilizzando, ad esempio, interruttori magnetotermici);

3) essere uguale al valore della corrente differenziale nominale  $I_{\Delta n}$  nei casi in cui si impiega un interruttore differenziale. Negli impianti con propria cabina di trasformazione, è ammesso che il conduttore di protezione possa essere costituito dallo stesso conduttore del neutro, purché siano rispettate le condizioni specificate all'articolo 546.2.1 della Norma CEI 64-8. In casi speciali, per particolari esigenze di continuità di esercizio, è ammesso esercire l'impianto, o una parte di esso, senza collegamento diretto a terra né del neutro né di altre parti attive (sistema IT). In questo caso non è richiesto, per il primo guasto a terra, l'intervento automatico delle protezioni; tuttavia devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- le parti attive devono essere isolate da terra oppure essere collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato.

La tensione sulle masse non deve superare il valore di 50 V nel caso di primo guasto a terra ed il guasto deve essere individuato ed eliminato in un tempo ragionevolmente breve. A tal fine dev'essere previsto un dispositivo di controllo dell'isolamento per indicare il manifestarsi di un primo guasto tra una parte attiva e le masse o la terra; il dispositivo deve azionare un segnale sonoro e/o visivo.- Dopo il primo guasto, le condizioni di interruzione dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto, devono essere quelle relative al sistema TN quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione, quelle relative al sistema TT quando le masse sono a terra per gruppi o singolarmente (con le eccezioni e le precisazioni di cui agli articoli 413.5.6 e 413.5.7 della Norma CEI 64-8).

Nei sistemi IT è riconosciuto l'utilizzo dei seguenti dispositivi di controllo e di protezione:

- controllo dell'isolamento

- protezione contro le sovracorrenti

- protezione a corrente differenziale. In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata in modo passivo, adottando, per la costruzione dell'impianto, macchine ed apparecchi con isolamento doppio o rinforzato - apparecchi di classe II (contenitori IP40, centralini d'arredo con armatura in materiale isolante e placche in materiale isolante o metallico). In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

#### *Alimentazione dei servizi di sicurezza*

Per alimentazione dei servizi di sicurezza, o più brevemente, alimentazione di sicurezza, si intende l'alimentazione che ha lo scopo di garantire i servizi necessari alla sicurezza delle persone in caso di mancanza dell'alimentazione ordinaria. Se, anziché la sicurezza delle persone, si intende sopperire alla mancanza dell'alimentazione ordinaria per salvaguardare ad esempio la continuità della produzione, l'alimentazione, prende il nome di alimentazione di riserva.

Classificazione:

L'alimentazione di sicurezza può essere:

- non automatica

- automatica.

Nel primo caso la messa in servizio richiede l'intervento di un operatore che azioni un commutatore in grado di trasferire l'utenza dall'alimentazione ordinaria a quella di sicurezza e/o riserva. Nel secondo caso possono essere

impiegati commutatori motorizzati alimentati da due fonti di energia separate; la commutazione automatica dall'una all'altra fonte avviene quando un relè di minima tensione rileva la mancanza di energia da una fonte.

L'alimentazione di sicurezza automatica è classificata, in base al tempo entro cui diviene disponibile, nel seguente modo:

- di continuità: assicura la continuità dell'alimentazione, entro condizioni specificate per il periodo transitorio (ad esempio per quanto riguarda le variazioni di tensione e di frequenza);
- ad interruzione brevissima: l'alimentazione è disponibile entro 0,15 s;
- ad interruzione breve: l'alimentazione è disponibile in un tempo superiore a 0,15 s, ma entro 0,5 s;
- ad interruzione media: l'alimentazione è disponibile in un tempo superiore a 0,5 s, ma entro 15 s;
- ad interruzione lunga: l'alimentazione è disponibile in un tempo superiore a 15 s.

Requisiti particolari.

Se l'alimentazione dei servizi di sicurezza è prevista per funzionare durante un incendio, deve soddisfare le seguenti condizioni:

- la sorgente deve essere scelta in modo da assicurare il funzionamento per il tempo prefissato;
- i circuiti devono presentare, per costruzione e per installazione, un'adeguata resistenza al fuoco e per il tempo specificato devono mantenere i requisiti di operabilità. Per la protezione contro i contatti indiretti sono preferibili le misure che non comportano l'interruzione automatica del circuito al primo guasto di terra. Devono essere presi provvedimenti per facilitare l'ispezione periodica, le verifiche e la manutenzione.

*Sorgenti*

Sono ammesse le seguenti sorgenti:

- una linea di alimentazione, esterna all'impianto, indipendente da quella ordinaria;
- pile;
- accumulatori;
- un generatore indipendente dall'alimentazione ordinaria.

La sorgente di alimentazione dei servizi di sicurezza deve essere installata in modo permanente e non deve essere influenzata negativamente da un guasto dell'alimentazione ordinaria. La sorgente di alimentazione dev'essere situata in un luogo o in un locale appropriato, accessibile solo a persone addestrate. Il locale dev'essere convenientemente ventilato; eventuali fumi e gas non devono poter invadere le aree occupate dalle persone (questa prescrizione non si applica alle sorgenti incorporate negli apparecchi). Quando sono disponibili più sorgenti, queste possono essere utilizzate sia per l'alimentazione di sicurezza che di riserva purché in caso di guasto di una sorgente, la rimanente sia sufficiente al funzionamento previsto per tutti i servizi di sicurezza. Se due sorgenti sono previste per funzionare in parallelo è necessario prevedere dispositivi di protezione che impediscano i ritorni di energia.

Circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza.

I circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza devono essere indipendenti dagli altri circuiti. Un guasto elettrico, un intervento, una modifica su un generico circuito, non deve compromettere il corretto funzionamento dei circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza. Per quanto possibile è bene evitare che i circuiti attraversino luoghi con pericoli d'incendio; quando ciò non è possibile i circuiti devono essere resistenti al fuoco.

I circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza non devono, in ogni caso, attraversare luoghi con pericolo di esplosione, ossia, secondo la Norma CEI 64-2, i seguenti:

- luoghi di classe 0 (C0);
- zone C1Z0, C1Z1 e C1Z2 nei luoghi di classe 1 (C1);
- luoghi di classe 2 (C2).

Per quanto riguarda la protezione dei circuiti di alimentazione di sicurezza, è bene tenere presente che:

- 1) è vietata la protezione contro i sovraccarichi;
- 2) la protezione contro i corti circuiti, contro i contatti diretti ed indiretti deve essere idonea nei confronti sia dell'alimentazione ordinaria che dell'alimentazione di sicurezza, o, se previsto, di entrambe in parallelo;
- 3) i dispositivi di protezione contro i corti circuiti devono essere scelti ed installati in modo da evitare che una sovracorrente su un corto circuito comprometta il corretto funzionamento degli altri circuiti di sicurezza;
- 4) i dispositivi di protezione, di comando e di segnalazione devono essere chiaramente identificati e, ad eccezione di quelli di allarme, devono essere posti in luogo o locale accessibile solo a persone addestrate.

Apparecchi utilizzatori.

Negli impianti di illuminazione, il tipo di lampade da usare deve essere tale da assicurare il ripristino del servizio nel tempo richiesto, tenendo anche conto della durata di commutazione dell'alimentazione. Negli apparecchi alimentati da due circuiti diversi, un guasto su un circuito non deve compromettere né la protezione contro i contatti diretti ed indiretti e neppure il funzionamento dell'altro circuito. Consegna dell'energia elettrica in bassa tensione. La linea di alimentazione deve partire da un ambiente non accessibile al pubblico o ad un armadio chiuso a chiave. Deve essere previsto un dispositivo di comando di emergenza, posto in un ambiente facilmente raggiungibile dall'esterno e rispondente alle prescrizioni contenute nella sezione 537 della Norma CEI 64-8 (comandi industriali).

*Quadri elettrici*

I quadri elettrici raccolgono in un unico complesso apparecchiature elettriche destinate a svolgere funzioni specifiche nell'ambito dell'impianto elettrico in cui il singolo quadro è inserito. I quadri elettrici assumono diversa denominazione a seconda delle funzioni a cui debbono soddisfare.

Quadri, Leggi e Norme. La legge 46/90, obbliga l'installatore a redigere la dichiarazione di conformità relativamente ai lavori svolti. Allegati a tale dichiarazione devono essere, tra l'altro, le dichiarazioni di conformità dei singoli prodotti alla Norma relativa ed eventuali marchi. In questo contesto il costruttore del quadro elettrico diviene il responsabile dell'apparecchiatura e di conseguenza deve essere in grado di rilasciare una propria dichiarazione di conformità alla relativa Norma di prodotto.

Le Norme europee di riferimento per i quadri elettrici sono le seguenti:

- CEI EN 60439-1, 3<sup>a</sup> edizione (CEI 17-13/1) »Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo«.

- CEI EN 60439-2, 1<sup>a</sup> edizione (CEI 17-13/2) »Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre«.

