

DIREZIONE OPERE PUBBLICHE

NOME DELLA PROVINCIA PROVINCIA DI TORINO		NOME DEI COMUNI/ASL COMUNE DI PINEROLO	
LIVELLO PROGETTUALE PROGETTO ESECUTIVO			
CUP F11B144000460001	TITOLO INTERVENTO REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELL'IMPIANTO SOLARE TERMICO DEL PALAGHIACCIO DI PINEROLO		
CODICE OPERA SCR 13L65U07A2			
Tavola n. 006	TITOLO TAVOLA DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI		
DATA 20 GENNAIO 2017	SCALA -	AREA PROGETTUALE GENERALE	
FORMATO ELABORATO A4	CODICE GENERALE ELABORATO 13L65U07A 2 0 E GE 00 DC 001 1		
NOME FILE 006_13L65U07A_2_0_E_GE_00_DC_001_1.PDF			
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE	
0	20 GENNAIO 2017	Prima redazione	
1	17 FEBBRAIO 2017	Revisione	
<div> <div> <p>RTP PROGETTAZIONE CAPOGRUPPO: 4 U Engineering Srl</p> <p>PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA: Studio Pession Associato corso Galileo Ferraris, 60 - 10129 Torino T 011 599354 - e-mail segreteria@pession.it</p> <p>PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI: 4 U Engineering Srl corso Galileo Ferraris, 35 - 10121 Torino T 011 5611060 - e-mail info@4uengineering.com</p> </div> <div>   </div> <div> <p>COORDINAMENTO: Studio Pession Associato</p> <p>PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI: 4 U Engineering Srl corso Galileo Ferraris, 35 - 10121 Torino T 011 5611060 - e-mail info@4uengineering.com</p> <p>PROGETTAZIONE STRUTTURALE E SICUREZZA: ing. Fabio Manzone via Fratelli Carle, 51 - 10121 Torino T 011 5611060 - e-mail fabio.manzone@studio@gmail.com</p>  </div> </div>			
ORGANISMO DI CONTROLLO Qualitech S.r.l. Responsabile di Commessa: arch. Mauro Molteni		S.C.R. PIEMONTE S.p.A. Responsabile del Procedimento Dot. Davide CERASO 	

INDICE

1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	7
1.1	OGGETTO DELLE OPERE	7
1.1.1	<i>Denominazioni utilizzate ed abbreviazioni</i>	<i>7</i>
1.2	TIPO DI APPALTO.....	8
2	INFORMAZIONI GENERALI – ONERI SPECIFICI DI APPALTO.....	10
2.2	CRITERI DI MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI	10
2.3	LIVELLO DI QUALITÀ, ACCETTAZIONE ED APPROVAZIONE DEI MATERIALI – MARCHE DI RIFERIMENTO	11
2.4	ONERI SPECIFICI DI APPALTO	13
2.4.1	<i>Programma esecutivo delle opere.....</i>	<i>13</i>
2.4.2	<i>Verifica del progetto originale.....</i>	<i>13</i>
2.4.3	<i>Obblighi ed oneri specifici a carico dell'Appaltatore inerenti agli impianti</i>	<i>14</i>
2.4.4	<i>Opere di assistenza muraria e interventi edili di supporto agli impianti</i>	<i>17</i>
2.4.5	<i>Disegni di cantiere e di montaggio</i>	<i>19</i>
2.4.6	<i>Scelta ed approvazione dei materiali</i>	<i>22</i>
2.4.7	<i>Buone regole dell'arte.....</i>	<i>23</i>
2.4.8	<i>Adempimenti e documentazione per autorizzazioni</i>	<i>24</i>
2.4.9	<i>Documentazione finale.....</i>	<i>25</i>
2.4.10	<i>Piano di manutenzione</i>	<i>28</i>
2.4.11	<i>Verifiche e prove da prevedere</i>	<i>30</i>
2.4.12	<i>Modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio.....</i>	<i>35</i>
2.4.13	<i>Verifiche e prove definitive. Certificato di Collaudo.....</i>	<i>43</i>
2.4.14	<i>Presa in consegna delle opere da parte della Committente</i>	<i>44</i>
2.4.15	<i>Garanzie</i>	<i>44</i>
2.4.16	<i>Addestramento del personale della Committente.....</i>	<i>44</i>
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE	47
3.1	LINEE GUIDA PROGETTUALI	47
3.2	DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI INTERVENTI	47
3.2.1	<i>Impianti elettrici generali</i>	<i>47</i>
3.2.2	<i>Impianti fotovoltaici</i>	<i>48</i>
3.2.3	<i>Impianti fluidomeccanici.....</i>	<i>50</i>
3.2.4	<i>Edile</i>	<i>51</i>
3.2.5	<i>Opere strutturali.....</i>	<i>55</i>
4	SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI ELETTRICI.....	60
4.1	QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE	60
4.1.1	<i>Caratteristiche tecniche generali.....</i>	<i>60</i>
4.1.2	<i>Modalità di posa in opera.....</i>	<i>75</i>
4.1.3	<i>Prove, controlli e certificazioni.....</i>	<i>76</i>
4.2	CAVI.....	79
4.2.1	<i>Caratteristiche tecniche generali.....</i>	<i>79</i>
4.2.2	<i>Modalità di posa in opera.....</i>	<i>80</i>
4.2.3	<i>Prove, controlli e certificazioni.....</i>	<i>82</i>

4.3	PASSERELLE E CANALI PORTACAVI	84
4.3.1	Caratteristiche tecniche generali.....	84
4.3.2	Modalità di posa in opera.....	84
4.3.3	Prove, controlli e certificazioni.....	86
4.4	TUBI PROTETTIVI	87
4.4.1	Caratteristiche tecniche generali.....	87
4.4.2	Modalità di posa in opera.....	88
4.4.3	Prove, controlli e certificazioni.....	90
4.5	CASSETTE, CONTENITORI.....	91
4.5.1	Caratteristiche tecniche generali.....	91
4.5.2	Prove, controlli e certificazioni.....	93
4.6	APPARECCHI PER IL MONITORAGGIO DEI CONSUMI ELETTRICI	94
4.7	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	97
4.7.2	Caratteristiche tecniche specifiche dei componenti di progetto	107
4.7.3	Modalità di posa in opera.....	110
4.7.4	Prove, controlli e certificazioni.....	110
4.8	APPARECCHI ILLUMINANTI PER PENSILINE	113
5	SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI MECCANICI.....	114
5.1	TUBAZIONI	114
5.1.1	Caratteristiche tecniche generali.....	114
5.1.2	Modalità di posa in opera.....	119
5.1.3	Prove, controlli e certificazioni.....	130
5.2	VALVOLAME E COMPONENTI DI LINEA	132
5.2.1	Caratteristiche tecniche generali.....	132
5.2.2	Modalità di posa in opera.....	132
5.2.3	Prove, controlli e certificazioni.....	134
5.3	ISOLAMENTI TERMICI E RELATIVE FINITURE.....	134
5.3.1	Caratteristiche tecniche generali.....	134
5.3.2	Modalità di posa in opera.....	141
5.3.3	Prove, controlli e certificazioni.....	143
5.4	APPARECCHI DI SCAMBIO TERMICO E SIMILI	145
5.4.1	Caratteristiche tecniche generali.....	145
5.4.2	Modalità di posa in opera.....	146
5.4.3	Prove, controlli e certificazioni.....	147
5.5	PANNELLI SOLARI	147
5.5.1	Caratteristiche tecniche generali.....	147
5.5.2	Modalità di posa in opera.....	148
5.5.3	Prove, controlli e certificazioni.....	149
5.6	SERBATOI DI ACCUMULO BIVALENTI.....	149
5.6.1	Caratteristiche tecniche generali.....	149
5.6.2	Modalità di posa in opera.....	150
5.6.3	Prove, controlli e certificazioni.....	151
5.7	GRUPPO SOLARE DI REGOLAZIONE.....	151
5.7.1	Caratteristiche tecniche generali.....	151
5.7.2	Modalità di posa in opera.....	152

5.7.3	<i>Prove, controlli e certificazioni</i>	153
5.8	STRUMENTAZIONE E APPARECCHI DI MISURA.....	153
5.8.1	<i>Caratteristiche tecniche generali</i>	153
5.8.2	<i>Modalità di posa in opera</i>	154
5.8.3	<i>Prove, controlli e certificazioni</i>	155
5.9	LIMITAZIONE DEI FENOMENI DI VIBRAZIONI E DELLA RUMOROSITÀ PROVOCATA DAGLI IMPIANTI	156
5.9.1	<i>Specifiche tecniche generali</i>	156
5.10	APPARECCHI PER IL MONITORAGGIO DEI CONSUMI.....	158
6	LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO IMPIANTI	159
6.1	GENERALITÀ.....	159
6.2	CORPO LEGISLATIVO	159
6.2.1	<i>Leggi per l'ambiente</i>	159
6.2.2	<i>Leggi per il contenimento e il risparmio dell'energia</i>	159
6.2.3	<i>Leggi sulla sicurezza degli impianti, cantieri e luoghi di lavoro</i>	161
6.2.4	<i>Leggi per l'acustica</i>	161
6.2.5	<i>Principali leggi e decreti di prevenzione incendi</i>	162
6.2.6	<i>Corpo normativo</i>	162
7	SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI EDILI	168
8	OPERE STRUTTURALI	197
8.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	197
8.2	ANALISI DEI CARICHI	198
8.2.1	<i>Pesi Propri</i>	198
8.2.2	<i>Carichi Permanenti non strutturali</i>	198
8.2.3	<i>Carichi variabili accidentali</i>	200
8.2.4	<i>Azione della Neve</i>	200
8.2.5	<i>Azione del vento</i>	201
8.2.6	<i>Azione Sismica</i>	202
8.3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	203
8.3.1	<i>Calcestruzzo</i>	203
8.3.2	<i>Acciaio</i>	203
9	CAPITOLO 1 - DATI GENERALI DELL'APPALTO	204
9.1	OGGETTO DELL'APPALTO	204
9.2	DESCRIZIONE STATO DI FATTO.....	204
9.2.1	<i>Pensiline fotovoltaico</i>	204
9.2.2	<i>Baraccatura solare termico</i>	206
	DESCRIZIONE DEI LAVORI ED OPERE STRUTTURALI OGGETTO DI AFFIDAMENTO.....	207
9.3	PRESCRIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO.....	211
9.4	CONTROLLI E PROVE SUI MATERIALI.....	212
10	CAPITOLO 2 – ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	213
10.1	ACCETTAZIONE	213
10.2	IMPIEGO DI MATERIALI CON CARATTERISTICHE SUPERIORI A QUELLE CONTRATTUALI	213
10.3	NORME DI RIFERIMENTO E MARCATURA CE.....	213

10.4	PROVVISTA DEI MATERIALI	214
10.5	SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO	214
10.6	ACCERTAMENTI DI LABORATORIO E VERIFICHE TECNICHE.....	214
10.7	INDENNITÀ PER OCCUPAZIONI TEMPORANEE E DANNI ARRECATI	215
11	CAPITOLO 3 - MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	215
11.1	MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	215
11.1.1	<i>Identificazione, certificazione e accettazione</i>	<i>215</i>
11.1.2	<i>Procedure e prove sperimentali d'accettazione</i>	<i>215</i>
11.1.3	<i>Procedure di controllo di produzione in fabbrica.....</i>	<i>216</i>
11.2	COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO	216
11.2.1	<i>Leganti per opere strutturali.....</i>	<i>216</i>
11.2.2	<i>Aggregati</i>	<i>220</i>
11.2.3	<i>Aggiunte.....</i>	<i>224</i>
11.2.4	<i>Additivi.....</i>	<i>226</i>
11.2.5	<i>Agenti espansivi.....</i>	<i>230</i>
11.2.6	<i>Prodotti disarmanti</i>	<i>231</i>
11.2.7	<i>Acqua di impasto.....</i>	<i>232</i>
11.2.8	<i>Classi di resistenza del conglomerato cementizio.....</i>	<i>232</i>
11.3	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO.....	234
11.3.1	<i>Le forme di controllo obbligatorie.....</i>	<i>234</i>
11.3.2	<i>La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati.....</i>	<i>234</i>
11.3.3	<i>Il caso dell'unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori per le prove di laboratorio.....</i>	<i>237</i>
11.3.4	<i>Conservazione della documentazione d'accompagnamento</i>	<i>237</i>
11.3.5	<i>Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche.....</i>	<i>238</i>
11.3.6	<i>Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione.....</i>	<i>238</i>
11.3.7	<i>Centri di trasformazione</i>	<i>238</i>
11.3.8	<i>Rintracciabilità dei prodotti.....</i>	<i>238</i>
11.3.9	<i>Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori</i>	<i>239</i>
11.3.10	<i>I tipi d'acciaio per cemento armato</i>	<i>239</i>
11.3.11	<i>Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli</i>	<i>245</i>
11.4	ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE	249
11.4.1	<i>Generalità.....</i>	<i>249</i>
11.4.2	<i>L'acciaio per strutture saldate.....</i>	<i>251</i>
11.4.3	<i>I bulloni.....</i>	<i>253</i>
11.4.4	<i>Le specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica</i>	<i>254</i>
11.4.5	<i>18.7 Procedure di controllo su acciai da carpenteria.....</i>	<i>255</i>
11.4.6	<i>I controlli nei centri di trasformazione.....</i>	<i>258</i>
11.4.7	<i>I controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori.....</i>	<i>261</i>
11.4.8	<i>Norme di riferimento.....</i>	<i>261</i>
12	CAPITOLO 4 - NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	263
12.1	RILIEVI, TRACCIATI E CAPISALDI	263
12.1.1	<i>Rilievi.....</i>	<i>263</i>
12.1.2	<i>Strumentazione.....</i>	<i>263</i>

12.2	PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI	263
12.3	OSSERVANZA DI LEGGI E NORME TECNICHE	264
13	CAPITOLO 5 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE	268
13.1	SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA E SBANCAMENTI IN GENERALE	268
13.1.1	<i>Generalità</i>	<i>268</i>
13.1.2	<i>Ricognizione.....</i>	<i>268</i>
13.1.3	<i>Smacchiamento dell'area</i>	<i>268</i>
13.1.4	<i>Riferimento ai disegni di progetto definitivo / esecutivo.....</i>	<i>268</i>
13.1.5	<i>Scavi a sezione obbligata</i>	<i>268</i>
13.1.6	<i>Scavi in presenza d'acqua</i>	<i>269</i>
13.1.7	<i>Impiego di esplosivi.....</i>	<i>270</i>
13.1.8	<i>Deposito di materiali in prossimità degli scavi</i>	<i>270</i>
13.1.9	<i>Presenza di gas negli scavi</i>	<i>270</i>
13.1.10	<i>Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi</i>	<i>270</i>
13.1.11	<i>50.12 Manutenzione degli scavi.....</i>	<i>271</i>
13.2	DIVIETI PER L'APPALTATORE DOPO L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI	271
13.3	RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI.....	271
13.4	RILEVATI E RINTERRI	271
13.5	FONDAZIONI DIRETTE	272
13.5.1	<i>Scavi di fondazione</i>	<i>272</i>
55.2	<i>Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva.....</i>	<i>272</i>
55.3	<i>Magrone.....</i>	<i>273</i>
13.6	CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO ARMATO	273
13.6.1	<i>Studio e accettazione della composizione del calcestruzzo</i>	<i>273</i>
13.6.2	<i>Composizione granulometrica</i>	<i>274</i>
13.6.3	<i>Contenuto di cemento.....</i>	<i>275</i>
13.6.4	<i>Contenuto di acqua di impasto.....</i>	<i>275</i>
13.6.5	<i>Contenuto d'aria inglobata</i>	<i>275</i>
13.6.6	<i>Resistenze meccaniche.....</i>	<i>276</i>
13.6.7	<i>Confezione, trasporto e posa in opera del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato 276</i>	
13.7	ESECUZIONE DEL GETTO DEL CALCESTRUZZO PER CALCESTRUZZO SEMPLICE E ARMATO	279
13.7.1	<i>Programma dei getti.....</i>	<i>279</i>
13.7.2	<i>Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature</i>	<i>280</i>
13.7.3	<i>Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato</i>	<i>281</i>
13.7.4	<i>Ancoraggio delle barre e loro giunzioni.....</i>	<i>281</i>
13.7.5	<i>Getto del calcestruzzo ordinario.....</i>	<i>281</i>
13.7.6	<i>Getto del calcestruzzo autocompattante.....</i>	<i>283</i>
13.7.7	<i>Getti in climi freddi.....</i>	<i>284</i>
13.7.8	<i>Getti in climi caldi.....</i>	<i>285</i>
13.7.9	<i>Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito</i>	<i>286</i>
13.7.10	<i>Ripristini e stuccature.....</i>	<i>303</i>
13.7.11	<i>Caricamento delle strutture disarmate</i>	<i>303</i>
13.7.12	<i>Difetti superficiali delle strutture, cause e rimedi</i>	<i>303</i>

13.7.13	<i>Tolleranze dimensionali</i>	313
13.8	ARMATURE MINIME E LIMITAZIONI GEOMETRICHE DELLE SEZIONI DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN CEMENTO ARMATO.....	313
13.9	ESECUZIONE DI STRUTTURE IN ACCIAIO.....	313
13.9.1	<i>Prescrizioni particolari inerenti l'appalto</i>	313
13.9.2	<i>Composizione degli elementi strutturali</i>	315
13.9.3	<i>Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza</i>	316
13.9.4	<i>Unioni saldate</i>	317
13.9.5	<i>Apparecchi di appoggio</i>	320
13.9.6	<i>Verniciatura e zincatura</i>	320

1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

1.1 Oggetto delle opere

La presente relazione descrive la consistenza delle opere da realizzarsi presso il Palazzo del Ghiaccio di Pinerolo (TO) per installare un impianto fotovoltaico e un impianto solare termico nell'ambito degli scopi posti a base d'incarico da parte della Stazione Appaltante.

1.1.1 Denominazioni utilizzate ed abbreviazioni

I termini "Ente Appaltante" (EA) e "Committente" sono sinonimi e indicano la COMMITTENTE dell'Opera.

Il termine "Appaltatore" è da intendere anche quale sinonimo di "Consorzio di Imprese", "Associazione temporanea di Imprese (ATI)", "Ditta", "Esecutore" e indica il soggetto APPALTATORE dell'opera.

Per una più rapida lettura degli elaborati progettuali vengono adottate le seguenti denominazioni convenzionali abbreviate (in ordine alfabetico):

AD	Azienda distributrice (di energia elettrica, e/o di gas, e/o di acqua, e/o altro)
CCIAA	Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CSA	Capitolato Speciale di Appalto
NES	Norme di Esecuzione
DL	Direzione dei Lavori, generale o specifica
EN	<i>European Norm</i>
IMQ	Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
ISO	<i>International Standard Organization</i>
PU	Prezzo Unitario
EPU	Allegato 1 al Capitolato speciale d'appalto e norme tecniche d'esecuzione
EA/SA	Ente O Stazione Appaltante / Committente (nella fattispecie LAVAZZA)
SIL	Sistema Italiano Laboratori di prova
SIT	Sistema Italiano di Taratura
UNEL	Unificazione Elettrotecnica Italiana
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
VVF	Vigili del Fuoco
(termomeccaniche)	
CT	Centrale termica

CF	Centrale frigorifera
CI	Centrale idrica
CTA	Trattamento aria
CDZ	Condizionamento o condizionatore
QE	Quadro elettrico
UR	Umidità relativa
(elettriche)	
BT	Simbolo generico di “Sistema di bassa tensione in c.a.”; nel caso specifico sta per 400/230V

Direzione Lavori:	Struttura incaricata dalla Stazione Appaltante per lo svolgimento di tutte le attività in corso d'opera previste dalla normativa vigente
Appaltatore:	L'azienda con la quale la Stazione Appaltante firma il contratto
Progettista:	Tutti i vari progettisti che hanno partecipato alla stesura del progetto
Programma Lavori:	Rappresenta il programma delle varie lavorazioni elaborato in sede di progetto
Programma lavori di Costruzione:	Rappresenta lo sviluppo da parte dell'Appaltatore in fase di cantierizzazione delle opere del Programma Lavori

1.2 Tipo di Appalto

L'Appalto viene affidato “a corpo” ad un unico Appaltatore assuntore diretto del contratto ed unico titolare del rapporto diretto con l'EA ed i suoi organi e rappresentanti.

Il presente documento specifica e precisa gli oneri a carico dell'Appaltatore.

È però evidente che nessuna rappresentazione grafica, né alcuna descrizione dettagliata può essere tanto approfondita da:

- comprendere tutti gli innumerevoli elementi accessori che costituiscono le varie parti dell'opera;
- comprendere tutti i particolari dei lavori e le innumerevoli situazioni inerenti alla posa di tubazioni, linee, cavidotti, quali ad esempio curvature per sotto-passare e seguire l'andamento di travi ribassate o di pilastri ecc.;
- descrivere tutte le funzioni delle singole apparecchiature;

- precisare tutti i magisteri esecutivi delle varie categorie di opere

Deve essere perciò ben chiaro che oggetto dell'Appalto è la fornitura e la posa in opera di tutti i mezzi anche se non esplicitamente indicati, necessari per la realizzazione degli impianti di cui si tratta e per adempiere i fini indicati nel progetto e nelle singole parti dei vari elaborati.

La qualità dei mezzi stessi deve corrispondere a quanto di più avanzato è reso disponibile dal progresso tecnologico nel rispetto di quanto prescritto nel presente documento.

La qualità dei mezzi stessi deve corrispondere a quanto di più avanzato è reso disponibile dal progresso tecnologico nel rispetto di quanto prescritto nel presente documento.

Non costituisce motivo per richiesta di compensi aggiuntivi l'eventuale smontaggio e successiva reinstallazione di componenti di impianto, richiesti per qualsiasi titolo da parte della DL

In particolare, a mero titolo esemplificativo, restano a totale carico dell'Appaltatore:

- l'onere per la verifica di tutti i calcoli e dimensionamenti di progetto sia dal lato tecnico che economico, (valutando le quantità occorrenti e la qualità necessaria) e la assunzione della completa ed assoluta responsabilità per il buon esito ed il buon funzionamento degli impianti;
- le spese per la redazione del progetto costruttivo e di tutti i disegni *as built* di dettaglio e di montaggio;
- le spese per il controllo di qualità e relative certificazioni;
- tutti gli oneri di qualsiasi natura derivanti da eventuali difficoltà di accesso al cantiere e di trasporto dei materiali e delle forniture;
- tutte le spese per la fornitura, trasporto, imposte, nessuna eccettuata, indispensabili per dare i materiali pronti all'impiego a piè d'opera;
- tutte le spese per fornire manodopera, attrezzi e macchinari idonei all'esecuzione delle opere nel rispetto della normativa vigente in materia assicurativa, antinfortunistica e del lavoro;
- tutte le spese per effettuare le opere, prescrizioni e particolari disposizioni relative alla sicurezza previste dal piano di sicurezza;
- tutte le spese per effettuare le opere, prestazioni particolari, disposizioni relative alla sicurezza dei lavoratori;
- gli oneri derivanti da eventuali integrazioni non sostanziali di opere che, per qualsiasi causa, siredessero necessari per la realizzazione degli impianti a perfetta regola d'arte e pienamente funzionanti, ivi inclusi gli oneri relativi a variazioni, aggiunte e modifiche delle opere conseguenti a vizi e carenze progettuali di qualsiasi tipo, dovendosi intendere che, con l'offerta formulata, l'Appaltatore assume interamente su di sé, esentandone l'EA, tutte le responsabilità progettuali e si impegna a completare il progetto secondo le esigenze delle buone regole dell'arte, e ad eseguire le opere oggetto delle predette integrazioni senza aver

diritto ad alcun compenso aggiuntivo;

- L'Appaltatore è tenuto perciò ad eseguire, compresi nei prezzi contrattuali, tutti i lavori necessari a rendere gli impianti completi di tutti i loro particolari, finiti a regola d'arte, consegnati in condizioni di perfetto funzionamento e collaudabili.

2 INFORMAZIONI GENERALI – ONERI SPECIFICI DI APPALTO

2.1.1.1 Note esplicative sui disegni

I disegni consegnati e gli altri che si renderanno necessari in fase costruttiva per la realizzazione degli impianti, devono essere perfettamente aggiornati "as built" con sigle e formati unificati, ecc. secondo le indicazioni della DL e faranno parte integrante della documentazione finale. Questo onere di carattere generale è a carico dell'Appaltatore e deve essere compreso in tutti i singoli prezzi unitari che concorrono a formare il prezzo globale. In tale onere va compresa anche la consegna finale, entro pesanti cartelle in plastica, delle copie richieste negli elaborati di Appalto (siano esse copie cartacee e supporti informatici).

2.2 Criteri di misurazione e contabilizzazione dei lavori

2.2.1.1 Generalità

I prezzi comprendono, per tutti i componenti (salvo specifiche indicazioni diverse) la fornitura e posa in opera, inclusi trasporto, collaudi, messa in servizio, spese generali ed utile d'impresa, oltre agli oneri derivanti dalla sicurezza "ordinaria", i cui costi sono già inclusi nelle voci di capitolato e sono imputabili al rispetto delle vigenti normative in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro.

Non rientrano invece nei prezzi gli oneri relativi ai costi della sicurezza "straordinari", imputabili a particolari esigenze derivanti dalla specificità del cantiere, che - ai sensi dell'allegato XV punto 4 del D.Lgs. 81/2008 - sono stati oggetto di valutazione da parte del Coordinatore per la Sicurezza in Fase di Progettazione all'interno del Piano di Sicurezza e Coordinamento (vedi capitolo 30 del PSC) e come tali saranno corrisposti dalla committente, senza applicazione del ribasso percentuale di garanzia di altri sconti

I lavori, i manufatti, i macchinari ed i componenti in genere descritti e valutati con riferimento ai prezzi unitari di contratto, si intendono pure comprensivi di tutte le minuterie, accorgimenti, accessori, finiture, ritocchi, verniciature che il buon senso interpretativo fa ritenere incluse nel prezzo, anche se non esplicitamente menzionate.

È evidente infatti che nessuna descrizione verbale o grafica, per quanto accurata e dettagliata, può comprendere tutti gli innumerevoli elementi accessori costituenti gli impianti, descrivere tutte le funzioni delle singole apparecchiature, precisare tutti i magisteri esecutivi delle varie categorie di

opere. In ogni caso degli oneri per sfridi, materiali di consumo, minuterie, finiture ecc. è tenuto conto esclusivamente nei prezzi e non nelle quantità dei materiali.

Nei prezzi devono pure intendersi sempre compresi:

- gli oneri per il fissaggio su qualsiasi tipo di struttura in acciaio, in muratura tradizionale, in calcestruzzo, ecc., di profilati ed apparecchiature in genere, tramite tappi ad espansione, chiodi a sparo, zanche, opere di saldatura, cravatte, morsetti, ecc.;
- gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, fissaggi vari, pezzi speciali, curve, guide, guarnizioni, ed accessori vari a completamento;
- collegamenti a linee o reti di ogni tipo;
- viaggi, trasporti e imballi, trasferte, scarichi per materiale e manovalanza.

A prescindere dal tipo di appalto (a corpo, a misura o misto), vengono nel seguito esposti i criteri di misurazione e valutazione dei vari componenti, validi ai fini della formulazione dei prezzi contrattuali.

Tali criteri verranno adottati anche in caso di contabilizzazione “a misura” (ove prevista) e nel caso di varianti in più o in meno introdotte in corso d’opera.

I criteri di seguito illustrati sono quelli adottati anche dal Progettista per la determinazione delle quantità per la valutazione delle opere in appalto.

Si chiama esplicitamente l’attenzione sul fatto che i prezzi relativi alle voci “tubazioni, cavidotti e passerelle” debbono intendersi riferiti alle quantità convenzionali valutate come in seguito indicato e che pertanto in detti prezzi si intendono remunerati tutti gli oneri relativi a sfridi, supporti, sostegni, rinforzi, guide, pezzi speciali non esplicitamente menzionati, ecc.

2.3 Livello di qualità, accettazione ed approvazione dei materiali – Marche di riferimento

2.3.1.1 Generalità

Con un congruo anticipo sull’esecuzione delle singole lavorazioni l’Appaltatore dovrà sottoporre all’approvazione della DL la scelta delle marche e dei modelli delle apparecchiature, nonché dei componenti da impiegare. I risultati delle scelte verranno regolarmente verbalizzati e saranno vincolanti per l’Appaltatore.

L’Appaltatore, su richiesta della DL, dovrà fornire i cataloghi e le specifiche tecniche delle apparecchiature da installare, dalle quali risultino chiaramente tutte le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali delle stesse, che dovranno corrispondere esattamente a quanto richiesto.

I materiali, la posa in opera e in generale tutti gli impianti dovranno uniformarsi alle prescrizioni derivanti dal presente NES e dall’insieme degli elaborati progettuali, ferma restando l’osservanza

delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL o normative europee equivalenti.

Tutti i componenti per i quali sia obbligatoria in Europa la marcatura CE dovranno esserne provvisti. Laddove siano utilizzati componenti per i quali è prevista l'omologazione tramite Marchi di conformità alle Normative italiane od europee questi ne devono essere provvisti. I Marchi riconosciuti in ambito CEE saranno considerati equivalenti.

La DL potrà autorizzare la fornitura e l'installazione di componenti offerti dall'Appaltatore privi di Marchi di qualità riconosciuti, purché costruiti a regola d'arte, dotati di certificati o attestati che la DL ritenga, a suo giudizio insindacabile, equipollenti alla dotazione di un Marchio, ovvero previo risultato positivo di prove e verifiche prescritte dalla DL ed carico dell'Appaltatore presso laboratori universitari o appartenenti al sistema SIL.

Tutti i materiali ed i componenti dopo il loro arrivo in cantiere o comunque prima della relativa contabilizzazione dovranno essere approvati dalla DL/SA, che ne verificherà la rispondenza alle marche ed i modelli prescelti, nonché alle prescrizioni contrattuali. Anche i sistemi di ancoraggio, sospensione ed il mensolame per il sostegno delle varie linee, canalizzazioni e tubazioni dovranno essere sottoposti all'approvazione della DL/EA.

Non verranno in alcun caso contabilizzati materiali che non abbiano ottenuto le suddette preventive approvazioni.

Resta ben inteso che l'approvazione da parte della DL nulla toglie alla responsabilità dell'Appaltatore sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle pattuizioni contrattuali, e sul buon funzionamento degli impianti.

Inoltre la DL si riserva la facoltà di rifiutare quei materiali o componenti o macchinari che, anche se già posti in opera, non abbiano ricevuto la previa approvazione di cui sopra, o per i quali, pur se già approvati ed anche eventualmente posti in opera, si verificasse che non rispondono appieno alle pattuizioni contrattuali o infine che siano comunque dalla DL ritenuti per qualità, lavorazione o altro, non adatti alla perfetta riuscita del lavoro (e quindi non accettabili).

In questo caso la DL potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinarne la sostituzione con altri rispondenti appieno, con tutte le spese di sostituzione a carico dell'Appaltatore (compresi anche smontaggio e rimontaggio), oppure operare all'Appaltatore una congrua riduzione di prezzo. In caso di ordine di sostituzione, qualora l'Appaltatore non vi provveda entro il termine di tempo imposto, la DL potrà far provvedere per proprio conto alla sostituzione, attraverso altra Ditta, addebitando tutti i relativi costi all'Appaltatore.

Se per difetti delle forniture e per le riparazioni, sostituzioni di parti già in opera o per ritardi nella consegna o per altre cause imputabili all'Appaltatore fossero danneggiate o fosse necessario manomettere altre opere, le spese necessarie al ripristino di tutte le opere manomesse sono a carico

dell'Appaltatore stesso.

E' riportato nel seguito un elenco di marche-modelli per i principali componenti degli impianti: per ciascun componente sono in genere indicate più marche-modelli: questi, salvo specifiche indicazioni diverse, non sono tassativamente vincolanti per l'Appaltatore, ma costituiscono una esemplificazione di ciò che la EA richiede, ovvero dello standard di qualità di riferimento, al di sotto del quale la EA non intende scendere.

L'Appaltatore potrà (o dovrà se richiesto dai documenti di gara) indicare le marche che intende scegliere già in sede di offerta. Marche e tipi definitivi saranno comunque definiti in sede di contratto. L'Appaltatore è libero di scegliere nell'ambito delle marche elencate, in quanto esse saranno comunque accettate dalla DL, previa approvazione degli specifici articoli appartenenti alla marca prescelta; qualora siano previste apparecchiature e materiali dei quali non sono indicate marche di riferimento, l'Appaltatore dovrà comunque proporre alla DL almeno due marche alternative che saranno soggette ad approvazione.

2.4 Oneri specifici di appalto

2.4.1 Programma esecutivo delle opere

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare, prima dell'inizio dei lavori, un programma costruttivo.

Il programma dovrà essere unitario, cioè comprendere, opportunamente integrate, tutte le categorie/tipologie di opere facenti parte dell'appalto (ovvero tutti i gruppi di lavorazioni complessive ritenute omogenee).

Ogni categoria/tipologia di opere (ovvero ogni gruppo di lavorazioni omogenee) sarà a sua volta disaggregata nelle sue componenti o lavorazioni principali.

Nel programma dovranno pertanto essere riportate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

2.4.2 Verifica del progetto originale

L'Appaltatore è tenuto a verificare il progetto nei suoi calcoli, dimensionamenti e ingombri.

La DL discuterà con l'Appaltatore le eventuali osservazioni e deciderà in piena autonomia quali di esse possano essere prese in considerazione.

In ogni caso l'Appaltatore si assume la responsabilità della perfetta esecuzione e funzionamento finale delle opere e quindi anche del progetto e dei calcoli relativi.

Qualora si verificassero discordanze tra i calcoli ed i dimensionamenti effettuati dall'Appaltatore e le caratteristiche tecnico-dimensionali di macchine e apparecchiature di progetto, i nuovi dati

dimensionali necessari per i fini richiesti dal progetto devono essere stabiliti in contraddittorio con la DL

Resta espressamente inteso che l'approvazione del progetto di dettaglio da parte della DL, comprese le eventuali modifiche in corso d'opera richieste dalla DL e concordate con l'Appaltatore, non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità di qualsiasi genere, fino al termine del periodo di garanzia, per qualunque inconveniente che si verificasse nelle opere stesse e/o per loro causa nelle strutture e negli arredamenti dell'edificio.

2.4.3 Obblighi ed oneri specifici a carico dell'Appaltatore inerenti agli impianti

2.4.3.1 Adempimenti in corso d'opera

Si intendono:

- la consegna a piè d'opera di tutti i materiali, componenti e macchinari ivi compresa ogni spesa di imballaggio, trasporto e scarico da qualsiasi mezzo di trasporto;
- l'immagazzinaggio e la custodia di tutti i materiali e macchinari nei luoghi di deposito allo scopo allestiti dall'Appaltatore oppure in quelli che la EA ritenesse di rendere a sua discrezione disponibili; il loro spostamento da un luogo di immagazzinaggio ad un altro, qualora ciò fosse necessario per esigenze di cantiere della SA; l'eventuale allestimento (se necessario per mancata disponibilità di luoghi di deposito o per altri motivi) di opere provvisorie per l'immagazzinaggio dei materiali stessi. La SA, infatti, non assumerà alcuna responsabilità per furti o danni ad apparecchi o materiali immagazzinati o posti in opera e rifiuterà categoricamente qualsiasi materiale e/o componente che non risulti fornito o posto in opera a perfetta regola d'arte e perfettamente integro;
- lo spostamento (con tutti i mezzi all'uopo occorrenti) di tutti i materiali dai luoghi di deposito o di scarico fino ai luoghi di posa in opera, ivi compreso il tiro (con mezzi meccanici di sollevamento come gru o simili) in alto o in basso verso il luogo di posa in opera. Sono quindi compresi tutti i mezzi meccanici e la manodopera per lo scarico da qualsiasi mezzo di trasporto e per la movimentazione sia in orizzontale che in verticale;
- l'approntamento e la conservazione o lo smantellamento, secondo necessità, di campionature di materiali e/o di lavorazioni che la DL in qualsiasi momento richiedesse: tale approntamento dovrà avvenire con la dovuta tempestività e senza alcun onere per la SA;
- la responsabilità della conservazione in perfetta efficienza e pulizia per tutti i materiali e componenti approvvigionati a piè d'opera e/o in opera fino alla consegna parziale o totale, anticipata o finale degli impianti alla SA: a tale scopo i vari macchinari e/o

componenti verranno protetti con teli di nylon durante il loro immagazzinaggio, o durante la loro giacenza in cantiere, teli che verranno tolti solo durante le lavorazioni ad essi macchinari (o componenti) afferenti; parimenti verranno usate chiusure in nylon (da togliere solo in occasione delle relative lavorazioni, delle prove e dei collaudi) su tutte le aperture di macchine, condutture, componenti, quadri elettrici, ecc., attraverso le quali possa infiltrarsi polvere o sporcizia di cantiere. Tali protezioni verranno tolte alla consegna degli impianti alla SA;

- lo smaltimento periodico alla pubblica discarica di tutti i residui di cantiere, i materiali di risulta, ecc.;
- la pulizia quotidiana del cantiere; lo sgombero totale finale e pulizia del cantiere e di tutti i lavori eseguiti ed i materiali installati;
- lo smaltimento anche di eventuali rifiuti pericolosi, tossici ed eventualmente speciali, che si ottenessero come risulta dei lavori di appalto: tale smaltimento dovrà essere eseguito a cura e spese dell'Appaltatore, ricorrendo, ove necessario, a Ditte specializzate nel settore;
- il montaggio del macchinario, degli apparecchi, delle tubazioni, canalizzazioni, quadri elettrici, terminali e relativi accessori e di tutto ciò che è inerente agli impianti per la posa in opera delle varie parti, ivi compresa la manovalanza in aiuto, sia per il montaggio che per il posizionamento delle macchine, le impalcature ed i ponteggi, l'energia elettrica e tutti i materiali di consumo necessari;
- il provvisorio montaggio, smontaggio e rimontaggio di alcuni componenti, se questo fosse necessario per la finitura di alcune opere affidate allo stesso Appaltatore o ad altre Ditte;
- tutte le spese (personale specializzato e non, strumenti, mezzi d'opera, ecc.) per le verifiche e prove preliminari sugli impianti da eseguirsi in corso d'opera, inclusi eventuali allacciamenti o forniture provvisori di energia/fluidi (qualora quelli di cantiere fossero inadeguati) comprese tutte le relative pratiche ed inclusi anche tutti i consumi di energia;
- tutte le spese (personale specializzato e non, strumenti, mezzi d'opera, ecc.) per le verifiche e prove definitive degli impianti, ivi inclusi eventuali allacciamenti o forniture provvisori di energia/fluidi (qualora quelli di cantiere fossero inadeguati) comprese tutte le relative pratiche; sono esclusi solo i consumi di energia per le prove di collaudo richieste dal Collaudatore, ove previsto;
- la fornitura e posa in opera, secondo le prescrizioni della DL, di targhette di identificazione, cartelli di istruzione e segnalazione, relativi ai lavori eseguiti;

- la presentazione alla DL di tutte le notizie relative all'avanzamento dei lavori in relazione al programma e all'impiego della manodopera;
- la sostituzione ovvero la riparazione di materiali e/o opere fornite dall'Appaltatore o da altre Imprese che, per ogni causa o per negligenza attribuibile all'Appaltatore stesso, fossero state danneggiate;
- il permesso di accedere nei locali in cui si esegue l'impianto agli operai di altre Ditte che vi debbano eseguire lavori affidati alle medesime e la relativa sorveglianza, per evitare danni o manomissioni ai propri materiali ed alle opere proprie, tenendo sollevata la EA da qualunque responsabilità in merito;
- il provvedere affinché, in occasione delle visite di Collaudo ufficiale, gli impianti siano perfettamente funzionanti; ciò sarà ottenuto mediante delle visite di controllo agli impianti nei giorni immediatamente precedenti le visite di collaudo;
- la messa a disposizione della DL/SA, su richiesta, di strumenti di misura, utensili, dati, disegni ed informazioni necessarie per motivi inerenti ai lavori o per operazioni inerenti sia le verifiche e prove preliminari che definitive; gli strumenti di misura dovranno essere completi di certificato di taratura che attesti l'idoneità con validità massima, se non diversamente specificato, di un anno;
- gli oneri della "sicurezza corrente" (uso del casco, scarpe opportune ed altri dispositivi "usuali").