- CEI EN 60439-3, 1<sup>a</sup> edizione (CEI 17-13/3) »Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso.

Quadri di distribuzione (ASD)«.

- CEI EN 60439-4, 1<sup>a</sup> edizione (CEI 17-13/4) »Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC)«.

La Norma CEI EN 60439-1, 3<sup>a</sup> edizione (CEI 17-13/1) contempla le prescrizioni generali da applicare a tutti i quadri elettrici di bassa tensione.

La Norma suddivide i quadri in due grandi categorie: quadri (o meglio apparecchiature assiemate) AS e ANS. In particolare:

1) Apparecchiatura AS: apparecchiatura di protezione e manovra conforme ad un tipo o ad un sistema costruttivo prestabilito senza scostamenti tali da modificare in modo determinante le prestazioni rispetto all'apparecchiatura tipo provata secondo quanto prescritto nella presente Norma.

2) Apparecchiatura ANS: apparecchiatura di protezione e manovra contenente sia sistemazioni verificate con prove di tipo, sia sistemazioni non verificate con prove di tipo, purchè queste ultime siano derivate (per esempio attraverso il calcolo) da sistemazioni verificate che abbiano superato le prove previste. Pertanto, per apparecchiatura di serie (AS), si intende un quadro elettrico che venga cablato allo stesso modo del prototipo precedentemente provato secondo tutte le prove di tipo richieste dalla Norma. E' possibile che due quadri AS dello stesso modello abbiano particolari diversi a patto che non vengano modificate quelle parti che potrebbero a loro volta modificare i risultati delle prove di tipo eseguite sul prototipo. L'apparecchiatura ANS è invece un quadro che non è stato sottoposto a tutte le prove di tipo previste dalla Norma; in particolare le prove che normalmente vengono omesse sono le seguenti: »Verifica dei limiti di sovratemperatura« (art. 8.2.1 - CEI 17-13/1), »Verifica della tenuta al corto circuito« (art. 8.2.3 - CEI 17-13/1). I calcoli da effettuare in sostituzione delle prove sopra citate e le modalità di effettuazione di detti calcoli sono riportati nelle Norme CEI:- 14/43: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS);- 17/52: Metodo per la determinazione della tenuta al corto circuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS). Si ricorda che, anche per i quadri AS la prova di tenuta al corto circuito viene omessa quando il valore della corrente di corto circuito (di breve durata o condizionata) nel punto di installazione non è superiore a 10 kA; detto valore viene elevato a 15 kA se la linea o le linee di alimentazione del quadro sono protette con interruttori limitatori che, in corrispondenza del loro potere di interruzione nominale, lascino passare una  $I_{pk}$  (corrente di picco) non superiore a 15 kA.

*Quadri di comando.*

Il quadro di comando è un complesso organico di dispositivi ed apparecchiature, con le relative strutture portanti, destinati alla misura, al comando, alla segnalazione, al controllo ed alla protezione di macchine, apparecchi e circuiti di officine ed impianti industriali. I quadri elettrici di comando normalmente comprendono:- strumenti di misura (indicatori e registratori modulari);

- apparecchiature di comando e manovra (pulsanti, interruttori, commutatori, sezionatori, ecc.);
- apparecchiature di segnalazione (segnalatori luminosi, ripetitori elettromeccanici di posizione ecc.);
- segnalatori di allarme ottici;
- segnalatori acustici;
- schemi sinottici.

Nel seguito verranno fornite prescrizioni ed indicazioni per i quadri elettrici di maggior diffusione.

Quadri di piccole e medie dimensioni con grado di protezione IP 40.

Sono quadri in lamiera e devono essere composti da cassette complete di profilati normalizzati EN 50022 per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche. I profilati devono essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio. Il pannello frontale di chiusura, che assolve anche la funzione protettiva del quadro, deve essere opportunamente sagomato affinché sporgano gli organi di manovra delle apparecchiature montate sul quadro.

I quadri di piccole e medie dimensioni si intendono »per uso domestico e similare« quando vengono rispettate le seguenti prescrizioni:

- 1) la temperatura dell'ambiente dove viene installato il quadro è mediamente di 25 °C, con picchi massimi di 35 °C;
- 2) la tensione nominale di impiego non è superiore a 440 V~;

3) la corrente nominale in entrata (Ine) è non superiore a 125 A;

4) la corrente di corto circuito trifase simmetrica presunta non è superiore a 10 kA, oppure, nel caso di installazione in punti con valori di  $I_{cc}$  più elevati, è necessario che la linea o le linee di alimentazione del quadro siano protette con interruttori limitatori che, in corrispondenza del loro potere di interruzione nominale, lascino passare una  $I_{pk}$  (corrente di picco) non superiore a 15 kA. Per questi quadri deve essere prevista la possibilità di installazione:

- a parete;
- a incasso;
- con sportello in lamiera;
- con sportello trasparente;
- senza sportello;
- con o senza serratura a chiave.

Tali opzioni possono anche essere combinate tra loro e la scelta deve poter avvenire, da parte della Direzione Lavori, anche nella fase finale dell'installazione. I quadri devono essere provvisti del Certificato di Sorveglianza IMQ.

Quadri di piccole e medie dimensioni con grado di protezione IP 55.

Valgono le prescrizioni fornite al precedente paragrafo ad eccezione degli accorgimenti costruttivi correlati al grado di protezione (porta della cassetta, guarnizioni, ecc.) che devono assicurare il grado di protezione IP 55. Inoltre questi quadri devono avere un'estetica gradevole, non presentare spigoli vivi ed essere compatibili con i quadri IP 55 di grandi dimensioni.

Quadri e armadi di grandi dimensioni con grado di protezione IP 30 e IP 40.

Devono essere realizzati da elementi componibili; dev'essere possibile l'assemblaggio di armadi delle seguenti dimensioni:

- larghezza minima: 800 mm;
- profondità: 300 mm.

Deve sempre essere garantita la componibilità orizzontale e la comunicabilità tra le varie sezioni, senza ricorrere al taglio delle pareti laterali.

Tutte le apparecchiature devono essere protette con pannelli di chiusura che:

- assicurino il prefissato grado di protezione IP;
- facciano sporgere gli organi di manovra;
- siano dotati di portacartellini indicanti la funzione dei vari apparecchi.

Sugli armadi deve essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave ed apertura a destra o a sinistra, fino ad un'altezza di 1,95 m e questo anche ad installazione avvenuta.

Quadri e armadi di grandi dimensioni con grado di protezione IP 55.

Devono essere realizzati da elementi componibili, dev'essere possibile l'assemblaggio di armadi delle seguenti dimensioni:

- larghezza minima: 850 mm;
- profondità: 400 o 600 mm.

I quadri devono avere un'estetica gradevole, non presentare spigoli vivi ed essere compatibili con i quadri IP 55 di piccole e medie dimensioni. Valgono per il resto tutte le prescrizioni fornite al precedente paragrafo ad eccezione, ovviamente, del grado di protezione, che in questo caso dev'essere IP 55.

Quadri elettrici in materiale isolante.

Quando la struttura del quadro è in materiale isolante, quest'ultima deve poter superare la prova del filo incandescente a 960 °C come previsto dalla Norma CEI 50-11. Per questi quadri sono previsti gradi di protezione IP 40 o IP 55 e, in ogni caso, dev'essere possibile l'installazione del tipo a doppio isolamento con fori di fissaggio esterni alle cassette porta-apparecchiature. Occorre poi operare la seguente distinzione:

A) quadri in cui è previsto il montaggio di interruttori automatici e differenziali generali fino a 125 A. Devono essere composti da una cassetta completa di profilati normalizzati EN 50022 e da un coperchio con o senza portello. Questi quadri devono essere realizzati in conformità alla Norma CEI 23-51, nei limiti di applicabilità di detta Norma;

B) quadri in cui è previsto il montaggio di interruttori automatici e differenziali da 125 a 250 A. Devono essere composti da cassette isolanti con piastre porta-apparecchi estraibile per consentire il cablaggio delle apparecchiature (compresi anche relè, contattori, ecc.), nel luogo finale d'installazione. Questi quadri devono essere realizzati in conformità alla Norma CEI EN 60439-1, nei limiti di applicabilità di detta Norma.

*Apparecchiature modulari per l'installazione in quadro.*

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere modulari, componibili e devono poter essere montate mediante il fissaggio a scatto sul profilato normalizzato EN 50022. Fanno eccezione gli interruttori automatici con corrente nominale maggiore di 100 A e i sezionatori di manovra (con o senza fusibili) che richiedono il fissaggio mediante bulloni; in particolare:

1) gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A devono essere modulari e conformi alla Norma CEI EN 60898: Interruttori automatici per uso domestico e similare. Le dimensioni del modulo base sono: 17,5 x 45 x 53 mm. I morsetti devono poter serrare i conduttori, le barrette di rame e i capo-corda a forcilla.