2.4.3.2 Adempimenti finali

Si intendono:

- lo sgombero completo finale del cantiere, provvedendo alla pulizia degli impianti nonché dei locali e al loro ripristino a lavori ultimati, nel termine che sarà fissato;
- lo sgombero, subito dopo l'ultimazione dei lavori, del locale eventualmente assegnato dalla EA, in quanto disponibile ed a discrezione della stessa, e del quale l'Appaltatore si sia servito durante l'esecuzione dei lavori per cantiere di deposito dei propri materiali ed attrezzi;
- la fornitura di tutta la documentazione finale sui lavori eseguiti, come indicato negli appositi articoli successivi;
- l'assistenza alla messa in funzione degli impianti, con tutte le prestazioni di manodopera necessarie, mettendo a disposizione della EA il personale dell'Appaltatore (tecnici ed operai) per tutto il tempo necessario per l'istruzione e l'assistenza al personale della EA stessa, come illustrato anche nel seguito.

2.4.4 Opere di assistenza muraria e interventi edili di supporto agli impianti

2.4.4.1 Generalità

Come "opere di assistenza muraria e interventi edili di supporto agli impianti" si intende tutta una serie di interventi, prestazioni e realizzazioni di lavori che sono collegati alla esecuzione degli impianti per la loro esecuzione.

Esse sono così suddivise:

- opere per sostegni e staffaggi vari (sempre ed in ogni caso a carico dell'Appaltatore degli impianti);
- opere murarie di assistenza;
- opere edili di supporto agli impianti.

Si fa presente che, trattandosi di un progetto esecutivo, il fabbricato in progetto è stato studiato con la ragionevole predisposizione di fori e cavedi per il passaggio delle reti, conformemente ai disegni di progetto allegati.

2.4.4.2 Opere per sostegni e staffaggi vari

Queste opere sono sempre a carico dell'Appaltatore degli impianti e consistono sostanzialmente in:

- fissaggio di mensole e staffe a pareti o solai in CLS, compresi tasselli, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.
- fissaggio di apparecchiature e attrezzature varie a pareti e/o solai in CLS
- fissaggio di apparecchiature e attrezzature varie a pareti in cartongesso e/o in laterizio
- staffaggi per tubazioni, canalizzazioni, organi di intercettazione e similari nelle centrali e nei cavedi e nei cunicoli tecnici, comprendendo l'esecuzione di eventuali strutture metalliche di supporto fissate alle pareti, a pavimento o ai solai. Sono compresi elementi di ancoraggio, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.
- staffaggi per le sospensioni degli organi terminali, di macchinari e dei vari componenti
- ponteggi e trabattelli fino a sei metri da terra del piano di calpestio.

Si precisa che le sospensioni devono risultare indipendenti dalla struttura portante del controsoffitto e non devono andare in appoggio su di esso. Le quotazioni di queste opere sono quindi sempre ed in ogni caso comprese nei prezzi contrattuali degli impianti.

2.4.4.3 Opere murarie di assistenza

Sono comprese in questa categoria le ulteriori opere inerenti alla posa di reti e di apparecchiature ovunque nel fabbricato, necessarie per consentire l'installazione degli impianti ed a carico

dell'Appaltatore degli impianti.

In particolare si comprendono:

- fori di qualunque forma e dimensione ($\leq \varnothing 150$ mm oltre a quelli già previsti nel progetto architettonico e strutturale) nei solai o pareti di qualunque tipo e loro chiusura (nel calcestruzzo, tradizionale o cartongesso). Sono fori da realizzare con trapano, carotatrice o altro mezzo, comprendendo anche le forniture accessorie per tali macchine e la pulizia dell'area dopo l'intervento (per i fori su nucleo in calcestruzzo strutturali deve comunque essere effettuato un coordinamento con la D.L. strutturale);
- in sostituzione dei fori, apposite cravatte, morsetti, mensole e simili per il transito delle reti attraverso strutture in acciaio;
- segnature con spray di tracce su pareti;
- tracce su pareti e simili in laterizio, blocchi, cartongesso, ecc. e relativa chiusura da realizzare con personale e mezzi idonei;
- opere di protezione di reti posate a pavimento, mediante l'utilizzo di strutture rigide resistenti al passaggio di persone e/o mezzi;
- smontaggio e rimontaggio di controsoffitti e/o pavimenti galleggianti per interventi impiantistici e per le opere di finitura, di collaudi, ecc.;
- saldature per fissaggi vari;
- fori nelle pareti di qualunque tipo per scatole/cassette da incasso di qualunque forma e dimensione;
- fori nei controsoffitti, nei pavimenti galleggianti e pannellature in genere per alloggiare organi terminali degli impianti;
- opere di protezione provvisoria e/o temporanea di reti, cassette e simili posate a parete o pavimento, mediante l'utilizzo di malta cementizia o equivalente e/o di strutture rigide resistenti al passaggio di persone e/o mezzi;
- ripristino e finitura al grezzo di tracce e fori (nel caso di diametri superiori a 50 mm con risarcimento mediante colaggio di malta neoplastica tixotropica a ritiro compensato);
- ripristino e finitura al grezzo di tracce e fori nel pavimento o solaio, per la posa di tubazioni, con ripristino del piano calpestabile in CLS magro e lisciatura superficiale;
- stuccature e rasature;
- riprese di tinteggiature anche a rappezzi con più mani;
- segnatura di scavi, pozzetti, ecc.;
- fissaggio di tubazioni interrate ai pozzetti con sigillatura degli imbocchi;

- predisposizioni su solai di pilette, pozzetti e simili;
- quadrotti in calcestruzzo (dimensioni indicative cm 40/80 cm), da appoggiare sulla copertura, su cui vanno fissati i supporto per tubazioni di qualsiasi tipo e canalizzazioni;
- ripristino di pavimentazioni nei vari tipi;
- ponteggi e trabattelli fino a sei metri da terra del piano di calpestio;
- scarico dei materiali in arrivo di tutti i tipi, dimensioni pesi ed ingombri e loro trasporto nel magazzino di ricovero o, se sarà possibile, nella posizione di installazione finale;
- sollevamenti, tiri in alto e posizionamento di tutte le macchine ed apparecchiature ovunque queste vadano installate;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione di cantiere;

Per tutte le opere e prestazioni precedenti l'Appaltatore deve fornire i disegni dimensionali costruttivi prima della loro realizzazione.

Una volta realizzate tali opere l'Appaltatore deve provvedere allo sgombero dei materiali, al loro allontanamento ed alla pulizia completa della zona interessata, alla pulizia accurata, al ripristino di eventuali piccoli danni, alla rimessa in ordine delle reti a pavimento (canalizzazioni, tubazioni, cassette, ecc.), prima dell'esecuzione dei pavimenti sopraelevati, e altre opere di finitura in genere. Tali opere sono comprese nel progetto degli impianti e quindi a carico dell'Appaltatore degli impianti e comprese nei prezzi contrattuali degli impianti.

2.4.5 Disegni di cantiere e di montaggio

La documentazione tecnica del progetto illustra le caratteristiche dell'opera, le modalità esecutive, i dati dimensionali dei vari componenti e contiene i disegni necessari per la realizzazione delle opere. E' peraltro a carico dell'Appaltatore la redazione dei disegni di cantiere e di montaggio (i cosiddetti "costruttivi"), che potranno anche essere redatti non in soluzione unica, ma per fasi, in relazione al programma di esecuzione delle singole parti o lavorazioni impiantistiche.

In ogni caso i disegni costruttivi relativi alle singole fasi o lavorazioni dovranno essere presentati alla DL per l'approvazione con un congruo anticipo, dell'ordine di almeno 40 ÷ 50 giorni, rispetto all'inizio dell'esecuzione di dette parti o lavorazione.

Gli elaborati da presentare per l'approvazione sono:

- i disegni di cantiere (costruttivi) relativi all'installazione dei vari componenti e apparecchiature, completi di particolari di montaggio, con la posizione precisa delle varie apparecchiature, gli ingombri lordi, le posizioni e le modalità di ancoraggio alle strutture, i carichi statici e dinamici, i collegamenti elettrici ed idraulici;
- i disegni quotati di tutte le principali opere murarie necessarie e, per iscritto, i dati ed

elementi che possano in qualunque modo avere attinenza con opere affidate ad altre Imprese.

I disegni costruttivi di cantiere devono essere conformi ai disegni e specifiche di progetto, nonché a tutta la documentazione contrattuale ed alle indicazioni della DL.

Dimensioni, ubicazioni, ingombri con impianti esistenti (negli stessi cavedi, piani, centrali, ecc.) e quote nei disegni costruttivi di cantiere, devono essere verificati sul posto dall'Appaltatore per controllarne le eventuali interferenze e per individuare percorsi ottimali per ciascuna rete, alla luce anche delle effettive dimensioni e caratteristiche delle apparecchiature e macchine acquistate.

Devono pertanto essere confrontati i disegni degli impianti elettrici con quelli degli impianti termomeccanici o con altri impianti coinvolti, per definire le zone interessate da ciascuna rete, i relativi spazi accessori e di montaggio.

Tale verifica deve portare all'eventuale elaborazione di ulteriori disegni di dettaglio con evidenziate queste mutue interferenze.

L'Appaltatore, con la firma del contratto, si dichiara perfettamente in grado di elaborare i disegni costruttivi di cantiere, in tutte le sue parti, senza ulteriori indicazioni ed in conformità con quanto previsto nel progetto.

Lo spirito dei disegni costruttivi è principalmente quello di illustrare nel dettaglio le modalità costruttive delle opere evidenziandone la compatibilità con le altre opere interferenti.

È a carico dell'Appaltatore la verifica della compatibilità dei propri impianti con quelli eventualmente affidati ad altre Ditte.

Gli elaborati per l'approvazione vanno consegnati alla DL in triplice copia; una viene restituita firmata ed approvata, oppure approvata con commenti (eventualmente ritenuta valida solo per coordinamento con altre opere), oppure non approvata.

La DL può inoltre comunicare che l'approvazione è sospesa, in quanto quella parte di lavori è oggetto di revisione.

Solo nei primi due casi l'Appaltatore può procedere con i relativi lavori; deve comunque sottoporre nuovi elaborati in tutti i casi ad eccezione del caso di documento "approvato" ed è responsabile per i ritardi che ci potranno essere rispetto al Programma Lavori concordato.

Nel caso dell'approvazione con commenti l'Appaltatore deve apportare le modifiche richieste e quindi procedere nel lavoro.

È comunque stabilito che l'Appaltatore non può procedere ad alcun lavoro se non è in possesso dei relativi disegni di progetto e di cantiere approvati e firmati dalla DL. Qualora l'Appaltatore desse inizio o corso, di propria iniziativa, a lavorazioni od opere i cui disegni di cantiere/costruttivi non avessero ancora ottenuto la prescritta approvazione della DL e tali lavorazioni od opere non risultassero poi

conformi ai disegni approvati, l'Appaltatore è obbligato a smantellarle totalmente, a propria cura e spese, rieseguendole quindi in modo conforme.

Si precisa che tutte le approvazioni non corresponsabilizzano minimamente la DL sul buon funzionamento degli impianti e sulla rispondenza degli stessi in termini di collaudo in corso d'opera e finale, la cui responsabilità resta completamente a carico dell'Appaltatore.

Inoltre l'approvazione da parte della DL di tali disegni, schemi e dettagli non esonera l'Appaltatore dalla sua responsabilità per qualsiasi errore dei propri elaborati e per deviazioni dalle Norme vigenti e/o dalla Documentazione di Appalto (D.A.), a meno che l'Appaltatore abbia informato per iscritto la DL di tali deviazioni e ne abbia ricevuto per iscritto la necessaria approvazione.

L'Appaltatore deve ripresentare i disegni a cui siano state apportate o richieste correzioni, senza per questo acquisire alcun diritto a compensi supplementari, sino al conseguimento dell'approvazione definitiva; questa in ogni caso non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità per la perfetta esecuzione delle opere, essendo tale approvazione data sostanzialmente alla loro impostazione concettuale ma non al dimensionamento delle apparecchiature ed a tutti i dettagli costruttivi.

In particolare i disegni dovranno comprendere almeno:

- piante e sezioni delle centrali tecniche in scala 1:50 con dettagli 1:20, 1:10;
- piante generali con la disposizione delle apparecchiature relative ai vari impianti: canalizzazioni, tubazioni, unità e centrali di trattamento aria, apparecchi terminali, ecc. (scala 1:100 e 1:50);
- percorsi cavidotti e tubazioni con sezioni tipo e particolari di ancoraggio e sospensione (scala 1:20);
- particolari tipo dell'esecuzione degli impianti (scala 1:10 o 1:20);
- disposizione delle apparecchiature nei locali tecnici e prospetti dei quadri (scala 1:10 o 1:20);
- particolari di realizzazione opere di carpenteria come staffe, basamenti metallici, ecc. (scala 1:5 o 1:10).

I disegni costruttivi di cantiere e di montaggio dell'Appaltatore devono contenere anche le opere murarie necessarie quali ad esempio basamenti, cunicoli, ecc., con l'indicazione dei carichi statici e dinamici delle macchine, le potenze e le caratteristiche dei vari motori e/o macchine, le modalità di montaggio e di ancoraggio alle strutture.

Per una completa verifica di quantità e tipologia di materiali ed apparecchiature installate (sia l'appalto di tipo a corpo, o a misura, o altro), a semplice richiesta della DL, tutte le piante, schemi ed eventuali sezioni interessate devono contenere tabelle con l'indicazione per ogni apparecchiatura e materiale di:

- simbolo e/o sigla del componente;
- quantità degli elementi contenuti nel disegno;
- codice di identificazione del prezzo unitario di riferimento o eventuale precisazione di nuovo prezzo;
- marca;
- modello.

2.4.6 Scelta ed approvazione dei materiali

2.4.6.1 Qualità e provenienza dei materiali

Tutti i materiali, componenti e le loro parti, opere e manufatti, devono risultare rispondenti alle norme emanate dai vari organi, enti ed associazioni che ne abbiano titolo, in vigore al momento dell'aggiudicazione dei lavori o che vengano emanate prima dell'ultimazione dei lavori stessi.

Tutti i materiali impiegati devono rispondere alle norme UNI, CNR, CEI, di prova e di accettazione, ed alle tabelle UNEL in vigore, nonché alle altre norme e prescrizioni richiamate nelle norme tecniche.

Ogni approvazione rilasciata dalla DL non costituisce implicita autorizzazione in deroga alle norme tecniche, facenti parte degli elaborati contrattuali, a meno che tale eventualità non venga espressamente citata e motivata negli atti approvativi.

2.4.6.2 Marche e modelli

Le marche proposte devono essere distribuite ed assistite in Italia da emanazioni dirette della casa madre, in modo che sia garantita il più possibile la continuità dell'assistenza.

L'Appaltatore è tenuto a compilare le apposite schede di "Sottomissione dei materiali" (praticamente una per ogni voce di E.P.U.), fornite dalla DL o concordate con la medesima.

Ogni sottomissione deve avere la relativa approvazione scritta da parte della DL

I materiali devono essere forniti da fabbricanti aventi:

- riconosciuta reputazione per prodotti di qualità superiore, di facile messa in opera, durevoli e che richiedano minima manutenzione;
- ampie possibilità di produzione e spedizione per rispettare i programmi di realizzazione stabiliti.

Le consegne devono essere effettuate:

- in imballaggi o recipienti originali, sigillati con indicazioni di nomi, marca di fabbrica, tipo, qualità, classe e altre notizie utili;
- nelle quantità, intervalli e scadenze concordate per evitare qualsiasi ritardo

nell'avanzamento dei lavori in cantiere.

L'Appaltatore deve anche presentare all'approvazione della DL i sistemi di ancoraggio, di sospensione ed il mensolame per il sostegno delle tubazioni, delle canalizzazioni e delle varie linee. Resta inteso che la scelta di ogni materiale è vincolante per l'Appaltatore, che non può sollevare alcuna pretesa o richiesta di maggior prezzo.

2.4.6.3 Materiali in cantiere

Dopo il loro arrivo in cantiere tutti i materiali, le apparecchiature ed i componenti da impiegare nell'esecuzione delle opere devono essere approvati dalla DL che ne verifica la rispondenza al verbale e alle prescrizioni contrattuali.

L'approvazione da parte della DL nulla toglie alla responsabilità dell'Appaltatore sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle norme contrattuali e sul buon funzionamento degli impianti.

La DL ha facoltà di rifiutare quei materiali o componenti, o apparecchiature che, anche se già posti in opera, non abbiano ottenuto l'approvazione di cui sopra o non rispondano alle norme contrattuali.

La DL può pertanto a suo insindacabile giudizio ordinare la sostituzione degli impianti non conformi, restando inteso che tutte le spese per tale sostituzione sono a carico dell'Appaltatore.

Si rimanda all'apposito paragrafo "Livello di qualità, accettazione ed approvazione dei materiali – Marche di riferimento".

2.4.7 **Buone regole dell'arte**

Gli impianti devono essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni della documentazione di Appalto, anche secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le prescrizioni ed indicazioni contenute in norme legislative e/o tecniche relative alla corretta esecuzione dei lavori.

Ad esempio tutte le cassette elettriche di derivazione devono avere i lati verticali a piombo, essere allineate (alla stessa distanza da soffitto o pavimento) ed essere installate in posizioni facilmente accessibili.

All'interno delle cassette e alle estremità deve essere lasciata una certa "ricchezza" dei cavi in modo da consentire la variazione dei collegamenti; e così via.

Tutto quanto sopra è ovviamente compreso nel prezzo di appalto dei lavori.

Altre informazioni e prescrizioni sono contenute nelle Specifiche Tecniche dei singoli componenti degli impianti.

2.4.8 Adempimenti e documentazione per autorizzazioni

È onere contrattuale dell'Appaltatore, senza alcun aggravio per l'EA:

- redigere progetti, calcoli, relazioni, disegni e qualunque altro elaborato necessario per ottenere tutte le licenze, approvazioni, autorizzazioni e collaudi da parte di Comune, ASL, ARPA, VVF, INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), Ministeri, Enti fornitori di energia e/o fluidi, ecc. fino al completamento dell'iter burocratico e fino all'ottenimento delle autorizzazioni all'esercizio dell'edificio;
- redigere progetti, calcoli, relazioni, disegni e qualunque altro elaborato necessario alle pratiche di allacciamento dei servizi primari e secondari quali: energia elettrica, acqua potabile, fognatura, teleriscaldamento, telefonia, al fine dell'ottenimento delle autorizzazioni all'esercizio dell'edificio;
- fornire certificazioni ed omologazioni necessarie durante l'esecuzione delle opere a giudizio della Committente e della DL e secondo quanto richiesto dal presente capitolato e dalla Normativa vigente;
- fornire alla Committente ed alla DL la suddetta documentazione nel numero di copie richieste da inoltrare agli Enti preposti di controllo;
- seguire le pratiche fino al completamento dell'iter burocratico;
- in caso di variazioni in corso d'opera, effettuare le verifiche di conformità dei materiali secondo L.10 del 09/01/1991 e in modo conforme a quanto precisato nel D.P.R. 412 del 26/08/1993 e successive emissioni, secondo i modelli approvati con Decreto Ministeriale dell'Industria del 13/12/1993, tenendo anche conto delle normative locali in materia;
- Sono esclusi dagli oneri dell'Appaltatore, i versamenti (spese vive) agli Enti preposti per l'ottenimento delle varie autorizzazioni.

Sono invece a carico dell'Appaltatore eventuali versamenti aggiuntivi che si rendessero necessari per motivi imputabili all'Appaltatore stesso. Sono altresì a carico dell'Appaltatore senza alcun aggravio per la EA eventuali modifiche od integrazioni da apportare alle opere eseguite, che fossero necessarie a seguito di richieste degli Enti preposti, finalizzate all'ottenimento dei necessari Nulla Osta, qualora tali modifiche od integrazioni fossero imputabili ad errori, dimenticanze, negligenza dell'Appaltatore o a sua ignoranza delle prescrizioni normative e/o di legge.

Sono inoltre inclusi tra gli oneri a carico dell'Appaltatore la relazione e la presentazione agli Enti preposti di relazioni riguardanti:

- la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati in accordo alle prescrizioni del D.M. 22 Gennaio 2008, n. 37 e legge 5 Marzo 1990, n. 46 (per quanto non abrogato). La dichiarazione di conformità deve comprendere anche gli impianti di messa a terra, gli

impianti di protezione dalle scariche atmosferiche e gli impianti nei luoghi con pericolo di esplosione; deve quindi riportare le caratteristiche relative a tali impianti (valore della resistenza di terra, materiali utilizzati, ecc.) su modulo predisposto da ISPESL, ASL e/o ARPA. La dichiarazione di conformità consente la messa in servizio degli impianti di cui sopra (terra, protezione scariche atmosferiche, luoghi con pericolo di esplosione). La dichiarazione di conformità, a seguito del D.P.R. n. 462 del 22 Ottobre 2001, ha valore di omologazione invece solo per gli impianti di terra e di protezione dalle scariche atmosferiche.

L'Appaltatore dovrà coordinare ed eventualmente aggiornare i documenti a seguito di richieste di modifica finalizzate all'ottenimento di parere favorevole da parte delle Autorità, Società o Enti stessi.

2.4.9 Documentazione finale

2.4.9.1 Generalità

I lavori si considerano ultimati, a compimento:

- di tutte le opere di contratto e le eventuali opere di variante richieste dall'EA;
- di tutte le messe a punto, tarature, bilanciamenti, verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio effettuate in proprio dall'Appaltatore sugli impianti prima dell'emissione del Certificato Ultimazione Lavori (verifiche e prove preliminari);
- di tutti gli interventi di messa a punto eventualmente richiesti nel Certificato Ultimazione Lavori e nel Certificato di Collaudo Provvisorio;
- della fornitura alla DL/EA di tutta la documentazione finale sottoscritta e del "Piano di Manutenzione";

Il Certificato di Ultimazione dei Lavori non sarà quindi emesso se non sarà stato prima provveduto a tutto quanto sopra da parte dell'Appaltatore.

Pertanto prima dell'ultimazione dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire all'EA la documentazione qui sotto elencata.

2.4.9.2 Dichiarazione di conformità

Dichiarazione di conformità prevista dal D.M. n. 37/08, in triplice copia, completa dei seguenti documenti:

- progetto finale (relazione tecnica, relazione di calcolo, disegni as-built, acc); integrato con le variazioni in corso d'opera, redatto da professionista abilitato incaricato dall'Appaltatore, iscritto al relativo Albo professionale. Sui cartigli dei documenti e dei disegni di progetto va riportata la dicitura "Progetto degli impianti elettrici e speciali

redatto ai sensi del D.M. n. 37/08". Nella dichiarazione di conformità deve essere indicato, come redattore del progetto, il professionista incaricato ;

- relazione sui materiali utilizzati completa per ciascuna tipologia di materiali delle seguenti informazioni:
 - denominazione;
 - modello, tipo o altro modo di identificazione;
 - nome del costruttore;
 - documentazione relativa a marchi di conformità nazionali ed europei, dichiarazioni del costruttore di rispondenza alle norme, attestati di organismi indipendenti e riconosciuti dalla UE;
 - idoneità all'ambiente di installazione e la compatibilità con gli impianti preesistenti;
- riferimenti a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali;
- copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico professionali secondo il D.M. n. 37/08;
- rapporto di verifica degli impianti elettrici relativi agli impianti termomeccanici con esito positivo delle prove effettuate dall'installatore prima della messa in servizio dell'impianto in conformità alla norma CEI 64-8 parte 6 e in conformità con quanto indicato successivamente;
- rapporti di prova in officina, rapporti di prova chieste dalla DL e ogni altro documento utile ai fini della piena riconoscibilità tecnica e funzionale delle apparecchiature e degli impianti.

Tutta la documentazione sarà fornita in apposito raccoglitore opportunamente suddivisa come sopra indicato.

2.4.9.3 Disegni as built

Tavole grafiche di cui un originale su supporto magnetico (realizzato con programma "AUTOCAD" versione 2010 o seguenti) più due serie complete su carta dei disegni degli impianti, aggiornati "come costruito" (*as built*) completi di piante e sezioni quotate, schemi, particolari dei materiali montati, ecc., così da poter in ogni momento ricostruire e verificare tutte le reti.

Se l'Appaltatore lo riterrà opportuno, i disegni *as built* potranno anche essere quelli di progetto, riveduti, corretti e integrati con tutti i necessari particolari come specificato per i disegni di cantiere e di montaggio, con le eventuali modifiche concordate con la DL o che l'Appaltatore proponga di adottare per una migliore riuscita del lavoro, per riprodurre fedelmente quanto è stato realizzato e per integrare ogni altro genere di documentazione utile per dare alla DL tutti gli elementi per l'approvazione; essi, infatti, devono tenere conto di tutti i dati acquisiti in cantiere.

Su tutti i disegni ed elaborati forniti dall'Appaltatore deve figurare la targhetta fornita o concordata con la DL con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature, componenti e materiali installati.

I disegni saranno integrati anche da tavole P&ID per ogni schema funzionale di centrale o di UTA (redatto in funzione del sistema di regolazione e di supervisione scelto), da piante con indicata la distribuzione FM all'interno delle centrali in genere nonché da sezioni e dettagli utili per la migliore comprensione degli impianti.

In particolare gli schemi dei quadri elettrici devono essere completi delle tabelle relative a tutte le indicazioni tecniche per l'identificazione dei componenti installati ed alle caratteristiche degli stessi, nonché al tipo di sezione e di formazione delle linee in arrivo e in partenza e di tutti gli schemi relativi agli ausiliari necessari.

Tutta la documentazione cartacea deve essere raccolta entro robuste cartelle in plastica per una facile consultazione ed una buona conservazione.

2.4.9.4 Schemi

In ogni centrale, sottocentrale e locale tecnico vanno installati a parete opportuni schemi su pannello relativi ad apparecchiature ed impianti.

Tipo e caratteristiche dei pannelli sono da concordare con la DL.

Gli schemi devono essere in copia eliografica.

Qualora non fosse possibile installare disegni su pannelli, vanno forniti entro robuste cartelle di plastica. Questi schemi sono in aggiunta a quanto esposto al paragrafo "Disegni as built".

2.4.9.5 Parti di ricambio, materiali di consumo, attrezzi

Una completa lista, in triplice copia di:

- parti di ricambio consigliate per un periodo di conduzione di tre anni, con la precisa indicazione di marche, numero di catalogo, tipo e riferimento ai disegni di cui al paragrafo "Disegni as built".
- accanto al nome di ogni singolo Appaltatore fornitrice di materiali deve essere riportato indirizzo, numero di telefono e, possibilmente, di telefax e fax, al fine di reperire speditamente le eventuali parti di ricambio;
- materiali di consumo, quali olii, grassi, gas, ecc. con precisa indicazione di marca, tipo e caratteristiche tecniche;
- attrezzi, utensili e dotazioni di rispetto necessari alla conduzione ed ordinaria manutenzione, ivi inclusi eventuali attrezzi speciali per il montaggio e smontaggio degli

impianti.

La mancata consegna di tale documentazione rende l'Appaltatore responsabile per i conseguenti ritardi che vi possano essere rispetto ai termini contrattuali

2.4.9.6 Documentazione varia

A completamento della documentazione sopraddeata, vanno fornite all'EA anche:

- una documentazione fotografica completa degli impianti eseguiti (in 3 copie)
- nullaosta degli Enti preposti alla operatività degli impianti (in 3 copie)
- piano di manutenzione come più avanti strutturato (in 3 copie)
- relazione di calcolo, in 3 copie, redatta sulla base di quella fornita in fase di gara, aggiornata con eventuali varianti concordate; se le varianti sono decise durante il corso dei lavori, è sufficiente che l'Appaltatore emetta di volta in volta dei fogli di aggiornamento, che vanno allegati al fascicolo originale (modalità di completamento da concordare con la DL).

2.4.9.7 Note conclusive

Tutta la suddetta documentazione deve essere redatta esclusivamente in lingua italiana e deve essere fornita alla DL in appositi contenitori riportanti sull'etichetta l'oggetto del contenuto e al loro interno un indice dei documenti contenuti prima della consegna preliminare (o provvisoria) delle opere e quindi prima del rilascio del Certificato di Collaudo Provvisorio /Certificato di Regolare Esecuzione.

Una prima copia della documentazione sopradescritta deve essere consegnata alla DL per l'esecuzione delle verifiche e prove preliminari.

Successivamente, a operazioni ultimate, l'Appaltatore deve rielaborare la documentazione apportando le eventuali annotazioni o correzioni introdotte dalla DL o resesi necessarie a seguito delle verifiche e prove effettuate.

Uguale procedura deve essere seguita in occasione delle verifiche e prove definitive da farsi col Collaudatore.

2.4.10 **Piano di manutenzione**

Assieme alla documentazione finale di cui al paragrafo precedente, l'Appaltatore dovrà fornire alla DL, per le verifiche del caso per poi trasferirlo alla Committente, il piano di manutenzione degli impianti.

Esso, redatto in accordo con le indicazioni contenute nel piano di manutenzione consegnato per

l'Appalto, dovrà comprendere in ogni caso:

- il manuale d'uso contenente le seguenti informazioni:
 - la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
 - la rappresentazione grafica;
 - la descrizione;
 - le modalità di uso corretto.
- il manuale di manutenzione, contenente le seguenti informazioni:
 - la collocazione dell'intervento delle parti menzionate;
 - la rappresentazione grafica;
 - la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;
 - il livello minimo delle prestazioni;
 - le anomalie riscontrabili;
 - le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente;
 - le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.
- il programma di manutenzione, articolato secondo tali sottoprogrammi:
 - il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dagli impianti e dalle loro singole parti nel corso del rispettivo ciclo di vita;
 - il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita degli impianti individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
 - il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione degli impianti eseguiti.

Al piano di manutenzione dovrà essere allegata una raccolta completa della documentazione tecnica (fornita dalle relative case costruttrici) dei singoli macchinari e componenti costituenti gli impianti, con le relative certificazioni di omologazione o prova-collaudo o marcatura CE ed i relativi manuali di uso e manutenzione, sempre forniti dalle case costruttrici.

Come già detto per ogni singolo macchinario o componente dovrà altresì essere fornito un elenco di pezzi di ricambio consigliati dal costruttore per un periodo di almeno tre anni, nonché i nominativi, indirizzi e recapiti telefonici degli agenti di zona e del servizio assistenza.

2.4.11 Verifiche e prove da prevedere

2.4.11.1 Generalità

Durante l'esecuzione ed alla fine dei lavori, la DL si riserva di effettuare a proprio insindacabile giudizio, tutte le prove e verifiche che riterrà opportune in fabbrica, in officina e in cantiere, come di seguito descritto, al fine di verificare che:

- le tipologie, caratteristiche, quantità e qualità dei materiali e delle lavorazioni corrispondano alle prescrizioni contrattuali, alle marche approvate dopo la consegna dei lavori, alle modalità esecutive approvate con i disegni costruttivi;
- la posa in opera degli impianti sia conforme al progetto approvato;
- gli impianti siano tarati e bilanciati in maniera corretta e pronti per l'avviamento e messa in servizio degli stessi.

Si precisa che tali prove o verifiche di seguito descritte sono da considerarsi "di normale routine", assolutamente necessarie (anche se non sempre del tutto sufficienti) alla buona riuscita delle opere, al corretto funzionamento degli impianti ed alla rispondenza dei lavori eseguiti al progetto ed alle prescrizioni contrattuali.

Pertanto l'onere per tali prove e verifiche, salvo specifiche pattuizioni contrattuali diverse, deve intendersi a totale carico dell'Appaltatore, senza alcun aggravio per l'EA, anche fossero necessarie prestazioni in orari notturni e/o festivi, o allacciamenti/forniture di energia/fluidi provvisori (qualora quelli di cantiere non fossero sufficienti), con tutte le relative pratiche.

Tali verifiche e prove riguarderanno sia i singoli componenti e macchinari, secondo quanto riportato nelle apposite sezioni dei documenti progettuali, sia i parziali o totali "sottoinsiemi" costituenti i singoli impianti, sia infine gli impianti completi, secondo quanto descritto nel seguito.

L'esecuzione dei lavori richiede una consegna preliminare (o provvisoria) ed una consegna definitiva (o finale) degli impianti.

Per la consegna preliminare (che non è accettazione degli impianti) da farsi appena terminate le opere e quindi subito dopo l'emissione del Certificato Ultimazione Lavori con esito positivo, sono previste le seguenti verifiche e prove preliminari (elenco indicativo e non esaustivo):

- verifiche e prove in officina
- verifiche e prove in fabbrica
- verifiche e prove in corso d'opera
- messa a punto, tarature e bilanciamenti vari, verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio (servizio)
- verifica della completezza della documentazione finale.

Per la consegna definitiva (accettazione degli impianti), sono previste le seguenti verifiche e prove

definitive:

- verifica della completezza della documentazione finale
- verifiche dei materiali ed apparecchi impiegati
- verifiche dei montaggi
- verifica della contabilità dei lavori
- esame delle eventuali riserve
- esecuzione di tutte le verifiche e prove che il Collaudatore riterrà opportuno prescrivere in relazione ai requisiti e caratteristiche di funzionamento degli impianti
- accertamento che il personale dell'EA preposto alla conduzione e manutenzione degli impianti sia stato adeguatamente istruito dall'Appaltatore.

Tutte le verifiche e prove preliminari e definitive devono essere effettuate a cura dell'Appaltatore in contraddittorio con l'EA e la DL, all'eventuale presenza del Collaudatore se nominato.

L'esito favorevole di verifiche e prove parziali non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano i prescritti requisiti nelle opere finite.

È compito ed onere dell'Appaltatore (compreso nel prezzo di Appalto):

- eseguire tutte le verifiche e prove preliminari e definitive, avvisando per iscritto DL e Collaudatore, con almeno una settimana di anticipo, quando singole apparecchiature e/o materiali e/o parti di impianti e/o impianti completi sono pronti per le operazioni sopradette
- mettere a disposizione di DL e Collaudatore la strumentazione di misura e di controllo ed il personale qualificato necessario per le operazioni sopradette, sia per le verifiche e prove preliminari che quelle definitive
- sostenere le spese per il Collaudatore qualora i collaudi si dovessero ripetere per esito negativo.

2.4.11.2 Verifiche e prove in officina

Vengono effettuate alla presenza della Committente e della DL (ed eventualmente del Collaudatore in corso d'opera, se nominato), ed hanno per oggetto la verifica dello stato di avanzamento delle forniture, con possibilità di collaudo di alcuni componenti.

La Committente e la DL devono godere di libero accesso alle officine dell'Appaltatore e dei suoi subfornitori.

Le verifiche in officina interessano principalmente l'assemblaggio di parti di impianto prefabbricate. Per i materiali e le apparecchiature sottoposti a collaudo da parte di Enti ufficiali devono essere forniti certificati.

2.4.11.3 Verifiche e prove in fabbrica

Vengono effettuate alla presenza della Committente e della DL (ed eventualmente del Collaudatore in corso d'opera, se nominato), sui prodotti finiti.

Tali verifiche e prove sono eseguite non appena le macchine sono state ultimate ed è stata effettuata da parte del costruttore una serie di prove di funzionamento atte ad accertare anticipatamente le prestazioni delle macchine.

Una volta che l'Appaltatore disporrà della documentazione dal costruttore delle prove effettuate, prenderà accordi con la DL per definire tempi e modalità delle prove in fabbrica.

In particolare vengono provati presso le officine dei costruttori, sottoponendoli alle prove di accettazione previste dalle Norme ISPEL, UNI e CEI, i seguenti componenti (elenco avente carattere indicativo e non esaustivo):

- quadri di bassa tensione
- inverter conversione c.c./c.a.
- serbatoi in pressione
- valvole di sicurezza
- vasi di espansione
- gruppi refrigeratori
- pompe di circolazione
- scambiatori
- torri evaporative

Devono essere redatti i verbali dei collaudi eseguiti, contenenti le indicazioni sulle modalità di esecuzione, sui risultati ottenuti e sulla rispondenza alle prescrizioni della documentazione di Appalto.

I verbali devono essere consegnati al termine delle verifiche e prove.

2.4.11.4 Verifiche e prove in corso d'opera

Sono le verifiche e prove in corso d'opera da effettuare in cantiere secondo il corso dei lavori su parti di impianto, su singole macchine e/o su impianti completi e da eseguirsi secondo le richieste ed indicazioni della DL (ed eventualmente del Collaudatore in corso d'opera, se nominato), registrandone i risultati su schede fornite e/o concordate con la DL stessa.

Al termine di ciascuna verifica o prova viene steso un Verbale di Verifiche e Prove in Corso d'Opera che va poi allegato al Certificato di Ultimazione Lavori.

2.4.11.5 Messa a punto, tarature e bilanciamenti vari. Verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio

A montaggi ultimati, e comunque prima del termine contrattuale di ultimazione dei lavori, avrà inizio un periodo di funzionamento provvisorio degli impianti, a carico dell'Appaltatore, di durata adeguata e comunque non inferiore al 10% dell'intero tempo contrattuale previsto per la realizzazione dell'opera.

La DL si riserva la più ampia facoltà di presenziare a una o più fasi (a proprio insindacabile giudizio) di messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in esercizio degli impianti, eseguendo anche tutti i controlli e le verifiche che riterrà più opportuni: a tale riguardo l'Appaltatore è tenuto a fornire e rendere disponibile tutta la strumentazione ed il personale di assistenza necessari.

Per messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in servizio si intendono tutte quelle operazioni atte a rendere gli impianti perfettamente funzionanti e rispondenti alle prescrizioni di progetto, compresi tarature e bilanciamenti dei circuiti idronici ed aeraulici, tarature delle regolazioni, ecc.