2) Gli interruttori differenziali con portata minore di 80 A devono essere modulari e componibili. Le dimensioni del modulo base sono: 17,5 x 45 x 53 mm. Gli interruttori magnetotermici differenziali devono essere componibili con gli interruttori automatici almeno nella gamma delle correnti nominali inferiori di 63 A. Questi interruttori non devono

occupare più di 7 moduli base del quadro. L'assemblaggio e la taratura degli sganciatori magnetotermici differenziali può essere effettuata solo dal costruttore. Gli interruttori magnetotermici differenziali devono essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento del relè differenziale. Gli interruttori tetrapolari devono essere provvisti di morsetti per lo sgancio a distanza. La serie modulare alla quale appartengono gli interruttori magnetotermici e differenziali deve comprendere una vasta gamma di apparecchi complementari e necessari per la realizzazione di quadri elettrici normalizzati; i principali sono: trasformatori di sicurezza, limitatori di sovratensione, filtri antidisturbo, strumenti di misura, relè passo-passo, contattori, ecc.

3) Gli interruttori magnetotermici e gli interruttori differenziali con o senza protezione magnetotermica, con corrente nominale maggiore di 100 A, devono appartenere alla stessa serie. Gli apparecchi compresi nella gamma da 100 a 250 A devono avere le stesse dimensioni di ingombro e devono essere conformi alla Norma CEI EN 60947-2. Gli interruttori con protezione magnetotermica devono essere selettivi almeno per correnti di corto circuito fino a 3000 A rispetto agli interruttori automatici con corrente nominale minore di 63 A. Gli interruttori differenziali appartenenti a questa gamma (100-250 A) devono essere disponibili sia nella versione normale con corrente d'intervento  $I_d = 0,5$  A sia nella versione con intervento ritardato con corrente d'intervento  $I_d = 1$  A. Tutto ciò per poter garantire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle. Nota: questi interruttori devono essere in grado di elevare il potere di interruzione degli apparecchi installati a valle. Le tabelle di filiazione o back-up devono essere dichiarate dal costruttore degli apparecchi. E' quindi necessario acquistare apparecchi con correnti nominali inferiori a 100 A della medesima marca degli interruttori con  $I_n > 100$  A.

#### *Altre apparecchiature.*

Dev'essere previsto il montaggio, all'interno dei quadri, anche di altre apparecchiature necessarie per il completamento dell'impianto elettrico quali, ad esempio: sezionatori di manovra con o senza fusibili, contattori, strumenti di misura, ecc. Nel caso di azionamento di motori elettrici, possono essere utilizzate due diverse tecniche:

- a) avviamento diretto;
- b) avviamento indiretto.

Per l'avviamento diretto dei motori (per potenze non superiori a 30 kW 400 V), si possono utilizzare i seguenti dispositivi:

- contattore modulare accessoriabile conforme alla Norma CEI EN 61095;
- interruttore magnetotermico salvamotore, conforme alla Norma CEI EN 60947, adatto per aggancio su profilato EN 50022;
- pulsanti per marcia arresto di colore rispettivamente verde (contatto NA) e rosso (contatto NC) da installare in apposite custodie con grado di protezione IP54. L'azionamento indiretto avviene normalmente mediante l'impiego di contattori. La scelta dei contattori dev'essere effettuata in funzione delle caratteristiche dei motori e del tipo di servizio che questi devono rendere. Esistono comunque per i contattori, delle categorie di impiego normalizzate. La Norma CEI EN 61095 riporta due categorie di utilizzazione:
  - AC-7a: carichi debolmente induttivi;
  - AC-7b: carichi dati da motori.

I contattori soggetti alla Norma CEI EN 61095 possono appartenere alle categorie riportate nella tabella 1 della Norma CEI EN 60947-1. Non è comunque necessario che il costruttore faccia le prove per tutte le categorie riportate a patto che le prove non effettuate siano meno gravose di quelle realmente eseguite.

#### *Serie da incasso*

Gli impianti da realizzarsi nell'ambito del presente progetto devono essere realizzati utilizzando serie da incasso di tipo modulare e componibile che devono poter essere installate in scatole rettangolari.

Serie da incasso di tipo rettangolare.

La dimensione del modulo dev'essere 25 x 45 mm e deve sempre essere possibile l'installazione all'interno dei quadri elettrici in combinazione con altre apparecchiature. In particolare:- gli interruttori di comando devono:

- essere conformi alla Norma CEI EN 60669-1;
- avere correnti nominali non inferiori a 16 A;
- gli apparecchi con correnti nominali fino a 16 A devono garantire il comando sia di carichi con lampade a incandescenza, che carichi con lampade fluorescenti;
- la marcatura degli apparecchi deve riportare il valore della corrente nominale seguito dalla sigla AX nel caso in cui la corrente nominale sia minore o uguale a 16 A. Nel caso di corrente nominale superiore di 16 A è possibile riportare il valore per i soli carichi resistivi (lettera A), separato da quello dei carichi induttivi (lettera X); i due valori possono non coincidere;
- la durata meccanica degli interruttori di comando deve essere non inferiore a 40.000 manovre effettuate alla corrente e tensione nominale dichiarate ed un fattore di potenza di prova pari a 0,6 0,05;
- le prese devono essere di sicurezza con portata 10 o 16 A;
- le prese UNEL (tipo Shuko) devono consentire l'utilizzo di spine sia UNEL che tradizionali con terra centrale;
- le prese per l'alimentazione di reti di personal computer (con UPS) è consigliabile che siano conformi alle Norme UNEL o allo standard Francese con il fondo di colore rosso. La serie deve consentire un minimo di 3 combinazioni nella scatola rettangolare standard. Gli apparecchi devono essere montati a scatto su armature isolanti e l'inserimento degli apparecchi deve avvenire dalla parte anteriore delle armature; dev'essere sempre garantita l'intercambiabilità dei componenti.

La serie può essere composta da:

- apparecchi modulari di colore bianco ghiaccio;
- apparecchi modulari di colore bianco panna;
- apparecchi modulari di colore beige;
- apparecchi modulari di colore grigio RAL 7035;
- apparecchi modulari di colore nero.

Tutti gli apparecchi devono essere contrassegnati con il marchio IMQ. Ciascun apparecchio inoltre sarà completato, sulla parte anteriore, da placche che possono essere:

- in tecnopolimero senza viti,
- metalliche senza viti,
- in pressofusione senza viti con finiture di varie colorazioni.

Nei locali dove è previsto l'impianto a vista, gli stessi apparecchi devono potersi installare su scatole da parete con grado di protezione IP 40, in contenitori da parete serie civile e serie industriale IP 40). Nei locali dove è previsto l'impianto a vista stagno, gli stessi apparecchi devono potersi installare in contenitori stagni con grado di protezione IP 55. Nei giardini devono essere previste torrette che consentano l'installazione degli stessi apparecchi con grado di protezione IP 55, (contenitori da giardino). I comandi devono essere protetti da un coperchio con membrana cedevole fissato a vite che garantisca il grado di protezione IP 55 e portella chiusa.

#### *Prese a spina.*

Le derivazioni dei circuiti inerenti le prese a spina, compresi eventuali tratti mobili intermedi, devono poter essere utilizzati in modo che la spina (maschio) risulti sotto tensione solo quando è inserita nella propria sede (femmina). Occorre poi che vengano osservate le seguenti prescrizioni:

- la corrente nominale delle prese non deve essere inferiore alla corrente nominale del circuito dove le prese sono inserite;
- le operazioni di posa e le manovre ripetute alle quali le prese a spina possono essere sottoposte durante l'esercizio, non devono alterare il fissaggio né sollecitare i cavi ed i morsetti di collegamento;
- per le prese fisse per uso domestico e similare l'asse d'inserzione delle relative spine deve risultare orizzontale; tale asse deve rispettare le seguenti distanze dal piano di calpestio;
- 175 mm nel caso di prese a parete (con montaggio incassato o sporgente);
- 70 mm nel caso di prese da canalizzazioni (o zoccoli);
- 40 mm nel caso di prese da torrette o calotte (a pavimento);
- quando le prese sono installate in torrette o calotte oppure in scatole di derivazione a livello del pavimento, il fissaggio al pavimento deve assicurare il grado di protezione IP 52; fanno eccezione le applicazioni su pavimenti sopraelevati o riportati (a pannelli accostati) laddove per la pulitura non è previsto lo spargimento di liquido;
- nelle autorimesse l'altezza minima di installazione è di 1,5 m dal pavimento;
- nelle installazioni che comportano l'innesto delle spine con l'asse verticale, è necessario assicurare la tenuta stagna alla polvere ed agli spruzzi d'acqua degli organi di presa quando la connessione è inattiva e dall'accoppiamento completo (presa e spina) quando la connessione è attiva;
- l'alimentazione di televisori, impianti Hi-Fi, centraline d'allarme, ecc., tramite prese a spina, deve avvenire mediante l'interpolazione tra prese ed apparecchio utilizzatore di un dispositivo limitatore di sovratensione. Il dispositivo deve essere componibile con le prese ed essere montato a scatto sulle scatole oppure può essere interposto tra la presa a muro e la spina dell'apparecchio mediante un adattatore che consente il collegamento di più utenze.
- le prese a spina con corrente nominale maggiore di 16 A e le prese a spina destinate all'alimentazione di apparecchi che, per potenza o particolari caratteristiche, possono dar luogo a pericoli durante le operazioni di inserimento e disinserimento, devono essere dotate, a monte della presa, di organi di interruzione che consentono di operare solo a circuito aperto. Le prese a spina devono sempre essere provviste di un contatto di protezione da collegare al conduttore di protezione e possono essere utilizzate come dispositivi di sezionamento; in tal caso devono essere realizzate in modo da impedire qualsiasi chiusura intenzionale. Nei circuiti protetti mediante separazione elettrica (ad esempio mediante il trasformatore d'isolamento) le prese a spina devono essere dotate di un contatto di protezione collegato al conduttore equipotenziale. A monte delle prese a spina devono essere installati dispositivi di protezione idonei ad interrompere le correnti di sovraccarico, onde evitare riscaldamenti nocivi agli isolanti, ai collegamenti ed alle prese a spina. Tali dispositivi possono essere installati in un punto qualsiasi della condotta purché a monte non vi siano derivazioni di alcun genere.

#### *Impianti antifurto e antintrusione*

Questi impianti devono essere realizzati in conformità alle prescrizioni della Norma CEI 79-3. Le apparecchiature devono essere conformi alla Norma CEI 79-2. La posizione della centralina deve essere assegnata dal Committente. Nel seguito vengono assegnate le prescrizioni specifiche per i seguenti componenti:

- centrale;
- rivelatori volumetrici a raggi infrarossi passivi;
- rivelatori perimetrali;
- attuatori d'allarme.

Centrale.

La centrale dell'impianto può essere di tipo modulare, fissabile a scatto su profilati normalizzati EN 50022, oppure, in alternativa, del tipo a parete. In entrambi i casi deve essere equipaggiata con alimentatore e batteria tampone per l'alimentazione dei rivelatori. La centrale deve poter ricevere i segnali d'allarme provenienti da rivelatori via filo. E' inoltre opportuno che abbia le seguenti caratteristiche:

- non meno di 4 zone, di tipo NC o bilanciate, con possibilità di inserimento parziale delle stesse;
- ritardi d'ingresso e d'uscita regolabili, con linee a percorso d'ingresso;
- possibilità di comandare i mezzi d'allarme descritti;
- possibilità di inserimento tramite apposita chiave elettronica.

Nei casi in cui manchi la possibilità (o non vi è l'intenzione) di eseguire le necessarie opere murarie, la centrale è ammessa anche del tipo a tecnologia radio, predisposta cioè per ricevere via radio i segnali provenienti dai rivelatori d'intrusione di tipo perimetrale o volumetrico. Detta centrale dev'essere omologata dal Ministero PT. La centrale a tecnologia radio deve avere le stesse caratteristiche della centrale a tecnologia filare, ad eccezione del sistema di inserimento e parzializzazione che può essere comandato da un apposito telecomando. Rivelatori volumetrici a raggi infrarossi passivi i rivelatori volumetrici a raggi infrarossi possono essere del tipo da »incasso« (esclusivamente per i sistemi filari) compatibili con la serie componibile, oppure del tipo da parete. La loro tecnologia può essere del tipo filare o radio, ma, in ogni caso devono avere una portata di almeno 10 m con un arco di copertura di almeno 90°. Costituisce titolo preferenziale, nel caso di rivelatori da parete, lo snodo meccanico per regolarne la zona di copertura e la funzione di regolazione della sensibilità volta ad evitare falsi allarmi.

Rivelatori perimetrali.

I rivelatori perimetrali, destinati ad essere montati su porte e finestre devono essere del tipo »a contatto magnetico«. Sono ammessi rivelatori sia con tecnologia filare sia con tecnologia via radio.

Attuatori d'allarme.

Il sistema d'allarme deve prevedere i seguenti attuatori (o mezzi) per la segnalazione degli allarmi:

- sirena autoalimentata da esterno, con pressione acustica non inferiore a 110 db misurati ad una distanza di 3 m;
- sirena per interni con pressione acustica non inferiore a 100 db misurati ad una distanza di 3 m. E' inoltre fortemente consigliato l'impiego di un combinatore telefonico, avente le seguenti caratteristiche:
- contenitore modulare con possibilità di fissaggio a scatto su profilati normalizzati EN 50022;
- due o più canali di trasmissione;
- possibilità di chiamare almeno 4 utenze telefoniche per ogni canale;
- sintesi vocale;
- tastiera e display per programmazione incorporati;
- possibilità di selezionare il tipo di trasmissione: decadica o multifrequenza.

*Prescrizioni per i bagni*

I locali da bagno sono considerati dalle Norme CEI ambienti particolari nei quali si applicano le prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8, alla sezione 701.

Divisione in zone e apparecchi ammessi.

Zona 2: è il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto della doccia, largo 0,6 m ed alto 2,25 m dal pavimento.

Zona 3: è il volume al di fuori della zona 2 avente una larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia) ed un'altezza di 2,25 m dal pavimento.

Nella zona 3 le prese a spina, gli interruttori e gli altri apparecchi di comando sono ammessi solo se viene soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- alimentazione singola tramite trasformatore di sicurezza;
- sistema SELV;
- protezione mediante interruttore differenziale con corrente di intervento minore o uguale a 30 mA.

I componenti dell'impianto elettrico devono avere almeno i seguenti gradi di protezione:

- nelle zone 1 e 2 IPX4
- nelle zone 3 IPX1

- nei locali da bagno (zone 1, 2, 3), la cui pulizia è prevista mediante l'uso di getti d'acqua (ad esempio bagni pubblici) IPX5. Per le prese a spina per le quali le Norme non considerano la classificazione IPX1, si ammette di regola l'impiego del tipo ordinario per installazione incassata verticale. Nessuna presa a spina dovrà essere installata a meno di 0,60 m dal vano della porta aperta di una cabina prefabbricata per doccia. Per la sicurezza delle persone, le prese a spina installate nella zona 3 non possono alimentare apparecchi utilizzatori che in qualche modo possono venire utilizzati nelle zone 2, 1, 0.

Le regole relative alle varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno, servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso; sono pertanto da considerarsi integrative rispetto alle regole ed alle prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

*Collegamento equipotenziale supplementare nei locali da bagno.*

L'art. 701.413.1.6 della Norma CEI 64-8 richiede espressamente la messa in opera di un collegamento equipotenziale supplementare che colleghi tutte le masse estranee delle zone 1, 2 e 3 con il conduttore di protezione. In particolare per le tubazioni metalliche è sufficiente che le stesse siano collegate all'ingresso dei locali da bagno. Le giunzioni devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni; devono essere impiegate fascette che stringono il metallo

vivo. Il collegamento non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès. Il collegamento equipotenziale supplementare deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione.

E' vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione. I conduttori di rame devono avere le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm<sup>2</sup> per collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4,0 mm<sup>2</sup> per collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

#### *Alimentazione nei locali da bagno.*

Può essere effettuata con le stesse modalità adottate per il resto dell'appartamento (o dell'edificio, per i bagni in edifici non residenziali). Se esistono 2 circuiti distinti (centri luce e prese), entrambi questi circuiti si devono estendere ai locali da bagno. La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità è obbligatoria e può essere affidata all'interruttore differenziale generale (purché questo sia del tipo ad alta sensibilità) o ad un differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

#### *Condutture nei locali da bagno.*

Le condutture non devono avere elementi di protezione meccanica di tipo metallico e devono avere isolamento equivalente alla classe II. A tal fine è sufficiente impiegare cavi unipolari entro tubi o condotti non metallici, o cavi multipolari con guaina non metallica; possono, ad esempio, essere impiegati cavi isolati in PVC tipo N07V-K in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento. La precedente descrizione non si applica alle condutture incassate ad una profondità superiore a 5 cm. Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno. Il cavetto deve uscire, senza morsetti, da una scatoletta passa cordone.

#### *Apparecchi di ventilazione.*

La corretta ventilazione dei locali da bagno, costituisce un fattore determinante di benessere; in questi ambienti dev'essere opportunamente dimensionato l'impianto di ventilazione sia per il ricambio generale, sia per il ricambio di punta in modo rapido. Una corretta progettazione dell'impianto di ventilazione deve tener conto, quanto meno, delle seguenti tre diverse situazioni generali:

##### *Bagni ciechi.*

Nei bagni ciechi l'aspirazione forzata è obbligatoria. La portata minima d'aria consigliata è di 45 m<sup>3</sup>/h ed è opportuno prevedere un dispositivo che ritardi lo spegnimento dell'aspiratore, in modo da garantire il suo funzionamento per 15-20 minuti dopo l'utilizzazione dell'ambiente. In tale modo si effettuerà da uno a due ricambi di aria ad ogni intervento. Occorre comunque verificare se sono vigenti altre disposizioni contenute nel Regolamento di igiene locale relativo al Comune di riferimento. L'apparecchio di aspirazione utilizzato deve avere una curva pressione/portata con valori tali da fornire la portata richiesta in rapporto alle perdite di carico dovute all'installazione. Se l'apparecchio viene installato in una posizione dove può essere raggiunto da spruzzi d'acqua, questo deve essere di tipo Splashproof ovvero con protezione IPX4. Nelle aree definite dalla norma CEI 64-8 parte 7 come zona 1 o zona 2 non è possibile installare componenti elettrici a 220 V e quindi se viene installato un apparecchio di ventilazione questo deve essere di tipo SELV alimentato a non più di 12 Volt in corrente alternata da un trasformatore di sicurezza.