Tutti i risultati delle operazioni sopradette devono essere riportate su piante, schemi e schede da concordare con la DL.

Le piante e schemi, eventualmente in scala ridotta, devono formare una serie a sé stante con precisato sul cartiglio che sono state usate per tutte queste attività relative al corretto avviamento degli impianti e devono contenere tutte le indicazioni atte a comprendere dove e come sono state effettuate le tarature stesse e/o le misure (ulteriori informazioni sono fornite nei paragrafi successivi). Prima dell'inizio delle verifiche e prove sopradette, l'Appaltatore deve aver provveduto affinché copia della documentazione di messa a punto e tarature sia presentata in visione alla DL.

Qualora ciò non avvenga, la DL non procederà ad alcuna prova e ritornerà soltanto quando tali obblighi siano stati soddisfatti. Ovviamente i ritardi nella consegna degli impianti sono addebitati all'Appaltatore, compresa l'eventuale penale per mancata ultimazione dei lavori.

Per le modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e messa in esercizio, vedere apposito capitolo successivo.

2.4.11.6 Verifica della completezza della documentazione finale

Consiste nell'esame e nel controllo che tutta la documentazione finale sia completa, così come descritto ed elencato nell'apposito capitolo, sia fornita nel numero di copie previste in contratto e ben raccolta in opportuni contenitori per una facile e rapida consultazione.

2.4.11.7 Emissione del Certificato Ultimazione Lavori

Al termine del periodo di funzionamento provvisorio (con relative messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in servizio) e prima della scadenza del termine contrattuale di fine lavori, l'Appaltatore farà una comunicazione formale alla DL nella quale preciserà che ha terminato la realizzazione dell'opera, che ha effettuato tutte le messe a punto, tarature, bilanciamenti avviamenti e messa in servizio degli impianti e che ha completato il periodo di funzionamento provvisorio degli stessi.

A seguito della comunicazione di cui sopra la DL, effettuerà i necessari accertamenti in contraddittorio con l'Appaltatore e, se tutto risulta conforme, rilascia il Certificato Ultimazione Lavori. Nel Certificato Ultimazione Lavori la DL assegna un termine non superiore a 60 giorni per eventuali completamenti di lavorazioni o messe a punto di piccola entità che non pregiudicano comunque l'uso e la funzionalità dell'opera.

Entro il termine di completamento delle lavorazioni riportate nel Certificato Ultimazione Lavori la DL si riserva di effettuare tutti gli ulteriori controlli, verifiche e prove (oltre a quelli effettuati eventualmente durante il periodo di funzionamento provvisorio degli impianti, citato in precedenza) che riterrà opportuni a proprio insindacabile giudizio, e l'Appaltatore ha l'obbligo di rendere disponibile e/o fornire tutta la strumentazione ed il personale di assistenza necessari.

Sempre entro questo termine vanno ottemperati anche tutti gli altri obblighi contrattuali, ivi compresi quelli inerenti l'eventuale completamento / aggiornamento della documentazione finale.

Si fa presente che, in ogni caso, la mancata fornitura da parte dell'Appaltatore alla Committente (entro i termini fissati) di tutta la documentazione finale prescritta dal Capitolato (nulla-osta degli enti preposti, disegni finali, norme e manuali di conduzione e di manutenzione, ecc.) costituirà motivo per la DL di dichiarare gli impianti non accettabili per colpa dell'Appaltatore, con tutte le conseguenze che ciò comporta.

Il mancato rispetto del termine assegnato dal Certificato di Ultimazione Lavori per completare le lavorazioni in esso riportate o l'eventuale esito negativo o incompleto delle verifiche e prove preliminari comporta l'inefficacia del Certificato di Ultimazione Lavori e la necessità di redigere un nuovo certificato all'avvenuto accertamento da parte della DL che le lavorazioni a completamento sono ultimate e che le verifiche e prove hanno dato esito positivo.

Se i risultati ottenuti, pur dopo gli interventi dell'Appaltatore, non fossero ancora accettabili, la EA può rifiutare gli impianti in parte o nella loro totalità. L'Appaltatore deve allora provvedere, a sue spese e nei termini prescritti, alla rimozione e sostituzione delle opere e dei materiali non accettati al fine di ottenere i risultati richiesti.

Qualora questo non fosse fatto, la EA provvederà direttamente ad effettuare i lavori addebitandone

i costi all'Appaltatore, salvo il maggior danno.

2.4.12 Modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio

2.4.12.1 Generalità

Le modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio illustrate di seguito e le attività da porre in atto per il loro completamento sono da ritenersi valide anche per le prove e verifiche definitive.

Salvo diversa indicazione, tutte le verifiche e prove di avviamento e di messa in servizio saranno eseguite dall'Appaltatore, in contraddittorio con la Direzione Lavori ed alla eventuale presenza del Collaudatore in corso d'opera (che si riserva ogni facoltà di presenziare).

L'Appaltatore deve:

- informare per iscritto la DL, quando l'impianto o il macchinario è predisposto per le verifiche e prove suddette;
- dare piena opportunità alla DL di verificare, misurare e provare qualsiasi lavoro prima che sia ricoperto o comunque posto fuori vista, notificandolo per iscritto almeno con 48 ore di anticipo. La DL dà corso alla verifica, misura o prova, a meno che notifichi all'Appaltatore di non considerarlo necessario;

Verifiche, prove e controlli sia in corso d'opera che preliminari dovranno essere eseguiti in conformità alle normative e prescrizioni vigenti (Enti Erogatori, Servizio d'Igiene, Vigili del fuoco, INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), CEI, norme specifiche di settore, ecc.) secondo le modalità indicate sia nel seguito del presente capitolo, che nei capitoli specifiche riguardanti i singoli componenti e/o materiali; le prove dovranno essere eseguite da tecnici adeguatamente addestrati e provvisti di idonea attrezzatura e strumentazione di prova e misura.

Qualora qualche prova o verifica o controllo desse esito negativo, l'Appaltatore è tenuto entro il termine di tempo che la DL gli imporrà, a porre in essere a propria cura e spese tutti gli accorgimenti e gli interventi atti a ripristinare le condizioni prescritte in progetto e/o in contratto, senza alcun onere per la Committenza. Il tutto verrà di volta in volta regolarmente verbalizzato.

2.4.12.2 Strumentazione

Gli strumenti indispensabili che si devono utilizzare per le prove e verifiche dei vari componenti, con i relativi certificati di calibrazione in data non superiore ad 1 anno, sono elencati nell'elaborato "Procedure di verifica per l'avviamento degli impianti" fornito in allegato.

2.4.12.3 Attività preliminare

Per le varie tipologie di impianti la D.L., a proprio insindacabile giudizio, eseguirà:

- verifiche quantitative e qualitative delle installazioni, per accertarne in linea tecnica la conformità alle caratteristiche fondamentali indicate nelle tavole grafiche e nel capitolato;
- controlli di tipo visivo rivolti ad accertare che le diverse parti e componenti dell'impianto corrispondano, come tipi, qualità, lavorazioni, dati di targa a quanto previsto nel progetto e che il tutto sia stato eseguito secondo le buone regole dell'arte.

Si riportano, a titolo esemplificativo e non esaustivo, i principali controlli visivi da eseguire:

Impianti elettrici e speciali

- verifica corretta installazione macchine ed apparecchiature;
- verifica corretta distribuzione reti di distribuzione;
- verifica staffe, mensole e sostegni in generale di apparecchiature, tubazioni, passerelle, ecc.;
- verifica chiusure tagliafuoco;
- identificazione dei vari componenti e dei circuiti elettrici;
- corretta installazione elementi in campo;
- presenza di schermi, cartellonistica e di informazioni analoghe;
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

Impianti termomeccanici

- verifica corretta installazione macchine ed apparecchiature;
- verifica corretta distribuzione reti idriche ed aerauliche;
- verifica staffe, mensole e sostegni in generale di macchine, tubazioni, canalizzazioni, ecc.;
- verifica isolamenti;
- verifica chiusure tagliafuoco;
- presenza e corretta messa in opera di valvole di sezionamento e di taratura;
- identificazione dei vari componenti e dei circuiti idrici ed aeraulici;
- corretta installazione elementi in campo;
- presenza di schermi, cartellonistica e di informazioni analoghe;
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

Impianti elettrici relativi agli impianti termomeccanici

- verifica corretta installazione macchine ed apparecchiature;
- verifica corretta distribuzione reti di distribuzione;

- verifica staffe, mensole e sostegni in generale di apparecchiature, tubazioni, passerelle, ecc.;
- verifica chiusure tagliafuoco;
- identificazione dei vari componenti e dei circuiti elettrici;
- corretta installazione elementi in campo;
- presenza di schermi, cartellonistica e di informazioni analoghe;
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

2.4.12.4 Prove in loco degli impianti elettrici e speciali

2.4.12.4.1 Generalità

Vengono di seguito descritte verifiche, le prove e controlli che la Direzione Lavori si riserva la facoltà, a proprio insindacabile giudizio, di far eseguire dall'Appaltatore o di eseguire direttamente in fabbrica, in officina o in cantiere, sulle varie tipologie di impianti (e per ognuno dei quali deve produrne il relativo verbale).

Si precisa inoltre che, nel caso la EA abbia dato incarico di collaudo in corso d'opera a un Collaudatore, egli può a sua scelta partecipare o meno a tutte le operazioni di prove, verifiche e controlli in corso d'opera e in fase di avviamento e messa in esercizio, fatto salvo il diritto di svolgere prove, misure e controlli indipendentemente da quelli svolti dalla DL.

2.4.12.4.2 Prove e verifiche sugli impianti

Sono prove e verifiche che devono accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alle Norme CEI e a tutto quanto richiesto negli elaborati di appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera, sia per quanto riguarda l'efficienza delle singole parti che la loro installazione.

Le prove e verifiche da eseguire sono (elenco esemplificativo e non esaustivo):

- | | |
|----------------|---|
| a) protezioni: | verifica della loro adeguatezza e del loro coordinamento;
misura delle impedenze dell'anello di guasto |
| b) sicurezza: | verifica di tutto l'impianto di terra; misura della resistenza dell'impianto di dispersione
verifica della inaccessibilità di parti sotto tensione salvo l'impiego di utensili
verifica dell'efficienza delle prese di terra degli utilizzatori
verifica dei collegamenti equipotenziali
verifica dei livelli di isolamento |

- verifica di funzionamento dei dispositivi differenziali
misura e verifica delle tensioni di passo e di contatto, se necessario
- c) conduttori: verifica dei percorsi, della sfilabilità e del coefficiente di riempimento, delle portate e delle cadute di tensione, prova di isolamento dei cavi fra fase e fase e tra fase e terra in cantiere
verifica delle sezioni dei conduttori in funzione dei livelli di corto circuito
- d) quadri: prova di isolamento prima della messa in servizio
prova di funzionamento di tutte le apparecchiature, degli interblocchi e degli automatismi
- e) impianti di terra e parafulmine: verifica dell'efficienza dell'impianto
misura della resistenza verso terra dell'impianto

A titolo di esempio, inoltre, vengono di seguito descritte alcune procedure.

2.4.12.4.3 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dei circuiti e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Occorre verificare che:

- tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni indicate nella documentazione di appalto e al tipo di posa, alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo e/o in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali
- il dimensionamento dei cavi e conduttori sia realizzato in base alle portate indicate nelle tabelle CEI UNEL
- tutti i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione.

2.4.12.4.4 Verifica della sfilabilità dei cavi

La verifica consiste nell'estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compresi tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non provochi danneggiamenti agli stessi e sia effettuabile senza difficoltà.

La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra il 5% e il 10% della lunghezza totale.

2.4.12.4.5 Misura della resistenza di isolamento

Secondo normativa.

2.4.12.4.6 Misura delle cadute di tensione

Secondo normativa.

2.4.12.4.7 Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi

Occorre verificare 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 coordinata alla sezione dei conduttori protetti dagli stessi.

Le verifiche vanno eseguite sui dati elaborati dall'Appaltatore.

2.4.12.4.8 Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Vanno eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra.

Si devono effettuare questi interventi:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione: vanno verificate le sezioni, i materiali, le modalità di posa dei conduttori stessi e delle giunzioni. Vanno inoltre controllate le condutture di protezione che assicurino il collegamento tra il conduttore di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi
- verifiche nei locali servizi igienici della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico, gli apparecchi sanitari e il conduttore di protezione
- verifica della corretta realizzazione delle mappe grafiche della workstation
- verifica delle principali funzioni del software fornito (conteggio ore funzionamento, gestione della manutenzione, acquisizione e memorizzazione dei dati, diagnostica del sistema, trend, ecc.).

2.4.12.5 Verifiche e prove a completamento di quelle di avviamento e messa in esercizio

2.4.12.5.1 Generalità

Nell'insieme di verifiche e prove di avviamento e messa in esercizio, dovranno in ogni caso essere

effettuate le seguenti operazioni (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

Impianti elettrici:

- verifica continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali;
- misura resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- verifica protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prove di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento;
- verifica protezione contro gli effetti termici;
- prove caduta di tensione;
- verifica assorbimento di corrente;
- assorbimento dei carichi elettrici;
- metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti compresa la misura delle distanze (barriere, involucri, ecc.);
- scelta dei conduttori per la portata e la caduta di tensione;
- scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando;
- scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimento alle influenze esterne;
- identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- identificazione dei circuiti, ecc.;
- idoneità connessioni dei conduttori.

2.4.12.6 Prove in loco degli impianti termomeccanici

2.4.12.6.1 Generalità

Vengono di seguito descritte verifiche, le prove e controlli che la Direzione Lavori si riserva la facoltà, a proprio insindacabile giudizio, di far eseguire dall'Appaltatore o di eseguire direttamente in fabbrica, in officina o in cantiere, sulle varie tipologie di impianti (e per ognuno dei quali deve produrne il relativo verbale).

Si precisa inoltre che, nel caso la EA abbia dato incarico di collaudo in corso d'opera a un Collaudatore, egli può a sua scelta partecipare o meno a tutte le operazioni di prove, verifiche e controlli in corso d'opera e in fase di avviamento e messa in esercizio, fatto salvo il diritto di svolgere prove, misure e controlli indipendentemente da quelli svolti dalla DL.

2.4.12.7 Verifiche e prove a completamento di quelle di avviamento e messa in esercizio

2.4.12.7.1 Generalità

Nell'insieme di verifiche e prove di avviamento e messa in esercizio, dovranno in ogni caso essere effettuate le seguenti operazioni (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

Impianti termomeccanici

- misure termoigrometriche;
- prove funzionamento macchine (gruppi frigoriferi, elettropompe, ecc.);
- prove di avviamento e funzionamento elettropompe;
- prove di avviamento e funzionamento ventilatori;
- prove di funzionamento indicatori di livello, valvole a galleggiante, ecc.;
- misure livelli di pressione sonora in ambiente ed all'esterno;
- verifica taratura strumentazione e sonde in campo;
- prove funzionali dei sistemi di regolazione, sicurezza e controllo;
- prove funzionali del sistema di supervisione e controllo.

2.4.12.7.2 Verifiche e prove specifiche

Per i singoli componenti degli impianti vengono effettuate in linea di massima le seguenti **verifiche e prove**

a) Gruppi frigoriferi:

- intensità di corrente assorbita allo spunto ed a regime;
- portata del fluido di raffreddamento del condensatore;
- portata acqua nel circuito evaporatore;
- perdite di carico evaporatore e condensatore;
- livello di rumorosità;
- prova pressostati alta/bassa pressione;
- prova marcia/arresto pompa e intervento flussostato o pressostato differenziale;
- misura temperatura acqua in ingresso e uscita;
- misura temperatura aria esterna;
- controllo pressione gas freon;
- manovra completa apertura e chiusura valvolame;
- esame generale quadro elettrico;

b) Elettropompe di circolazione:

- portata del fluido;

- prevalenza;
- intensità di corrente assorbita durante il funzionamento;
- manovra completa di apertura e chiusura valvolame;
- livello di rumorosità;

c) Torre eveporativa:

- portata e prevalenza delle sezioni ventilanti ed intensità di corrente assorbita dal motore dei ventilatori;
- portata di aria esterna, di mandata, di ripresa e di espulsione;
- velocità di attraversamento dell'aria nelle macchine;
- livello di rumorosità;
- controllo generale strumentazione automatica;
- manovra completa di apertura e chiusura valvolame;
- esame generale quadro elettrico;

2.4.12.8 Sistema di controllo e gestione centralizzata impianti tecnologici (termomeccanici ed elettrici)

Per il sistema di controllo e gestione centralizzata impianti tecnologici sono da prevedere i seguenti controlli, prove e verifiche (con presenza di tecnico specialista della ditta fornitrice dei materiali):

- controllo a vista della corretta installazione degli elementi in campo (sonde, valvole servocomandate, ecc.), delle unità periferiche e delle apparecchiature di controllo;
- controllo a vista della corretta esecuzione dei collegamenti elettrici e della posa dei cavi;
- verifica sulle unità periferiche o sulla work-station di:
 - valori rilevati dalle sonde presenti
 - funzionalità dei servocomandi di valvole e serrande;
 - loop di regolazione (parametri, set-point, compensazioni, ecc.);
 - segnalazioni da termostati, pressostati ecc;
- verifica della rotazione automatica di funzionamento delle elettropompe (rotazione o periodica o in presenza di intervento protezione termica);
- verifica del corretto riporto sia a video che su stampante delle segnalazioni di stato o di allarme delle apparecchiature controllate;
- verifica del tempo che intercorre tra la generazione di un evento in campo e la sua presentazione sulla work-station;
- verifica della corretta realizzazione delle mappe grafiche della work-station;
- verifica delle principali funzioni del software fornito (conteggio ore funzionamento,

gestione della manutenzione, acquisizione e memorizzazione dei dati, diagnostica del sistema, trend, ecc.).

2.4.13 Verifiche e prove definitive. Certificato di Collaudo

Le verifiche e prove definitive degli impianti eseguite dal Collaudatore nominato dalla EA, avranno luogo entro sei mesi dall'approvazione del conto finale e entro un anno per gli impianti di riscaldamento e/o di climatizzazione.

Tali verifiche e prove consisteranno principalmente nelle operazioni già indicate nei capitoli "Verifiche e prove da prevedere", "Verifiche e prove preliminari. Certificato di Ultimazione Lavori", "Modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio".

Per l'espletamento delle operazioni di collaudo, l'Appaltatore e la DL metteranno a disposizione del Collaudatore, a sua semplice richiesta, tutta la documentazione ed i verbali delle verifiche e prove preliminari di cui agli articoli precedenti.

L'Appaltatore deve altresì porre a disposizione del Collaudatore tutto il necessario personale specializzato e tutta la necessaria strumentazione di misura e prova, opportunamente tarata, analogamente a quanto già fatto riguardo alle verifiche e prove preliminari.

Per la consistenza, tempistiche, modalità di esecuzione e completamento delle verifiche e prove definitive, valgono le medesime procedure e modalità già illustrate per le prove e verifiche preliminari.

Le verifiche possono comprendere oltre le parti in vista, anche quelle sepolte e nascoste ed è dunque obbligo dell'Appaltatore scoprire quelle parti di lavoro che fossero indicate, senza diritto ad alcun compenso per i lavori di scoprimento e di conseguente ripristino.

Al termine di ogni visita viene compilato un Verbale di Collaudo Provvisorio firmato dal Collaudatore e dall'Appaltatore.

Sui dati di fatto risultanti dal verbale, il Collaudatore ponendoli a confronto con quelli di progetto, stende una relazione in cui prescrive specificatamente all'Appaltatore eventuali lavori di riparazione e completamento da eseguirsi.

Se i risultati ottenuti, pur dopo gli interventi dell'Appaltatore, non fossero ancora accettabili, la EA può rifiutare gli impianti in parte o nella loro totalità. L'Appaltatore deve allora provvedere, a sue spese e nei termini prescritti, alla rimozione e sostituzione delle opere e dei materiali non accettati al fine di ottenere i risultati richiesti.

Qualora questo non fosse fatto, la EA provvederà direttamente ad effettuare i lavori addebitandone i costi all'Appaltatore, salvo il maggior danno.

2.4.14 Presa in consegna delle opere da parte della Committente

La presa in consegna da parte della Committente avverrà subito dopo l'emissione del Certificato di Collaudo con esito positivo.

L'Appaltatore ha comunque l'obbligo di presenziare e dare tutta la necessaria assistenza alla Committente all'atto della messa in funzione definitiva degli impianti, connessa alla presa in consegna dei lavori da parte della Committente stesso.

Tuttavia, per propri motivi di necessità, la Committente si riserva di richiedere la consegna anticipata, prima dell'emissione del Certificato di Collaudo, dell'intera opera o di sue parti, dandone preavviso all'Appaltatore per iscritto con congruo anticipo.

Con la firma del contratto l'Appaltatore è obbligato ad accettare tale richiesta. In questo caso si procederà secondo le modalità previste dall'art. 230 del D.P.R. 207/2010.

Si intende che la presa in consegna anticipata da parte della Committente dei lavori eseguiti solleva l'Appaltatore dall'obbligo di custodia e conservazione fino a collaudo dei lavori e delle opere consegnate anticipatamente, e dalla responsabilità per i danni e/o le operazioni di conduzione e manutenzione provocati dall'uso, ma non lo solleva dalle responsabilità inerenti la garanzia sui lavori.

2.4.15 Garanzie

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire le opere e ciascun impianto sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento per un periodo di anni 1 (uno)) dalla data di emissione del Certificato di Collaudo, anche se in presenza della consegna anticipata dell'opera o di sue parti alla Committente.

Pertanto, fino al termine di tale periodo, pur essendo l'opera nel frattempo utilizzata normalmente secondo l'uso cui è destinata, tutte le riparazioni o sostituzioni derivanti da difformità e vizi dell'opera sono a carico dell'Appaltatore a meno che non si tratti di danni dovuti ad uso improprio da parte del personale della EA che ne fa uso, o a normale usura di materiale di consumo.

Con la firma del contratto l'Appaltatore riconosce essere a proprio carico anche il risarcimento alla Committente di tutti i danni, sia diretti che indiretti, che potessero essere causati da guasti o anomalie funzionali fino alla fine del periodo di garanzia sopra definito.

Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del Codice Civile.

E' fatto salvo in ogni caso, per quanto riguarda i vizi occulti, quanto previsto dal Codice Civile.

2.4.16 Addestramento del personale della Committente

Nel periodo di funzionamento provvisorio degli impianti precedente l'emissione del Certificato di Ultimazione Lavori (cioè nel periodo non inferiore al 10% del tempo contrattuale per l'esecuzione dei

lavori in cui vengono svolte le messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in esercizio degli impianti) o in quello successivo, in cui vengono effettuate le prove e verifiche definitive prima dell'emissione del Certificato di Collaudo, l'Appaltatore deve istruire il personale della Committente o di società terze che si occuperanno poi della gestione e manutenzione degli impianti. L'inizio dei periodi sopradetti deve essere concordato e comunicato alla Committente con un congruo anticipo.

Il programma di addestramento deve prevedere l'istruzione del personale della Committente o di società terze sulla tipologia degli impianti e macchinari in essi contenuti, sul loro funzionamento, sulle tarature e messe a punto eseguite e da eseguire e così via, in modo che, una volta presi in consegna gli impianti da parte della Committente o di società terze, questo suo personale sia in grado di provvedere alla loro conduzione e manutenzione.

Opere strutturali:

Oltre a quanto già specificato, si intendono a carico esclusivo dell'**Appaltatore**:

- a) Eventuali smontaggi e successivi ripristini necessari per l'esecuzione delle lavorazioni strutturali;
- b) Ripristino sottofondi ed impermeabilizzazioni in seguito ai nuovi interventi;
- c) Dare evidenza degli ordini dei materiali;
- d) Pensiline Fotovoltaiche. Fornire ciclo di zincatura a caldo + verniciatura (trattamento duplex) per approvazione da parte della DL prima di procedere alla costruzione dei manufatti in acciaio;
- e) Eseguire tutti i rilievi in sito e valutazioni in genere necessarie per meglio definire l'entità dei lavori. (Nota: è fatto obbligo all'impresa di verificare in loco lo stato di fatto ed eseguire il rilievo puntuale in particolare; nulla sarà dovuto per le eventuali errate deduzioni desunte da errori contenuti sugli elaborati progettuali o senza aver verificato lo stato di fatto degli impianti in essere);
- f) Redazione elaborati As-built edili e rilascio degli elaborati in f.to sia cartaceo sia digitale;
- g) Eventuale ripristino come esistente delle parti strutturali e non delle parti danneggiate durante le lavorazioni.

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

3.1 Linee guida progettuali

Scopo del presente studio, individuato come Lotto Funzionale 2, si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica e di energia termica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Per il raggiungimento degli obiettivi posti in premessa, sono state esaminate le soluzioni indicate nel documento preliminare alla progettazione

1. la prima prevede un impianto fotovoltaico
2. la seconda prevede un impianto a pannelli solari a copertura di circa il 60% del fabbisogno di acqua calda sanitaria

Nell'ambito dei due interventi sono da realizzare le seguenti opere:

- Installazione dei campi fotovoltaici in copertura e sulle pensiline
- Installazione delle vie cavi, cavi, quadri elettrici e inverter a supporto dell'impianto fotovoltaico
- Inserimento di una cella aggiuntiva sul quadro generale di media tensione per ottemperare agli obblighi dell'allegato A70 al codice di rete
- Modifica del quadro generale di bassa tensione con l'inserimento del nuovo interruttore di arrivo dell'impianto fotovoltaico e della protezione di interfaccia
- Installazione dei nuovi pannelli solari termici sulla copertura della centrale termica
- Esecuzione delle nuove alimentazioni elettriche asservite alle utenze in campo
- Realizzazione delle nuove connessioni di controllo
- Installazione della strumentazione necessaria al monitoraggio dei consumi

3.2 Descrizione sommaria degli interventi

3.2.1 Impianti elettrici generali

I nuovi impianti elettrici generali riguardano:

- L'installazione di un nuovo interruttore da 800 A MTD per la connessione del nuovo quadro

Fotovoltaico

- Inserimento di una cella aggiuntiva sul quadro generale di media tensione per ottemperare agli obblighi dell'allegato A70 al codice di rete
- Modifica del quadro generale di bassa tensione con l'inserimento del nuovo interruttore di arrivo dell'impianto fotovoltaico e della protezione di interfaccia
- Esecuzione delle nuove alimentazioni elettriche asservite alle utenze in campo per gli impianti solari termici nella centrale in copertura, tale modifica si limita a scollegare le vecchie pompe num 85 sugli schemi di centrale (stato di fatto). Inserire due nuovi interruttori MT16A 2P da cui alimentare le nuove pompe identificate nello schema di centrale con il numero 01 e 05 (progetto), e fornire e posare due nuove linee in cavo FG(O)R 3G2,5.

Le nuove pompe funzioneranno come segue:

- Pompaggi 01 - funzionamento automatico azionato da centralino solare
- Pompaggi 05 - azionato da quadro con selettore di comando

Occorre quindi aggiungere un selettore marcia arresto sul quadro elettrico mentre la connessione alla centralina solare sarà eseguita dall'impiantista meccanico

- Installazione della strumentazione necessaria al monitoraggio della producibilità ovvero di un multimetro sul quadro generale dell'impianto fotovoltaico.
- Illuminazione pensiline parcheggio realizzata a partire dal QGBT di cabina con inserimento di un nuovo interruttore MTD da 16A - 4P e linea in cavo FG7(O)R di sez. 5G4 posata nei nuovi cavidotti, ad ogni pensilina ci si staccherà per allacciare gli alimentatori al servizio delle strisce LED. L'impianto dovrà essere acceso da orologio crepuscolare a comando del nuovo interruttore su QGBT
- Predisposizioni per ricarica auto elettriche
- Installazione dei pulsanti di sgancio per l'impianto fotovoltaico

3.2.2 Impianti fotovoltaici

Nel seguito vengono esposte le caratteristiche dell'impianto la sua producibilità ed i benefici ottenibili. Ad oggi il consumo di energia elettrica all'interno del Palazzo del ghiaccio di Pinerolo, stimato sulla base delle consuntivazioni, è imputabile in gran parte alla produzione frigorifera e per l'alimentazione delle utenze civili (illuminazione e forza motrice) e tecnologiche (principalmente elettropompe) del complesso edilizio.

L'approvvigionamento avviene con connessione in media tensione e conseguente cabina di utente per la trasformazione a 400V

Dai dati storici forniti si evidenzia un consumo annuo di energia elettrica prossimo ad 1,5 MWhe/anno con una forte componente di energia reattiva prelevata (valore medio del fattore di potenza prossimo a 0,75 contro un valore limite per l'applicazione delle penali pari a 0,9)

Gli interventi di revamping della centrale frigorifera, previsti nel Lotto 1, di per sé abbassano i consumi di circa il 25%.

L'inserimento dell'impianto fotovoltaico permetterà, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 463 065.26 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, un risparmio di combustibile, in 20 anni, come da tabella seguente.

Dati generali dell'impianto

Ha una potenza totale pari a 380.640 kW e una produzione di energia annua pari a 387913.03 kWh (equivalente a 1019.11 kWh/kW), derivante da 1248 moduli che occupano una falda della copertura e le pensiline nel parcheggio.

Elenco delle sezioni				
Nome	Num. moduli	Energia annua	Potenza	Sezione
CAMPO FV-COPERTURA	576	179 363.71 kWh	175.680 kW	CAMPO IN COPERTURA
CAMPO FV-PENSILINE	672	208 549.32 kWh	204.960 kW	CAMPO PENSILINE

3.2.2.1 Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
CAP Comune (Provincia)	00100 PINEROLO (TO)
Latitudine	44°.8861 N
Longitudine	7°.3328 E
Altitudine	376 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1 305.01 kWh/m ²
Coefficiente di ombreggiamento	0.97
Dati tecnici	
Superficie totale moduli	2 046.72 m ²
Numero totale moduli	1 248
Numero totale inverter	6
Energia totale annua	387 913.03 kWh
Potenza totale	380.640 kW
Potenza fase L1	126.880 kW
Potenza fase L2	126.880 kW
Potenza fase L3	126.880 kW

Energia per kW	1 019.11 kWh/kW
BOS	74.97 %

3.2.3 Impianti fluidomeccanici

Nell'ambito degli impianti fluidomeccanici, gli interventi individuati nella realizzazione di impianto solare termico per la produzione di acqua calda ad uso sanitaria e nelle relative opere di interconnessione agli impianti esistenti in centrale termica.

Il campo solare sarà ubicato sulla copertura, prevedendo complessivi 24 pannelli solari piani, suddivisi in 6 schiere di pari numero. Ciascuna schiera sarà singolarmente intercettabile e verrà collegata al circuito solare tramite valvola di taratura/bilanciamento. L'installazione sarà realizzata con impiego di telaio di supporto di alluminio, da fissare sulla struttura della copertura.

In centrale dovranno essere eseguite preliminarmente le operazioni di dismissione dei componenti di impianto che saranno sostituiti o eliminati, ed in particolare: n.2 accumuli per acqua sanitaria da 2.000 Litri, n.2 scambiatori a piastre per la produzione di acqua calda, n.2 elettropompe in linea a rotore ventilato lato secondario scambiatori, tutte le tubazioni, il valvolame e i componenti di linea desueti.

Saranno installati in centrale:

- n.2 bollitori con scambiatore a serpentino fisso di tipo bivalente di capacità pari a 2.000 Litri caduno
- Il gruppo solare comprendente il circolatore elettronico per impianti solari e la centralina di regolazione
- I dispositivi di sicurezza e regolazione necessari quali valvole di sicurezza, vasi di espansione, sonde di temperatura, etc.

Il circuito solare sarà realizzato con tubazioni di acciaio inox per connessioni pressfitting dotate di idonee guarnizioni per alta temperatura, e saranno isolate con coppelle elastomeriche anch'esse adatte alle elevate temperature.

Dati generali dell'impianto

Di seguito riportiamo caratteristiche connotative dell'impianto:

Tipo di pannelli	Solari piani
Numero di pannelli	24
Superficie captante complessiva	55m ²
Orientamento	Sud (Azimut 0°)
Tilt	40°
Capacità di accumulo complessiva	2 x 2.000 Litri

3.2.4 Edile

Gli interventi edili ricompresi all'interno del Lotto 2 possono essere ricondotti a due macrocategorie di opere:

- Interventi edili realizzati sulla copertura del palazzetto e sulle facciate dello stesso;
- Interventi realizzati all'interno del parcheggio limitrofo al palazzetto.

3.2.4.1 Interventi in copertura e in facciata

Sulla copertura della centrale termica del palazzetto, esposta ad est, verrà realizzato un impianto solare termico costituito da n. 24 pannelli solari piani suddivisi in 6 schiere di pari numero, mentre sulla falda inclinata, esposta a sud, della copertura della pista di pattinaggio verrà realizzato un impianto fotovoltaico costituito da 624 moduli.

Gli interventi edili relativi a queste realizzazioni sono limitati ad assistenze murarie.

Inoltre, sulla facciata nord-est verranno posati n. 3 pannelli scatolati in alluminio composito, Alucobond®, che, ad oggi, risultano staccati.



Fig. 1: Pannelli Alucobond non presenti in facciata

Tali interventi di manutenzione in facciata sono atti ad arrestare lo stato di degrado generale dovuto al trascorrere del tempo e a restituire al palazzetto un'immagine integra e finita.

3.2.4.2 Interventi sul parcheggio

Il progetto prevede inoltre il rifacimento dell'area a parcheggio situata ad ovest rispetto all'ingresso principale del palaghiaccio.

Tale parcheggio è stato ristudiato e riorganizzato ed è stata prevista l'installazione di n. 5 pensiline fotovoltaiche a copertura delle rispettive 5 file di parcheggi.

L'attuale manto stradale verrà completamente sostituito, gli stalli di sosta verranno ridisegnati, insieme a tutta la segnaletica orizzontale necessaria.

Il parcheggio verrà inoltre dotato di segnaletica verticale, conforme a quanto prescritto dal Regolamento di esecuzione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. e delle eventuali nuove Norme emanate prima della realizzazione dell'opera.

Le pensiline fotovoltaiche sono state progettate per integrarsi all'architettura del palazzetto.

I montanti della struttura delle pensiline sono costituiti da profili scatolari "monolitici", di acciaio zincato a caldo e verniciato di colore bianco; sono disposti con un intervallo regolare corrispondente a due posti auto e sostengono la struttura secondaria di supporto ai pannelli fotovoltaici, anch'essa costituita da profili scatolari in acciaio zincato e verniciato.

Al di sotto di uno di tali arcarecci corre una striscia luminosa con tecnologia LED, che garantirà l'illuminazione delle aree coperte anche durante le ore notturne.



Fig. 2: Inserimento fotografico delle pensiline fotovoltaiche



Fig. 3: Inserimento fotografico delle pensiline fotovoltaiche

Verifica dei parametri urbanistici

Il Palaghiaccio di Pinerolo si trova all'interno della zona F3 del PRGC, "Aree per servizi di interesse generale".



Fig. 4: Estratto PRGC, fuori scala



Fig. 5: Estratto della Variante al PTE, fuori scala

All'art. 61 comma 11 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Regolatore Generale viene specificato: *"Per gli edifici e gli impianti esistenti sono pertanto consentiti interventi di manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia, demolizione con ricostruzione, ampliamento fino al 50% della superficie coperta"*.

Attualmente l'area presenta una superficie coperta pari a 6845,44 mq. Secondo le NTA è pertanto possibile **incrementare la superficie coperta fino a un massimo di 3422,72 mq.**

Il progetto del parcheggio prevede la realizzazione di n. 4 file di pensiline fotovoltaiche pari a **una superficie di 1140,10mq**, rendendo pertanto fattibile, dal punto di vista urbanistico, l'intervento.

Riassumendo:

Superficie coperta esistente	Superficie coperta in progetto (superficie pensiline fotovoltaiche)	Incremento di superficie coperta consentito
------------------------------	--	--

mq	mq				mq
	Pensilina	Dim. pensilina	mq		50% Sup. coperta esistente
	1	49,33 x 4,91	242,21		
	2	46,58 x 4,91	228,71		
	3	45,43 x 4,91	223,06		
	4	45,43 x 4,91	223,06		
	5	45,43 x 4,91	223,06		
6845,44	TOTALE sup. coperta in progetto		1140,10	<	3422,72

Calcolo parcheggi pertinenziali

Relativamente al fabbisogno di parcheggi all'interno dell'area oggetto della progettazione, il numero degli stalli progettati non è diminuito rispetto al numero di posti auto attualmente esistenti, ma al contrario è aumentato.

Il progetto prevede la semplice riorganizzazione degli stessi e il ricalcolo del numero di posti auto destinati ai disabili.

Pertanto ne deriva che sull'area oggetto di intervento verranno realizzati 200 stalli destinati alla sosta di cui 189 parcheggi standard e 11 parcheggi per disabili (minimo 1 parcheggio disabili ogni 50 parcheggi per normodotati), uniformemente distribuiti su tutta la superficie (5.435,00 mq).

3.2.4.3 Tracciamento pista autoscuola per motocicli

In luogo ancora da definirsi, di proprietà del Comune di Pinerolo, dovrà essere eseguito dall'Appaltatore il tracciamento a terra di una pista per scuola guida ad utilizzo di motocicli, così come attualmente presente nel parcheggio.

L'area destinata all'effettuazione dei percorsi di prova dovrà rispondere a quanto stabilito dal Decreto del Ministero dei Trasporti D.D. 20 maggio 2013 e relative modifiche contenute nel D.D. 28 giugno 2013, recanti "Disposizioni atte a garantire condizioni ottimali di sicurezza nell'espletamento delle manovre particolari e delle prove di frenatura, prescritte per il conseguimento delle patenti di guida delle categorie A1,A2 ed A, anche speciali", nonché dalle eventuali nuove Norme emanate prima della realizzazione dell'opera.

3.2.5 Opere strutturali

3.2.5.1 Pensilina Fotovoltaica

Le nuove pensiline fotovoltaiche sono costituite da strutture in carpenteria metallica su fondazioni dirette superficiali (travi di fondazione) in calcestruzzo armato gettato in opera.

La singola pensilina, tipologia standard, è costituita da num. 9 campate consecutive aventi interasse pari a 500cm.

Le pensiline A e B presentano interassi maggiori su una campata per permettere l'alloggiamento dei parcheggi disabili.

La struttura principale è realizzata da mensole monolitiche in acciaio aventi interasse pari a 500cm, altezza e larghezza pari a ca. 400cm, ancorate alle fondazioni per mezzo di tirafondi in acciaio su piastra di base (num. 12 tirafondi M22, classe 8.8). Le mensole portanti presentano sezione scatolare composta dim. 150x300mm a spessore variabile (rispettivamente 30 e 15mm). In corrispondenza delle mensole di testa prevedere fori per passaggio impianti (cfr. progetto impiantistico). Si prevede la protezione degli ancoraggi di base delle mensole attraverso posa di *bauletto* in lamiera metallica imbullonato sulla trave di fondazione (cfr. elaborati grafici strutture).