#### *Impianto elettrico per servizi generali e luoghi comuni*

Gli ambienti devono essere dotati di un sistema di illuminazione di sicurezza atto a garantire un'affidabile illuminazione e la segnalazione delle vie di esodo. La durata ed il livello di illuminamento (non inferiore a 5 lux) devono garantire un ordinato sfollamento (D.M. 16/5/87 n°246).

#### *Illuminazione esterna.*

Gli apparecchi ed i componenti l'impianto di illuminazione delle aree esterne ai fabbricati, devono essere protetti contro la pioggia, l'umidità e la polvere. Salvo prescrizioni specifiche del Committente, gli apparecchi di illuminazione devono avere un grado di protezione non inferiore a IP 55. L'accensione delle lampade deve essere effettuata mediante un interruttore crepuscolare o anche tramite programmatore orario giornaliero o settimanale, a uno o due canali.

#### *Locale contatori.*

Questi ambienti vengono generalmente ubicati del tutto o in parte al piano terra. Il gruppo di misura deve essere ubicato in posizione accessibile al Distributore di energia anche in assenza di utenti, preferibilmente in apposito locale. L'ubicazione deve in ogni caso essere concordata con il Distributore; se posato esternamente all'edificio, deve essere predisposta una nicchia in muratura. Negli edifici destinati a civile abitazione i gruppi di misura sono centralizzati e raggruppati per scala e/o per interi fabbricati; per altre destinazioni (centri commerciali, ristoranti, locali di pubblico spettacolo, ecc.) vengono realizzate forniture dedicate con contatori che, in taluni casi possono essere centralizzati assieme agli altri contatori dell'intero edificio. Nelle forniture fino a 30 kW il Distributore installa:

- interruttori automatici che limitano la corrente in modo che l'utente possa prelevare al massimo la potenza convenuta contrattualmente (+ 10% di tolleranza) a  $\cos j = 0,9$ ;
- contatori di misura dell'energia reattiva (per forniture di potenza maggiore di 15 kW);
- interruttori limitatori differenziali con  $I_{dn} = 500$  mA. Questo interruttore differenziale non ha il compito di proteggere l'utente e non può essere utilizzato ai fini della protezione contro i contatti indiretti.

Impianto per locale contatori:

Cura del Committente deve essere predisposto nel locale contatori almeno un punto luce comandato da interruttore all'ingresso del locale ed una presa a spina (preferibilmente bipasso) di servizio.

### Consegna, verifiche e collaudo degli impianti

La consegna dei lavori deve avvenire nei termini previsti dal Capitolato generale. Dopo la data di ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato, si dovrà procedere al collaudo degli impianti che potrà essere preceduto, su richiesta del Committente o della Ditta Appaltatrice, da una verifica provvisoria degli impianti.

#### Verifica provvisoria

Scopo della verifica provvisoria è accertare che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente e che siano state rispettate le norme di legge per la prevenzione degli infortuni. Nel corso della verifica provvisoria devono essere eseguiti i seguenti controlli:

- stato di isolamento dei circuiti;- continuità elettrica dei circuiti;
- grado di isolamento e sezioni dei conduttori;
- efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto;
- efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria non ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati.

#### Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo degli impianti deve avere inizio entro la data prevista dal Capitolato speciale d'appalto oppure, in difetto, entro e non oltre sei mesi dalla data del certificato di ultimazione dei lavori. Scopo del collaudo definitivo è quello di accertare che gli impianti siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Capitolato speciale d'appalto, tenendo anche conto delle eventuali modifiche concordate. Il collaudo deve verificare la rispondenza dell'impianto alle:- disposizioni di legge;

- prescrizioni dei VV.FF.;
- prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- Norme CEI relative al tipo di impianto.

Relativamente alla rispondenza dell'impianto alle Norme CEI, le verifiche che devono sempre essere effettuate, oltre ovviamente a quelle specifiche a seconda del tipo e della destinazione dell'impianto, sono quelle elencate nel seguito.

#### 1) Esame a vista

L'esame a vista deve accertare:

- che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme in generale e delle Norme specifiche di riferimento per l'impianto installato;
- che il materiale elettrico sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e che non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza (occorre in particolare verificare la conformità alle prescrizioni degli art. 511.1 e 611.2 della Norma CEI 64-8);
- che le distanze delle barriere e delle altre misure di protezione siano state rispettate;
- che vi sia la presenza di adeguati dispositivi di sezionamento e di interruzione;
- che la scelta delle apparecchiature sia conforme a quanto previsto nel Capitolato speciale d'appalto;
- che vi sia l'identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, l'identificazione dei comandi e delle protezioni, dei collegamenti dei conduttori;
- che sia avvenuta la fornitura degli schemi e dei cartelli ammonitori.

#### 2) Verifica dei cavi e dei conduttori.

Per i cavi ed i conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL e che siano dotati dei contrassegni di identificazione, ove prescritti. E' poi necessario effettuare la prova della sfilabilità dei cavi; tale prova consiste nell'estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale compresa tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale. Per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e nelle costruzioni modulari, occorre verificare il rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, nonché il dimensionamento dei tubi e/o dei condotti.

#### 3) Misura della resistenza di isolamento.

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro. La misura si effettua in corrente continua. L'apparecchio di prova deve fornire la tensione indicata nella tabella RES-IS quando eroga una corrente di 1 mA. La misura dev'essere effettuata tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) ed il circuito di terra; è raccomandata, per quanto praticamente possibile, la misura della resistenza d'isolamento tra i conduttori attivi. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura dev'essere effettuata separatamente per ogni parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione. I valori minimi ammessi sono quelli riportati in tabella RES-IS.

Tabella RES-IS - Valori minimi ammessi nella misura della resistenza d'isolamento

Tensione nominale del circuito (V)	Tensione di prova c.c (V)	Resistenza di isolamento(MΩ)
SELV o PELV	250	≥0,25
Fino a 500V compresi, con l'eccezione dei casi di cui sopra	500	≥0,5
Oltre i 500 V	1000	≥1,0

--	--	--

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; devono essere impiegati due voltmetri della stessa classe di precisione, inseriti nei due punti prestabiliti. Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo, si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture. Le letture dei due voltmetri devono essere eseguite contemporaneamente; successivamente si calcola la caduta di tensione percentuale.

#### 4) Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti:

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nella Norma CEI 64-8 per gli impianti di messa a terra. Per gli impianti indicati nel D.P.R. n°547/1955 è necessario provvedere alla denuncia alle Unità Sanitarie Locali (USL) mediante apposito modulo. Le verifiche da effettuare sono le seguenti:

##### 4.1) Esame a vista dei conduttori di terra e di protezione.

Devono essere controllate le sezioni, i materiali e le modalità di posa nonché lo stato di conservazione dei conduttori e delle giunzioni. Si deve inoltre verificare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra ed il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina.

##### 4.2) Misura del valore di resistenza di terra dell'impianto.

A tal fine si utilizza un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro.

##### 4.3) Verifica dei tempi di intervento dei dispositivi di massima corrente o differenziale.

Per gli impianti con fornitura in media tensione, tale valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica.

##### 4.4) Misure delle tensioni di passo e di contatto.

Devono essere eseguite secondo le prescrizioni fornite dalla Norma CEI 64-8.5.5) Verifica della continuità dei collegamenti equipotenziali. Tale verifica dev'essere eseguita nei locali da bagno tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari, tra il collegamento equipotenziale ed il conduttore di protezione. Il controllo dev'essere effettuato prima della muratura degli apparecchi sanitari.

#### 5) Altre verifiche e prove

##### 5.1) Verifica delle protezioni contro i corto circuiti ed i sovraccarichi.

La verifica deve accertare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti, sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti.

##### 5.2) Misura della resistenza dei pavimenti e delle pareti.

Quando sia necessario soddisfare alle prescrizioni della sezione 537.4 della Norma CEI 64-8, nello stesso locale si devono eseguire almeno tre misure, delle quali una a circa 1 m da qualsiasi massa estranea accessibile posta nel locale, e le altre due poste a distanze maggiori. Le misure devono essere ripetute per ogni superficie avente caratteristiche diverse, anche se nello stesso locale, usando un ohmmetro con una tensione continua a vuoto di circa 500 V (o 1000 V se la tensione nominale dell'impianto supera i 500 V). La resistenza è misurata tra l'elettrodo di prova e il conduttore di protezione dell'impianto. L'elettrodo di prova deve essere costituito da una piastra metallica quadrata di 250 mm di lato e da una carta assorbente (o panno) inumidita e strizzata con lato approssimativamente di 270 mm, posta tra la piastra metallica e la superficie da provare. Durante la misura si deve applicare sull'elettrodo una forza di circa 750 N o di 250 N, rispettivamente nel caso di pavimenti o di pareti (la prova va eseguita prima di applicare i trattamenti alle superfici: vernici, pitture, ecc.).

##### 5.3) Prove di funzionamento.

Le apparecchiature, i motori ed i relativi ausiliari, i comandi ed i blocchi devono essere sottoposti ad una prova di funzionamento per controllare che essi siano montati, regolati e installati correttamente ed in conformità alle rispettive Norme. Terminate le prove, le verifiche e tutti gli accertamenti necessari si dovrà procedere alla stesura del verbale di collaudo con l'indicazione dei risultati delle prove e di tutto quanto è emerso nel corso del collaudo. Successivamente l'impianto potrà iniziare a svolgere il regolare servizio e lo stesso si intende in garanzia per il periodo concordato (non inferiore ai 12 mesi) successivo alla data di approvazione del certificato di collaudo, salvo diversa disposizione che dev'essere prevista nel Capitolato speciale d'appalto.

#### *Consegna di elaborati*

Ad impianto ultimato l'Appaltatore fornirà al Comune uno schema elettrico definito dell'impianto ed una planimetria sulla quale siano indicate:

- la ubicazione definitiva e le caratteristiche dei centri luminosi e dei relativi accessori
- la posizione e le caratteristiche degli apparecchi di comando e delle eventuali cabine
- le caratteristiche e lo schema delle linee di alimentazione
- la posizione esatta dei cavidotti e dei pozzetti.

Lo stesso Appaltatore fornirà altresì al Comune una Dichiarazione di conformità in cui confermi, facendo riferimento agli elementi di cui sopra (schemi e planimetrie) e sotto la propria responsabilità, che l'intero impianto è stato realizzato secondo le norme di buona tecnica (regola d'arte) previste dalla legge 1° Marzo 1968 n. 186 e dalla legge 5 marzo 1990

n. 46. Si precisa che nei prezzi è compensato tra l'altro, anche il materiale di consumo, l'uso delle attrezzature, i mezzi d'opera fissi o mobili (autocestelli, autocarro con e senza gru, escavatori, ecc.), i ripari, le protezioni, la rimozione delle macerie e quant'altro necessario a dare funzionante l'opera elencata nella voce relativa. Conseguentemente la Ditta dovrà avere a disposizione continuativamente e per tutta la durata dell'appalto, uno o più autocestelli. Non è consentito l'uso di autoscala. L'Appaltatore prima della firma del verbale di consegna dei lavori dovrà fornire per iscritto alla Direzione Lavori tutte le caratteristiche e gli elementi di identificazione degli o dell'autocestello.

#### *Impianto termico*

L'impianto da eseguire alle condizioni del presente Capitolato d'appalto deve comprendere la fornitura e posa in opera per impianti di condizionamento.

Qui di seguito si dettaglia quanto necessario la particolare tipologia di impianto.

#### *Impianti di condizionamento*

Oltre alla fornitura e posa in opera delle caldaie, eventuali impianti di combustione, di aiuto al tiraggio del camino, di depurazione dell'acqua ed elettropompe, delle tubazioni, dei rivestimenti isolanti, dei corpi scaldanti e/o raffreddanti, della verniciatura, delle apparecchiature elettriche di controllo e regolazione, l'impianto di condizionamento dovrà comprendere la fornitura e posa in opera dei seguenti componenti:

le elettropompe, comprese quelle di riserva, con le occorrenti saracinesche, antivibranti e tubazioni termicamente isolate per la circolazione dell'acqua fredda;

gli impianti di raffreddamento dell'acqua, costituiti da: compressori, evaporatori, condensatori (raffreddati ad aria o ad acqua) ed eventuali torri evaporative, motori elettrici e rispettive trasmissioni, agitatrici, tubazioni del fluido frigorifero termicamente isolate, completi, ove occorra, di tutti gli apparecchi di sicurezza e protezione nonché di tutti gli accessori;

le camere di condizionamento, qualora siano di materiale metallico, i filtri, le batterie di preraffreddamento, postriscaldamento, deumidificazione e riscaldamento, i separatori di gocce, i sistemi di umidificazione;

i ventilatori con i relativi motori e le trasmissioni, i raccordi, le serrande di regolazione e di intercettazione della circolazione dell'aria, le portine di ispezione e manutenzione, nonché ogni altro accessorio ritenuto necessario;

eventuali canali d'aria metallici, quando non sia possibile realizzarli in muratura o con altri materiali edili, completi di adeguato isolamento termico, ove necessario;

le bocchette d'immissione e di estrazione dell'aria, le serrande manuali o motorizzate d'intercettazione e di regolazione delle canalizzazioni, nonché tutti gli apparecchi di manovra e di protezione, relativi alle canne e bocchette di circolazione dell'aria;

#### *Definizioni relative agli impianti di condizionamento di aria*

Nei riguardi degli impianti di riscaldamento e di condizionamento d'aria, valgono le seguenti definizioni:

a) Diretto è quello che si ottiene mediante l'adozione di corpi scaldanti e/o raffreddanti, compresi i pannelli radianti posti negli ambienti da riscaldare o condizionare.

b) Indiretto è quello in cui i corpi scaldanti o raffreddanti sono collocati fuori degli ambienti, rispettivamente, da riscaldare e da condizionare, trattando l'aria prima di immetterla negli ambienti medesimi.

c) Ventilazione naturale, o ricambio naturale di aria, è il rinnovo di aria che si produce negli ambienti per effetto della differenza di temperatura interna ed esterna, o per l'azione del vento, in dipendenza della porosità dei materiali costituenti le pareti degli ambienti stessi e delle fessure dei serramenti.

d) Ventilazione artificiale, o ricambio artificiale di aria, è la circolazione di aria che si produce negli ambienti a mezzo di canali o di aperture, convenientemente ubicate, comunicanti con l'esterno, atte ad ottenere i ricambi di aria senza o con l'ausilio di ventilatori. In quest'ultimo caso ha luogo la ventilazione meccanica.

e) Per unità del ricambio di aria s'intende il volume del locale riscaldato, condizionato o ventilato.

f) Condizionamento dell'aria è il simultaneo trattamento dell'aria teso a conseguire e mantenere prestabilite condizioni fisiche e chimiche, sulla base di opportuni valori dei seguenti parametri: temperatura, velocità, umidità relativa dell'aria e dei fattori che hanno influenza sulla sua purezza.

S'intende inoltre:

per condizionamento invernale o termoventilazione, quello che comporta il riscaldamento, l'umidificazione e la depurazione dell'aria nella stagione invernale;

per condizionamento estivo, quello che comporta il raffreddamento, la deumidificazione e la depurazione dell'aria nella stagione estiva;

per condizionamento integrale quello che comporta il condizionamento, sia invernale che estivo.

Si intende per impianto di condizionamento l'insieme dei macchinari, apparecchi, canali e di tutte le opere occorrenti per conseguire le condizioni predette con i ricambi di aria prestabiliti.

#### *Progetto dell'impianto*

Il progetto dell'impianto di cui si tratta comprende:

a) una relazione tecnica che illustra l'impianto proposto;

b) il riassunto dei calcoli giustificativi delle dispersioni di calore e della potenzialità dell'impianto;

c) i disegni di progetto, con la completa rappresentazione grafica dell'impianto, ovvero: schema funzionale dell'impianto; ubicazione della centrale termica, dei gruppi condizionatori; andamento planimetrico delle condutture, posizione dei corpi scaldanti (radiatori, ecc.), indicazione delle bocche di presa d'aria, dei canali di circolazione e delle bocchette d'immissione e di uscita dell'aria con le principali dimensioni;

d) il preventivo particolareggiato con la elencazione delle varie parti dell'impianto, comprendenti ogni accessorio con gli elementi che valgono ad individuarlo per qualità e quantità. In tale preventivo sono indicate le quantità e le qualità dei materiali, compresi lo sviluppo delle tubazioni, nonché tutti gli elementi ed i dati necessari per ben determinare l'impianto;

e) nel preventivo sono indicati i prezzi parziali per sezioni d'impianto, date finite a regola d'arte ed in regolare stato di funzionamento nel loro insieme ed in ciascuna delle loro parti, così distinte: centrali termiche e frigorifere, apparecchi di combustione, sottostazioni di scambio, riscaldamento a convezione e radiazione, condizionamento, canali metallici, regolazioni automatiche, quadri ed apparecchiature elettriche, nonché eventuali ulteriori forniture.