La struttura secondaria è realizzata da arcarecci in acciaio poggianti sulle mensole ed aventi interasse pari a 75cm. Gli arcarecci sono realizzati con profili scatolari di sezione 100x100x5mm (num. 4 arcarecci interni) e sezione 100x200x5 (num. 2 arcarecci esterni). Il collegamento tra mensole principali e arcarecci secondari sarà del tipo bullonato. In corrispondenza della campata atipica avente larghezza pari a 640cm (parcheggi disabili), gli arcarecci avranno sezione 100x100x10 (interni) e 100x200x10 (esterni).

Su 2 delle 9 campate costituenti la singola pensilina, sono previsti dei tondi $\varnothing 26$ con tenditore aventi la funzione di controventi di falda (collocati a livello di copertura) e di parete (collocati tra 2 montanti consecutivi).

In corrispondenza della campata centrale, si prevede la realizzazione di opportuni giunti bullonati (fori asolati) che permettono la dilatazione termica delle strutture lungo la direzione longitudinale della pensilina (giunto).

Le fondazioni sono costituite da travi rovesce in c.a. principali di dim. 80x70cm disposte su ogni mensola principale ed in direzione trasversale alla pensilina. Sono inoltre presenti dei cordoli di collegamento tra le travi principali aventi dimensioni 50x70cm.

Per maggiori informazioni si faccia riferimento agli elaborati grafici delle opere strutturali.

3.2.5.2 Baraccatura Solare Termico

Si prevede l'installazione di pannelli Solari Termici nella copertura est del palazzetto

(realizzata in occasione delle Olimpiadi 2006). Più precisamente i nuovi pannelli verranno installati su apposito nuovo soppalco in carpenteria metallica (superficie ca. 123 m²) collocata sulla copertura esistente a q.ta +15.53m realizzata in lastre predalles con getto di completamento (sp. 5+19+5cm) poggianti su travi e pilastri in c.a.

La nuova struttura insiste direttamente sulle strutture esistenti verticali (setti e pilastri in c.a.).

La nuova copertura si attesta a quota +18.53m ed offre un piano orizzontale per la posa dei nuovi pannelli Solari Termici, come meglio specificato negli elaborati impiantistici.

La nuova struttura in carpenteria metallica è così realizzata:

- Montanti lunghi HEA140/UPN160 aventi altezza media pari a ca. 2.60 m ancorati su nuovi baggioli in c.a. che fuoriescono dal solaio di copertura a q.ta +15.53m per circa 16cm in corrispondenza dei pilastri e dei setti in c.a. esistenti presenti al livello inferiore. I nuovi baggioli saranno inghisati direttamente sulle strutture in c.a. esistenti presenti oltre il sottofondo (spessore medio 20cm). I montanti sono ancorati ai nuovi baggioli per mezzo di piastra di base spessore 20mm e num. 6 tirafondi M20 classe 8.8;

In corrispondenza del pilastro 5 e 1 si prevede l'installazione di num. 2 profili UPN160 da installarsi su intradosso solaio ed ancorare alle travi ribassate degli allineamenti 1 e 2 che permettono la trasmissione dei nuovi carichi direttamente ai pilastri sottostanti.

- Montanti corti (HEA120) aventi lunghezza media pari a ca. 0.15m ancorati alla q.ta +18.08m sui setti e i pilastri esistenti del torrino vano scala presente nella zona est nord-est della copertura. I montanti sono ancorati ai nuovi baggioli per mezzo di piastra di base spessore 15mm e tasselli M20;
- Travi principali IPE 240 imbullonate sui montanti a realizzare num. 3 campate (2 campate in semplice appoggio, 1 campata a sbalzo verso il fronte est del palazzetto).
- Travi secondarie IPE 160 imbullonate su travi principali (luce massima pari a 3m);
- In corrispondenza dell'allineamento B è prevista l'installazione di una trave IPE 330 che riporta il carico gravante sul filo 3 direttamente sui fili 2 e 4 e permette l'eliminazione del montante in posizione filo 3 allineamento B.
- Pannelli in grigliato metallico zincato e bordato realizzati con piatto portante 30x3mm e maglia 30x51mm poggianti sulle travi secondarie.
- Montanti per parapetto realizzati in profili in carpenteria metallica imbullonati sulle travi principali e secondarie ed aventi interasse massimo pari a 180 cm. Il montante è costituito da un piatto 80x15mm.

Tra i montanti è prevista la posa di num. 2 traversi (superiore ed intermedio) costituiti da profili tubolari Ø48.3x3.2mm (superiore) e Ø33.7x3.2mm. E' prevista inoltre una fascia ferma piede di altezza 20cm dal p.p.f.

In caso di ancoraggio dei montanti di parapetto sulle IPE160 si prevedono delle travi IPE 160 disposte perpendicolarmente alle principali (cfr. elaborati esecutivi).

- Diagonali di controvento sul piano orizzontale costituiti da tondi Ø20 imbullonati su travi principali IPE 240.
- Il piano di posa dei pannelli si raggiungerà dalla q.ta +15.53 attraverso scala di accesso (scala alla marinara dotata di gabbia di protezione) collocata a ridosso del vano scala est (cfr. elaborati esecutivi). Si prevede installazione di botola di accesso e montanti ancorati alle travi secondarie per permettere uno sbarco agevole al piano.

La scala verrà vincolata alla parete esterna, mediante zanche di ancoraggio e num. 4 tasselli meccanici M16/staffa tipo Hilti HST3 adatti per calcestruzzo fessurato. Le staffe di fissaggio, aventi interasse massima pari a 1800mm, saranno in acciaio zincato a caldo e consentiranno una distanza minima della scala dalla parete di ca. 180 mm.

Al termine dell' installazione l'appaltatore dovrà produrre idonea documentazione e certificazioni del manufatto installato ai sensi delle normative suddette.

3.2.5.3 Linee vita e sistemi di protezione contro la caduta verso il vuoto

Si prevede l'installazione di un sistema di linee vita orizzontali sulla copertura esistente del palazzetto (struttura in legno) aventi lo scopo di proteggere gli operatori contro la caduta verso il vuoto durante le attività di manutenzione del nuovo impianto fotovoltaico. L'accesso alle linee vita sarà garantito attraverso una scala alla marinara collocata nella copertura piana est a quota +11m.

Si prevede l'installazione di num. 6 linee vita di ancoraggio orizzontale, che dovrà essere conforme alla normativa UNI 11578: 2015, UNI 795:2012, UNI CEN/TS 16415:2013 e DGR 23.05.2016 n°6/R,. in classe C, utilizzabili da num. 2 operatori contemporaneamente. Il passaggio tra due linee vita adiacenti avverrà per mezzo di punti di ancoraggio collegati alle strutture esistenti (cfr. paragrafo opere in acciaio).

La linea sarà comprensiva di 2 elementi di ancoraggio di estremità e di 5 elementi di ancoraggio intermedi che utilizzino linee di ancoraggio flessibili orizzontali (dispositivi di

ancoraggio di tipo C, con la possibilità di un'inclinazione massima di 15° rispetto all'orizzontale) e sarà costituita da un cavo in acciaio inox diam. 8 mm. con un assorbitore di energia montato all'estremità della linea, per smorzare l'energia in caso di caduta dell'operatore. Il passaggio degli intermedi, come imposto dal D.Lgs. 81/2008, avverrà senza lo sgancio dell'operatore, ma con un semplice ed agevole movimento sinusoidale. La distanza massima tra due supporti sarà di 15m e la minima di 5 m.

Si prevede inoltre la presenza di num. 20+15 ganci intermedi per consentire il passaggio in sicurezza da una linea vita all'altra ed il camminamento lungo la linea di gronda lato sud nella falda opposta non oggetto di installazione di pannelli fotovoltaici

Prima dell'installazione dovrà essere sottoposto per approvazione il progetto costruttivo completo di elaborati grafici, schede tecniche di materiali impiegati e relazione di calcolo.

Al termine del montaggio prevedere il ripristino del manto di copertura e dell'impermeabilizzazione in copertura in corrispondenza dei punti di ancoraggio fissi.

Al termine dell'installazione dovrà essere predisposto a cura dell'installatore il documento ETC secondo DGR 23.05.2016 n°6/R.

Gli elementi di ancoraggio saranno dotati di collare in guaina bituminosa per il ripristino dell'impermeabilizzazione.

Tutti i componenti saranno in lega d'alluminio verniciati RAL9006 ad eccezione del cavo e dei sistemi di fissaggio che saranno in acciaio inox.

La linea vita dovrà essere montata da personale competente ed addestrato, che rilascerà certificato di corretta posa e regolare esecuzione a firma di professionista abilitato. Il sistema dovrà essere garantito per 10 anni (con l'obbligo di manutenzione annuale), e testato, secondo norma UNI EN 795:2012, con prove di carico sia statiche sia dinamiche da Ente terzo notificato che accerti che gli elementi utilizzati di volta in volta saranno conformi a quelli testati. Tutti i prodotti dovranno essere marcati CE.

Elementi del sistema tipo (le caratteristiche degli elementi potrebbero variare in sede di progettazione costruttiva:

- n°.6x2 elementi d'estremità, ciascuno dei quali realizzato in pressofusione d'alluminio, base circolare Ø150 mm con 4 fori Ø6.5, cava cilindrica Ø16.5 per il fissaggio al supporto, viti auto-filettanti 6.3x45 mm dotate di rondella piana con guaina di tenuta Ø16.
- n° 5x6 elementi intermedi, ciascuno dei quali realizzato in pressofusione d'alluminio EN AB

46100, base circolare Ø150 mm con 4 fori Ø6.5, cava cilindrica Ø16.5 per il fissaggio al supporto intermedio, viti auto-filettanti 6.3x45 mm, dotate di rondella piana con guaina di tenuta Ø16, da posizionare ogni 15m massimo e consente un passaggio sicuro dell'utilizzatore senza che si debba sganciare dalla linea vita;

- num. 20+15 ganci intermedi per passaggio tra le linee vita e camminamento lungo la gronda sud.
- archetto per rinvio d'angolo, che impedisce la fuoriuscita accidentale del cavo in corrispondenza dei cambi di direzione. L'elemento, realizzato in acciaio AISI 304, sarà installato nel corpo rotante dell'elemento di estremità mediante vite in acciaio inox con filetto passo 1,5.
- blocco assorbitore d'energia/tenditore. Deve consentire la ridurre dell'energia cinetica in caso di caduta e attutire il colpo. L'energia viene dissipata dalla sfera che attraversa il cilindro in EPDM contenuto all'interno del carter protettivo. Il cilindro in gomma deve essere sostituito in caso di entrata in funzione del sistema. Svolge anche la funzione di tenditore per il corretto posizionamento del cavo;
- tenditore per il corretto pensionamento del cavo mediante regolazione dei dadi M16 presenti sul filetto. Sarà costituito da barra in acciaio inox AISI 304;
- cavo in acciaio inox ø 8 mm formato da 7 trefoli da 19 fili;
- cartello identificatore con i dati dell'impianto, da collocare in corrispondenza di ogni accesso;
- piombino identificatore.
- pali verticali di supporto per ancoraggio linea vita (h>500mm) tipo prodotto SAS 30-50 della ditta Somain ancorati direttamente alle piastre in acciaio di nuova realizzazione che vincolano l'ancoraggio alle strutture esistenti lignee.
- Set di quattro distanziatori per i supporti impermeabili.

Per maggiori dettagli costruttivi e indicazioni generali e specifiche si faccia riferimento a quanto riportato all'interno degli elaborati grafici delle opere strutturali/architettoniche ed impiantistiche facenti parte del presente appalto.

4 SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI ELETTRICI

4.1 Quadri elettrici di bassa tensione

4.1.1 Caratteristiche tecniche generali

4.1.1.1 Generalità

I quadri elettrici di bassa tensione dovranno essere conformi alle norme:

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) fino al 31 ottobre 2014
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113);
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114).

Le apparecchiature montate nei quadri elettrici dovranno rispondere alle prescrizioni generali di seguito descritte e presentare caratteristiche tecniche secondo quanto specificato nei disegni di progetto; dovranno in particolare possedere caratteristiche tecniche adeguate a quelle delle utenze da alimentare e dimensionate per i livelli di corto circuito previsti.

Tutti gli accessori utilizzati all'interno dei quadri (sbarre, attacchi, supporti isolanti, profilati, piastre, ecc.) dovranno essere prodotti standard realizzati dal costruttore dell'involucro; dovranno essere rispettate le modalità installative indicate dal costruttore stesso. Non saranno accettate soluzioni con costruzioni artigianali.

Sulle porte e sui pannelli apribili potranno essere fissati solamente strumenti di misura, selettori di comando, lampade di segnalazione luminosa, che dovranno essere di tipo modulare, quadrati o rettangolari, con identificazione del servizio.

La posizione di pulsanti, selettori di comando, lampade, ecc., dovrà essere razionalmente studiata in base alla collocazione della relativa apparecchiatura controllata.

I quadri dovranno essere sempre dotati di pulsante per consentire la prova contemporanea di tutte le lampade di segnalazione installate sui quadri stessi.

Ogni quadro dovrà essere predisposto in modo che al mancare ed al successivo ritorno della tensione di rete, le utenze prima alimentate possano riprendere in modo automatico il loro regolare funzionamento.

In ogni cella ausiliari dei quadri tipo "power center" dovranno essere previsti:

- un sistema di illuminazione con lampade di tipo fluorescente;
- una presa 2x10/16 A+T polivalente a 230 V.

Il grado di protezione dei quadri elettrici dovrà essere non inferiore a quanto indicato negli schemi unifilari con minimo IP3X con porte chiuse e IP2X con porte aperte.

L'uscita e l'ingresso dei cavi nei quadri elettrici dovrà garantire il grado di protezione IP previsto utilizzando appositi accessori (pressacavo per ogni cavo ovvero moduli tipo Roxtec o equivalente approvato).

4.1.1.2 Caratteristiche elettriche principali

- tensione di isolamento nominale: 660 V;
- tensione di esercizio: 400/230 V;
- frequenza nominale: 50 Hz;
- tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto circuiti di potenza: 2500 V;

- tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto circuiti ausiliari: 1500 V.
- corrente nominale di breve durata ammissibile per 1 secondo non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto;
- corrente nominale di cresta ammissibile non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto;
- apparecchiature dimensionate per una corrente di corto circuito non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto.

4.1.1.3 Involucro in lamiera

I quadri elettrici di bassa tensione con involucri in lamiera dovranno essere realizzati, in generale, da scomparti prefabbricati con intelaiatura autoportante in lamiera di acciaio pressopiegata avente spessore minimo di 2 mm e pannelli di chiusura in lamiera di acciaio ribordata dello spessore di 1,5 mm e comunque sufficientemente robusta per sostenere le apparecchiature e per resistere alle sollecitazioni a cui sono sottoposti.

Gli scomparti dovranno essere affiancabili e componibili tra loro in modo da ottenere la configurazione richiesta.

La parte superiore e quella inferiore degli scomparti dovranno essere chiuse con lamiere asportabili, per permettere l'ingresso/uscita dei cavi indifferentemente dal basso o dall'alto.

I quadri dovranno essere realizzati in modo tale da permettere eventuali futuri ampliamenti ai lati, con l'aggiunta di ulteriori scomparti; a tale scopo, le estremità laterali dei quadri dovranno essere chiuse con pannelli asportabili in lamiera di acciaio.

Ogni scomparto dovrà essere suddiviso in celle o zone, contenenti i vari componenti elettrici e meccanici, separate fra loro con lamiere di segregazione tali da garantire un grado di protezione minimo IP2X.

Dovranno essere studiate e realizzate delle canalizzazioni per la circolazione naturale dell'aria in modo da garantire:

- il mantenimento delle temperature interne, entro i limiti imposti dalle norme CEI/IEC applicabili;
- la compartimentazione delle celle o zone dei singoli scomparti, per evitare che l'eventuale sviluppo di aria ionizzata all'interno di una cella vada ad interessare altre parti in tensione.

Nel caso di installazione in locali con pavimento sopraelevato, la posa dovrà essere effettuata mediante telaio in profilato d'acciaio saldato, verniciato con doppia mano di fondo e una mano finale di colore nero, completo di piedini regolabili con base bugnata e forata per consentire il fissaggio al

pavimento mediante tasselli e collante; particolari accorgimenti dovranno essere adottati per l'affiancamento tra telaio e piano di calpestio sopraelevato (es. profilato a L saldato lungo tutto il perimetro superiore del telaio per consentire l'appoggio del piano di calpestio).

La viteria dovrà essere in acciaio inox con bulloni di tipo "autograffiante"; le viti di chiusura delle portine dovranno essere di tipo imperdibile con impronta a croce.

Le cerniere dovranno essere di tipo prefabbricato con elevato grado di robustezza e dovranno consentire l'apertura delle portine con angoli maggiori di 100°.

Le portine anteriori dovranno essere previste di guarnizioni di battuta e corredate di serratura di sicurezza unificata per tutti i quadri della fornitura; le portine incernierate dovranno avere almeno due punti di chiusura per altezze di 600 o 800 mm e almeno tre punti di chiusura per altezze maggiori di 800 mm.

4.1.1.4 Involucro in materiale termoplastico

I quadri in materiale termoplastico isolante dovranno essere costruiti secondo criteri di robustezza meccanica sia nell'intelaiatura che nelle parti mobili, dovranno essere resistenti agli agenti chimici (acqua, soluzioni saline, acidi, basi e olii minerali), agli agenti atmosferici ed ai raggi UV.

Il materiale termoplastico dovrà essere autoestinguente secondo le norme UL 94 V-0 e UL 94 5VB e resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 960 °C (prova del filo incandescente) secondo la norma CEI 89-12 (CEI EN 60695-2-10).

Le caratteristiche estetiche e dimensionali dei quadri dovranno risultare omogenee nell'ambito di uno stesso progetto.

4.1.1.5 Sbarre e connessioni

In tutti i quadri elettrici di bassa tensione in cui siano previste connessioni con sbarre, queste dovranno essere realizzate in piatto di rame elettrolitico a spigoli arrotondati ed essere dimensionate per le correnti nominali e di corto circuito prescritte.

Le sbarre devono essere ancorate e sostenute da supporti reggisbarre in materiale isolante tali da assicurare la tenuta agli sforzi elettrodinamici conseguenti alle correnti di guasto dell'impianto.

Le sbarre con portate maggiori di 250 A saranno argentate o stagnate almeno nelle zone di connessione al fine di prevenire fenomeni di ossidazione.

Le sbarre dovranno essere dimensionate secondo i seguenti criteri:

- sbarre principali, in base alla corrente nominale del quadro;
- sbarre di derivazione verticali facendo la sommatoria delle correnti nominali degli interruttori alimentati;

- sbarre di derivazione alle singole apparecchiature in base alla corrente nominale delle apparecchiature.

Le connessioni in cavo devono essere limitate al minimo indispensabile; in tutti i casi in cui sia possibile dovranno essere utilizzate sbarre.

La sequenza delle fasi deve essere, guardando il fronte del quadro, RSTN da sinistra a destra, dal fronte verso il retro e dall'alto verso il basso.

4.1.1.6 Messa a terra

I quadri dovranno essere percorsi longitudinalmente o verticalmente da una sbarra di terra in rame, avente sezione minima pari a 125 mm² e comunque dimensionata sul valore delle correnti di guasto previste.

Le estremità della sbarra di terra dovranno essere dotate della possibilità di collegamento al dispersore di terra con conduttori aventi sezione fino a 120 mm².

A tale sbarra dovranno essere collegati, in modo da garantire una efficace e sicura continuità elettrica, tutti gli elementi di carpenteria e i componenti principali del quadro. A tal riguardo i collegamenti dovranno essere completi di capocorda di tipo ad occhiello e realizzati con rondelle elastiche e bulloni.

I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm².

I quadri a cassetta per installazione a parete potranno essere dotati, in sostituzione della sbarra di terra, di adatti morsetti aventi superficie di contatto adeguata alle correnti di guasto previste.

4.1.1.7 Interruttori automatici

Gli interruttori automatici impiegati all'interno dei quadri di BT potranno essere di tipo aperto, scatolato o modulare in versione rimovibile, estraibile, o fissa a seconda del tipo di utilizzazione previsto e della corrente nominale delle utenze da proteggere. La tipologia è sempre riscontrabile nei disegni di progetto.

Gli interruttori di tipo aperto saranno previsti tipicamente all'interno dei quadri tipo Power Center nella versione estraibile su carrello, per portate uguali o superiori ai 1250 A e nei casi in cui sia necessario realizzare la selettività di tipo cronometrico.

Gli interruttori di tipo scatolato saranno normalmente previsti nei quadri tipo Power Center per portate uguali o superiori a 100 A e nei casi in cui sia necessario realizzare la selettività con interruttori modulari sui quadri a valle.

Gli interruttori di tipo modulare, con modulo 17,5 mm o multipli, dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) per usi domestici e similari ove non diversamente specificato. Essi saranno impiegati nei quadri secondari di distribuzione per portate uguali o inferiori a 100 A per i circuiti che alimentano le utenze finali. L'esecuzione dovrà essere adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm. La curva di intervento magnetotermico dovrà essere scelta in funzione del tipo di carico da alimentare.

Gli interruttori magnetotermici in generale dovranno sempre essere dotati di dispositivi di protezione su tutte le fasi.

Il conduttore di neutro dovrà essere interrotto e/o protetto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8; è da tenere presente che nel caso di adozione di un sistema tipo TN-C, il conduttore PEN non dovrà in alcun caso venire sezionato, né protetto.

Il potere di interruzione dovrà essere almeno pari alla corrente di corto circuito trifase presunta nel punto di installazione, salvo i casi in cui sia accettata la protezione di sostegno, con i limiti imposti dalle norme CEI 64-8.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere tra loro intercambiabili.

Tutte le apparecchiature di tipo scatolato dovranno essere equipaggiate di proprie coperture predisposte dal costruttore sui punti di connessione dei cavi tali da garantire un grado di protezione minimo IP20 a porte aperte; si escludono pertanto schermi o analoghe protezioni artigianali.

Gli interruttori estraibili dovranno, in particolare, essere equipaggiati con otturatori sulle parti fisse, azionati automaticamente dal movimento dell'interruttore durante la manovra di sezionamento, per garantire un grado di protezione IP2X con interruttore estratto e/o sezionato.

I circuiti ausiliari dovranno inserirsi automaticamente nelle relative parti fisse con l'introduzione degli interruttori nelle celle; non sono accettate soluzioni a presa e spina inseribili a mano dall'operatore.

4.1.1.8 Interruttori differenziali

Gli interruttori differenziali saranno costituiti da un dispositivo ad intervento differenziale per guasto a terra, in genere da associare agli interruttori magnetotermici.

Gli interruttori differenziali, dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 61009 (tutte le parti).

Dovrà essere garantita la selettività di intervento differenziale tra gli interruttori posti a monte e quelli posti a valle; a tale scopo la protezione differenziale dell'interruttore a monte dovrà avere una corrente di intervento di almeno una grandezza superiore a quella dell'interruttore a valle e tempo di ritardo superiore al tempo totale di apertura del dispositivo a valle.

Per portate fino a 250 A il dispositivo differenziale e l'interruttore automatico potranno essere integrati in un unico apparecchio, senza necessità di alimentazione ausiliaria esterna.

Per portate superiori ai 250 A il dispositivo differenziale dovrà agire sullo sganciatore di apertura dell'interruttore automatico a cui risulta accoppiato; in tal caso il differenziale dovrà essere alimentato da un trasformatore toroidale entro cui devono essere fatti passare tutti i conduttori attivi del circuito da proteggere. Tale dispositivo dovrà essere equipaggiato di segnalazione ottica di regolare funzionamento.

Oltre che nei casi previsti dalle norme CEI applicabili e in quelli indicati sugli schemi di progetto, gli interruttori differenziali dovranno anche essere previsti sempre nei sistemi TT e in tutti i circuiti in cui la protezione contro i contatti indiretti non sia realizzata con le protezioni indicate dalle norme CEI 64-8 o tramite interruzione automatica del circuito con intervento delle protezioni magnetotermiche. Nei quadri secondari potranno essere utilizzati interruttori differenziali puri, senza protezione magnetotermica, a monte di gruppi di interruttori automatici relativi ad utenze omogenee; tali differenziali dovranno avere portata nominale non inferiore a 25A e dovranno risultare protetti dal dispositivo magnetotermico previsto a monte.

Tutti gli interruttori differenziali dovranno essere dotati di pulsante per la prova del circuito di scatto. Nel caso di utilizzo di interruttori quadripolari per utenze tripolari, questi dovranno avere tutti i poli cablati a monte per garantire il funzionamento del test di prova differenziale.

4.1.1.9 Contattori

I contattori dovranno essere previsti in funzione delle seguenti categorie di impiego:

- AC3 per avviamento di motori (carichi induttivi);
- AC5A per impianti di illuminazione con lampade a scarica ovvero fluorescenti e alimentatori elettromagnetici;
- AC1 negli altri casi (carichi resistivi).

I contattori dovranno essere adatti per montaggio fisso entro quadri secondari e ad armadio, dotati di tutti gli accessori e contatti ausiliari necessari per la realizzazione degli schemi elettrici richiesti. Quando impiegati per avviamento motori, le loro caratteristiche elettriche dovranno essere coordinate con quelle dei motori da comandare, con quelle degli interruttori automatici o fusibili posti a monte e con i relé termici accoppiati.

4.1.1.10 Relè termici

I relé termici per la protezione contro il sovraccarico, dovranno essere tipicamente utilizzati in esecuzione fissa tripolare in serie ai contattori e agli interruttori automatici, con i quali devono essere coordinati, per i circuiti di avviamento motori.

I relé termici dovranno avere ampio campo di regolazione della corrente di intervento ed essere

dotati di almeno due contatti ausiliari di scambio.

Il riarmo dei relé dovrà essere di tipo manuale.

I relé di tipo bimetallico dovranno essere compensati contro le variazioni di temperatura ambiente.

Per la protezione da motori con tempi di avviamento particolarmente lunghi dovranno essere impiegati relé termici per avviamento pesante.

Nel caso di utilizzo di relè di tipo "industriale" (non modulare) questi potranno essere installati sul fondo del quadro garantendo però lo spazio frontale libero da qualsiasi apparecchiatura e accessorio (barre DIN, canaline di cablaggio, ecc.) con esclusione di eventuali ausiliari di comando e segnalazione installati direttamente sulla portina di chiusura.

4.1.1.11 Interruttori automatici magnetotermici salvamotori

Le partenze con salvamotore potranno essere utilizzate per i circuiti di avviamento motori in alternativa all'impiego di interruttore magnetico / relé termico (con contattore), in accordo con i disegni di progetto.

I salvamotori dovranno essere costruiti secondo le norme CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50), CEI EN 60947-1 (CEI 17-44), CEI EN 60947-2 (CEI 17-5), CEI EN 60947-3 (CEI 17-11).

Le caratteristiche di tali dispositivi (tarature, campi di regolazione, ecc.) dovranno essere scelte con gli stessi criteri utilizzati nel caso di partenze motore con apparecchi separati.

Il coordinamento dovrà sempre essere di tipo 2, tale da assicurare le prestazioni nominali delle apparecchiature, dopo un guasto, senza che si renda necessario alcun intervento di manutenzione.

La protezione contro il corto circuito dovrà essere data dall'interruttore automatico che ha anche la protezione termica regolabile integrata.

Il salvamotore dovrà essere accessoriato con contatti per segnalazione a distanza di stati ed anomalia.

Il salvamotore dovrà essere in esecuzione adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm.

Quando è richiesta l'esecuzione di quadro tipo "motor control center", il salvamotore dovrà essere inserito nel cassetto (fisso o estraibile) unitamente al contattore e dovrà avere la manovra dell'interruttore rinviata sul cassetto.

4.1.1.12 Fusibili

I fusibili impiegati nei circuiti di potenza dovranno essere di tipo cilindrico o a coltello ad alto potere di interruzione, con elevate caratteristiche di limitazione della corrente di corto circuito presunta; la caratteristica di intervento dovrà essere adeguata al tipo di utenza da proteggere (motore o altro).

Se utilizzati in serie a contattori o a sezionatori, i fusibili dovranno essere coordinati con essi.

4.1.1.13 Sezionatori e interruttori di manovra-sezionatori

I sezionatori (di tipo sottocarico e a vuoto) dovranno essere in grado di resistere termicamente e dinamicamente alle correnti di guasto previste; a tale scopo dovrà esserci coordinamento tra interruttore magnetotermico a monte e sezionatore stesso.

4.1.1.14 Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classi di precisione adeguate ai carichi da alimentare.

I trasformatori di corrente dovranno avere custodia in materiale termoplastico autoestinguente ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

I trasformatori di tensione dovranno avere custodia metallica messa a terra ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

Tutti i trasformatori dovranno avere un morsetto secondario collegato a terra.

4.1.1.15 Limitatori di sovratensione (SPD)

Ove previsti, gli scaricatori dovranno essere del tipo a spinterometro autoestinguente (scaricatori di sovracorrente in bassa tensione) e a varistore con ossido di zinco (scaricatori di sovratensione in bassa tensione); essi dovranno rispondere alle norme CEI EN 61643-11.

Gli scaricatori saranno in genere inseriti a valle degli interruttori o sezionatori generali e protetti da opportuni fusibili o interruttori automatici.

La sezione del conduttore di terra che collega ogni singolo scaricatore all'impianto di terra dovrà essere di almeno 16 mm².

In ogni caso la sezione dei conduttori di cablaggio sugli scaricatori dovrà essere adeguata al livello di corrente di corto circuito nel punto di installazione.

I cablaggi tra gli scaricatori all'interno dei quadri elettrici dovranno evitare la realizzazione di "spire" tra il conduttore di terra e gli altri conduttori.

In presenza di elevato numero di armoniche, dovranno essere installati scaricatori di tipo a varistore. Le caratteristiche di tensione, corrente ed isolamento sono riscontrabili nei disegni di progetto.

4.1.1.16 Relè di protezione

I relè di protezione associati agli interruttori magnetotermici potranno essere di tipo elettromeccanico o elettronico, secondo quanto prescritto sui disegni di progetto.

Gli altri relè di protezione dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente

con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

4.1.1.17 Strumenti di misura

Gli strumenti di misura dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

I voltmetri dei quadri di bassa tensione potranno essere alimentati direttamente a 400 V.

Gli strumenti di misura dovranno essere di tipo digitale con visualizzazione numerica (e a barre per tensioni e correnti) e adatti per montaggio su barra DIN.

Le grandezze misurate dovranno indicare il “vero valore efficace” (true RMS).

4.1.1.18 Apparecchiature ausiliarie

I quadri dovranno essere equipaggiati con tutte le apparecchiature ausiliarie necessarie per renderli completi e pronti al funzionamento anche se non indicati nei disegni di progetto.

In generale dovranno essere previsti:

- relè ausiliari;
- indicatori luminosi;
- commutatori e selettori di comando e di misura;
- pulsanti;
- resistenze anticondensa, comandate da termostati;
- ventilazione forzata in settori dei quadri dove siano presenti apparecchiature elettroniche di regolazione e controllo.

I dispositivi e le apparecchiature che devono essere visualizzati e manovrati dall'esterno dei quadri, dovranno essere previsti per montaggio incassato sulle portelle, con grado di protezione minimo IP5X a porta chiusa e IP2X sui terminali posteriori.

4.1.1.19 Inverter

Gli inverter, impiegati per l'azionamento a velocità variabile di motori asincroni trifasi, dovranno essere alloggiati dentro i quadri di distribuzione delle rispettive utenze regolate, in appositi scomparti predisposti, di dimensioni tali da garantire, a quadro chiuso, grado di protezione idoneo, adeguata ventilazione e smaltimento della temperatura anche mediante feritoie predisposte allo scopo realizzate con accessori e componenti standard.

Gli inverter dovranno essere del tipo a codifica PWM vettoriale con controllo del vettore tensione, con frequenza regolabile in uscita da 5 a 60 Hz.

Gli inverter dovranno essere dotati di tastiera di comando e di programmazione e display di controllo, in grado di riportare i parametri e i codici di allarme. Dovranno inoltre essere dotati di funzione di riavvio dopo mancanza di alimentazione con possibilità di selezione.

Tutte le indicazioni riportate sul display dovranno essere in lingua italiana o comunque acronimi di inequivocabile significato.

Durante le operazioni di avvio e di arresto, gli inverter dovranno essere in grado di supportare le commutazioni del circuito motore. Tali commutazioni non dovranno provocare danni al variatore e non richiederanno la presenza di una logica di interblocco esterna.

I variatori di velocità dovranno essere forniti di filtri antidisturbo in ingresso ed in uscita, in modo che l'installazione e l'esercizio risultino conformi ai vigenti limiti di emissione e di immunità nel campo della compatibilità elettromagnetica.

Gli inverter dovranno avere contatti puliti per la segnalazione di:

- anomalia generale, che cumulerà gli allarmi di sovratensione / sottotensione, guasto generale, corto circuito / sovracorrente, sovratemperatura, blocco motore;
- intervento protezione I2t.

Gli inverter dovranno essere dotati di morsetti per il collegamento a sonde di tipo PTC e per il collegamento del comando e della regolazione dalla unità periferica. Tale regolazione dovrà effettuarsi mediante segnali in corrente ($0 \div 20$ o $4 \div 20$ mA) o in tensione ($0 \div 10$ V o $2 \div 10$ V).

4.1.1.20 Apparecchiature di regolazione

I quadri dovranno comprendere, oltre ai cubicoli di potenza, una colonna, o un cubicolo, o comunque lo spazio sufficiente per il contenimento delle apparecchiature di regolazione.

Salvo per i quadri bordo macchina e per i quadri di modeste dimensioni (a servizio di una sola macchina), i regolatori dovranno essere posti in una sezione del quadro completamente segregata elettricamente e meccanicamente (colonna a sé stante, cubicolo, sezione del quadro con proprio pannello di accesso).

A tale scopo l'appaltatore degli impianti elettrici dovrà coordinarsi con l'appaltatore degli impianti termomeccanici.

Il cablaggio interno dei pannelli di regolazione dovrà essere realizzato con gli stessi criteri descritti in precedenza.

4.1.1.21 Interblocchi

I quadri dovranno essere dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

Tutti i blocchi a chiave dovranno essere realizzati in modo tale che l'estrazione della chiave mantenga le apparecchiature bloccate nella posizione in cui si trovano.

Le sequenze di manovra e il tipo dei blocchi meccanici dovranno essere sottoposti per approvazione alla D.L..

L'accoppiamento delle chiavi di interblocco dovrà essere effettuato mediante inanellamento saldato tale da garantire l'impossibilità di disaccoppiare le chiavi stesse.

4.1.1.22 Cablaggi interni

Tutti i conduttori di cablaggio dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo N07G9-K dimensionati per la portata nominale delle apparecchiature ovvero con sistemi di cablaggio rapido di tipo prefabbricato.

I conduttori dei circuiti in partenza e in arrivo dovranno essere adeguatamente fissati alla struttura del quadro in modo che il loro peso non gravi sulle apparecchiature e in modo che possano sopportare le elevate sollecitazioni elettrodinamiche delle correnti di corto circuito.

I conduttori dovranno essere collegati alle apparecchiature con appositi capicorda a pressione.

I circuiti ausiliari e di potenza dovranno essere posti entro canaline in PVC autoestinguenti, esenti da emissioni tossiche, non igroscopiche, traforate e con coperchio.

Il capo di ogni conduttore fissato a morsetti o ad apparecchiature dovrà essere numerato mediante anellino segnafile.

Tutti i circuiti, sia di potenza che ausiliari che entrano od escono dal quadro dovranno far capo ad apposite morsettiere di tipo componibile, adeguate alle sezioni dei cavi collegati e dotate di cartellini di numerazione.

Tutti i segnali in arrivo da apparecchiature fuori quadro dovranno far capo a relé ausiliari con zoccolo in esecuzione estraibile e morsetti di collegamento anteriori.

4.1.1.23 Circuiti ausiliari

I circuiti ausiliari di comando, segnalazione e misura all'interno dei quadri, dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo N07G9-K, di sezione adeguata, posati su cavidotti in materiale

termoplastico, riuniti a fascio. Dovranno essere alimentati in bassissima tensione c.a., tramite trasformatore di sicurezza.

La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni delle norme CEI 20-21 moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale I_n dell'organo di protezione e non alla corrente di impiego I_b della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque superiore a 4 A/mm².

Per i diversi circuiti dovranno comunque essere impiegate le seguenti sezioni minime:

circuiti amperometrici:	4 mm ² ;
circuiti voltmetrici:	2,5 mm ² ;
circuiti di comando e segnalazione:	1,5 mm ² ;
circuiti di comando e segnalazione all'interno di apparecchiature:	1 mm ² .

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso.

Le estremità dei conduttori dovranno essere provviste di identificazione in conformità agli schemi funzionali e/o di cablaggio e di terminali isolati.

4.1.1.24 Morsettiere

Le morsettiere dovranno essere di tipo componibile con serraggio dei conduttori di tipo indiretto, installate su guida DIN e opportunamente identificate per gruppi di circuiti appartenenti alle diverse sezioni costituenti il quadro secondo le modalità previste nel presente paragrafo; l'eventuale suddivisione tra gruppi di morsettiere adiacenti, appartenenti a diverse sezioni, dovrà avvenire mediante separatori.

Le morsettiere ausiliarie per circuiti voltmetrici e amperometrici dovranno essere rispettivamente, di tipo sezionabile e cortocircuitabile, riunite in appositi complessi protetti da schermo in resina trasparente.

Le morsettiere dovranno essere accessibili con quadro in servizio.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

Le morsettiere di attestazione dell'alimentazione ausiliaria a 230V c.a. dovranno essere complete di targhette con opportuna simbologia antinfortunistica o scritte indicanti parti in tensione.

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

Dovrà essere previsto un numero di morsetti ausiliari disponibili in quantità pari al 10% di quelli

utilizzati.

Sui quadri che alimentano unità di trattamento aria (UTA), dovrà essere predisposta in morsettiera la possibilità di effettuare l'arresto di tutti i ventilatori tramite un comando proveniente dalla centralina rilevamento incendio.

4.1.1.25 Materiali isolanti

I materiali isolanti impiegati all'interno dei quadri elettrici dovranno essere di tipo autoestinguente, esenti da emissioni tossiche, non igroscopici, ad elevate caratteristiche di resistenza alle scariche superficiali e all'invecchiamento.

4.1.1.26 Accessori

I quadri dovranno essere dotati almeno dei seguenti accessori:

- lampade di segnalazione di tipo led, ovvero complessi di segnalazione a led pre-assemblati, completi delle varie segnalazioni di stato, allarme, ecc. relative alle varie apparecchiature; la superficie di emissione dovrà essere $> 100 \text{ mm}^2$ con un angolo di emissione di almeno 140° ;
- schema elettrico, schema funzionale e schema topografico con l'indicazione delle zone d'impianto custoditi in apposita tasca portaschemi in plastica rigida all'interno del quadro;
- targa di identificazione del quadro posta sulla parte superiore del quadro stesso;
- targa del costruttore completa dei dati richiesti dalle norme CEI 17-6 e fissate con viti e/o rivetti;
- targhette di identificazione delle utenze in alluminio, ovvero in materiale plastico autoestinguente, con scritte pantografate inserite su apposite guide porta etichette in plastica o magnetiche (tipo Italfit $h \geq 15 \text{ mm}$ o equivalenti) fissate con viti zincate o in nylon sul fronte del quadro; eventuali spazi vuoti dovranno essere completati con targhette senza scritte in modo da evitare la possibilità di scorrere lungo le guide;
- schema sinottico sul fronte del quadro con listelli in plexiglass dei seguenti colori:
- blu: per reti di illuminazione e FM;
- verde: per reti in continuità assoluta;
- giallo: per reti di illuminazione di sicurezza;
- nero: per reti alimentate da gruppo elettrogeno.
- (eventuali) targhe di istruzione e/o di indicazione di pericolo con dicitura o simbologia di colore nero o rosso su fondo giallo, fissate sopra ogni schermatura e/o pannello di protezione contro contatti diretti su parti in tensione;

- golfari di sollevamento.

4.1.1.27 Riserva

Il quadro dovrà garantire, sia per quanto riguarda la portata delle sbarre, sia per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni e per l'installazione di nuove apparecchiature, una riserva di almeno il 20%.

4.1.1.28 Quadri bordo macchina

Per quadri bordo macchina si intendono i quadri, installati su macchine particolari (gruppi elettrogeni, UTA, gruppi frigo, gruppi pompe, ecc.) e forniti con le medesime, contenenti i dispositivi di protezione, comando e controllo per tutte le apparecchiature e la strumentazione a servizio della sola macchina servita (bruciatori, compressori, pompe di sollevamento, trattamento acqua e similari).

Tali quadri, realizzati nel rispetto delle caratteristiche costruttive generali indicate in precedenza, dovranno avere:

- un interruttore generale con blocco porta o con microinterruttore, tale da impedire l'accesso all'interno con quadro di tensione;
- cablaggio interno ordinato, con siglatura cavi e morsetti, con capicorda, con canalette di contenimento dei cavi, ecc.;
- grado di protezione minimo IP54, comprese le feritoie per ingresso/uscita cavi eventualmente realizzato con pressacavi oppure con chiusure tipo CF Frame Roxtec o equivalenti;
- identificazione colori conduttori e borchie luminose secondo le specifiche precedenti.

I quadri relativi a pompe di sollevamento, trattamento acqua od in generale in ambienti umidi e bagnati dovranno essere del tipo in resina, resistente agli urti ed agli agenti chimici.

4.1.1.29 Marcature

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione.

Le marcature dovranno essere conformi alle norme CEI 16-7 art. 3 ed essere del seguente tipo:

- targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, strumentazione, ausiliari di comando e segnalazione, ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse o nelle vicinanze sulla struttura del

quadro;

- anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti pre-siglati termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio;
- cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo e partenza nel quadro con riportate le sigle di identificazione della linea, il tipo di cavo, la conformazione e la lunghezza secondo quanto riportato negli schemi elettrici.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

4.1.1.30 Trattamento delle superfici e verniciatura dei quadri in lamiera

Tutte le superfici metalliche dei quadri dovranno essere opportunamente trattate e verniciate in modo da resistere all'usura del tempo e alle condizioni ambientali del luogo di installazione. In particolare dovrà essere adottato il seguente ciclo:

- lavaggio;
- fosfatazione;
- asciugatura;
- verniciatura con applicazione elettrostatica di smalto in polvere termoindurente, con spessore minimo di 60 micron;
- polimerizzazione in forno.

L'appaltatore potrà proporre il proprio ciclo di verniciatura, anche se diverso da quello prescritto, sottoponendolo all'approvazione da parte della D.L..

Il colore finale dovrà essere concordato con la D.L. sulla base delle tabelle di codifica RAL.

4.1.2 **Modalità di posa in opera**

4.1.2.1 Note generali

I quadri di bassa tensione dovranno essere installati secondo le istruzioni del costruttore, con completa accessibilità per le operazioni di manutenzione, e con sufficiente circolazione dell'aria.

Per la perfetta messa a livello, i quadri dovranno essere installati con opportuni telai di base in profilato di acciaio saldato e verniciato con doppia mano di fondo e una mano finale di colore nero.

Le altezze di installazione, rispetto al pavimento, delle apparecchiature all'interno dei quadri devono rispettare, nei limiti del possibile, le seguenti indicazioni:

strumenti di misura:	max 2 m;
dispositivi di manovra:	tra 0,8 e 1,6 m;
morsettiere:	min 30 cm.

I quadri e tutti i loro componenti dovranno essere installati in modo tale da evitare reciproche

influenze con altre apparecchiature, che possano determinare declassamenti.

4.1.2.2 Condizioni ambientali

I quadri elettrici di bassa tensione dovranno essere in grado di funzionare nelle seguenti condizioni:

installazione:	all'interno;
ambiente:	normale;
temperatura ambiente massima:	40°C;
temperatura ambiente minima:	5°C;
umidità relativa:	50% a 40°C.

4.1.3 Prove, controlli e certificazioni

4.1.3.1 Prove di accettazione presso il costruttore

Le prove in officina presso il Costruttore dovranno essere eseguite nel rispetto di quanto previsto dalle norme di prodotto. L'Appaltatore dovrà avvisare la Stazione Appaltante circa la data di effettuazione delle prove la quale si riserverà il diritto di presenziare alle prove stesse.

Dovranno essere eseguite le seguenti prove di accettazione:

- conformità al progetto;
- verifica dati di targa e caratteristiche nominali;
- esame a vista per quanto riguarda:
 - tipologia e classificazione del quadro;
 - grado di protezione esterno (incluso il fondo) e interno (tra le celle);
 - protezione contro i contatti diretti e indiretti;
 - provvedimenti contro il guasto interno;
 - cablaggio (tipologia dei conduttori e delle morsettiere);
 - serraggio conduttori;
 - identificazione delle apparecchiature interne, dei conduttori, dei terminali e delle morsettiere;
 - identificazione e segnalazione di apparecchi che possono mantenere cariche pericolose dopo il loro sezionamento;
 - provvedimenti per una corretta aerazione delle apparecchiature di protezione;
 - sezioni sbarre, conduttori, giunzioni, isolatori, ecc.;
 - tarature interruttori e fusibili di protezione;
 - dimensioni costruttive (conformità ai disegni costruttivi);
 - collegamenti di terra;

- verifica funzionale degli interblocchi meccanici;
- prova di tensione applicata a frequenza industriale del circuito principale;
- prova di tensione applicata dei circuiti ausiliari e di comando;
- verifica dei limiti di sovratemperatura;
- prove di funzionamento meccanico;
- prova dei dispositivi ausiliari elettrici:
- funzionalità dei circuiti di apertura e chiusura;
- funzionalità del sistema di carica molle (eventuale);
- lettura e controllo strumentazione;
- protezioni;
- verifica cablaggio contatti ausiliari;
- verifica interblocchi elettrici;
- verifica segnalazioni luminose di "stato" e di "allarme";
- verifica di continuità del circuito di protezione e relativo dimensionamento.

Quando richiesto dagli altri documenti di progetto, dovranno inoltre essere eseguite le seguenti prove di tipo indicate su almeno un quadro:

- verifica della tenuta al corto circuito;

Il collaudo in officina dovrà essere documentato da un certificato allegato ad ogni quadro elettrico che attesti le prove effettuate e i relativi risultati.

Inoltre l'Appaltatore dovrà fornire le certificazioni attestanti il superamento, da parte di una apparecchiatura di analoghe caratteristiche, delle prove di tipo previste dalle norme.

4.1.3.2 Prove di accettazione in cantiere

Tutti i quadri elettrici consegnati in cantiere dovranno essere provvisti di dichiarazione di conformità alle specifiche norme, e relativo certificato di collaudo in officina che attesti le prove e la verifica delle prestazioni richieste indicate negli elaborati di progetto. La presenza di tale documento è una delle condizioni essenziali per l'accettazione in cantiere. Copie dei certificati dovranno essere consegnate alla DL mentre gli originali dovranno essere conservati dall'installatore e consegnati con la documentazione finale di tutti gli impianti.

Prima della fase di accettazione dovranno essere eliminate tutte le anomalie eventualmente riscontrate nel collaudo in officina che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame della documentazione redatta dal costruttore;

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato dell'apparecchiatura con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili quali ammacature e aggiustamenti non conformi a quanto esaminato o precedentemente concordato con il costruttore.

4.1.3.3 Prove e controlli iniziali

Dopo la posa in opera e prima della messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
 - l'assenza di danneggiamenti;
 - la corretta identificazione dell'apparecchiatura;
 - il corretto collegamento dei circuiti di potenza e ausiliari completi delle identificazioni dei conduttori conformi a quanto indicato nel presente elaborato;
 - la pulizia da polvere e rimasugli di lavorazione in ogni parte interna ed esterna dell'apparecchiatura;
- prova di tenuta in tensione alla frequenza industriale (qualora il quadro sia stato riassemblato a seguito del trasporto in cantiere);
- prova di tenuta di tutti i serraggi e collegamenti di potenza e ausiliari;
- esame e regolazione delle tarature dei dispositivi di protezione di ciascun interruttore sulla base degli assorbimenti di corrente delle apparecchiature installate a valle ovvero della relazione di calcolo sulle linee;
- analisi della selettività dei dispositivi di protezione.

Successivamente alla messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- funzionamento delle segnalazioni ottiche;
- funzionamento degli ausiliari;
- prova di sgancio di emergenza (ove presente);
- verifica di funzionamento dei dispositivi differenziali alla corrente di guasto I_{dn};
- verifica di congruità con gli schemi costruttivi.

4.1.3.4 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

4.2 Cavi

4.2.1 **Caratteristiche tecniche generali**

4.2.1.1 Generalità

I cavi utilizzati negli impianti elettrici dovranno essere di primaria marca.

La scelta delle sezioni dei conduttori dovrà basarsi sulle seguenti considerazioni:

- il valore massimo di corrente transitante nei conduttori non dovrà eccedere l'80% della loro portata stabilita secondo le tabelle CEI-UNEL per le condizioni di posa stabilite;
- la massima caduta di tensione a valle del quadro generale fino all'utilizzatore più lontano dovrà essere minore del 4%, salvo i valori prescritti per impianti particolari;
- la massima caduta di tensione ammessa ai morsetti di utenze motore, dovrà essere pari al 5% nel funzionamento continuo a pieno carico e del 15% in fase di avviamento;
- la protezione delle condutture contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.
- La sezione minima dei conduttori, salvo prescrizioni particolari dovrà essere:
 - per i circuiti di segnalazione ed assimilabili 1 mm²;
 - per i circuiti luce ed ausiliari 1,5 mm²;
 - per i circuiti FM 2,5 mm².
- I colori dei cavi di energia, dovranno essere i seguenti:
 - fase R nero
 - fase S grigio
 - fase T marrone
 - neutro azzurro
 - terra giallo verde

Non sarà ammesso l'uso dei colori azzurro e giallo verde per nessun altro servizio, nemmeno per gli impianti ausiliari.

4.2.1.2 Designazione dei cavi

Negli schemi elettrici, le designazioni delle linee in partenza o in arrivo dai quadri dovranno essere fatte secondo le sigle unificate delle tabelle CEI-UNEL, in base alle quali risulta pure deducibile in modo inequivocabile, la formazione delle linee e, in particolare, se esse risultano costituite da cavi unipolari o da cavi multipolari.

Per facilitare l'identificazione si riportano i seguenti esempi di designazione di formazione di linea:

- cavo N07G9-K 4x1x1,5: quattro conduttori unipolari di sez. 1,5 mm², tensione nominale 450/750V;

- cavo FG7R 0,6/1 kV 4x1x10: quattro conduttori unipolari di sez.10 mm², tensione nominale 0,6/1 kV;
- cavo FG10OM1 0,6/1 kV 3x25: cavo multipolare a tre conduttori di sez.25 mm², tensione nominale 0,6/1 kV;
- cavo FG10OM1 0,6/1 kV 3G25: cavo multipolare a tre conduttori di sez.25 mm² di cui uno giallo-verde, tensione nominale 0,6/1 kV.

4.2.2 Modalità di posa in opera

4.2.2.1 Note generali

La posa dei cavi dovrà essere eseguita seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

I cavi potranno essere installati secondo le modalità di posa previste dalla norma CEI 64-8.

I cavi lungo il percorso non dovranno presentare giunzioni intermedie. Saranno ammesse giunzioni di conduttori solamente nelle cassette e nei quadri e con appositi morsetti di sezione adeguata; non saranno accettate giunzioni nelle passerelle portacavi.

Il raggio di curvatura dei cavi dovrà tenere conto di quanto specificato dai costruttori.

La sezione dei conduttori delle linee principali e dorsali dovrà rimanere invariata per tutta la loro lunghezza.

4.2.2.2 Posa dei cavi entro passerelle e canali

I cavi entro passerelle o canali dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci, rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle; particolare attenzione dovrà essere posta per cavi disposti a strato o a fascio che dovranno avere sezioni simili o adiacenti (cioè aventi le sezioni dei conduttori comprese entro tre sezioni adiacenti unificate in rispondenza all'art. 4.2 della tabella CEI-UNEL 35024/1).

Cavi di sezione diversa dovranno essere opportunamente separati da una distanza pari ad almeno:

- due volte il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi unipolari;
- una volta il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi multipolari.

Nei tratti verticali i cavi dovranno essere ancorati alle passerelle con passo di 0,5 m; nei tratti orizzontali i cavi dovranno essere legati alle passerelle e ai canali mediante fascette in corrispondenza di curve, diramazioni, incroci, cambiamenti di quota e lungo i tratti in rettilineo almeno ogni 5 m. I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali chiusi (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

I morsetti di ancoraggio alle scale posacavi dovranno essere di tipo aperto; si esclude l'uso di morsetti metallici chiusi in particolare nel caso di cavi unipolari.

I cavi di tipo ad isolamento minerale posati direttamente in vista senza ausilio di cavidotti dovranno avere percorsi rettilinei; i percorsi a soffitto dovranno seguire, per quanto possibile, l'andamento delle pareti. Il fissaggio dovrà essere effettuato con appositi cavallotti disposti ogni metro ovvero, nel caso di strutture aventi rilevanza estetica e/o artistica, mediante legature con filo di rame e appositi fissaggi da definire in sede DL.

4.2.2.3 Posa dei cavi interrati

La posa di cavi interrati dovrà essere eseguita nel rispetto delle norme CEI 11-17.

I cavi interrati dovranno essere posati entro tubazioni o cunicoli predisposti allo scopo e idonei a sopportare le sollecitazioni esterne.

La temperatura di posa non dovrà essere inferiore a 0° C per cavi isolati in PVC e -25° C per cavi isolati in materiali elastomerici.

La forza di trazione necessaria durante l'infilaggio di cavi in rame dovrà essere esercitata sui conduttori e non sull'isolamento e non dovrà essere maggiore di 60 N/mm².

Per garantire un'azione di tiro costante e senza strappi si dovrà effettuare tale operazione mediante argani a controllo di trazione; inoltre per facilitare tali operazioni dovranno essere utilizzati appositi rulli che permettano di ridurre lo sforzo, garantire il raggio minimo di curvatura del cavo ed evitare danneggiamenti o malformazioni all'isolamento e al conduttore.

La posa di cavi di energia in tubo isolante e in vicinanza di altri cavi, tubazioni metalliche, serbatoi e cisterne di carburante dovrà rispettare le seguenti distanze:

- $\geq 0,3$ m negli incroci con cavi interrati per telecomunicazioni ovvero tubazioni metalliche;
- $\geq 0,3$ m in caso di percorsi paralleli tra cavi di energia e di telecomunicazioni ovvero tubazioni metalliche;
- $\geq 1,0$ m in caso di vicinanza a serbatoi contenuti liquidi o gas infiammabili;
- $\geq 0,5$ m negli incroci o percorsi paralleli con tubazioni di gasdotti interrati.

Per posa in tubazioni interrate o in cunicoli, dovrà essere sigillato l'ingresso con riempitivi.

4.2.2.4 Siglatura

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente, in modo da consentirne l'individuazione.

Le siglature dovranno essere conformi alle norme CEI 16-7 art. 3, e realizzate con anelli o tubetti porta-etichette, oppure tubetti pre-siglati o termorestringenti.

Le siglature dovranno essere applicate:

- su entrambe le estremità;

- in corrispondenza di ogni cassetta di derivazione;
- ogni 20 m lungo le passerelle e scale porta cavi;
- in corrispondenza di ogni cambio di percorso.

La sigla dovrà riportare il numero di identificazione del circuito.

Dovranno essere siglati anche tutti i conduttori degli impianti ausiliari in conformità agli schemi funzionali costruttivi.

Per ogni linea di potenza facente capo a morsetti entro quadri elettrici la siglatura dovrà essere eseguita come segue:

- siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore;
- siglatura della fase (RSTN), sul singolo conduttore e sul morsetto.

4.2.2.5 Connessioni terminali

Le connessioni terminali dei cavi comprenderanno la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti.

Le terminazioni dovranno essere di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui verranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Nel caso di cavi multipolari, la guaina dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti.

Per le connessioni dei cavi siano essi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, oppure si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

4.2.3 **Prove, controlli e certificazioni**

4.2.3.1 Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti

concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

4.2.3.2 Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
 - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
 - la separazione, ove prevista, di circuiti con tensioni non compatibili ovvero funzioni diverse, nel rispetto della normativa e delle prescrizioni di progetto;
 - l'assenza di danneggiamenti;
 - il corretto collegamento dei circuiti completi delle identificazioni dei conduttori conformi a quanto indicato nel presente elaborato;
- prova di tenuta di tutti i serraggi e connessioni;
- verifica resistenza isolamento (F/F, F/N, F/T, N/T) sui cavi BT con tensione nominale U0/U: 450/750 V: 500 Vc.a. per 1 minuto, sulle singole linee: valore minimo 0,5 MΩ;
- verifica resistenza isolamento (F/F, F/N, F/T, N/T) sui cavi BT con tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV: 1000 Vc.a. per 1 minuto, sulle singole linee: valore minimo 1 MΩ;
- verifica resistenza isolamento sui cavi MT: tensione applicata per 15 minuti, pari a 4 U0, sulle singole linee.

Successivamente alla alimentazione e messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- misure di impedenza dell'anello di guasto e relativi valori di corrente di c.to effettuate sia sul quadro generale di BT che a valle dei circuiti più rappresentativi definiti dalla DL e nelle diverse condizioni di alimentazione (da rete normale e da rete di emergenza);
- verifica di rispondenza dei circuiti alle denominazioni presenti nei quadri elettrici.

4.2.3.3 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

4.3 **Passerelle e canali portacavi**

4.3.1 **Caratteristiche tecniche generali**

4.3.1.1 Generalità

Passerelle e canali dovranno essere costituiti da elementi componibili, così che la loro messa in opera non richieda operazioni di saldatura, ma solo tagli e forature.

Tutti i pezzi speciali (curve, incroci, derivazioni, riduzioni, setti separatori, ecc.) dovranno essere di tipo prefabbricato con le stesse caratteristiche dei tratti rettilinei.

I sostegni dovranno essere di tipo prefabbricato, di materiale e con zincatura conforme alla passerella o canale; dovranno essere sempre previsti nei punti di diramazione, dove iniziano i tratti in salita o in discesa e alle estremità delle curve. I sostegni dovranno assicurare ai canali una completa rigidità in tutti i sensi e non dovranno subire né forature, né altra lavorazione dopo il trattamento di protezione superficiale.

La viteria e bulloneria dovrà essere in acciaio inossidabile con testa a goccia e sottotesta quadra; si esclude l'uso di rivetti. Non sarà consentito l'uso di viti autofilettanti o precarie molle esterne.

Per la separazione tra reti diverse dovranno essere usati divisori in lamiera di acciaio posti su tutta la lunghezza della canalizzazione, comprese le curve, le salite e discese, gli incroci e le derivazioni; i divisori dovranno essere provvisti di forature o asolature idonee per il fissaggio ai canali ma non dovranno presentare aperture sulla parete di separazione dei cavi.

I coperchi dovranno avere i bordi ripiegati privi di parti taglienti; il fissaggio alla passerella dovrà avvenire preferibilmente per incastro o tramite ganci di chiusura innestati sul coperchio.

La zincatura non dovrà presentare macchie nere, incrinature, vaiolature, scaglie, grumi, scorie o altri analoghi difetti.

Qualora i canali fossero verniciati con polveri in resina epossidica, dovranno essere corredati di idonee aree di collegamento, opportunamente contrassegnate, esenti da verniciatura, onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica.

La verniciatura dei componenti zincati dovrà essere effettuata dopo aver trattato gli stessi con una doppia mano di fondo di "aggrappante"; la verniciatura finale dovrà essere poi effettuata con una doppia mano di prodotto a base di resine epossidiche con il colore che sarà concordato in sede di DL.

Il dimensionamento delle passerelle e dei canali dovrà essere studiato in relazione ai quantitativi di cavi da posare.

4.3.2 **Modalità di posa in opera**

Il montaggio di passerelle e canali dovrà essere eseguito seguendo scrupolosamente le indicazioni

del costruttore.

Le staffe e le mensole dovranno essere opportunamente dimensionate con i canali supposti con il massimo contenuto consentito di cavi; a tal fine si dovranno presentare alla DL, prima della loro installazione, i calcoli atti a stabilire il tipo di mensole e la loro interdistanza. In ogni caso l'interdistanza massima consentita sarà di 2 m e comunque tale che la freccia d'inflessione non risulti superiore a 5 mm.

Il collegamento tra supporti e passerelle dovrà essere realizzato con viti e dadi; non sono accettate saldature.

I collegamenti tra i vari elementi di passerella o canale dovranno essere realizzati con giunti fissati con viti; non sono accettate saldature.

Tutti gli eventuali tagli effettuati su passerelle e canali metallici non dovranno presentare sbavature e parti taglienti; dopo le lavorazioni di taglio o foratura, si dovrà provvedere a ripristinare il tipo di zincatura o verniciatura adeguata e proteggere eventualmente il taglio con guarnizioni opportune.

Nel caso di passerelle in filo d'acciaio le parti tagliate dovranno essere ripristinate con dei punti di saldatura e successivamente ripristinato il tipo di zincatura o verniciatura; inoltre i bordi dovranno essere mantenuti per tutto lo sviluppo. Non è pertanto consentita la rimozione degli stessi in alcun caso (curve, sormonti, derivazioni, calate, incroci, ecc.).

I fori e le asolature effettuate sulle passerelle e sui canali per l'uscita dei cavi verso le cassette di derivazione, dovranno essere opportunamente rifiniti con passacavi in gomma o guarnizioni in materiale isolante.

Gli eventuali spigoli vivi dovranno essere smussati o protetti in modo da evitare di danneggiare le guaine dei cavi, in particolare durante la posa.

Ove previsto le cassette di derivazione dovranno essere fissate preferibilmente sull'ala della passerella o canale.

Dovrà essere sempre garantita la continuità elettrica delle passerelle metalliche.

Qualora i canali fossero verniciati con polveri in resina epossidica, dovranno essere corredati di idonee aree di collegamento, opportunamente contrassegnate, esenti da verniciatura, onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica.

Dovranno essere adottati opportuni accorgimenti atti a garantire l'assorbimento delle eventuali dilatazioni lineari.

Le passerelle e i canali per fonia-dati dovranno essere distanziate di almeno 300 mm dalle altre.

Se installati sotto pavimento galleggiante, passerelle e canali dovranno essere distanziati dal pavimento grezzo di almeno 20 mm per evitare fenomeni di corrosione e garantire un adeguato passaggio di aria.

Le passerelle e i canali dovranno essere posati in posizione tale da assicurare comunque la sfilabilità dei cavi e l'accessibilità agli stessi, e tale da evitare che la prossimità di altri componenti impiantistici possa portare ad un declassamento delle caratteristiche nominali.

Le passerelle dovranno essere dotate di coperchio nei seguenti casi:

- passerelle installate in zone di passaggio ad altezza inferiore ai 2,5 m;
- in tutti i casi indicati sui documenti e disegni di progetto.

Le passerelle e i canali dovranno essere contrassegnati, almeno ogni 5 m e in corrispondenza dei cambi di percorso, con targhette colorate in tela adesiva, ovvero con piastrine in alluminio verniciato o PVC colorato fissabili ad incastro sul fondo o sul bordo dei canali, per l'individuazione delle varie reti, secondo la seguente codifica:

- rosso: reti di MT;
- blu: reti di BT;
- giallo: circuiti impianto di illuminazione di sicurezza;
- bianco: impianti di comunicazione (telefonico, interfonico, TD);
- grigio: impianti di diffusione sonora, chiamata, orologi elettrici;
- arancio: impianti di sicurezza (rivelazioni fumi, controllo accessi, TVCC, ecc.);
- nero: alimentazione da gruppo elettrogeno.

Le targhette o le piastrine dovranno avere una superficie visibile di almeno 5000 mm² (dim. 100x50 mm).

Opportune tabelle per l'identificazione dei colori costruite in materiale e con scritte inalterabili dovranno essere poste in maniera visibile entro i locali tecnici dedicati all'installazione dei quadri di zona, nei cavedi elettrici e nel locale cabina; qualora i quadri si trovino fuori da locali dedicati, le tabelle dovranno essere poste nell'apposita tasca porta schemi all'interno dei quadri stessi.

4.3.3 Prove, controlli e certificazioni

4.3.3.1 Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

4.3.3.2 Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
 - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
 - l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
 - la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
 - l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
 - l'assenza di parti taglienti o che possano provocare danni alle persone durante normale utilizzo e nel caso di manutenzione;
 - la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione.
- verifica strumentale:
 - continuità della messa a terra in più punti e su tutti i cavidotti metallici.

4.3.3.3 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

4.4 Tubi protettivi

4.4.1 **Caratteristiche tecniche generali**

4.4.1.1 Generalità

I tubi protettivi, di qualunque materiale siano, dovranno essere espressamente prodotti per impianti elettrici e dovranno risultare privi di sbavature alle estremità e privi di asperità taglienti lungo le loro generatrici interne ed esterne.

I tubi dovranno avere idonei raccordi di giunzione ed accessori, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

Tutta la raccorderia dovrà essere del tipo a pressatubo o filettata a seconda dei casi.

I cambi di direzione dovranno essere eseguiti preferibilmente con curve rigide ovvero con curve pieghevoli di produzione standard, costituite da uno spezzone di guaina completo di raccordi per tubo; non saranno in nessun caso ammesse curve ispezionabili ad angolo ristretto e nemmeno piegature del tubo se non in casi eccezionali da definire in sede di DL e per angoli superiori a 170°.

I raccordi tubo-guaina dovranno garantire un diametro interno costante per tutta la lunghezza del

cavidotto.

Le giunzioni tubo-cassetta dovranno essere effettuate con raccordi predisposti allo scopo tali da garantire il grado di protezione richiesto; non saranno ammesse guarnizioni, passacavi concentrici, flessibili del tipo "ad incisione" ovvero combinazioni di ghiere e contro-ghiere. Il fissaggio del raccordo sulla parete interna della cassetta dovrà essere garantito da una ghiera di tenuta; non sarà ammessa la raccorderia flessibile o con innesto a scatto.

In ogni caso non sarà ammesso l'impiego di derivazioni a "T".

4.4.2 Modalità di posa in opera

4.4.2.1 Note generali

Il montaggio dei tubi dovrà essere eseguito seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore. I tubi dovranno essere posati con percorso regolare e senza accavallamenti.

All'interno degli edifici i tubi dovranno essere messi in opera parallelamente alle strutture, sia sui piani orizzontali che su quelli verticali (non saranno ammessi percorsi diagonali).

Le tracce sulle murature dovranno essere effettuate secondo percorsi verticali e orizzontali, comunque di preferenza in una fascia di 30 cm dal filo soffitto, filo pavimento e filo pareti.

Per qualsiasi tipo di posa dovrà essere prevista in modo tassativo e rigoroso l'assoluta sfilabilità dei conduttori dai tubi in qualunque momento; si dovranno installare cassette rompitratta per soddisfare questo requisito (almeno una ogni 10 metri ed in corrispondenza di ogni brusco cambio di direzione). La curvatura dei tubi non dovrà mai avere raggio inferiore a 10 volte il diametro della sezione del cavo maggiore.

Non sarà ammesso utilizzare lo stesso tubo per cavi con servizi diversi e con tensione di riferimento differente.

Salvo prescrizioni particolari il diametro esterno minimo dei tubi dovrà essere di 20 mm.

I diametri indicati nei documenti di progetto con un solo numero si riferiscono al diametro esterno.

Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in essi contenuti.

Non si dovrà transitare con tubi protettivi in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche.

I tubi previsti vuoti dovranno comunque essere dotati di fili pilota in materiale non soggetto a ruggine. In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni dovranno essere usati particolari accorgimenti, quali tubi flessibili o doppi manicotti.

4.4.2.2 Posa in opera di tubi pieghevoli in materiale isolante

Per le tubazioni pieghevoli in materiale isolante non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo.

Nella posa ad incasso, nei tratti a pavimento, i tubi, prima di essere ricoperti con malta, dovranno essere ben fissati tra loro ed alla soletta, onde evitare successivi spostamenti durante la copertura per i lavori di ultimazione del pavimento.

Nella posa in vista e nei controsoffitti i tubi dovranno essere fissati con appositi sostegni in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con tasselli ad espansione o fissati con viti o saldatura su sostegni già predisposti, con interdistanza massima di 1 m. Le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette dovranno avvenire attraverso appositi raccordi idonei al grado di protezione richiesto.

L'uso di tubi pieghevoli, nella posa in vista, sarà in generale consentito per i tratti terminali dei circuiti, come tra cassette di dorsale ed utenze finali.

4.4.2.3 Posa in opera di tubi rigidi in materiale isolante

Il fissaggio in vista alle pareti dei tubi rigidi in materiale isolante dovrà essere eseguito impiegando cavallotti di tipo plastico con bloccaggio del tubo a scatto.

Le tubazioni in vista dovranno essere fissate alle pareti con sostegni distanziati quanto necessario per evitare la flessione; in ogni caso la distanza dei sostegni non dovrà essere superiore a 1 m.

Negli impianti incassati, le giunzioni tra tubi dovranno essere eseguite mediante manicotti.

4.4.2.4 Posa in opera di tubi rigidi in materiale metallico

I tubi metallici dovranno essere fissati mantenendo un certo distanziamento dalle strutture, in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura per manutenzione e sia assicurata una sufficiente circolazione di aria.

I sostegni dovranno essere dimensionati per sostenere il peso complessivo corrispondente ai tubi previsti, supposti con il massimo contenuto consentito di cavi.

La messa in opera di cavidotti metallici dovrà assicurarne la continuità elettrica per l'intero percorso. Nel caso di impiego di tubi metallici con cavi a semplice isolamento, dovrà essere garantita la continuità elettrica tra loro e con le cassette metalliche; qualora queste ultime fossero in materiale plastico dovrà essere realizzato un collegamento tra i tubi ed il morsetto interno di terra.

4.4.2.5 Posa nel terreno

Nel caso di posa nel terreno di tubi in materiale isolante, dovranno essere rispettate le seguenti

prescrizioni:

- le tubazioni dovranno sempre essere posate ad una profondità di almeno 0,5 m (comunque in relazione ai carichi transitanti in superficie);
- la posa dovrà avvenire in un letto di sabbia o terra vagliata; il riempimento fino alla superficie dovrà avvenire con materiale di risulta o ghiaia;
- nei tratti, ove sia prevedibile il transito di automezzi, dovranno essere protetti con copponi in calcestruzzo vibrato, ovvero con getto di calcestruzzo magro; gli incroci di cavidotti diversi dovranno essere protetti con getto di calcestruzzo magro;
- dovrà essere steso a 30 cm sopra la tubazione un nastro avvisatore in polietilene, riportante la dicitura o del colore definito in sede di DL;
- le giunzioni sulle tubazioni dovranno essere sigillate con apposito collante per garantire la ermeticità dalla tenuta seguendo rigorosamente le prescrizioni indicate dal produttore;
- eventuali giunti per tubi rigidi dovranno essere di tipo “a bicchiere” sigillati con apposito collante o di tipo filettato per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua; le giunzioni e gli imbocchi dovranno inoltre essere particolarmente curati onde evitare ostacoli allo scorrimento dei cavi;
- la distanza delle tubazioni elettriche dagli altri impianti dovrà essere conforme a normativa; in particolare la distanza da gasdotti dovrà essere di almeno 0,5 m;
- in corrispondenza dei cambiamenti di direzione e ad intervalli non superiori a 25 m dovranno essere previsti dei pozzetti di ispezione;
- i tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso uno dei pozzetti di almeno 0,04% (pari a 1 cm di altezza tra la base dei due imbocchi del tubo su una lunghezza di 25 m) per evitare il ristagno dell'acqua all'interno del tubo; i tratti entranti nel fabbricato dovranno essere posati con pendenza verso l'esterno per evitare l'ingresso dell'acqua;
- le estremità dei tubi in ingresso e uscita dal fabbricato dovranno essere chiuse con tappo e sigillate con un passacavo stagno;
- i tubi vuoti dovranno essere corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza e chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

4.4.3 Prove, controlli e certificazioni

4.4.3.1 Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

4.4.3.2 Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
 - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
 - l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
 - la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
 - l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
 - l'assenza di parti taglienti o che possano provocare danni alle persone durante normale utilizzo e nel caso di manutenzione;
 - la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione;
- verifica strumentale:
 - continuità della messa a terra in più punti e su tutti i cavidotti metallici.
 -

4.4.3.3 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

4.5 Cassette, contenitori

4.5.1 **Caratteristiche tecniche generali**

4.5.1.1 Generalità

Le cassette dovranno essere utilizzate per la giunzione di cavi, per la derivazione di un ramo di linea da una linea principale, oppure come "rompitratta", per permettere il passaggio dei cavi per tratti lunghi e per repentini cambi di direzione.

Le cassette dovranno avere dimensioni tali che le connessioni e i cavi non debbano occupare più del 50% del volume interno delle cassette stesse ed evitare inoltre schiacciamenti o curvature forzate dei cavi e rigonfiamenti del coperchio.

Tutte le cassette dovranno avere il coperchio fissato con viti.

Le cassette dovranno avere idonei raccordi di giunzione alle tubazioni e idonee guarnizioni, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

4.5.1.2 Cassette e scatole in materiale termoplastico

I contenitori dovranno essere di materiale termoplastico pesante di tipo autoestinguente ottenuti in unica fusione ed avere accessori e guarnizioni che garantiscano il grado di protezione e la classe d'isolamento prescritti e che comunque non diminuiscano il livello di tensione d'isolamento dei cavi. Dovranno poter contenere i morsetti di giunzione e derivazione e gli eventuali separatori fra circuiti appartenenti a sistemi diversi.

Le viti di fissaggio dovranno poter essere alloggiare in opportune sedi

4.5.1.3 Cassette e scatole metalliche

Le cassette metalliche dovranno essere di costruzione robusta; per la prova di tenuta agli urti saranno considerate "a rischio di pericolo meccanico elevato".

Le superfici interne dovranno essere trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione.

L'interno delle cassette dovrà avere opportune predisposizioni (perni filettati, profilati speciali, contropiastre, ecc.) per il montaggio delle apparecchiature.

Le cassette dovranno essere dotate all'interno e all'esterno di morsetti di terra adeguati al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mm² per la connessione di terra esterna e 2,5 mm² per quella interna.

Nel caso di cassette in lamiera di acciaio inox, i morsetti di terra (completi di viti di fissaggio in acciaio) dovranno essere saldati alla cassetta stessa. Inoltre dovranno essere provviste di alette o piedini esterni per il fissaggio ai sostegni.

Non si dovranno effettuare forature o lavorazioni dopo il trattamento di protezione superficiale.

Nell'eventualità di ulteriori lavorazioni si dovrà ripristinare la protezione con verniciatura adeguata.

4.5.1.4 Cassette e scatole metalliche resistenti al fuoco

Le cassette di derivazione resistenti al fuoco dovranno garantire la continuità di esercizio della linea per almeno 2 ore a 750°C.

Le cassette dovranno essere di costruzione metallica con superfici interne trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione.

I pressacavi dovranno essere di tipo metallico in numero tale da consentire l'ingresso e uscita di conduttori senza effettuare forature o lavorazioni in cantiere.

4.5.1.5 Coperchi e guarnizioni di cassette

I coperchi dovranno essere rimovibili a mezzo di attrezzo, fissati per mezzo di viti imperdibili in nylon a passo lungo, con testa sferica per consentire l'apertura a cerniera del coperchio, ovvero in acciaio inox o in ottone, salvo deroghe concesse dalla DL, disposti in maniera idonea ad assicurare una compressione uniforme su tutti i lati del coperchio.

Le guarnizioni dovranno essere del tipo anti-invecchiante al neoprene o al silicone.

4.5.1.6 Morsettiere di derivazione all'interno di cassette

All'interno delle cassette poste lungo le dorsali le morsettiere dovranno essere in poliammide 6.6, di tipo fisso e componibili (tranne per le cassette di derivazione resistenti al fuoco), mentre nelle cassette poste all'interno dei vari locali dovranno essere in polycarbonato, di tipo "compatto", unipolari a più vie.

Nelle cassette resistenti al fuoco, le morsettiere interne dovranno essere di tipo ceramico e complete di morsetti di terra adeguati al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mm² per l'attacco di terra esterno e 2,5 mm² per quello interno; inoltre dovranno essere corredate di portafusibile di tipo ceramico completo di fusibile sul conduttore di fase derivato.

In ogni caso il serraggio dei conduttori dovrà essere di tipo indiretto.

La suddivisione tra gruppi di morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà avvenire mediante separatori.

I morsetti di terra e di neutro dovranno essere contraddistinti con apposite targhette.

Ove espressamente richiesto le derivazioni potranno essere effettuate all'esterno di cassette a mezzo di morsetti a perforazione dell'isolante.

Per ogni tipologia di morsettiera la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quelle dei cavi che ivi saranno attestati.

4.5.2 **Prove, controlli e certificazioni**

4.5.2.1 Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.
-

4.5.2.2 Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti esami a vista per quanto riguarda:

- la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
- l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
- la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
- l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
- la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione.

4.5.2.3 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

4.6 Apparecchi per il monitoraggio dei consumi elettrici

4.6.1.1 Caratteristiche generali

Strumento adatto per l'analisi, il monitoraggio e la registrazione dei parametri elettrici di una rete elettrica.

Tutti i dati rilevati sono visualizzabili a display, memorizzabili su memoria RAM interna e trasmessi a PC remoto via seriale RS232/485 (standard) purché il relativo software di gestione sia stato installato.