La somma dei prezzi parziali anzidetti formerà il prezzo totale a corpo dell'impianto completo in opera.

In relazione al progetto suddetto, l'Impresa dovrà presentare la propria offerta secondo le seguenti modalità:

Nella determinazione del prezzo dell'impianto, l'Impresa concorrente deve tener conto degli oneri a lei derivanti dallo stato di costruzione dell'edificio, restando inteso che, nel caso di aggiudicazione dell'impianto stesso, essa ha l'obbligo di coordinare e subordinare la esecuzione dei lavori alle esigenze e soggezioni, di qualsiasi genere, dipendenti dalla contemporanea esecuzione nell'edificio di tutte le altre opere affidate ad altre ditte, secondo il piano predisposto dall'Amministrazione, da comunicarsi in sede di appalto, dandone avviso all'Impresa.

L'Impresa deve inoltre tener conto che sono a suo carico, e comunque compresi nel suindicato prezzo a corpo, tutti gli obblighi ed oneri generali e speciali.

Nel prezzo totale a corpo richiesto, si deve infine comprendere, ed in ogni modo si intendono comprese, tutte le eventuali forniture ed opere che, all'atto esecutivo, risultino strettamente necessarie al completamento a regola d'arte dell'impianto, in perfetto stato di funzionamento e pienamente rispondente ai requisiti richiesti. Ciò perché la Amministrazione non intende, sotto nessun titolo, sostenere altra spesa relativamente al suindicato prezzo a corpo, salvo soltanto l'ulteriore spesa afferente alle eventuali varianti espressamente ordinate per iscritto dalla Direzione dei lavori in corso d'opera e da valutarsi a parte, in base ai prezzi unitari dell'elenco;

l'elenco dei principali prezzi unitari che hanno servito di base per la determinazione del complessivo prezzo a corpo richiesto per l'impianto e che servirà solo nel caso di varianti, in più o in meno, che si rendessero necessarie in corso d'opera. Tali prezzi unitari devono essere comprensivi delle spese per fornitura, posa in opera, beneficio all'Impresa ed ogni altro onere, niuno escluso, per fare il lavoro finito a regola d'arte in ogni sua parte.

Le spese di cui sopra devono comprendere: mano d'opera, consumo di combustibile e di energia elettrica, lubrificanti e manutenzione ordinaria;

Dovranno essere presentate altresì:

- una dichiarazione che l'Impresa concorrente ha preso visione delle condizioni tutte del Capitolato d'appalto e che, recatasi sul posto, ha anche rilevato tutte le condizioni e le circostanze in cui deve svolgersi il lavoro;

- una dichiarazione con la quale l'Impresa concorrente si obbliga ad eseguire, per il prezzo totale a corpo, indicato nel preventivo, l'impianto come è stato progettato e con le eventuali lievi modifiche che l'Amministrazione, d'accordo con l'Impresa, ritenga necessarie. Inoltre l'Impresa dichiarerà di assumersi la piena ed incondizionata responsabilità nei riguardi del perfetto funzionamento dell'impianto, restando espressamente inteso che l'approvazione del progetto da parte dell'Amministrazione, con le eventuali modifiche di cui sopra e l'introduzione di eventuali varianti convenute in corso d'opera fra l'Impresa e la Direzione dei lavori, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle sue responsabilità fino al termine del periodo di garanzia per qualunque inconveniente che si verifichi nell'impianto stesso e, per causa di questo, nelle strutture ed arredamenti dell'edificio;

Quando sia richiesto dalla lettera d'invito all'appalto l'Impresa concorrente dovrà inoltre presentare un preventivo di spesa per l'esercizio e la manutenzione di tutto l'impianto, per una o più stagioni di funzionamento, una volta avvenuta l'ultimazione dei lavori.

Tale offerta non impegna, comunque, l'Amministrazione che si riserva la facoltà di affidare la gestione ad altra Ditta, con la dichiarazione che questa sia disposta ad assumerne l'esercizio.

*Presentazione del campionario*

Prima dell'inizio dei lavori, a seguito di eventuale richiesta da parte dell'Amministrazione, l'Impresa presenterà il campionario delle condutture, delle valvole, saracinesche, corpi scaldanti e degli altri minori accessori che intende impiegare nella esecuzione dell'impianto.

Ogni campione deve essere numerato, deve portare un cartello col nome dell'Impresa ed essere elencato in apposita distinta. Detto campionario sarà ritirato dall'Impresa una volta avvenute le verifiche e le prove preliminari dell'impianto.

Resta esplicitamente inteso che la presentazione dei campioni non esonera l'Impresa dall'obbligo di sostituire, ad ogni richiesta, i materiali che, pur essendo conformi ai campioni, non risultino corrispondenti alle prescrizioni del Capitolato.

## **COLLOCAMENTO IN OPERA**

### **Art. 58 Collocamento in opera**

#### **58.1 - Norme generali**

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in situ (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in pristino).

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera o apparecchio che gli venga ordinato dalla D.L., anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e le cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o, assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

### **58.2 - Collocamento di manufatti in legno**

I manufatti in legno come infissi di finestre, porte, vetrate, ecc. saranno collocati in opera fissandoli alle strutture di sostegno, mediante, a seconda dei casi, grappe di ferro, ovvero viti assicurate a tasselli di legno o a controtelai debitamente murati.

Tanto durante la loro giacenza in cantiere, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in situ, l'Appaltatore dovrà curare che non abbiano a subire alcun guasto o lordura, proteggendoli convenientemente da urti, da schizzi di calce, tinta o vernice, ecc. con stuoie, coperture, paraspiogli di fortuna, ecc.

Nel caso di infissi qualsiasi muniti di controtelaio l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche, a richiesta della D.L.

Nell'esecuzione della posa in opera le grappe dovranno essere murate a calce o cemento, eventualmente caricati con adesivi strutturali.

Sarà a carico dell'Appaltatore ogni opera accessoria occorrente per permettere il libero e perfetto movimento dell'infisso posto in opera (come scalpellamenti di piattabande ecc.) ed ogni riparazione conseguente (ripristini, stuccature intorno ai telai ecc.), come pure la verifica che gli infissi abbiano assunto l'esatta posizione richiesta, nonché l'eliminazione di qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata anche in seguito, sino al momento del collaudo.

### **58.3 - Collocamento di manufatti in ferro**

I manufatti in ferro, quali infissi di porte, finestre, vetrate, ecc. saranno collocati in opera con gli stessi accorgimenti e cure, per quanto applicabili, prescritti all'Articolo precedente per le opere in legno.

Nel caso di infissi di qualsiasi tipo muniti di controtelaio l'Appaltatore avrà l'obbligo, a richiesta della D.L., di eseguire il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche.

Il montaggio in situ e collocamento delle opere di grossa carpenteria dovrà essere eseguito da operai specialisti in numero sufficiente affinché il lavoro proceda con la dovuta celerità. Il montaggio dovrà essere fatto con la massima esattezza, ritoccando opportunamente quegli elementi che non fossero a perfetto contatto reciproco e tenendo opportuno conto degli effetti delle variazioni termiche.

Dovrà tenersi presente infine che i materiali componenti le opere di grossa carpenteria ecc. debbono essere tutti completamente recuperabili, senza guasti né perdite.

### **58.4 - Collocamento coi manufatti in marmo e pietre**

Tanto nel caso in cui la fornitura dei manufatti gli sia affidata direttamente, quanto nel caso in cui venga incaricato della sola posa in opera, l'Appaltatore dovrà avere la massima cura per evitare, durante le varie operazioni di scarico, trasporto e collocamento in situ e sino a collaudo, rotture, scheggiature, graffi, danni alle lucidature, ecc. Egli pertanto dovrà provvedere a sue spese alle opportune protezioni, con materiale idoneo di spigoli, cornici, colonne, scalini, pavimenti, ecc., restando egli obbligato a riparare a sue spese ogni danno riscontrato; come a risarcirne il valore quando, a giudizio insindacabile della D.L., la riparazione non fosse possibile.

Per ancorare i diversi pezzi di marmo o pietra si adopereranno grappe, perni e staffe, in ferro zincato o stagnato, o anche in ottone o rame, di tipo e dimensioni adatte allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, e di gradimento della D.L.

Tali ancoraggi saranno fissati saldamente ai marmi o pietre entro apposite incassature di forma adatta, e murati nelle manifatture di sostegno con malta cementizia.

I vuoti che risulteranno tra i rivestimenti in pietra o marmo e le retrostanti murature dovranno essere diligentemente riempiti con malta idraulica fina o mezzana, sufficientemente fluida e debitamente scagliata, in modo che non rimangano vuoti di alcuna entità. La stessa malta sarà impiegata per l'allettamento delle lastre in piano per pavimenti, ecc.

È vietato l'impiego di conglomerato cementizio a presa rapida, tanto per la posa che per il fissaggio provvisorio dei pezzi, come pure è vietato l'impiego della malta cementizia per l'allettamento dei marmi.