È possibile gestire l'eventuale distacco carichi con n°2 uscite digitali o allarmi o ri-emissione impulsi. Il dispositivo dovrà disporre di analisi FFT delle armoniche permettendo la visualizzazione e la misura del contenuto armonico della rete (fino alla 31ma), utile per la localizzazione dei disturbi nella rete elettrica.

Fondamentale caratteristica è inoltre quella di essere facilmente espandibile con opportuni moduli e con firmware interno aggiornabile via seriale utilizzando la tecnologia flash.

Tutti i parametri sono visualizzati su display LCD grafico retro-illuminato da 128x128 punti.

Le modalità di visualizzazione e programmazione sono eseguibili attraverso tastiera frontale con 5 tasti.

4.6.1.2 Normative riferimento

EMISSIONI = EN 50081-1, 1992 - EN 55022-CLASSE B CISPR 22

IMMUNITA' = EN 50082-2, 1992 - EN 61000-6-2

SICUREZZA = EN 61010-1

4.6.1.3 Specifiche generali

Alimentazione ausiliaria 85 - 265 V 50/60 Hz/cc.

Tensione di isolamento 3700 Vac rms per 1 minuto.

Ingressi voltmetrici 3 ingressi, range 10-600Vrms fase-fase.

Sovraccarico permanente fino a 750 Vca, oltre questo valore é necessario utilizzare un trasformatore di tensione.

Categoria di sovra tensione: III (installazione fissa)

Grado d'inquinamento: 2 (normalmente non conduttivo; temporaneamente conduttivo causato da condensazione).

Resistenza d'ingresso: >2 MΩ.

Carico: 0.2 VA.

Ingressi di corrente

- 3 ingressi isolati (TA interni) range 10mA-5A rms
- Sovraccarico 10A (100A per 1 secondo)
- Carico 0.2 VA

Uscite seriali

Standard: N°1 uscita RS485 e N°1 RS232 (isolata half duplex, segnale Tx/Rx, Gnd).

Opzione: N°1 seconda RS485 (l'opzione mette a disposizione due morsetti con uscita 0 - 5V isolata galvanicamente).

Baud rate programmabile da 1.200 a 19.200 bps.

Protocolli di comunicazione: standard ASCII e MODBUS-RTU.

Segnali in ingresso

Standard: N°2 ingressi opto-isolati passivi (1000 V), 12 - 24 Vcc.

Opzione: N°4 ingressi opto-isolati passivi (1000 V), 12 - 24 Vcc (totale 6 ingressi).

Segnali in uscita

Standard: N°2 uscite photomos 12-230 Vca-cc / 150mA max oppure N°2 uscite Relè (a richiesta).

Opzioni: N°2 uscite photomos 12-230 Vca-cc / 150mA max oppure N°1 uscita analogica 0-20 o 4-20 mA con isolamento galvanico.

Memoria ritenzione dati

RAM: 128 Kbytes (utilizzabili 80KB); per ANR96-P : 1 Mbyte (completamente utilizzabile).

Memoria dati non volatile mediante batteria tampone interna.

Ritenzione dati: 5 anni (tipico) a +25°C (77°F).

Variabili memorizzabili: Potenze medie, valori min/max, componenti armoniche (opzione), campioni generici.

Interfaccia display

LCD grafico 128x128 punti ad alto contrasto (regolabile) e con retro-illuminazione a LED. Dimensioni 50x50mm.

Interfaccia tastiera 5 tasti per programmazioni e cambio pagina.

Temperatura di funzionamento Da -10°C (14°F) a +50°C (122°F).

Umidità relativa 90% non condensata.

Grado di protezione standard IP 65 con guarnizione

Range di misura 30-500Hz

Metodo di misura 64 campioni per periodo per V1 e I1, V2 e I2, V3 e I3. Intervallo di misura 0,1 secondi.

Precisione strumento

Tensione <0.5%

Corrente <0.5%

Potenza <1%

Energia <1%

Fattore di potenza <1%

Standard EN61036

Frequenza di campionamento 45 Hz=2280 o a 60 Hz = 3,88kHz.

Autoregolazione dello zero

Offset 0,1 secondi.

RTC - REAL TIME CLOCK

Precisione: 5 ppm, standard CEI-EN 61038.

Parametri programmabili

Rapporto TA e TV.

Modo di inserzione (4 Fili, 3 Fili, Aron).

Tempo di integrazione per il calcolo delle medie.

Frequenza di sincronismo.

Indirizzo o numero logico dello strumento.

Data e ora.

Fasce orarie dei consumi di energia nei diversi periodi.

Sezione memorizzazione (Min/max, Armoniche, Potenze medie e valori generici).

Tutti i parametri riguardanti le uscite ed ingressi anche con le schede di espansione (porte seriali,

uscite analogiche, ingressi e uscite digitali).

Preset contatori energia

Variabili misurate Tensione di linea (rms); Corrente di linea (rms); Frequenza f(hz); Temperatura t(°c); Variabili calcolate

Variabili calcolate Tensione concatenata (rms); Tensione sistema trifase (rms); Corrente sistema trifase (rms); Corrente sistema trifase media; Corrente sistema trifase massima media; Corrente di linea media; Corrente di linea massima media; Corrente di neutro; Corrente di neutro media; Corrente di neutro massima media; Fattore di potenza; Fattore di potenza sistema trifase; Potenza apparente; Potenza attiva; Potenza reattiva; Potenza attiva media; Potenza reattiva media; Energia attiva acquisita; Energia attiva trasferita; Energia reattiva induttiva; Energia reattiva capacitiva; Distorsione armonica totale - thd% di corrente e tensione; Analisi armonica; Analisi delle componenti armoniche (fino alla 31ma) sia di tensione sia di corrente.

4.7 Impianto fotovoltaico

4.7.1.1 Generalità

L'impianto fotovoltaico dovrà essere realizzato in conformità alle norme del comitato 82 e in particolare:

- CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione;
- CEI EN 62446 (CEI 82-38) Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica – Prescrizioni minime per la documentazione del sistema, le prove di accettazione e prescrizioni per la verifica ispettiva.

L'impianto sarà costituito, in generale, dalle seguenti apparecchiature:

- moduli fotovoltaici;
- cassette di giunzione lato c.c.;
- inverter per la conversione c.c./c.a.;
- quadri dispositivo di generatore;
- quadro dispositivi di interfaccia;
- reti di distribuzione in corrente continua per il trasporto dell'energia elettrica dai moduli fotovoltaici alle cassette di giunzione e da queste agli inverter di conversione c.c./c.a.;
- reti di distribuzione principale in corrente alternata per il trasporto dell'energia prodotta dagli inverter al quadro dispositivo di generatore, al quadro protezione d'interfaccia fino

al punto di connessione con la rete dell'utente, come sopra specificato;

- sistema di monitoraggio.

L'impianto sarà realizzato in ogni sua parte e nel suo insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

Inoltre l'Appaltatore dovrà reperire in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazioni presso i competenti uffici dei vari Enti e dovrà prendere con essi ogni necessario accordo inerente la realizzazione degli impianti.

4.7.1.2 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici dovranno avere caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche verificate attraverso prove di tipo.

La conformità alle norme di prodotto dovrà essere dimostrata dall'esito di prove di tipo eseguite presso un laboratorio accreditato EA (*European Accreditation Agreement*) o che con EA abbia stabilito accordi di mutuo riconoscimento.

Inoltre i moduli fotovoltaici dovranno essere installati su supporti già predisposti da altra impresa e dovranno essere adatti per tali supporti.

Ciascun modulo dovrà essere accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta in materiale duraturo, posto sopra il modulo fotovoltaico, che riportano le principali caratteristiche del modulo stesso, come indicato nella seguente tabella.

Parametri	Foglio-dati	Targhetta dati
Nome del Costruttore	SI	SI
Designazione di tipo	SI	SI
Tipo di cella e materiale	SI	--
Potenza nominale, P_m	SI	SI
Potenza minima garantita o tolleranza % di produzione	SI	SI
Tensione alla massima potenza, V_m	SI	SI
Corrente alla massima potenza, I_m	SI	SI
Tensione a vuoto, V_{oc}	SI	SI
Corrente di corto circuito, I_{sc}	SI	SI
Tensione massima ammessa per il sistema in	SI	SI

cui viene inserito il modulo		
Temperatura nominale di lavoro della cella, NOCT	SI	Consigliato
Certificazioni di prodotto	SI	Consigliato
Dimensioni esterne, spessore e peso	SI	--
Coefficienti di temperatura di I_{sc} e V_{oc}	SI	--
Tipo di cornice, di rivestimento frontale e scatola di derivazione	SI	--

Ciascun modulo dovrà essere dotato di diodi di by-pass per garantire la continuità elettrica della stringa anche con danneggiamento o ombreggiamenti di una o più celle.

La conformità dei moduli alle norme applicabili dovrà essere specificamente certificata alla presenza di detti diodi.

Nel caso in cui il modulo sia provvisto di cassetta di terminazioni, i diodi di by-pass potranno essere alloggiati nella scatola stessa. In caso contrario dovranno essere cablati all'esterno del modulo e opportunamente protetti.

La cassetta di terminazione, se presente, dovrà avere un livello di protezione minimo IP65 a modulo installato e dovrà essere dotata di terminali elettrici di uscita con polarità opportunamente contrassegnate, coperchio con guarnizioni e viti, nonché fori equipaggiati con appositi pressacavi con ghiera avvitabile (si escludono pertanto passacavi concentrici, flessibili del tipo "ad incisione") per il cablaggio delle stringhe o attacchi rapidi fissi, questi ultimi con grado di protezione minimo IPXXB quando scollegati e sistema di ritenuta che ne impedisca la sconnessione accidentale.

I moduli possono essere provvisti di cornice o senza cornice da alloggiare in profili già esistenti come se fossero normali vetri (tipicamente in facciate, vetrate e lucernai).

Il costruttore dovrà fornire un certificato di garanzia che comprende la garanzia di prodotto e la garanzia di prestazioni dei moduli fotovoltaici di sua produzione, secondo le seguenti modalità e condizioni:

- garanzia di prodotto: riguardante la garanzia contro difetti di fabbricazione e di materiale;
- garanzia di prestazioni: riguardante il decadimento delle prestazioni dei moduli; il costruttore dovrà garantire che la potenza erogata dal modulo, misurata alle condizioni di prova standard, non sarà inferiore al 90% della potenza minima del modulo (indicata dal costruttore all'atto dell'acquisto nel foglio dati del modulo stesso) per almeno 10 anni e non inferiore al 80% per almeno 20 anni.

Al fine della verifica del periodo di validità della garanzia, l'anno di fabbricazione dei moduli dovrà essere documentato in maniera inequivocabile. A tal riguardo il numero di serie e il nome del costruttore dovranno essere apposti in modo indelebile e visibile sul modulo.

4.7.1.3 Inverter

L'inverter dovrà essere idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. Il gruppo dovrà essere conforme alle norme su EMC e alla Direttiva Bassa Tensione e dovrà essere dotato di marcatura CE.

I valori della tensione e della corrente di ingresso dovranno essere compatibili con quelli del campo fotovoltaico a cui è connesso, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita dovranno essere compatibili con quelli della rete del distributore alla quale viene connesso.

Il convertitore dovrà essere basato su inverter a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed essere in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

I dati di targa, per il lato Generatore Fotovoltaico, dovranno indicare:

- potenza nominale e potenza massima in c.c.;
- corrente nominale e corrente massima in c.c.;
- massima tensione ammessa in c.c.;
- campo di variazione della tensione di MPPT in funzionamento normale.

I dati di targa, per il lato rete c.a., dovranno indicare:

- potenza nominale in c.a. e potenza massima erogabile continuativamente dal convertitore, nonché il campo di temperatura ambiente alla quale tale potenza può essere erogata;
- corrente nominale e corrente massima erogata in c.a. (quest'ultimo dato consente di determinare il "contributo dell'impianto alla corrente di corto circuito");
- distorsione e fattore di potenza ("qualità dell'energia immessa in rete");
- efficienza di picco e condizioni di ingresso/uscita a cui si ottiene la massima efficienza di conversione;
- efficienza a carico parziale (al 5%, 10%, 20%, 30%, 50%) e al 100% della potenza nominale del convertitore, così come per il cosiddetto "rendimento europeo".

L'inverter per fotovoltaico con impianto con modo di messa a terra TT dovrà avere un trasformatore di isolamento in ingresso.

L'inverter dovrà essere progettato in modo da evitare, così come nei quadri elettrici, che la condensa si formi nell'involucro IP65; questo in genere è garantito da una corretta progettazione delle distanze fra le schede elettroniche.

4.7.1.4 Dispositivo di generatore

Il dispositivo di sezionamento del generatore (DDG) sarà installato a valle dei terminali di ciascun gruppo generatore e sarà tale da escludere il singolo gruppo in condizioni di "aperto".

Saranno ammesse le seguenti tipologie di dispositivi di generatore:

- interruttore automatico con sganciatore di massima corrente;
- un interruttore di manovra sezionatore combinato con fusibile o con interruttore automatico.

L'esecuzione del dispositivo di generatore dovrà soddisfare i requisiti sul sezionamento della Norma CEI 64-8.

4.7.1.5 Dispositivo di interfaccia

Il dispositivo di interfaccia (DDI) sarà installato nel punto di collegamento della rete in isola alla restante parte della rete del Cliente produttore sul quale agiscono le protezioni d'interfaccia. L'apertura del dispositivo d'interfaccia assicura la separazione di tutti i gruppi di produzione dalla rete pubblica.

Il dispositivo di interfaccia dovrà essere "a sicurezza intrinseca" quindi essere dotato di bobina di apertura a mancanza di tensione. Tale bobina, alimentata in serie ai contatti di scatto delle protezioni, dovrà provocare l'apertura dello stesso dispositivo, sia in caso di corretto intervento che di guasto interno alle protezioni, sia in caso di mancanza di alimentazione ausiliaria.

Qualora il dispositivo di interfaccia sia posizionato internamente ad altre apparecchiature (ad es. in un convertitore o in un quadro elettrico di comando del generatore), la conformità alle presenti prescrizioni ed alle norme CEI richiamate e la caratteristica "a sicurezza intrinseca" dovrà essere certificata per tale apparecchiatura secondo le modalità prescritte dall'Ente Fornitore.

L'organo di interruzione dovrà essere dimensionato sulla base della configurazione d'impianto e in particolare:

- qualora siano presenti carichi privilegiati fra il dispositivo d'interfaccia e il generatore, il DDI dovrà essere in grado di aprire correnti induttive ($\cos \varphi \geq 0,45$);
- se non è possibile collegare carichi privilegiati fra uscita in corrente alternata del sistema

di generazione e dispositivo di interfaccia, quest'ultimo dovrà essere in grado di interrompere la corrente nominale dell'impianto di produzione a $\cos \varphi \geq 0,8$.

Ne consegue che, se il dispositivo di interfaccia è in grado di interrompere la corrente nominale dell'impianto di produzione a $\cos \varphi \geq 0,8$, non dovrà essere possibile collegare carichi privilegiati fra uscita del dispositivo di conversione statica e dispositivo di interfaccia (tipicamente nel caso di dispositivi interni a dispositivi di conversione statica).

L'esecuzione del dispositivo di interfaccia dovrà soddisfare i requisiti sul sezionamento della Norma CEI 64-8.

Saranno pertanto ammesse le seguenti tipologie (vedi norme CEI 0-16 e guida CEI 82-25):

- connessione alla rete di BT:
 - interruttore automatico con bobina ausiliaria a mancanza di tensione;
 - contattore con bobina di apertura a mancanza di tensione, combinato con fusibile o con interruttore automatico. Nel caso monofase, il contattore dovrà essere conforme alla norma CEI EN 61095 (categoria AC-7a o AC-7b rispettivamente in assenza o presenza di carichi privilegiati fra uscita in corrente alternata del sistema di generazione e dispositivo di interfaccia). Nel caso trifase, il contattore dovrà essere conforme alla norma CEI EN 60947-4-1 (categoria AC-1 o AC-3 rispettivamente in assenza o presenza di carichi privilegiati fra uscita in corrente alternata del sistema di generazione e dispositivo di interfaccia);
 - commutatore (inteso come Interruttore di manovra CEI EN 60947-3 categoria AC-22B o AC23B rispettivamente in assenza o presenza di carichi privilegiati fra uscita in corrente alternata del sistema di generazione e dispositivo di interfaccia) accessoriato con bobina di apertura a mancanza di tensione combinato con fusibile o con interruttore automatico;
- connessione alla rete di MT con dispositivo installato sulla rete di MT:
 - interruttore tripolare in esecuzione estraibile, con sganciatore di apertura a mancanza di tensione;
 - interruttore tripolare con sganciatore di apertura a mancanza di tensione e sezionatore installato a monte o a valle dell'interruttore;
- connessione alla rete di MT con dispositivo installato sulla rete di BT:
 - interruttore automatico con bobina ausiliaria a mancanza di tensione;
 - contattore con bobina di apertura a mancanza di tensione, combinato con fusibile. Nel caso monofase, il contattore dovrà essere conforme alla norma CEI EN 61095 (categoria AC-7a o AC-7b rispettivamente in assenza o presenza di carichi privilegiati

fra uscita in corrente alternata del sistema di generazione e dispositivo di interfaccia).

Nel caso trifase, il contattore dovrà essere conforme alla norma CEI EN 60947-4-1

(categoria AC-1 o AC-3 rispettivamente in assenza o presenza di carichi privilegiati

fra uscita in corrente alternata del sistema di generazione e dispositivo di interfaccia);

Solamente nel caso di dispositivo di interfaccia posizionato internamente al sistema di conversione, sarà ammesso l'impiego di tipologie diverse (ad esempio relé elettromeccanici) purché sia verificata e certificata, da laboratorio accreditato, l'equivalenza alle tipologie sopra indicate almeno per le seguenti caratteristiche:

- corrente e tensione nominale;
- potere nominale di chiusura e interruzione e relativi fattori di potenza;
- prestazioni in servizio;
- modalità di sezionamento e caratteristiche dei contatti principali;
- categoria di utilizzazione;
- sicurezza intrinseca;
- tensione d'isolamento e di tenuta.

Conformemente alle prescrizioni della norma CEI 11-20, la funzione di dispositivo di interfaccia dovrà essere svolta da un unico dispositivo, ovvero, qualora nell'impianto siano presenti più protezioni di interfaccia associate a diversi generatori, queste dovranno comandare un unico dispositivo di interfaccia che escluda tutti i generatori dalla rete pubblica.

È consentito (in deroga) che la funzione del DDI possa essere svolta da più dispositivi distinti fino ad un massimo di tre qualora siano presenti le seguenti condizioni:

- impianti di produzione tramite dispositivi di conversione statica, collegati alla rete BT pubblica e di potenza complessiva ≤ 20 kW;
- per impianti collegati a rete MT pubblica e di potenza complessiva ≤ 1000 kW, la funzione può essere svolta da più dispositivi distinti fino ad un massimo di tre, ciascuno dei quali può sottendere ad una potenza massima pari a 400 kW. Tali dispositivi devono essere collegati tra di loro, in modo tale che il comando di sgancio di uno dei relé disconnetta tutti gli altri.

4.7.1.6 Protezioni di interfaccia

Le protezioni di interfaccia, costituite essenzialmente da relé di frequenza e di tensione, sono richieste, secondo la norma CEI 11-20, a tutela degli impianti dell'Ente Fornitore e del Cliente produttore in occasione di guasti e malfunzionamenti della rete durante il regime di

parallelo.

Le funzioni di protezione di interfaccia previste dalla Norma CEI 11-20 sono:

- protezione di minima tensione;
- protezione di massima tensione;
- protezione di minima frequenza;
- protezione di massima frequenza;
- protezione a derivata di frequenza (opzionale).

Tenendo conto dei valori di taratura e dei tempi di intervento indicati, per tutti i tipi di guasto sulla rete si avrà di regola l'intervento del relé di frequenza; i relé di tensione, invece, assolveranno ad una funzione prevalentemente di rincalzo.

In condizioni di rete particolare (ad esempio con alta probabilità di equilibrio fra carichi e generatori sulla stessa linea BT o sullo stesso trasformatore MT/BT) l'Ente Fornitore potrà richiedere al Cliente produttore una protezione a derivata di frequenza.

Le funzioni di protezione d'interfaccia possono essere realizzate tramite:

- un dispositivo dedicato (relé);
- il sistema di controllo del dispositivo di conversione statica.

La seguente tabella indica quando la soluzione 2 è applicabile.

Sistema	Monofase	Trifase	
Potenza impianto	≤ 6 kW	≤ 20 kW	> 20 kW
Tipologia del generatore: Impianti collegati tramite sistema di conversione (DC/AC o AC/AC)	Funzioni di PIB anche assolute da sistema controllo inverter		Funzioni PIB assolute da dispositivo dedicato separato dal sistema di conversione

A prescindere dal tipo di soluzione adottata, le prescrizioni funzionali e le relative prove dovranno essere conformi a quanto riportato nell'allegato AIB della ITC.

Nel caso di dispositivo di interfaccia unico è comunque possibile utilizzare protezioni di interfaccia dedicate ai singoli generatori purché i segnali delle singole protezioni siano riportati al dispositivo di interfaccia e ne determinino l'apertura per intervento di almeno una di esse (collegamento in OR).

Inoltre, in fase di esercizio, dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti tali da attenuare i disturbi di origine elettromagnetica che possono alterare il funzionamento delle

protezioni come generalmente indicato nei manuali d'uso delle apparecchiature.

Per quanto riguarda le tarature che dovranno essere impostate sulle protezioni di interfaccia, si dovrà fare riferimento a quanto riportato nella seguente tabella. Si precisa che tali tarature dovranno comunque essere preliminarmente concordate con l'Ente Fornitore (che porrà, ad esempio, imporre valori più restrittivi in relazione ad eventuali criticità della rete pubblica) e non dovranno poter essere modificate dal Cliente produttore.

PROTEZIONE	ESECUZIONE	VALORE DI TARATURA	TEMPO DI INTERVENTO
Massima tensione	unipolare/tripolare	$\leq 1,2 V_n$	$\leq 0,1 \text{ s}$
Minima tensione	unipolare/tripolare	$\geq 0,8 V_n$	$\leq 0,2 \text{ s}$
Massima frequenza	unipolare	50,3 o 51 Hz	senza ritardo intenzionale
Minima frequenza	unipolare	49 o 49,7 Hz	senza ritardo intenzionale
Derivata di frequenza (se richiesta)	unipolare	0.5 Hz/s	senza ritardo intenzionale

Per la frequenza le tarature di default sono 49,7 e 50,3 Hz. Qualora le variazioni di frequenza di rete in normali condizioni di esercizio siano tali da provocare interventi intempestivi della protezione di massima/minima frequenza potranno, su indicazione del personale dell'Ente Fornitore, essere adottate tarature di 49 e 51 Hz.

La protezione di interfaccia dovrà essere verificabile. Nel caso in cui le funzioni di protezione siano comprese nel sistema di controllo di un dispositivi di conversione statica dovrà essere previsto almeno un sistema di autotest che verifichi tutte le funzioni di protezione previste. La metodologia di autotest dovrà essere preventivamente autorizzata dall'Ente Fornitore. A titolo di esempio un metodo accettato per le protezioni di massima/minima frequenza massima/minima tensione è il seguente.

La procedura di autotest, per ogni funzione di protezione, dovrà far variare linearmente la soglia intervento lineare in salita o discesa con una rampa $\leq 0.05 \text{ Hz/s}$ o $\leq 0.05 \text{ V/s}$ rispettivamente per protezioni di frequenza e tensione. Ciò determina, ad un certo punto della prova, la coincidenza fra la soglia ed il valore attuale della grandezza controllata (frequenza o tensione) e quindi l'intervento della protezione e la conseguente apertura del dispositivo di interfaccia. Per ogni prova i valori delle grandezze ed i tempi di intervento dovranno essere visualizzabili dall'esecutore del test così come valore attuale della tensione e della frequenza rilevate dal convertitore.

Al termine di ogni test il dispositivo dovrà uscire dalla modalità di prova, ripristinare le tarature richieste dall'Ente Fornitore e riconnettersi automaticamente alla rete.

La procedura dovrà poter essere attivata da qualsiasi utilizzatore del dispositivo e dovrà essere chiaramente descritta nel manuale d'uso del convertitore.

4.7.1.7 Reti di distribuzione

Le caratteristiche dei materiali costituenti le reti di distribuzione sia lato corrente continua che lato corrente alternata, dovranno essere le stesse già riportate nei capitoli dedicati.

Per quanto riguarda i cavi di distribuzione in corrente continua, essi dovranno essere espressamente costruiti per impianti fotovoltaici e quindi dovranno avere peculiari caratteristiche di resistenza ai raggi UV e all'ozono. Le tipologie e le caratteristiche sono descritte nel capitolo relativo ai cavi.

4.7.1.8 Sistema di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio (ove previsto) dell'impianto fotovoltaico dovrà realizzare la supervisione dettagliata di ogni componente dell'impianto.

Il sistema dovrà far capo ad un personal computer installato localmente e dotato di software specifico e permetterà l'acquisizione puntuale di ogni allarme presente nei quadri elettrici e negli inverter; dovranno inoltre essere rilevati i difetti di ogni singola stringa (fusibili interrotti, connettori mal funzionanti, deficit di producibilità, ecc.)

Il sistema dovrà permettere inoltre di visualizzare i seguenti dati in tempo reale:

- radiazione solare;
- velocità del vento;
- direzione del vento;
- temperatura dell'aria;
- temperatura dei moduli fotovoltaici;
- temperatura massima delle cassette di giunzione;

- irraggiamento solare totale;
- radiazione solare totale;
- potenza ed energia attesa;
- potenza ed energia lato DC;
- potenza ed energia lato AC;
- rendimento totale istantaneo e medio;
- emissioni di CO₂;
- ore di lavoro.

Il sistema dovrà essere predisposto per essere supervisionato da remoto tramite rete internet.

4.7.1.9 Pratiche burocratiche

Dovranno essere svolte dall'Appaltatore tutte le pratiche burocratiche necessarie ad ottenere l'allacciamento dell'impianto fotovoltaico e gli eventuali incentivi del dal Gestore dei Servizi Elettrici (GSE).

A seconda della scelta del Committente dovranno essere attivate una delle due seguenti convenzioni:

- scambio sul posto;
- ritiro dedicato.

Ove necessario, dovrà essere inoltre espletata la pratica di apertura di Officina Elettrica presso l'Agenzia delle Entrate.

4.7.2 **Caratteristiche tecniche specifiche dei componenti di progetto**

Cablaggio elettrico

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio. Per i collegamenti tra i moduli fotovoltaici e i quadri di campo sono stati utilizzati cavi unipolari. Per i collegamenti tra l'uscita degli inverter e il quadro c.a. di interfaccia sono stati utilizzati cavi unipolari per media tensione in EPR.

Impianto di messa a terra

L'impianto fotovoltaico non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sulla struttura. L'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti

dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti tra cui, in particolare, gli inverter. I morsetti degli inverter risultano protetti internamente con varistori a pastiglia. Tuttavia, la notevole estensione dei collegamenti ha suggerito, in fase di progetto, di rinforzare tale protezione con l'inserimento di dispositivi SPD a varistore sulla sezione c.c. dell'impianto in prossimità del generatore fotovoltaico.

Protezioni

La protezione contro i contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi (canale o tubo a seconda del tratto) idoneo allo scopo. Alcuni brevi tratti di collegamento tra i moduli fotovoltaici non risultano alloggiati in tubi o canali. Questi collegamenti, tuttavia, essendo protetti dai moduli stessi, non sono soggetti a sollecitazioni meccaniche di alcun tipo, ne risultano ubicati in luoghi ove sussistano rischi di danneggiamento. La protezione contro i contatti indiretti (per la parte in CA) è, in questo caso, assicurata dal seguente accorgimento:- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II e i dispositivi di protezione inseriti nel quadro di distribuzione B.T. intervengano in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure che intervengano entro 5 secondi ma la tensione sulle masse in tale periodo non superi i 50 V. La protezione nei confronti dei contatti indiretti (per la parte in CC) è in questo caso assicurata dalle seguenti caratteristiche dei componenti e del circuito:- protezione differenziale $I_{dn} < 30 \text{ mA}$ - collegamento al conduttore PE delle carcasse metalliche. L'elevato numero di moduli fotovoltaici, posizionati sul terreno, suggerisce misure di protezione aggiuntive rispetto a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8, le quali consistono nel collegamento equipotenziale di ogni struttura di fissaggio facente capo ad una stringa di moduli fotovoltaici.

Moduli

Tipo materiale	Silicio monocristallino
Potenza di picco [W]	305.0 W
I_m [A]	9.52
I_{sc} [A]	10.10

Efficienza [%]	18.60
V _m [V]	32.10
V _{oc} [V]	40.00
Coeff. Termico Voc [%/°C]	-0.2900
Coeff. Termico I _{sc} [%/°C]	0.040
NOCT [°C]	45.0
V _{max} [V]	1 000.00
Lunghezza [mm]	1 640.00
Larghezza [mm]	1 000.00
Superficie [m ²]	1.640
Spessore [mm]	35.00
Peso [kg]	16.80
Numero celle	60

Inverter

DATI GENERALI				
Tipo fase			Trifase	
INGRESSI MPPT				
N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	330	700	800	260
Max pot. FV [W]			88000	
PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA				
Potenza nominale [W]			80 000	
Tensione nominale [V]			400	
Rendimento max [%]			96.10	
Distorsione corrente [%]			3	
Frequenza [Hz]			49,7÷50,3	
Rendimento europeo [%]			95.00	
CARATTERISTICHE MECCANICHE				
Dimensioni LxPxH [mm]			800x800x1900	
Peso [kg]			650.00	

4.7.3 Modalità di posa in opera

Le modalità di installazione delle condutture di alimentazione elettrica, degli apparati e dei quadri elettrici dovranno essere le stesse già riportate nei capitoli dedicati.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella posa dei moduli fotovoltaici, ed in particolare:

- la struttura di sostegno dei pannelli e gli ancoraggi al solaio di copertura dovranno essere realizzati in modo conforme agli elaborati grafici e comunque non dovranno ridurre l'efficacia dell'impermeabilizzazione della copertura;
- alla struttura di sostegno dovranno essere poggiati e ancorati dei profili in alluminio sagomati per consentire un rapido ancoraggio dei pannelli fotovoltaici;
- i moduli fotovoltaici dovranno essere posati e ancorati ai profili in alluminio a mezzo di morsetti preassemblati che potranno avere sezione a Z nel caso di fissaggio di pannelli terminali o sezione a omega nel caso di fissaggio tra pannelli contigui;
- i moduli fotovoltaici dovranno essere ancorati ciascuno in 4 punti, disposti sui lati lunghi della cornice dei moduli stessi o comunque secondo le indicazioni del costruttore (in 8 punti in zone particolarmente ventose);
- l'orientamento dei moduli dovrà essere in accordo alle prescrizioni del costruttore stesso;
- i cavi di connessione in serie dei pannelli fotovoltaici dovranno essere agganciati mediante apposite fascette alla struttura metallica di sostegno dei pannelli ovvero dovranno essere posati all'interno dei canali metallici; non saranno ammesse soluzioni con cavi liberi posati sulle coperture e/o pendenti.

Le strutture di sostegno devono essere progettate, realizzate e collaudate in base alle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" indicate dal D.M. 14/01/08, integrate dalle "Istruzioni per l'applicazione delle Norme NTC" di cui al D.M. 14/01/2008, Circolare n.617 del 02/02/2009. Le attività di progettazione e collaudo devono essere eseguite da tecnico abilitato nel settore delle costruzioni civili. Inoltre, nel caso di montaggio su struttura edile preesistente, deve essere dato parere favorevole dal progettista di tale struttura o comunque da un tecnico abilitato.

4.7.4 Prove, controlli e certificazioni

4.7.4.1 Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla

consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

4.7.4.2 Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
 - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
 - l'assenza di danneggiamenti, di crepe, segni di umidità interna ai pannelli, difetti e anomalie;
 - l'utilizzo corretto delle parti accessorie (con particolare attenzione alla tenuta del grado IP), senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
 - modalità e stabilità del fissaggio dei pannelli;
 - integrità delle connessioni di terra ed equipotenziali;
 - la modalità di posa dei cavi di interconnessione;
 - la modalità di posa dei quadri elettrici e la consistenza della fornitura conforme a quanto previsto da progetto;
 - l'assenza di difetti e anomalie all'esterno e all'interno dei quadri elettrici;
 - l'idoneità di serraggio di tutti i morsetti e connessioni elettriche;
 - la corretta installazione degli inverter;
 - la funzionalità delle segnalazioni dell'inverter per quanto riguarda stato di funzionamento, allarme, guasto;
 - la funzionalità dei sistemi di ventilazioni interni degli inverter;
 - l'idoneità delle targhe, identificazioni e marcature su tutte le apparecchiature e materiali costituenti il sistema (pannelli, cavi, inverter, quadri elettrici, cablaggi esterni ed interni alle apparecchiature);
 - la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione;
- la condizione di irraggiamento (W/m^2) misurata sul piano dei pannelli mediante piranometro avente una precisione non superiore a 3% (il valore di detta precisione dovrà essere debitamente documentato e garantito dal certificato di taratura dello

strumento);

- la continuità elettrica delle connessioni di terra e delle connessioni tra pannelli;
- l'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- il valore di tensione a vuoto e della temperatura sul retro dei pannelli per riportare il valore di tensione alle condizioni di prova standard sulla base del coefficiente di variazione della tensione in funzione della temperatura fornito dal costruttore; tale misura, eseguita a temperatura costante, dovrà essere effettuata su ciascuna delle stringhe per verificare la congruenza con i valori delle tensioni a vuoto di ciascun pannello e con una tolleranza inferiore al 5% tra i valori di ciascuna delle stringhe;
- il valore della corrente di c.to c.to del campo e di ciascuna stringa effettuate a monte di ciascun inverter; la corrente di c.to c.to di ciascuna stringa dovrebbe risultare analoga a parità di irraggiamento solare mentre la loro somma non dovrebbe essere inferiore al 5% della misura di corrente di c.to c.to del campo;
- il valore di potenza a monte e a valle dell'inverter in presenza di irraggiamento superiore a 600 W/m² secondo le condizioni indicate dalla guida CEI 82-25 art. 15.2;
- l'avviamento dell'inverter (chiusura lato c.c. e verifica segnalazioni ottiche, successiva chiusura lato c.a. e verifica sul display dei valori di tensione, frequenza e potenza massima erogata);
- la mancanza rete con apertura del lato c.a., il corretto posizionamento in stand-by dell'inverter, le segnalazioni ottiche di mancanza rete e presenza campo fotovoltaico.

Le verifiche di cui sopra dovranno essere effettuate, a lavori ultimati, dall'installatore, che dovrà emettere, per il sistema fotovoltaico installato, una dichiarazione firmata e siglata in ogni parte, che attesti l'esito positivo delle verifiche e la data in cui le predette sono state effettuate secondo quanto previsto dal modulo presente nel sito del GSE. Alla data di entrata in esercizio dell'impianto fotovoltaico, dovranno essere effettuate le letture dei contatori; esse, unitamente ad altre informazioni, saranno riportate e sottoscritte dal committente nella dichiarazione di verifica tecnico-funzionale.

La data di entrata in esercizio non dovrà essere antecedente a quella della verifica tecnico-funzionale dell'impianto con esito positivo e comunque non antecedente a quella dell'intervento del distributore locale per le modifiche sul contatore di energia, nel caso di scambio sul posto dell'energia (data d'installazione del contatore di energia immessa in rete) e/o di adeguamento della potenza contrattuale (data di modifica del limitatore di potenza).

4.7.4.3 Documentazione delle prove e finale

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche. Alla fine dei lavori dovranno essere consegnati dall'installatore alla Stazione Appaltante i seguenti elaborati:

- dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico di generazione al D.M. n. 37/08;
- certificato di collaudo dell'impianto fotovoltaico così come previsto dal modulo predisposto nel sito internet del Gestore dei Servizi Elettrici GSE (www.gsel.it);
- dichiarazione di conformità dell'impianto alle prescrizioni Enel DK5940 ed. 2.2 e norme CEI applicabili così come predisposto dall'allegato B della direttiva Enel DK5940;
- attestazione della componentistica installata (marca, modello, numero di matricola e anno di fabbricazione di ogni singolo pannello fotovoltaico e dispositivo di conversione statica);
- documentazione finale di impianto completa di schemi particolareggiati con le indicazioni per ciascuna apparecchiatura (nella versione *as built*), disegni esecutivi comprendenti tutte le eventuali varianti;
- dichiarazione dell'impresa che attesti le verifiche effettuate e il relativo esito;
- *depliants* tecnici e di manutenzione di tutte le apparecchiature;
- manuale di istruzioni per il corretto utilizzo e la manutenzione.
- certificati di garanzia di ogni singola apparecchiatura installata;
- garanzia sull'intero sistema e sulle relative prestazioni di funzionamento.

4.8 Apparecchi illuminanti per pensiline

Prodotto per illuminazione lineare - con LED monocromatico bianco - realizzato su circuito flessibile bianco rivestito da uno strato in silicone; la protezione in silicone assicura il grado di protezione IP65 alla striscia con lunghezza integrale (non sezionata).

Fornito in bobine di 5 metri avvolte in appositi supporti; in caso di tagli intermedi assicurarsi di sigillare accuratamente le estremità tagliate.

Caratteristiche LED: colore bianco - 60 LEDs/m - angoli di apertura 120°

24W totali - alimentazione 12V - max 3 bobine collegabili in linea.

Dimensioni (mm) 5000x10x3

Alimentatore elettronico a tensione costante 70W / 12Vdc; può alimentare 3 strip in linea (fino a 15 m) versioni standard, tube e tube side o 1 strip (5 m) versione tube hi-power

Installazione eseguire i cablaggi utilizzando i connettori inclusi nella confezione delle strip;

IP:65

Fissaggio su supporto in alluminio con nastro biadesivo tipo 3M e guaina di tenuta

5 SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI MECCANICI

5.1 Tubazioni

5.1.1 Caratteristiche tecniche generali

5.1.1.1 Generalità

Tutte le tubazioni per le reti di distribuzione dei vari fluidi, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- essere dotate di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede, e corredate della relativa certificazione e dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della “Direttiva PED” 97/23/CE e/o della “Direttiva prodotti da costruzione” 89/106/CEE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatte ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruite, testate, provate in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza (in particolare la Direttiva PED 97/23/CE, il D.M. del 24/11/1984 e successive modifiche ed integrazioni, ecc.) e l'eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, ecc.).

Nelle descrizioni che seguono sono citate in dettaglio tutte le normative cui le tubazioni devono essere conformi, e sulla base anche di quanto detto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che tubazioni non rispondenti saranno rifiutate.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

Per le giunzioni delle varie tubazioni si farà riferimento a quanto specificato nelle singole voci descritte nel presente Capitolato.

Il dimensionamento delle tubazioni dovrà esser fatto adottando valori di velocità che non diano luogo a rumorosità di funzionamento o perdite di carico eccessive (ovvero, nei sistemi a pressione a prevalenze e quindi potenze di pompaggio eccessive); i circuiti saranno equilibrati inserendo, ove

prescritto e/o necessario, valvole o diaframmi di taratura.

5.1.1.2 Tubazioni in acciaio nero trafilato

Salvo specifiche indicazioni diverse, le tubazioni dei vari tipi sopra esposti saranno valutate allo stesso prezzo.

La raccorderia sarà di tipo unificato, con estremità a saldare per saldatura autogena all'arco elettrico o al cannello ossiacetilenico. I tratti da saldare dovranno essere perfettamente allineati e posti in asse e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi con smusso a "V".

Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°. Per quanto riguarda le curve è ammesso di piegare direttamente il tubo (con piega tubi idraulico o meccanico) solo per i diametri inferiori a 40 mm; il tubo piegato non dovrà presentare corrugamenti o stiramenti altrimenti non sarà accettato.

Per collegamenti che dovranno essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni - serbatoi o valvole di regolazione - tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi (con tenuta realizzata mediante guarnizione O.R. o metodo analogo) o giunti a flange.

Tutte le tubazioni nere saranno accuratamente protette con due mani di vernice antiruggine di colore diverso, o con trattamento protettivo a base di resine epossidiche eseguito direttamente in fabbrica, previa sabbiatura e pulitura delle superfici. La verniciatura protettiva dovrà essere ripresa, dopo avvenuta la posa delle tubazioni, in corrispondenza delle saldature e in tutti i punti in cui risulti danneggiata. Tutte le sbavature dovranno essere eliminate prima della posa in opera.

Le tubazioni da interrare saranno preprotette con rivestimento di fabbrica in polietilene estruso secondo UNI 9099, con ripresa della protezione in tutte le giunzioni eseguita in opera.

In alternativa alle giunzioni e raccorderia a saldare precedentemente descritte, potranno usarsi per i tubi fino a 4" (UNI EN 10255:2007), raccorderia e giunzioni a vite-manicotto: la raccorderia sarà in ghisa malleabile a cuore bianco, e la tenuta sarà realizzata con nastro di teflon oppure con appositi mastici sigillanti.

In alternativa ancora saranno utilizzabili anche raccordi a pressione con guarnizione "VICTAULIC" originali, che peraltro, per particolari applicazioni, potranno essere prescritti.

Le tubazioni dovranno portare stampigliati (o essere accompagnate da certificazioni in tal senso) il costruttore, l'anno di fabbricazione, il materiale e la corrispondenza alle norme.

Per i tubi filettabili serie media la norma UNI EN 10255 individua univocamente dimensioni e masse lineiche. Per i tubi lisci bollitori, per ciascun diametro esterno la norma UNI EN 10216-1 e UNI EN 10216-2 prevede tutta una gamma di spessori: quelli da usare sono indicati, con la relativa massa

lineica, nella tabella seguente.

TUBI IN ACCIAIO UNI EN 10216-1 e UNI EN 10216-2			
Diametri int/est esatti (mm)	Spessore	Diametri int/est di designazione (mm)	Massa lineica (kg/m)
29,1/33,7	2,3	29/34	1,78
32,8/38	2,6	33/38	2,27
37,2/42,4	2,6	37/42	2,55
43,1/48,3	2,6	43/48	2,93
54,5/60,3	2,9	54/60	4,11
64,2/70	2,9	64/70	4,80
70,3/76,1	2,9	70/76	5,24
82,5/88,9	3,2	82/89	6,76
94,4/101,6	3,6	94/102	8,70
100,8/108	3,6	101/108	9,27
107,1/114,3	3,6	107/114	9,83
125/133	4	125/133	12,7
131,7/139,7	4	132/140	13,4
150/159	4,5	150/159	17,1
159,3/168,3	4,5	159/168	18,2
182,5/193,7	5,6	183/194	26
206,5/219,1	6,3	207/219	33,1
231,9/244,5	6,3	232/244	37
260,4/273	6,3	260/273	41,4
309,7/323,9	7,1	310/324	55,5
339,6/355,6	8	340/356	68,6
388,8/406,4	8,8	389/406	86,3
437/457	10	437/457	110
486/508	11	486/508	135
585/610	12,5	585/610	184

5.1.1.3 Tubazioni in acciaio zincato trafilato

Le tubazioni in acciaio zincato per usi generici (acqua sanitaria, aria compressa, ecc., compresi i

relativi collettori) saranno del tipo senza saldatura longitudinale (Mannesmann) zincati a caldo (zincatura secondo EN 10240-A1) in fabbrica, secondo UNI EN 10255:2007 (tubi gas filettabili serie media; diametri espressi in pollici) fino a 4" compreso, UNI EN 10216-1/TR1:2006 (tubi lisci commerciali con spessore, per ogni diametro, corrispondente al minimo indicato in tabella 5 della norma; diametri espressi in mm) zincate a bagno dopo la formatura per diametri superiori; per i tubi gas filettabili serie media sarà ammesso anche l'uso di tubi saldati, purché ed esclusivamente, con processo Fretz-Moon.

Per i primi (diametri fino a 4") si useranno raccordi in ghisa malleabile a cuore bianco (zincati) del tipo a vite e manicotto. Non è ammessa la piegatura dei tubi con piegatubi o simile.

La tenuta sarà realizzata con canapa e mastice di manganese, oppure con nastro di PTFE. Per i collegamenti che debbono essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni-serbatoi o valvole di regolazione-tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi, con tenuta a guarnizione O.R. o sistema analogo.

Per i secondi si potranno prefabbricare dei tratti mediante giunzioni e raccorderia a saldare (ovviamente prima della zincatura) previa adeguata preparazione dei lembi, come descritto riguardo alle tubazioni nere. Le estremità dei tratti così eseguiti verranno flangiate. I vari tratti saranno quindi fatti zincare a bagno internamente ed esternamente. La giunzione fra i vari tratti prefabbricati avverrà per flangiatura, con bulloni pure zincati. Tutte le sbavature dovranno essere eliminate prima della posa in opera.

E' assolutamente vietata qualsiasi saldatura su tubazioni zincate.

Per impieghi di tipo particolare, quali ad esempio in impianti sprinkler a secco, dovranno essere utilizzate tubazioni in acciaio zincato secondo UNI EN 10255:2007 serie media, esclusivamente senza saldatura.

Se e ove richiesto, le tubazioni zincate saranno del tipo preprotetto in fabbrica con polietilene estruso secondo UNI 9099, con ripresa in opera delle protezioni su tutte le giunzioni.

Le tubazioni dovranno portare stampigliati (o essere accompagnate da certificazioni in tal senso) il costruttore, l'anno di fabbricazione, il materiale e la corrispondenza alle norme.

5.1.1.4 Tubazioni in acciaio per sistema Pressfitting (a bloccaggio meccanico)

Tubazioni in acciaio con raccordi a bloccaggio meccanico (Tipo Mannesman Pressfitting) realizzate a seconda di quanto richiesto in acciaio inox AISI 316,. Lo spessore della tubazione sarà da 1,2 mm a 2,0 mm a seconda del diametro nominale (diametro massimo previsto DN 100).

Sono previsti, a seconda di quanto necessario e/o richiesto, i seguenti tipi di materiale:

- tubazioni in acciaio inox per uso anche in impianti idrici per acque potabili:

- materiali: acciaio inossidabile AISI 304 o AISI 316 in tubo sottile secondo UNI EN 10088
- dimensioni: secondo UNI EN 10312:2007 (serie 2);
- limite di snervamento: $\geq 220 \text{ N/mm}^2$;
- allungamento: $> 40\%$;
- pressione massima di esercizio: 0.55 MPa;
- temperatura massima di funzionamento: 155°C ;
- pressione di cedimento del giunto: $> 100\text{bar}$

I raccordi di unione tra i vari tubi e quelli dei pezzi speciali, quali le diramazioni e le curve, saranno del tipo a manicotto realizzati in acciaio trattato a caldo acciaio inossidabile con spessore 1.5 o 2 mm, dotati di anello di tenuta (*O-ring*) in FKM resistente alle alte temperature (fino a 220°C).

Salvo specifiche indicazioni diverse, le tubazioni di cui si tratta avranno le caratteristiche indicate nella tabella seguente:

TUBI IN ACCIAIO CON RACCORDI A BLOCCAGGIO MECCANICO					
Diametro o Nom.	Diametro esterno (mm)	ACCIAIO	RICOTTO	ACC. INOX - UNI	EN 10312 (serie 2)
		Spessore minimo (mm)	Massa lineica (kg/m)	Spessore minimo (mm)	Massa lineica (kg/m)
DN 10	12	1,2	0,34	---	---
DN 12	15	1,2	0,44	1	0,35
DN 15	18	1,2	0,54	1	0,42
DN 20	22	1,5	0,83	1,2	0,63
DN 25	28	1,5	1,05	1,2	0,79
DN 32	35	1,5	1,32	1,5	1,26
DN 40	42	1,5	1,62	1,5	1,50
DN 50	54	1,5	2,10	1,5	1,97
DN 65	76,1	1,5	2,80	2	3,70
DN 80	88,9	1,5	3,25	2	4,35
DN 100	108	2	5,25	2	5,30

5.1.1.5 Tubazioni in polietilene per scarichi

Le tubazioni in polietilene ad alta densità per scarichi all'interno di edifici (in struttura o interrate) saranno conformi alla norma UNI EN 1519-1:2001 serie S16 (area di applicazione "B"). Colore nero. Quelle per scarichi interrati all'esterno di edifici saranno conformi alla normativa UNI EN 12666-1:2006.

Il materiale impiegato per la costruzione dei tubi sarà resistente agli urti, al gelo, all'acqua calda fino a 100°C, alle aggressioni chimiche e alle acque leggermente radioattive.

La raccorderia e le giunzioni saranno del tipo a saldare; la saldatura potrà essere o del tipo a specchio (eseguita con apposita attrezzatura, seguendo scrupolosamente le prescrizioni del costruttore) o del tipo con manicotto a resistenza elettrica (anche per questo tipo di raccordo saranno seguite scrupolosamente le prescrizioni del costruttore).

Sulle condotte principali od orizzontali potranno essere usate giunzioni a bicchiere, con guarnizioni di tenuta ad O.R. o a lamelle multiple; tali giunti serviranno per consentire le dilatazioni. Il collegamento ai singoli apparecchi sanitari avverrà con tronchi terminali speciali di tubo in polietilene, con guarnizione a lamelle multiple in gomma.

Il collegamento a tubazioni di ghisa potrà avvenire con giunto a bicchiere sulla tubazione di ghisa, con guarnizione in gomma a lamelle multiple o ad O.R.

Per questo tipo di collegamento sarà ammessa anche l'adozione di una delle seguenti soluzioni:

- giunti a collare in gomma, con manicotto esterno metallico di serraggio a viti;
- tappo di gomma (sul terminale della tubazione in ghisa) con fori a labbri profilati in modo tale da infilarvi le tubazioni di polietilene, con garanzie di tenuta.

Per i collegamenti che dovranno essere facilmente smontati (sifoni, tratti di ispezione etc.), si useranno giunti con tenuta ad anello in gomma O.R. e manicotto esterno avvitato.

Dove richiesto e/o necessario:

- le tubazioni saranno munite di isolamento esterno fonoisolante (descritto e contabilizzato a parte);
- pezzi speciali particolari come braga di raccordo miscelatrice, esalatori, ecc., contabilizzati a parte, ed il tutto come specificato negli elaborati di progetto.

5.1.2 **Modalità di posa in opera**

5.1.2.1 Generalità

Per molte delle tubazioni descritte in precedenza le modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera di tipi di tubazioni che richiedono avvertenze o

accorgimenti particolari.

5.1.2.2 Saldatura di tubazioni, flange, curve e pezzi speciali per tubazioni in acciaio nero e/o inox

Ambedue le estremità delle tubazioni da saldare, qualora non siano già preparate in ferriera, dovranno essere tagliate e poi rifinite a mola secondo DIN 2559 e cioè:

- spessore sino a 4 mm: spianatura, distanza fra le testate prima della saldatura 1,5÷4 mm;
- spessore superiore a 4 mm: bisellatura conica a 30°, distanza fra le testate prima della saldatura 1,5÷3 mm in modo da assicurare uno scostamento massimo di $\pm 0,5$ mm del lembo da saldare dal profilo teorico c.s.d.

Le saldature dovranno essere eseguite a completa penetrazione, larghe almeno 2 volte e mezzo lo spessore dei tubi da saldarsi.

Gli elettrodi da usare per l'esecuzione delle saldature elettriche saranno esclusivamente quelli omologati dal RINA (Registro Italiano Navale ed Aeronautico) per l'impiego specifico.

Non è ammessa la rifinitura a scalpello dei margini del cordone di saldatura.

Il personale di saldatura dovrà essere patentato e, prima dell'inizio delle lavorazioni o anche durante il loro corso, su semplice richiesta della DL, l'Appaltatore dovrà esibire gli attestati di qualifica professionale dei saldatori da impiegare o già in corso di impiego nel cantiere.

5.1.2.3 Modalità di posa in opera per tubazioni in acciaio per sistema Pressfitting (a bloccaggio meccanico)

Per la realizzazione della connessione dovranno essere attentamente seguite le istruzioni della casa costruttrice relativamente al taglio e sbavatura del tubo, per l'infilaggio del manicotto e per il serraggio dello stesso onde evitare, in particolare, il danneggiamento dell'anello di tenuta.

Per quanto riguarda la tubazione sarà possibile effettuare operazioni di piegatura con curvatubi a raggi di curvatura pari a 3-3,5 volte il diametro della tubazione; oltre tale valore dovranno essere impiegate curve precostruite con relativi manicotti di collegamento.

Il bloccaggio dei raccordi avverrà mediante pressione e deformazione dell'insieme manicotto-tubazione (crimping), tramite un'apposita pinza di serraggio.

Nei percorsi sotto traccia a pavimento o a parete ove vi sia presenza di umidità i raccordi di unione dovranno essere protetti dalla corrosione con l'applicazione, con adeguata ribordatura, di una fascia anticorrosiva previo trattamento della superficie esterna del raccordo e delle estremità della tubazione ad essa collegata con un primer. Le tubazioni saranno sempre fornite e poste in opera a partire da verghe di lunghezza minima 6 m.

5.1.2.4 Modalità di posa in opera per tubazioni in materia plastica per scarichi non in pressione all'interno degli edifici

Tutte le tubazioni di scarico all'interno degli edifici realizzate in materia plastica destinate a convogliare e smaltire le acque "usate", dovranno permettere il corretto deflusso e il convogliamento dei fluidi alla rete fognaria, eventualmente con sistemi indipendenti per tipologia di acqua scaricata. Il deflusso dovrà esser tale da ottenere una rapidità di scarico dei fluidi con assenza di depositi/residui lungo le tubazioni, le loro giunzioni e i loro cambi di direzione, pur mantenendo l'integrità delle tubazioni stesse, la loro tenuta idraulica e la tenuta ai gas che possano formarsi durante il deflusso. Il deflusso, inoltre, dovrà avvenire sempre per gravità; pertanto tutte le diramazioni non verticali saranno disposte con pendenza verso l'efflusso.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a mantenere costante la chiusura d'acqua nei sifoni: dovranno essere controllati o limitati gli sbalzi di pressione che si producono nell'impianto di scarico. A tal proposito le tubazioni di scarico (il sistema) dovranno essere opportunamente collegate a tubazioni che permettano, attraverso una presa ed uno sbocco, una continua circolazione dell'aria all'interno delle stesse.

I tratti orizzontali di tubazione di raccordo fra singoli apparecchi e colonne, dovranno essere installati, per quanto già sopraddeito, con pendenza nel senso di movimento del fluido, e possibilmente paralleli alle pareti, mentre i tratti in verticale dovranno essere perpendicolari al pavimento. I cambiamenti di direzione sia in orizzontale che in verticale saranno limitati al minimo indispensabile ed eseguiti con raccordi/giunzioni a largo raggio per evitare rallentamenti di velocità o altri effetti negativi. Nei cambiamenti di sezione in orizzontale dovranno essere utilizzate riduzioni eccentriche in modo tale da tener allineata la generatrice superiore della tubazione da collegare.

Le tubazioni che formeranno le "colonne di scarico", generalmente verticali, dovranno essere eseguite, dalla base fino oltre la copertura, senza riduzioni di sezione, non avendo in nessun caso un diametro inferiore ad una qualsiasi diramazione che affluisce alla colonna di scarico stessa. Sono da evitare sifoni a piede colonna.

La tipologia di giunzioni/raccordi da impiegare per le suddette tubazioni è quella specificata nel presente Capitolato nella rispettiva descrizione delle tubazioni. Per gli allacciamenti alla colonna di scarico saranno impiegate braghe a 88,5° per consentire una continua circolazione dell'aria per escludere fenomeni di aspirazione di sifoni: è sconsigliato l'impiego di braghe a 45° e non saranno ammessi collegamenti con "braga ridotta 45°" in vicinanza della diramazione. Alla base di ciascuna colonna di scarico sarà generalmente installata un'ispezione (raccordo con tappo a tenuta stagna), accessibile, con possibilità, in caso di necessità, di essere aperta per la rimozione di eventuali residui

di scarico. Il tappo di ispezione dovrà essere di diametro corrispondente a quello della tubazione su cui viene installata per diametri della tubazione fino a 110 mm; per tubazioni di diametro maggiore, il tappo sarà sempre da 110 mm. Le ispezioni, inoltre, saranno comunque installate nei collettori orizzontali:

- ogni 15 metri di percorso lineare;
- in corrispondenza di ogni cambio di direzione a più di 45°;
- in corrispondenza di ogni confluenza di due o più collettori.

Nelle colonne di scarico, ed in particolar modo quando la loro lunghezza supera i 15 m, dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare eccessive pressioni – depressioni ed eccessive velocità dei liquami.

Qualora le colonne di scarico siano di lunghezza maggiore a 10 metri, per evitare che le contemporaneità di scarico comportino maggiori problemi di pressione e depressione, le colonne di scarico potranno essere sdoppiate (circumventilazione), permettendo così un allacciamento ausiliario per i piani più bassi. L'altezza della circumventilazione dipenderà dall'altezza del fabbricato e dalla quantità d'acqua scaricabile. Per edifici superiori ai 15 piani, con colonna di scarico a ventilazione primaria, la circumventilazione sarà obbligatoria e ad essa saranno allacciati tutti quegli apparecchi installati nei piani interessati dalla zona di maggior pressione (che potrebbe arrivare a 5m d'altezza) in colonna di scarico.

Nei casi di giunzioni con saldature per polifusione, il personale di saldatura dovrà essere patentato e, prima dell'inizio delle lavorazioni o anche durante il loro corso, su semplice richiesta della DL, l'Appaltatore dovrà esibire gli attestati di qualifica professionale dei saldatori da impiegare o già in corso di impiego nel cantiere.

Le tubazioni e/o i sistemi adottati per lo scarico delle acque "usate" secondo le modalità sopradescritte, dovranno essere realizzati anche nel rispetto dei requisiti di rumorosità prodotta dagli impianti, tipicamente a funzionamento discontinuo, tenuto conto delle caratteristiche isolanti delle strutture edili, caratterizzata da un livello massimo di pressione sonora con costante di tempo slow LAmax non superiore a 35 dB(A), secondo quanto previsto dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997 (cap.2). In tutti i casi su cui tali limiti non siano raggiungibili o in cui siano richieste caratteristiche di silenziosità superiori, le tubazioni e le relative giunzioni dovranno essere di tipo "silenziato", caratterizzate da un livello di pressione sonora, misurato in laboratorio secondo la norma DIN EN 14366, non superiore a 17,5 dB(A) con portata di 2.0 l/s , con camera di rilevazione posta al piano terra, oltre una parete di peso pari a 220 kg/m²e con collari di sostegno, serrati, di tipo insonorizzato. In ogni caso, ove le tubazioni attraversino ambienti abitativi, queste saranno dotate sempre, in corrispondenza di eventuali gomiti o deviazioni della condotta, di un rivestimento con membrana

pesante, di spessore 13 mm, costituita da 2 mm di polietilene a cellule chiuse, lamina di piombo da 3 kg/m² accoppiata a poliuretano espanso (tipo GEBERIT ISOL o equivalente). In alternativa al rivestimento con membrana sarà accettato un prodotto avente analoghe proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti.

Di seguito si evidenziano anche alcuni accorgimenti da adottare sempre per la realizzazione delle tubazioni e/o sistemi di scarico installati all'interno di cavedi, appositamente costruiti per ridurre la generazione e la propagazione del rumore:

- i collari di sostegno delle tubazioni non saranno connessi direttamente alle pareti (tanto più se adiacenti ad ambienti abitativi), ma ai solai o alle strutture in calcestruzzo;
- i collari di sostegno delle tubazioni saranno dotati di anello in elastomero in conformità alla norma DIN 4109 (per limitare i rumori che si propagano per via strutturale): l'anello sarà di dimensioni adatte al diametro esterno della tubazione e non dovrà essere eccessivamente compresso;
- le tubazioni non dovranno essere a contatto con altri elementi rigidi (tubi, strutture, pareti, pavimento, ecc.);
- le tubazioni posizionate nei cavedi, e relativi accessori, non dovranno essere a contatto con le pareti del/i cavedio/i;
- gli attraversamenti in corrispondenza di solai dovranno essere realizzati esclusivamente con prodotti che garantiscano un collegamento elastico (ad esempio riempimento con lana di roccia e sigillatura resiliente o con materassino resiliente);
- corretta ventilazione della colonna di scarico;
- assenza, per quanto possibile, di deviazioni della condotta; in questi casi dovranno essere utilizzati gomiti a 45° e tratto/i di rallentamento da 250 mm, e non curve a 90°;
- il collegamento tra uno scarico verticale ed uno orizzontale sarà realizzato con una braga a 45° ed una curva a 45°.

5.1.2.5 Supporti, ancoraggi e intelaiature per tubazioni per usi generici (circuiti idronici, scarichi, ecc.)

I sistemi di supporto – ancoraggio delle tubazioni devono essere progettati nel dettaglio e costruttivamente dall'Appaltatore. Non saranno accettate soluzioni improvvisate.

Il dimensionamento deve essere effettuato in base a:

- carico statico delle tubazioni, valvole, raccordi, isolamento ed in genere di tutti i componenti sospesi;
- sollecitazioni dovute a sisma, test idrostatici, colpo d'ariete o intervento di valvole di

sicurezza;

- sollecitazioni derivanti da dilatazioni termiche.

In ogni caso l'Appaltatore deve sottoporre a preventivo benestare della Direzione Lavori i disegni costruttivi dei sistemi di supporto – ancoraggio e quelli dettaglianti posizione e spinte relative ai punti fissi.

La tipologia e la posizione dei supporti deve essere scelta in base a dimensione dei tubi, configurazione dei percorsi, presenza di carichi concentrati, strutture disponibili per l'ancoraggio, movimenti per dilatazione termica, possibili sollecitazioni sismiche, nonché alla esigenza di evitare trasmissione di rumore e/o vibrazioni alle strutture.

In relazione a quanto sopra, nonché in funzione di quanto necessario e/o prescritto, i sistemi di supporto ancoraggio potranno essere dei seguenti tipi:

- supporti a collare regolabile del tipo a cerniera con vite di trazione, con interposto fra collare e tubo uno strato di materiale isolante rigido o gomma di adeguato spessore, sia per consentire piccoli movimenti nei fori dei due elementi, che per evitare trasmissioni di vibrazioni, ed in fine (per tubazioni convoglianti fluidi freddi) per evitare sul collare formazione di condensa e/o gocciolamenti. Secondo quanto necessario e/o prescritto, i supporti potranno essere appesi a soffitto mediante barre filettate e tasselli ad espansione, opportunamente dimensionati (vedi tabella B), oppure fissati a profilati ad omega, ancorati alle strutture edili in maniera diretta o con sistemi di tipo modulare, costituiti da profilati ad omega (o simili) e staffaggi. Barre filettate, profilati ad omega e sistemi modulari saranno in acciaio zincato (collegati mediante bulloneria pure zincata);
- supporti a slitta (pattino), ammessi per tubi fino a DN80, o a rullo (diametri superiori): le tubazioni in acciaio nero ed in acciaio inossidabile in esercizio caldo e coibentate possono essere sostenute da spezzoni di profilati (normalmente a T, dello stesso materiale della tubazione, saldati lungo la generatrice inferiore della tubazione) di appoggio diretto alle mensole o ai rulli di scorrimento , di tipo approvato e scelti in relazione al carico; i profilati dovranno avere altezza maggiore dello spessore dell'isolamento termico. Per le tubazioni in esercizio caldo l'attraversamento dell'isolamento da parte del supporto a T deve essere realizzato in maniera tale da avere superfici rifinite e da evitare danneggiamenti dell'isolamento per movimenti di dilatazione termica della tubazione. Gli spezzoni di profilato devono avere lunghezza tale da assicurare un appoggio sicuro sull'eventuale rullo sottostante, sia a caldo che a freddo. L'attacco del rullo alla mensola porterà due appendici ad angolo che abbracceranno il profilato a T, impedendo spostamenti laterali e ribaltamenti del tubo, ove tali spostamenti

lateralmente non contrastino le dilatazioni termiche. Le tubazioni convoglianti fluidi freddi coibentate devono essere sostenute in maniera da evitare la formazione di condensa e gocciolamenti. Non è ammessa alcuna soluzione di continuità dell'isolamento e si dovranno prevedere gusci semicircolari in lamiera zincata, posti all'esterno della tubazione isolata (vedi tabella C) e sostenuti con profilati a T realizzati in maniera analoga a quanto precedentemente descritto, con le seguenti differenze: l'eventuale rullo di scorrimento rispetto al supporto sarà in PTFE e il profilato a T non sarà saldato al tubo, ma al semiguscio (sella) che, con un altro semiguscio abbraccerà il tubo già isolato (fissaggio con bulloni laterali zincati).

Il mensolame e gli staffaggi potranno essere di tipo modulare, prefabbricato con profilati in acciaio:

- zincato (collegati con bulloneria pure zincata) oppure costruiti con profilati in acciaio nero saldato;
- verniciato con due mani di antiruggine di tinta diversa.

Non saranno accettati sostegni di ferro piatto saldato al tubo o catene.

Inoltre i supporti – ancoraggi saranno progettati e realizzati anche per resistere a sollecitazioni sismiche.

Nel ribadire che i progetti di dettaglio – costruttivi dei sistemi di supporto – ancoraggio sono a carico dell'Appaltatore e dovranno essere sottoposti ad approvazione della Direzione Lavori, si forniscono comunque alcune indicazioni sugli accorgimenti antisismici da adottare:

- per tubazioni in acciaio fino a DN 25 o in rame fino a DN 20 all'interno di edifici: nessun accorgimento particolare;
- per tubazioni fino a DN 32 entro centrali e/o sottocentrali: nessun accorgimento particolare;
- negli altri casi: evitare che i supporti – ancoraggi siano fissati contemporaneamente a strutture diverse (solaio e parete); utilizzare per gli ancoraggi solo elementi strutturali dell'edificio; controventare sia longitudinalmente che lateralmente i supporti – ancoraggi.

In ogni caso i supporti dovranno essere realizzati in modo da consentire l'esatto posizionamento dei tubi in quota, le dilatazioni ed il bloccaggio in corrispondenza dei punti fissi, nonché per sopportarne il peso previsto; particolare cura dovrà essere posta nei supporti delle tubazioni d'acqua fredda e refrigerata, onde evitare condensa e gocciolamenti.

A titolo di esempio, per le tubazioni in acciaio (nero, zincato, inox) o in rame, i supporti saranno posti con una spaziatura non superiore a quella indicata nella tabella A; si dovrà inoltre prevedere un supporto a non più di 50 cm, da ogni cambio di direzione, se non espressamente indicato nei disegni o in altro capitolo del presente capitolato. Per le tubazioni rigide in plastica (PVC, PEAD, PP) la

spaziatura dovrà essere all'incirca la metà di quella indicata in tabella A.

Tutto il mensolame dovrà essere fissato alle strutture dell'edificio a mezzo di sistemi facilmente smontabili; gli staffaggi alle strutture in legno o in metallo saranno fissati con incravattature imbullonate; quelli alle strutture in murature mediante viti e tasselli ad espansione, o sistemi equivalenti, che dovranno comunque ricevere la preventiva approvazione della DL e/o EA .

Nessun ancoraggio sarà ammesso in posizione tale da poter provocare danni al fabbricato.

Tutte le parti di supporti e staffaggi in ferro nero saranno verniciate con due mani di antiruggine di tinta diversa.

Il costo dei supporti ed ancoraggi delle tubazioni dovrà essere compreso nel prezzo unitario del tubo in opera.

Nella tabella A è indicata la distanza massima ammessa tra i supporti per tubazioni in acciaio o in rame.

Nella tabella B sono riportate le dimensioni minime delle barre filettate di sostegno.

Nella tabella C sono riportate le dimensioni minime dei gusci.

TAB. A - DISTANZA MASSIMA AMMISSIBILE TRA I SUPPORTI – ANCORAGGI DELLE TUBAZIONI IN ACCIAIO O IN RAME

Diametro nominale tubazioni	Distanza orizzontale (m)	Distanza verticale (m)
fino a DN 20	1.5	1.6
fino a DN 40	2.0	2.4
fino a DN 65	2.5	3.0
fino a DN 80	3.0	4.5
fino a DN 125	4.2	5.7
superiore a DN 125	5.1	8.5

TAB. B - DIMENSIONI DEI TIRANTI FILETTATI

Diametro nominale della tubazione (DN)	Diametro barra filettata (mm)
fino a DN 65	10
da DN 65 a DN 100	12
da DN 125 a DN 200	16
da DN 250 a DN 300	20
da DN 350 a DN 400	24

Diametro nominale della tubazione (DN)	Diametro barra filettata (mm)
DN 450	30

TAB. C - DIMENSIONI MINIME DEI GUSCI DI SOSTEGNO PER TUBAZIONI FREDDHE COIBENTATE

Diametro nominale tubazioni	Lunghezza (mm)	Spessore (mm)
sino a DN 80	300	1.3
DN 100	300	1.6
DN 125	380	1.6
DN 150	450	1.6
DN 200	600	2

5.1.2.6 Giunti di dilatazione e antivibranti

Nelle distribuzioni e nel collegamento dei tubi metallici ai supporti ed ancoraggi si dovrà tenere conto delle dilatazioni e contrazioni delle tubazioni. Ove possibile, tali movimenti saranno assorbiti dalle curve e dal tracciato dei tubi, ed i supporti dovranno essere previsti in tal senso; sempre che non si vengano a creare spinte eccessive non compatibili con le strutture portanti o con le apparecchiature collegate. Ove necessario, saranno installati dei compensatori di dilatazione lineare, di tipo assiale o angolari, secondo le specifiche del progetto, plurilamellari in acciaio inox AISI 304, con estremità a saldare o flangiate per tubazioni in acciaio nero o inox e filettate o flangiate per tubazioni zincate (per i giunti a flangia la bulloneria dovrà essere esclusivamente in acciaio zincato).

Per il calcolo dell'allungamento delle tubazioni in acciaio, si dovrà considerare un valore di 0.012 mm per metro lineare e per grado centigrado di differenza fra temperatura del fluido e temperatura ambientale al momento dell'installazione. Per tubazioni di acqua calda è da considerare la massima temperatura (di mandata) anche per le tubazioni di ritorno.

Per tubazioni di acqua fredda e refrigerata, se richiesto, potranno essere usati compensatori in neoprene.

La pressione nominale dei compensatori non sarà mai inferiore a PN 10, e sarà comunque adeguata alle condizioni di temperatura e pressione del fluido. Per l'installazione saranno previsti opportuni punti fissi, guide e rulli di scorrimento delle tubazioni, il tutto compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni.

In corrispondenza degli attraversamenti di giunti strutturali (di dilatazione e/o antisismici) dell'edificio, le tubazioni saranno dotate di giunti elastici/flessibili, di pressione nominale (PN) adeguata, tali da consentire spostamenti indipendenti longitudinali e trasversali dei due tronchi di tubazione collegati.

Tali prescrizioni, valide per tutti i tipi di tubazioni (metalliche e non), assumono particolare valenza per motivi di sicurezza per le reti idriche antincendio e per quelle convoglianti gas, nel rispetto delle vigenti normative in materia.

I vari tipi di giunti e la posizione degli stessi dovranno essere sottoposti a preventiva approvazione della DL.

Tutte le tubazioni e i condotti collegati a macchine con elementi in movimento, e quindi sorgenti di vibrazioni, saranno corredati di giunti antivibranti in adeguata gomma sintetica, oppure, ove necessario, metallici a soffietto, ed in ogni caso aventi PN (pressione nominale) adeguata.

5.1.2.7 Installazione delle condotte – Attraversamento di strutture

Le tubazioni si svilupperanno senza gomiti o curve a piccolo raggio, né bruschi cambiamenti di sezione; saranno posate con spaziature sufficienti a consentire lo smontaggio nonché la facile esecuzione del rivestimento isolante e opportunamente sostenute con particolare riguardo ai punti di connessione con pompe, batterie, valvole, ecc. , in modo che il peso non gravi sugli organi di collegamento .

I diametri, i raccordi, le pendenze delle tubazioni in genere devono essere tali da garantire il libero deflusso dei fluidi in esse contenuti, senza dare luogo ad ostruzioni o comunque a depositi che possano, col tempo, comprometterne la funzione.

Nei punti alti delle distribuzioni a circuito chiuso saranno previsti sistemi di sfogo aria, costruiti da barilotti e da valvoline di sfiato e nei punti bassi di tutti i circuiti un sistema di scarico dell'acqua (con imbutino di raccolta acqua, il tutto con collegamento alla fognatura).

Quando le tubazioni passano attraverso i muri o pavimenti, saranno protette da manicotti in ferro nero dello spessore di 2 mm. fino alle superfici esterne, per permettere la dilatazione e l'assestamento, oppure con fasciatura di 5 cm di lana minerale certificata ed etichettata come “non cancerogena” ai sensi della legislazione vigente e guaina di protezione, per evitare rotture ai muri in conseguenza delle dilatazioni.

Gli spazi liberi attorno alle tubazioni attraversanti compartimentazioni antincendio dovranno essere chiusi con materiali tagliafuoco aventi resistenza al fuoco REI certificata pari a quella della struttura edile attraversata.

Per le tubazioni in materia plastica (polietilene, polipropilene o PVC) per fluidi in pressione o per scarichi, negli attraversamenti di strutture di compartimentazione antincendio saranno usati collari con funzione tagliafuoco, contenenti materiali espandenti che, in presenza di alta temperatura, si espandono e, sfruttando il rammollimento termico della tubazione, ne schiacceranno le pareti formando un vero e proprio tappo antifluo. Tali collari dovranno essere omologati - certificati REI

120 oppure 180, secondo quanto richiesto e/o necessario. I collari dovranno essere fissati alla struttura muraria con tasselli a pressione. I tubi saranno posti in opera senza svergolarli o sformarli e saranno a dovuta distanza dalle finestre, porte ed altre aperture.

Non sono permessi tagli eccessivi ed indebolimenti delle strutture onde facilitarne la posa in opera dei tubi.

Tutte le sbavature saranno eliminate dai tubi prima della posa in opera; dovrà anche essere effettuata accurata soffiatura in modo da eliminare all'interno qualsiasi ostruzione o deposito.

Lo stesso dicasi per aperture delle apparecchiature.

Tutti gli attraversamenti di pareti e pavimenti devono avvenire in manicotti in acciaio zincato, forniti dall'Appaltatore: essi devono essere installati e sigillati nei relativi fori prima della posa delle tubazioni.

Il diametro dei manicotti deve essere di 1 grandezza superiore a quella dei tubi passanti, oppure al loro isolamento. Le estremità devono sporgere dal filo esterno di pareti e solette di almeno 25 mm. I manicotti passanti attraverso le solette devono essere posati prima nel getto di calcestruzzo ed otturati in modo da impedire eventuali penetrazioni.

Lo spazio libero tra tubo e manicotto deve essere riempito con lana di roccia od altro materiale incombustibile; l'estremità deve essere sigillata con mastice non indurente.

Dovendosi fissare più manicotti, che debbano essere disposti affiancati, si userà un supporto comune, per mantenere lo scarto ed il parallelismo dei manicotti.

Nel caso di attraversamento dei giunti di dilatazione o dei giunti antisismici dell'edificio, si dovranno prevedere dei manicotti distinti da un lato e dall'altro del giunto, o comunque dei giunti flessibili con gioco sufficiente a compensare i possibili movimenti relativi.

Le tubazioni saranno infine dotate di fascette colorate per l'individuazione dei fluidi (da applicare sopra il coibente, ove previsto) e frecce indicatrici di flusso. Il tutto sarà compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni.

5.1.2.8 Protezioni e pulizia delle tubazioni

Tutte le tubazioni sia durante il trasporto che l'immagazzinamento in cantiere dovranno essere adeguatamente protette con teli di nylon ben fissati, o simili, contro l'azione degli agenti atmosferici e contro l'ingresso di sporcizia e/o corpi estranei al loro interno. Analogamente dovranno essere protetti contro l'azione degli agenti atmosferici tutti i materiali e i manufatti per supporti, mensolame, etc.

Per tubazioni e manufatti in acciaio nero, l'obbligatoria verniciatura antiruggine (con due mani di tinta diversa) dovrà avvenire previa sgrassatura e spazzolatura, così da togliere ogni traccia di

grasso e/o di ossidazione superficiale. Anche dopo la verniciatura i manufatti dovranno essere protetti contro l'azione degli agenti atmosferici e l'ingresso di sporcizia, fino al momento della posa in opera ed oltre al necessario. In ogni caso anche dopo la posa in opera l'interno delle tubazioni dovrà essere protetto contro l'ingresso di sporcizia o corpi estranei, usando tappi provvisori, fasciature o provvedimenti similari. Il mantenimento dell'integrità di tutte le protezioni deve essere continuamente garantito dall'Appaltatore ed è onere contrattuale a suo carico.

Tutte le apparecchiature verniciate, i manufatti, le tubazioni, ecc., la cui verniciatura sia stata intaccata prima della consegna dell'impianto, dovranno essere ritoccate o rifatte, con vernice c.s.d.

Il costo della sgrassatura, spazzolatura, verniciatura antiruggine e protezione di tubazioni o manufatti si intende compreso nel prezzo unitario della tubazione o del manufatto.

Le tubazioni sottoposte a prove di pressione idroniche saranno immediatamente ed accuratamente soffiate e vuotate da acqua residua. In ogni caso le reti idroniche, subito dalla messa in esercizio, dovranno essere accuratamente lavate, vuotate (fino a che non ne esca acqua pulita) e soffiate al loro interno, così da eliminare ogni traccia di residui di lavorazioni, sporcizia o corpi estranei che fossero penetrati, nonostante le protezioni; il tutto compreso nei prezzi contrattuali.