L'Appaltatore dovrà usare speciali cure ed opportuni accorgimenti per il fissaggio o sostegno di stipiti, architravi, rivestimenti ecc., in cui i pezzi risultino sospesi a strutture in genere ed a quelle in cemento armato in specie: in tale caso si potrà richiedere che le pietre o marmi siano collocati in opera prima del getto, ed incorporati con opportuni mezzi alla massa della muratura o del conglomerato, il tutto seguendo le speciali norme che saranno all'uopo impartite dalla D.L. e senza che l'Appaltatore abbia diritto a pretendere compensi speciali.

Tutti i manufatti di qualsiasi genere, dovranno risultare collocati in situ, nell'esatta posizione stabilita dai disegni o dalla D.L.; le connessioni ed i collegamenti eseguiti a perfetto combaciamento secondo le migliori Regole d'Arte dovranno essere stuccati con cemento bianco o colorato, a seconda dei casi, in modo da risultare il meno appariscenti che sia possibile e si dovrà curare di togliere ogni zeppa o cuneo di legno al termine della posa in opera.

I piani superiori delle pietre o dei marmi posti all'esterno dovranno avere le opportune pendenze per convogliare le acque piovane, secondo le indicazioni che darà la Direzione Lavori.

Sarà, in caso, a carico dell'Appaltatore, anche quando esso avesse l'incarico della sola posa in opera, il ridurre e modificare le murature ed ossature ed eseguire i necessari scalpellamenti e incamerazioni, in modo da consentire la perfetta posa in opera dei marmi e pietre di qualsiasi genere.

Nel caso di rivestimenti esterni potrà essere richiesto che la posa in opera delle pietre o marmi segua immediatamente il progredire delle murature, ovvero che venga eseguita in un tempo successivo, senza che l'Appaltatore possa accampare pretese di compensi speciali oltre quelli previsti dalla tariffa.

#### **58.5 - Collocamento di manufatti vari, apparecchi e materiali forniti dall'Amministrazione appaltante**

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dall'Amministrazione appaltante sarà consegnato alle stazioni ferroviarie o in magazzini, secondo le istruzioni che l'Appaltatore riceverà tempestivamente. Pertanto egli dovrà provvedere al suo trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che riceverà, eseguendo le opere murarie di adattamento e che si renderanno necessarie.

Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera dei precedenti articoli del presente Capitolato, restando sempre l'Appaltatore responsabile della buona conservazione del materiale consegnatogli, prima e dopo il suo collocamento in opera.

#### **58.6 - Lavori eventuali non previsti**

Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste e per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi, o si procederà al concordamento dei nuovi prezzi ai sensi dell'art. 136 del DPR 554/99, ovvero si provvederà in economia con operai, mezzi d'opera e provviste fornite dall'Appaltatore e compensare a norma dell'art. 176 dello stesso Regolamento o da terzi. Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

#### **58.7 - Disposizioni finali**

- 1) Tutte le lavorazioni sono comprensive delle spese generali e utili d'impresa;
- 2) Tutte le lavorazioni sono comprensive di tutti gli oneri di carico, trasporto e scarico dei materiali e attrezzature necessari;
- 3) Tutte le lavorazioni sono comprensive del tiro in alto, calo in basso e movimentazione dei materiali e attrezzature necessari;

## **Capitolo 4 NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### **Art. 59 - Scavi**

#### **59.1 Scavi di sbancamento**

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

#### **59.2 Scavi di fondazione o in trincea**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta per la posa di condutture in genere, manufatti sotto il piano di campagna, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere eseguiti fino alla profondità di progetto o a quella disposta dalla direzione dei lavori. All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.

L'appaltatore dovrà eseguire le opere di fondazione o posare le condotte dopo l'accettazione dei scavi da parte della direzione dei lavori.

Per quanto riguarda la posa delle condotte, in particolare per quelle fognarie, l'appaltatore dovrà, prima dell'inizio dei lavori, effettuare il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle condotte esistenti alle quali la tubazione da collocare dovrà collegarsi. Pertanto l'impresa sarà tenuta a presentare alla direzione dei lavori la planimetria e profilo del terreno con le quote dei ricettori finali, di eventuali interferenze con altri manufatti, di capisaldi planimetrici e di quota aggiuntivi di infittimento o spostati rispetto a quelli di progetto che fossero insufficienti o potessero essere danneggiati dalle macchine operatrici durante l'esecuzione dei lavori. Il prezzo dello scavo comprenderà l'onere dell'allargamento per la formazione delle nicchie laterali e sul fondo, in corrispondenza dei giunti per l'accurata ispezione delle giunzioni stesse in fase di prova di tenuta.

Gli scavi dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che della posa di condotte.

L'appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi con nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

#### **59.3 Oneri aggiunti per gli scavi**

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:

– per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;

- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro o a rifiuto, entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

#### **59.4 Misurazione degli scavi**

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- gli scavi e demolizioni della sede stradale, saranno contabilizzate a metro quadrato in base a superfici triangolate misurate in piano orizzontale
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

### **Art. 60 - Rilevati, rinterri e vespai**

#### **60.1 Rilevati e rinterri**

##### **60.1.1 Rinterri**

I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

##### **60.1.2 Regolarizzazione con misto granulare**

La regolarizzazione con misto granulare al di sotto dei piani da pavimentare, ecc., sarà contabilizzata a metro quadrato in base a superfici triangolate misurate in piano orizzontale

### **Art. 61 - Demolizioni, dismissioni e rimozioni**

#### **61.1 Demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato e non armato**

La demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato e non armato e il trasporto a rifiuto del materiale di risulta sarà compensato a metro cubo di struttura demolita e/o secondo le specifiche indicazioni dell'Elenco Prezzi

### **Art. 62 Tubazioni e pezzi speciali**

#### **62.1 Posa in opera di tubazioni**

La fornitura e posa in opera di tubazioni saranno valutati a metro lineare a seguito di misurazione effettuata in contraddittorio sull'asse delle tubazioni posate, senza tenere conto delle parti sovrapposte, detraendo la lunghezza dei tratti innestati in pozzetti o camerette.

#### **62.2 Pezzi speciali per tubazioni**

I pezzi speciali per la posa in opera di tubazioni (flange, flange di riduzione, riduzioni, curve, gomiti, manicotti, riduzioni, tazze, tappi di chiusura, piatti di chiusura, ecc.) saranno compensati a kilogrammo.

#### **62.3 Valvole, saracinesche**

Le valvole e le saracinesche varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

Nel prezzo sono compresi i materiali di tenuta.

#### **62.4 Letti di sabbia**

I letti di sabbia delle tubazioni interrati saranno pagati a metro cubo.

### **Art. 63 - Pozzetti prefabbricati e caditoie**

#### **63.1 Pozzetti prefabbricati**

I pozzetti prefabbricati saranno pagati ad elemento componente (elemento di base, elemento di sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

### **63.2 Caditoie prefabbricate**

Le caditoie prefabbricate saranno pagate ad elemento componente (elemento di base, anello di prolunga, anello d'appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

### **Art. 64 – Lastricati in pietra**

I lastricati saranno pagati a metro quadrato in base a superfici triangolate misurate in piano orizzontale.

Sarà pagata la loro superficie collocata, limitata cioè dal vivo dei muri o dai contorni, esclusa quindi ogni incassatura anche se necessaria e prescritta dalla direzione dei lavori.

Nei prezzi relativi è sempre compreso il letto di sabbia o di malta, ogni compenso per riduzione, tagli e sfridi di lastre, pietre o ciottoli, per maggiori difficoltà di costruzione dovuta ad angoli rientranti e sporgenti, per la preparazione, battitura e regolarizzazione del suolo; per la stuccatura o profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e per qualunque altra opera necessaria.

Se l'acciottolato, selciato, lastricato o pavimentazione in cubetti dovessero posare sopra sottofondo di sabbia, malta, macadam cilindrato o calcestruzzo, questo verrà valutato a parte ai prezzi di elenco relativi a questi vari sottofondi e sostegni in muratura di calcestruzzo.

### **Art. 65 - Pavimentazioni di marciapiedi**

Le pavimentazioni di marciapiedi saranno compensate a metro quadrato in base a superfici triangolate misurate in piano orizzontale.

### **Art. 66 - Lavori in metallo. Ringhiere**

#### *66.1.1 Lavori in metallo*

Le ringhiere o parapetti costituiti da elementi in acciaio uguali e ripetuti in lunghezza saranno valutate per ogni modulo delle dimensioni di mm. 2400x1000

### **Art. 67 – Noleggi**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per scaldare per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

### **Art. 68 – Trasporti**

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

### **Art. 69 - Disposizioni finali**

1) Tutte le lavorazioni sono comprensive delle spese generali e utili d'impresa;

2) Tutte le lavorazioni sono comprensive di tutti gli oneri di carico, trasporto e scarico dei materiali e attrezzature necessari;

3) Tutte le lavorazioni sono comprensive del tiro in alto, calo in basso e movimentazione dei materiali e attrezzature necessari;