5.1.2.9 Identificazione delle tubazioni

All'interno delle centrali e delle sottocentrali e lungo tutti i percorsi delle tubazioni, queste saranno dotate di fascette colorate per l'individuazione del fluido convogliato e frecce indicatrici della direzione del flusso, il tutto compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni. Fascette e frecce saranno applicate sopra l'isolamento, ove presente. I colori saranno quelli della norma UNI 5364:1976.

In alternativa alle fascette colorate, potrà essere scritto il tipo di fluido (la scritta dovrà essere concordata con la Direzione Lavori). In ogni caso non sono ammesse scritte eseguite a mano (a pennarello o simile).

5.1.3 **Prove, controlli e certificazioni**

5.1.3.1 Controlli su saldature di tubazioni in acciaio

La committenza e/o la Direzione Lavori si riservano la facoltà di far eseguire per campioni, a propria cura e spese, controlli radiografici secondo le modalità UNI EN 1435:2004, sulle saldature e l'Appaltatore dovrà fornire, senza diritto ad alcun compenso particolare, tutta la necessaria assistenza. Quando fossero riscontrate saldature inaccettabili ai sensi della norma UNI EN 12517-1:2007 e UNI EN 12517-2:2009 per insufficiente penetrazione o eccessivo disallineamento dei lembi

o altri motivi, l'Appaltatore dovrà provvedere al loro rifacimento, accollandosi altresì l'onere ed i costi relativi al controllo radiografico di dette saldature inaccettabili.

5.1.3.2 Controlli su tubazioni per gas medicali e tecnici

L'Appaltatore dovrà fornire tutte le certificazioni necessarie a dimostrare la conformità alle norme UNI EN ISO 7396:2010 delle tubazioni installate.

In particolare potrà essere richiesta dalla DL la documentazione relativa alla prova non distruttiva "a correnti indotte" da eseguirsi secondo quanto previsto dalle Norme UNI EN 13348:2008 allo scopo di verificare eventuali discontinuità fisiche e strutturali nei tubi di rame e sue leghe.

5.1.3.3 Certificazioni

Tutte le tubazioni, come già esposto, saranno dotate di marcatura CE (con relativa certificazione e dichiarazione di conformità), in tutti quei casi in cui la legislazione vigente lo prevede; per i sistemi in pressione, questi saranno altresì corredati, ove richiesto e/o necessario, di certificazione PED; il tutto ai sensi della "Direttiva prodotti da costruzione" 89/106/CEE e/o della "Direttiva PED" 97/23/CE. In generale, tutte le tubazioni porteranno stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna il nome del produttore ed i dati riguardanti il materiale, il lotto e l'anno di produzione, il diametro e le norme UNI/EN di riferimento. La stampigliatura sarà ripetuta lungo le tubazioni ad intervalli regolari non superiori a 3 (tre) metri.

I dati tecnici delle tubazioni e la loro rispondenza alla normativa dovranno essere documentate dall'Appaltatore sulla base delle schede tecniche dei Costruttori, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti. Anche tali schede tecniche faranno parte della documentazione finale allegata ai disegni *as built*.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni delle tubazioni che propone di installare e fornire la relativa certificazione di conformità (marcatura CE) nonché dei sistemi di giunzione e di supporto - ancoraggio; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La DL si riserva la facoltà di non accettare tubazioni di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare tubazioni di costruzione asiatica o simile.

5.2 **Valvolame e componenti di linea**

5.2.1 **Caratteristiche tecniche generali**

5.2.1.1 Generalità

Tutte le valvole, i rubinetti, i filtri di linea, ecc. e componenti vari per le reti di distribuzione dei vari fluidi, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza (Direttiva PED 97/23/CE, norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), ecc., e l'eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, ecc.).

Nelle descrizioni che seguono non sono citate in dettaglio tutte le normative cui il valvolame / componenti vari per le reti di distribuzione dei vari fluidi, devono essere conformi, ma, sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che valvolame/componenti vari per le reti di distribuzione dei vari fluidi non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

Qualora il diametro nominale del valvolame sia espresso in millimetri, gli attacchi si intenderanno flangiati; con diametro nominale espresso in pollici, gli attacchi si intenderanno filettati.

Tutto il materiale flangiato sarà completo di controflange, bulloni e guarnizioni, compresi nel prezzo.

Tutto il materiale filettato sarà completo di accessori e materiali vari di consumo, compresi nel prezzo.

5.2.2 **Modalità di posa in opera**

5.2.2.1 Generalità

Il valvolame dovrà essere installato secondo le modalità e con la dotazione degli accessori qui di seguito precisate:

- quando il diametro delle valvole del componente utilizzato sia diverso da quello della tubazione o dell'attacco dell'apparecchiatura collegata, dovrà essere usato un tratto di raccordo di tubazione tronco-conico di conicità non superiore a 15°;

- il valvolame (o simile) flangiato verrà sempre fornito corredato di controflange, bulloni e guarnizioni; la bulloneria sarà generalmente, salvo specifiche indicazioni diverse, in acciaio zincato (inox per valvolame e/o tubazioni inox);
- il valvolame (o simile) di tipo “wafer”, cioè da montare fra flange, dovrà essere di tipo “LUG”, ovvero tale da poter smontare, una volta chiusa la valvola, il componente intercettato, sia a monte che a valle;
- dovrà essere accuratamente evitato e non sarà accettato che le tubazioni collegate alle valvole gravino con il proprio peso sulle valvole stesse, quindi le tubazioni in questione dovranno essere adeguatamente supportate in modo indipendente dal valvolame;
- in caso di possibilità di gocciolamenti sopra il valvolame di tubazioni coibentate (ad esempio montate all'aperto), le valvole dovranno avere il volantino o la leva di manovra posizionati in modo tale che in corrispondenza di essi non si infiltri acqua entro la coibentazione (ad esempio il montaggio potrà avvenire con la leva o il volantino posizionati lateralmente o, se ciò comporta problemi di manovrabilità, inferiormente);
- sui collettori le valvole dovranno essere installate in modo ordinato, con tutti gli assi di manovra allineati; lo stesso dicasi nel caso di valvole su una stessa macchina o su macchine eguali;
- le valvole servocomandate dovranno essere montate in posizione tale che non vi sia rischio di gocciolamenti sopra il servocomando o i collegamenti elettrici.

5.2.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutto il valvolame e componenti di linea durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà valvolame e componenti o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quel valvolame e quei componenti o loro parti che risultassero danneggiati, oppure a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

5.2.3 Prove, controlli e certificazioni

In generale, tutto il valvolame dovrà generalmente portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna il nome del produttore (marca) ed i dati riguardanti il diametro, il PN, e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, ecc. e/o le leggi (ove esistenti) di riferimento.

Per tutto il valvolame mancante della citata stampigliatura l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni di tipi di valvolame e componenti di linea che propone di installare; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare tutto il valvolame e componenti di linea, pur se già installati, chersultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla sostituzione con altri, conformi ed approvati, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Per tutto il valvolame che debba essere corredato di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "*as built*".

La DL si riserva la facoltà di non accettare valvolame (o altri componenti di linea) di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare valvolame di costruzione asiatica o simile.

5.3 Isolamenti termici e relative finiture

5.3.1 Caratteristiche tecniche generali

5.3.1.1 Generalità

Tutti gli isolamenti termici e le relative finiture saranno delle migliori marche esistenti sul mercato e dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- essere dotati di marcatura CE e corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità ai sensi della "Direttiva prodotti da costruzione 89/106/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di riferimento;
- essere adatti ad operare nelle condizioni di temperatura ed umidità previste in progetto;
- avere spessori non inferiori a quelli previsti in progetto e comunque, quando impiegati per fluidi caldi, non inferiori ai minimi fissati dalle normative vigenti sul contenimento dei consumi energetici;

- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.) nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza, di comportamento al fuoco e di tossicità dei fumi.

In ogni caso gli spessori sono relativi al solo materiale isolante.

Tutti i materiali ed i manufatti isolanti dovranno essere ininfiammabili (Classe Zero), o, al più, essere omologati su tutta la gamma con reazione al fuoco di classe 1 (documentata): non saranno ammessi materiali o manufatti con classe superiore ad 1. Lo stesso dicasi per le relative finiture esterne; gli isolanti fibrosi dovranno essere certificati ed etichettati come “non cancerogeni” ai sensi del D.M. 01/09/1998, della circolare n° 4 del 15/03/2000 e della successiva direttiva comunitaria 2009/2/CE. Tutti gli isolamenti dovranno essere eseguiti dopo il buon esito della prova idraulica e, per le tubazioni in acciaio nero, dopo che queste sono state verniciate con le due mani di antiruggine resistente alla temperatura d'esercizio (vedere paragrafi sulla verniciatura), in conformità alla norma UNI EN 14114:2006 e alle norme specifiche UNI EN, UNI EN ISO, NF, ecc., come riportato nelle singole voci degli elaborati di progetto; saranno realizzati a perfetta regola d'arte, senza lasciare scoperta alcuna parte di superfici calde o fredde. Particolare cura dovrà essere posta nell'isolamento di superfici fredde, che dovrà garantire la massima tenuta alla migrazione di vapore ed impedire nel modo più assoluto la formazione di condensazione sia sulla superficie del componente isolato che sulla superficie dell'isolamento che infine al suo interno. Non saranno accettati sistemi di ancoraggio-supporto di tubazioni e/o isolamenti che possono consentire formazione di condensa e/o gocciolamenti. Sarà in ogni caso rifiutato l'impiego di lana di vetro o di roccia per l'isolamento di tubazioni o altri componenti convoglianti acqua fredda o refrigerata.

5.3.1.2 Isolamento termico di tubazioni

Per le tubazioni, sono prescritti i seguenti isolamenti in funzione del tipo di fluido convogliato, della sua temperatura e degli ambienti attraversati:

TUBAZIONI ACQUA REFRIGERATA			
Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Diametro tubazioni	Spessore in mm
All'esterno	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata, impermeabilizzazione, finitura in lamierino di alluminio sigillato	sino a DN 40 da DN 50 in poi	32 50
Nelle centrali e in locali non riscaldati	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in PVC	sino a DN 40 da DN 50 in poi	32 50
Nei cavedi interni all'edificio e contropareti	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in lastre di PVC	sino a DN 40 da DN 50 in poi	25 32
Nei locali riscaldati in vista	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in lamierino di alluminio	sino a DN 32 da DN 40 in poi	13 25
Nei controsoffitti e nei carter a parete di locali riscaldati	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata	sino a DN 32 da DN 40 in poi	13 25
TUBAZIONI ACQUA CALDA O MISTE CALDA/REFRIGERATA			
Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Diametro tubazioni	Spessore in mm
All'esterno	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata, impermeabilizzazione, finitura in lamierino di alluminio sigillato	sino a DN 25 da DN 32 a DN 40 da DN 50 a DN 65 da DN 80 in poi	32 40 50 60
Nelle centrali e in locali non riscaldati	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in PVC	sino a DN 25 da DN 32 a DN 40 da DN 50 a DN 65 da DN 80 in poi	32 40 50 60

Nei cavedi interni all'edificio e contropareti	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in lastre di PVC	sino a DN 40 da DN 50 in poi	25 32
Nei locali riscaldati in vista	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in lamierino di alluminio	sino a DN 32 da DN 40 in poi	13 25
Nei controsoffitti e nei carter a parete di locali riscaldati	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata	sino a DN 32 da DN 40 in poi	13 25
TUBAZIONI CIRCUITO SOLARE			
Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Diametro tubazioni	Spessore in mm
All'esterno	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e surriscaldata, impermeabilizzazione, finitura in lamierino di alluminio sigillato	sino a DN 25 da DN 32 a DN 40 da DN 50 a DN 65 da DN 80 in poi	32 40 50 60
Nelle centrali e in locali non riscaldati	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e surriscaldata,; finitura in PVC	sino a DN 25 da DN 32 a DN 40 da DN 50 a DN 65 da DN 80 in poi	32 40 50 60

Si useranno i seguenti tipi di isolamento realizzati in conformità alle norme UNI EN ISO 8497:1999 e UNI EN 12086:1999:

- guaina (lastra per i diametri più elevati) di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa, a celle chiuse e con pellicola superficiale impermeabile conforme alla norma UNI EN 14304:2010, autoestinguente (classe1) adatta a temperature di esercizio comprese fra -60°C e +130°C, con conduttività termica non superiore a 0,040 W/mK a 40°C. Il fattore di resistenza alla diffusione del vapore dovrà essere almeno 2000 (da documentare). Il prodotto dovrà essere di tipo ecologico, ovvero non dovrà contenere CFC, HCFC, PVC o alogeni (cloro, fluoro, bromo). Il materiale sarà posto in opera incollato al tubo alle testate (per una lunghezza di almeno 50 mm) incollato lungo le giunzioni e sigillato lungo queste ultime con nastro adesivo (spessore circa 3 mm) in

neoprene oppure costituito da impasto di prodotti catramosi e sughero, posto in opera senza stiramenti e previa accurata pulitura delle superfici. Non è ammesso l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o P.V.C.). Sia il collante che il nastro dovranno essere della stessa casa produttrice dell'isolante. Non saranno accettati isolamenti nei quali il nastro di sigillatura tenda a sollevarsi o staccarsi. Se necessario, per raggiungere gli spessori richiesti, l'isolamento sarà in doppio strato, a giunti sfalsati.

- coppelle di polistirene estruso (polistirolo), conformi alla UNI EN 14307:2010, autoestinguente (classe 1), con conduttività termica non superiore a 0,035 W/mK a 40°C e densità non inferiore a 20 kg/mc; adatto a temperature di esercizio comprese fra -50°C e +100 °C. Le coppelle saranno poste in opera incollate lungo le giunzioni con apposito mastice bituminoso o simile e sigillate lungo le giunzioni stesse, all'esterno, mediante spalmatura dello stesso mastice. La barriera al vapore, ove richiesta (d'obbligo per acqua refrigerata o fredda), sarà eseguita con due mani abbondanti di vernice bituminosa (la seconda mano da dare dopo che la prima sia ben asciugata e comunque a distanza non inferiore a 24 ore) e benda mussolona;
- coppelle di poliuretano espanso autoestinguente (classe1), conformi alla UNI EN 14308:2010, con conduttività termica non superiore a 0,032 W/mK a 40°C e densità non inferiore a 30-32 kg/mc, adatto a temperature di esercizio fra -50°C e +130°C. Le coppelle saranno poste in opera incollate lungo le giunzioni con apposito mastice bituminoso o simile e sigillate lungo le giunzioni stesse, all'esterno, mediante spalmatura dello stesso mastice. La barriera al vapore, ove richiesta (d'obbligo per acqua refrigerata o fredda), sarà eseguita con due mani abbondanti di vernice bituminosa (la seconda mano da dare dopo che la prima sia ben asciugata e comunque a distanza non inferiore a 24 ore) e benda mussolona. Il poliuretano dovrà essere a cellule chiuse, esente da CFC, HCFC, PVC e alogeni;
- Coppelle in materiale isolante a base di gomma sintetica EPDM in conformità EN 14304, con conduttività termica non superiore a 0,042 W/mK a 40°C, adatto a temperature di esercizio fra -50°C e +150°C, resistente ai raggi UV. Le coppelle saranno poste in opera incollate lungo le giunzioni con apposito mastice bituminoso o simile e sigillate lungo le giunzioni stesse, all'esterno, mediante spalmatura dello stesso mastice;
- isolamento termoacustico per tubazioni di scarico costituito da una lastra a tre strati, composta da:
 - * strato esterno di spessore non inferiore a 2 mm, in materia sintetica con funzione di barriera al vapore;

- * strato intermedio realizzato con una lamina di piombo;
- * strato interno in schiuma morbida a celle aperte (polietilene espanso o similare).
- L'isolamento sarà avvolto sulle tubazioni per impianti di scarico acque reflue, fissato mediante sovrapposizione dei lembi per almeno 2 cm e successiva nastratura con benda telata o apposito nastro adesivo, compresi tutti i giunti e utilizzando apposite sagome qualora fosse necessario. Caratteristiche tecniche: peso non inferiore a 4.5 kg/mq.

5.3.1.3 Isolamento di pompe, valvole, dilatatori, filtri, ecc.

Salvo specifiche indicazioni diverse, lungo tutte le tubazioni isolate (convoglianti tanto fluidi caldi, quanto freddi o refrigerati) saranno coibentati anche il valvolame, compensatori, giunti, filtri ad Y, ecc. . In particolare saranno isolati anche tutti i corpi pompa ed i circolatori convoglianti fluidi caldi o refrigerati, ad eccezione dei soli circolatori convoglianti acqua calda a temperatura inferiore a 90 °C. Il materiale isolante e lo spessore, in linea di massima, dovrà essere lo stesso delle rispettive tubazioni.

Particolare cura ed attenzione dovranno essere poste sull'isolamento dei componenti convoglianti acqua refrigerata.

- gusci prestampati, costituiti dallo stesso materiale isolante delle tubazioni, ovvero gusci in caucciù o neoprene espanso conforme alla norma UNI EN 14304:2010;
- isolamento in nastro di caucciù o neoprene espanso conforme alla norma UNI EN 14304:2010 per valvolame (o simili), autoadesivo, dello spessore di circa 3 mm; avvolto in più strati, fino ad ottenere uno spessore totale di almeno 15 mm;
- nastro avvolto su valvolame (o simili) realizzato con impasto di prodotto bituminoso e graniglia di sughero, avvolto in più strati.

Non sarà ammesso, per l'isolamento di componenti convoglianti acqua refrigerata, l'impiego di lana di vetro o di roccia.

Come alternativa e a pari prezzo, la DL si riserverà di accettare o meno (a proprio insindacabile giudizio) per l'isolamento di componenti per acqua refrigerata, l'impiego di poliuretano schiumato in loco entro gusci di alluminio, previa oliatura della superficie interna degli stessi (perché il poliuretano non s'incolli).

Per le modalità di posa in opera dei suddetti isolamenti si rimanda al relativo paragrafo.

5.3.1.4 Isolamento di serbatoi, scambiatori, ecc.

Si useranno, a seconda di quanto richiesto e/o specificato negli elaborati di progetto:

- materassino di lana di vetro certificata ed etichettata come “non cancerogena” secondo

la legislazione vigente, in classe max 0-1, ad alta densità (almeno 25 kg/mc), di spessore non inferiore a 30 mm e comunque conforme a quanto richiesto e/o necessario, posto in opera a regola d'arte, con cartone ondulato e rete zincata. Questo tipo di isolamento sarà ammesso solo per serbatoi contenenti fluidi "caldi" (non freddi o refrigerati);

- lastra di caucciù sintetico (ovvero neoprene) espanso conforme alla norma UNI EN 14304:2010, come già descritto in precedenza (eventualmente in più strati, fino allo spessore richiesto) posto in opera con le stesse modalità.

In alternativa, la DL si riserva di accettare (a pari prezzo di isolamento + finitura) un isolamento fornito all'origine dal costruttore del serbatoio o scambiatore, eseguito con lastra di poliuretano morbido di spessore non inferiore a 30 mm a cellule chiuse o materiale equivalente, finito esternamente con guaina in Sky o vinilpelle, chiuso con cerniere lampo o sistemi analoghi che ne consentano lo smontaggio.

In ogni caso per componenti destinati ad acqua refrigerata, l'isolamento dovrà garantire una adeguata barriera al vapore e non è ammesso l'impiego di lana di vetro o di roccia.

Nell'isolamento di serbatoi o scambiatori di calore dovranno essere lasciate visibili o comunque individuabili ed agibili le targhe con le caratteristiche tecniche degli apparecchi.

Per le modalità di posa in opera dei suddetti isolamenti si rimanda al relativo paragrafo.

5.3.1.5 Finitura degli isolamenti

Nelle zone con installazione degli impianti a vista (tubazioni, canalizzazioni, serbatoi, scambiatori, valvole etc.) è prevista generalmente (salvo specifiche indicazioni diverse) la finitura degli isolamenti termici mediante rivestimento in lamierino metallico o guaina semirigida in P.V.C. .

- rivestimento esterno in lamierino metallico (di alluminio, oppure acciaio zincato o preverniciato, oppure acciaio inox secondo quanto richiesto e/o specificato negli elaborati di progetto) di spessore minimo 0,6 mm, eseguito a tratti calandrati (cilindrici per tubazioni e canali circolari) tagliati e ricordati lungo una generatrice;
- rivestimento con guaina di materiale plastico (P.V.C.), sigillato lungo le giunzioni con apposito collante o nastro adesivo fornito dalla stessa casa costruttrice (oppure con il bordo da sovrapporre, già adesivo all'origine). Il materiale dovrà essere omologato in classe 1 di resistenza al fuoco (da documentare);
- guaina di PVC non plastificato, di spessore minimo 3/10 mm, realizzato a tratti cilindrici tagliati lungo una generatrice. Il fissaggio lungo la generatrice, avverrà previa sovrapposizione del giunto, mediante rivetti in materiale intaccabile agli agenti atmosferici. La giunzione fra i tratti cilindrici sarà ottenuta per sovrapposizione e

rivettatura degli stessi. Le testate delle tubazioni saranno finite con collarini in lamierino di alluminio,

- verniciatura esterna, utilizzabile solo nel caso di componenti isolati con guaina o lastra di caucciù/neoprene, eseguita con due mani di apposita vernice (tinta a scelta della DL) esclusivamente fornita, o quanto meno, di tipo indicato dal fornitore dell'isolante.
- la vernice dovrà comunque essere di tipo elastico, come il sottostante materiale isolante, per evitare screpolature ed essere di tipo resistente agli agenti atmosferici specialmente ai raggi UV .

5.3.2 Modalità di posa in opera

5.3.2.1 Generalità

Per gli isolamenti e le finiture descritti in precedenza le modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Nel presente capitolo vengono riportate, oltre ad alcune prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera di tipi di isolamento termico e relative finiture che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

5.3.2.2 Modalità di posa in opera per l'isolamento di pompe, valvole, dilatatori, filtri, ecc.

Nel caso di impiego di gusci isolanti prestampati per apparecchiature e valvolame convoglianti acqua refrigerata, gli stessi dovranno essere accuratamente incollati lungo le giunzioni e (salvo che per i gusci in caucciù o neoprene espanso) trattati con barriera al vapore esterna, eseguita nello stesso modo che per l'isolamento delle tubazioni.

Qualora fosse utilizzato nastro di caucciù o neoprene espanso oppure nastro costituito da impasto di prodotto bituminoso e graniglia di sughero, lo stesso dovrà essere posto in opera dopo aver ben pulito le superfici del componente, senza stirarlo ed avvolgendolo in più strati, fino a raggiungere uno spessore di almeno 15 mm.

L'isolamento di valvolame, filtri, ecc., dovrà, in ogni caso, essere realizzato ovunque sussistano pericoli di condensa (acqua fredda e/o refrigerata) e nel caso di apparecchiature soggette a pioggia o a gocciolamenti, ed in modo tale da essere assolutamente stagno, impermeabile all'acqua ed al vapore, ricorrendo esclusivamente all'uso di sigillanti siliconici o poliuretanici in tutti i punti ove ciò sia necessario.

Si rammenta che l'isolamento termico di compensatori o giunti (ove presenti) dovrà consentire gli spostamenti dei compensatori o giunti stessi.

5.3.2.3 Modalità di posa in opera per la finitura degli isolamenti

5.3.2.3.1 Generalità

La finitura esterna (ove prevista) degli impianti a vista (tubazioni, canalizzazioni, serbatoi, scambiatori, valvolame ecc.) sarà realizzata a perfetta regola d'arte ed in modo da poter essere facilmente smontata senza distruggerla.

In ogni caso finitura degli isolamenti delle tubazioni, apparecchiature e del valvolame suddetto, dovrà essere realizzata ovunque sussistano pericoli di condensa (acqua fredda e/o refrigerata) e nel caso di apparecchiature soggette a pioggia o a gocciolamenti, in modo da essere assolutamente stagna, impermeabile all'acqua ed al vapore, ricorrendo esclusivamente all'uso di sigillanti siliconici o poliuretanici in tutti i punti ove ciò sia necessario.

Nel caso di componenti posti all'esterno, le giunzioni delle finiture dovranno essere eseguite e poste in posizioni tali da non facilitare l'infiltrazione di acqua di pioggia (ad esempio, per tubazioni orizzontali, le giunzioni longitudinali della finitura saranno tutte poste lungo la generatrice inferiore). Si rammenta che la finitura esterna (ove vi sia) dovrà consentire gli spostamenti degli eventuali compensatori di dilatazione o giunti.

5.3.2.3.2 Finitura in lamierino metallico

Per i rivestimenti esterni in lamierino metallico il fissaggio, lungo la generatrice, avverrà previa ribordatura, sigillatura con silicone o simili e sovrapposizione del giunto, mediante viti autofilettanti in acciaio inox o altro equivalente materiale inattaccabile dagli agenti atmosferici. La giunzione fra i tratti cilindrici avverrà per sola sovrapposizione e ribordatura dei giunti, previa accurata sigillatura con silicone o simile. I pezzi speciali, quali curve, T, etc. saranno pure in lamierino, eventualmente realizzati a settori. Anche per i serbatoi, scambiatori etc. il lamierino potrà essere a settori, fissati con viti autofilettanti - rivetti (almeno per quanto riguarda i fondi). In ogni caso tutte le giunzioni dovranno essere accuratamente sigillate. Per il valvolame, filtri e simili si useranno gusci stampati/calandrati, fissati ed apribili con clips.

5.3.2.3.3 Finitura con guaina in plastica

Il rivestimento con guaina di materiale plastico (P.V.C.) sarà sigillato lungo le giunzioni con apposito collante o nastro adesivo fornito dalla stessa casa costruttrice (oppure con il bordo da sovrapporre, già adesivo all'origine). Tutte le curve, Tee, ecc., saranno rivestite con i pezzi speciali (gusci) già disponibili in commercio, posti in opera con le stesse modalità. I pezzi racchiudenti dilatatori, giunti, valvolame o simili dovranno essere smontabili facilmente, senza danneggiarli.

Nelle testate saranno usati collarini di alluminio, perfettamente sigillati.

In ogni caso particolare cura dovrà essere posta nella sigillatura dei giunti nel caso di tubazioni, canalizzazioni o serbatoi posti all'esterno, per evitare infiltrazioni d'acqua.

5.3.2.3.4 Verniciatura esterna dell'isolamento

La verniciatura di componenti isolati con guaina/lastra di caucciù/neoprene avverrà previa pulizia preliminare della superficie esterna che elimini ogni eventuale traccia di sporco, unto o polvere.

5.3.2.4 Protezione e pulizia dei materiali

Isolamenti termici a vista e/o finiture degli isolamenti stessi sia durante la loro giacenza in cantiere prima della posa in opera, che dopo l'installazione dovranno essere protetti contro l'insudiciamento ed i possibili danni dovuti alle operazioni di cantiere e agli agenti atmosferici mediante l'impiego di teli di nylon adeguatamente posizionati e fissati. Tali protezioni potranno essere tolte solo in occasione di prove e collaudi (per essere poi ripristinati) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione lavori non accetterà materiali insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quei materiali che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale del materiale (dovuta a tale inadeguata conservazione).

5.3.2.5 Identificazione dei circuiti

Come citato nell'apposito paragrafo sull'identificazione delle tubazioni, all'interno delle centrali e delle sottocentrali e lungo tutti i percorsi delle tubazioni, queste saranno dotate di fascette colorate per l'individuazione del fluido convogliato e frecce indicatrici della direzione del flusso, lunghe 30 cm, e poste ogni 10 m, il tutto compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni e/o dell'isolamento/finitura. Fascette e frecce saranno naturalmente applicate sopra l'isolamento, ove presente. I colori saranno quelli della norma UNI 5364:1976.

In alternativa alle fascette colorate, potrà essere scritto il tipo di fluido (la scritta dovrà essere concordata con la Direzione Lavori). In ogni caso non sono ammesse scritte eseguite a mano (a pennarello o simile).

5.3.3 Prove, controlli e certificazioni

In generale, ove fisicamente possibile, tutti gli isolamenti dovranno generalmente portare stampigliati

(in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna il marchio CE il nome del produttore ed i dati riguardanti il materiale, il lotto e l'anno di produzione, il diametro e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, ecc. e/o le leggi (ove esistenti) di riferimento. La stampigliatura sarà ripetuta ad intervalli regolari non superiori a 3 (tre) metri. Anche gli imballi saranno regolarmente etichettati e marcati CE. Per gli isolamenti mancanti della citata stampigliatura l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni CE, le dichiarazioni di conformità, le certificazioni di prova ed eventuali omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, ad eseguire campionature dei tipi e sistemi di isolamento e fornire la certificazione di conformità del materiale impiegato ai campioni omologati; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non eseguiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare tutti quegli isolamenti, pur se già installati, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati o che, comunque (anche se conformi a campioni approvati), non siano eseguiti secondo contratto o secondo le buone regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla sostituzione con altri, conformi ed approvati, ed al loro completo rifacimento nel modo corretto, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Gli spessori si intenderanno e saranno sempre misurati in opera e si rifaranno al solo materiale isolante, esclusa finitura.

Le conduttività termiche dovranno essere sempre documentate da certificati di Istituti autorizzati, e valutate (salvo specifiche indicazioni diverse) a 40°C.

Qualora la conduttività termica dei materiali impiegati sia diversa da quella necessaria per gli spessori di Legge, sarà onere e cura dell'Appaltatore adeguare gli spessori a proprie spese, senza aumento di prezzo alcuno.

E' obbligo dell'Appaltatore proteggere da danneggiamenti di qualsiasi tipo gli isolamenti già posti in opera (ad esempio per tubazioni a pavimento) in quanto non saranno accettati rappezzi o simili. Quindi l'Appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti del caso (protezioni con teli di nylon, oppure con tavolati provvisori, o con malta a seconda dei casi).

5.4 **Apparecchi di scambio termico e simili**

5.4.1 **Caratteristiche tecniche generali**

Tutti gli apparecchi di scambio termico e simili saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredate della relativa dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della “Direttiva Macchine” 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva PED 97/23/CE, Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva Macchine 2006/42/CE, D.Lgs. 81/2008; norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.); ecc.);
- essere corredate di targa metallica, con stampigliati in maniera chiara ed indelebile il nome del costruttore, l'anno di costruzione e tutte le sue caratteristiche principali (ad esempio per le macchine frigorifere: potenza, fluido frigorifero, kg di carica, ecc.).

In particolare gli apparecchi destinati ad acqua per consumo umano dovranno rispondere alle relative disposizioni di legge, quindi il D.M. 21/03/1973 ed il D.P.R. 777/82, con i successivi aggiornamenti e modifiche, il D.Lgs. 108/92, ecc. .

Nelle descrizioni che seguono non sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti devono essere conformi, ma, sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta degli apparecchi dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- efficienza energetica, nel senso di dimensionamento ampio (che assicuri elevate superfici di scambio e basse perdite di carico) e, ove necessario, di buon isolamento termico;
- silenziosità di funzionamento, per quegli apparecchi che potessero generare rumore;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

Le principali norme di prodotto applicabili sono la UNI EN 247:2001 per la terminologia, la UNI EN 305:1999 per i metodi di prova, la UNI EN 306:2001 per i metodi di misurazione dei parametri, la UNI EN 307:2000 per l'installazione, la UNI EN 308:1998 per i recuperatori di calore.

Ogni apparecchio dovrà essere dotato di una targa metallica con riportati in modo chiaro ed

indelebile (non è ammesso l'uso di pennarelli) il nome del costruttore, l'anno di fabbricazione e tutte le caratteristiche principali (portata, temperatura, potenza o simili).

In relazione a quanto previsto negli elaborati di progetto, saranno usati i tipi di apparecchi di seguito elencati:

5.4.2 Modalità di posa in opera

5.4.2.1 Generalità

Tutti gli apparecchi dovranno essere installati osservando tutte le indicazioni del progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la manutenzione ordinaria e straordinaria. Gli apparecchi dovranno essere fissati alle strutture edili di sostegno in maniera stabile (non semplicemente appoggiati), in modo da resistere anche alle sollecitazioni sismiche, senza subire ribaltamenti o spostamenti orizzontali in qualsiasi direzione sotto l'azione del sisma.

Per molte delle apparecchiature descritte in precedenza alcune modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

Le tubazioni collegate agli apparecchi non dovranno gravare con il loro peso sugli apparecchi stessi e/o sui loro attacchi flangiate o filettati; i collegamenti dovranno essere eseguiti in modo tale da poter essere facilmente smontati per la manutenzione dei vari componenti. A tal fine, le tubazioni non dovranno essere installate in modo da ostacolare la manutenzione e/o lo smontaggio dell'apparecchio e/o di parti di esso.

Qualora i diametri degli attacchi idronici sull'apparecchio siano diversi da quelli delle tubazioni in arrivo – partenza, saranno interposti dei tratti di tubazioni tronco-conici con angolo di conicità non superiore a 15° (filettati o flangiati), di raccordo fra attacchi e tubazioni o valvolame.

5.4.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti gli apparecchi o loro parti durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale e/o con l'impiego di teli di nylon accuratamente posizionati e fissati, così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa

pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quegli apparecchi o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

5.4.3 Prove, controlli e certificazioni

Ogni apparecchio, ove prescritto dalla legislazione vigente, sarà dotato di marcatura CE, con la relativa certificazione di conformità redatta e rilasciata dal costruttore.

Le prestazioni degli apparecchi dovranno essere documentate dall'Appaltatore con le schede tecniche del costruttore o, preferibilmente con certificazioni di un laboratorio o Ente riconosciuto, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti.

Oltre a ciò, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere all'Appaltatore che uno o più apparecchi particolarmente importanti vengano collaudati in fabbrica in modo conforme alle normative già citate, alla presenza della stessa Direzione Lavori. Il rapporto del collaudo sarà poi consegnato alla Direzione Lavori.

Nulla sarà dovuto all'installatore per l'esecuzione di tali verifiche, che devono essere considerate onere contrattuale.

Infine la Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire o far eseguire all'Appaltatore tutte le prove, le verifiche ed i controlli che riterrà opportuni su apparecchi particolarmente importanti già giunti in cantiere ed eventualmente anche installati: l'Appaltatore dovrà approvvisionare tutta la strumentazione ed il personale tecnico necessari, il tutto sempre a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente. Naturalmente, qualora le prove, verifiche e controlli dessero risultati non conformi alle prescrizioni di progetto/contratto, l'Appaltatore è tenuto (sempre a propria cura e spese e senza alcun onere per la Committente) a porre in essere tutti gli interventi necessari a ricondurre i risultati a conformità delle citate prescrizioni.

5.5 Pannelli solari

5.5.1 Caratteristiche tecniche generali

Sarà realizzato un campo solare termico da circa 55m2 complessivi, con impiego di pannelli solari di tipo piano aventi le seguenti caratteristiche:

- essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredate della relativa dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della "Direttiva Macchine" 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di

recepimento;

- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva PED 97/23/CE, Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva Macchine 2006/42/CE, D.Lgs. 81/2008; norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.); ecc.);

Inoltre i pannelli dovranno rispettare le seguenti caratteristiche tecniche

- Collettore piano vetrato ad elevate prestazioni, con struttura a vasca in alluminio nervata, vetro solare temprato a basso tenore di ferro spessore minimo 3,2 mm, assorbitore in Alluminio spessore 0,4 mm con rivestimento altamente selettivo, circuitazione a meandro con tubo in rame Ø 8 x 0,4 mm e tubi di testa Ø 18 x 0,7 mm, 4 attacchi. Valori indicativi di superficie lorda/apertura/assorbitore: 2,57/2,26/2,30 mq; dimensioni indicative 1240 x 2079 x 95 mm; Peso indicativo 38 kg; Contenuto d'acqua indicativo 1,45 l; Coefficiente di assorbimento minimo 95 +/- 1%; Coefficiente di emissione minimo 5 +/- 2%; Coibentazione termica della vasca realizzata con : 50 mm in lana minerale; Pressione di esercizio 10 bar.

5.5.2 Modalità di posa in opera

I pannelli solari dovranno essere installati seguendo tutti gli accorgimenti necessari nel rispetto della buona regola dell'arte e della cogente normativa specifica, nel rispetto delle indicazioni fornite dal produttore.

Il campo solare sarà realizzato su una superficie piana: è necessario prevedere idoneo sistema di supporto e fissaggio dei pannelli. Il sistema sarà costituito da profilati di alluminio precostruito, fornito dallo stesso costruttore dei pannelli e specifico per tali installazioni. Il fissaggio alla superficie di posa, sarà realizzato con sistema di ancoraggio costituito da piastre metalliche accoppiate mediante dadi e bulloni. Il sistema e la struttura dovrà essere in grado di rispettare le sollecitazioni di carico di progetto ed in particolare sono previsti un carico neve pari a 141kg/m², un carico vento pari a 136kg/m².

L'accoppiamento tra i pannelli e il collegamento alle tubazioni costituenti il circuito, dovrà avvenire mediante impiego di appositi kit, forniti dal produttore del sistema solare, costituiti da raccordi a

compressione / filettati. Particolare attenzione occorre porre nell'evitare la formazione di coppie galvaniche. Per il tratto terminale di collegamento dei circuiti di distribuzione con i pannelli, potranno utilizzarsi idonee tubazioni flessibili specifiche per l'impiego in circuiti solari.

Il caricamento dell'impianto solare dovrà essere realizzato da personale tecnico abilitato dalla casa produttrice, che dovrà rilasciare documento di avvenuta messa in funzione, riportante il quantitativo di glicole impiegato. L'operazione di caricamento dovrà essere realizzata con i pannelli freddi, per contenere la sollecitazione termica: pertanto dovrà avvenire nelle prime ore del mattino in orario da concordare con la D.L.

5.5.3 Prove, controlli e certificazioni

Ogni apparecchio, ove prescritto dalla legislazione vigente, sarà dotato di marcatura CE, con la relativa certificazione di conformità redatta e rilasciata dal costruttore.

Le prestazioni degli apparecchi dovranno essere documentate dall'Appaltatore con le schede tecniche del costruttore o, preferibilmente con certificazioni di un laboratorio o Ente riconosciuto, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire o far eseguire all'Appaltatore tutte le prove, le verifiche ed i controlli che riterrà opportuni su apparecchi particolarmente importanti già giunti in cantiere ed eventualmente anche installati: l'Appaltatore dovrà approvvigionare tutta la strumentazione ed il personale tecnico necessari, il tutto sempre a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente. Naturalmente, qualora le prove, verifiche e controlli dessero risultati non conformi alle prescrizioni di progetto/contratto, l'Appaltatore è tenuto (sempre a propria cura e spese e senza alcun onere per la Committente) a porre in essere tutti gli interventi necessari a ricondurre i risultati a conformità delle citate prescrizioni.

5.6 Serbatoi di accumulo bivalenti

5.6.1 Caratteristiche tecniche generali

Per l'accumulo e la produzione di acqua calda sanitaria, sono previsti n°2 serbatoi con doppio serpentino di capacità pari a 2.000Litri ciascuno. Le caratteristiche richieste sono:

- essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredate della relativa dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della "Direttiva Macchine" 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;

- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva PED 97/23/CE, Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva Macchine 2006/42/CE, D.Lgs. 81/2008; norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.); ecc.);

I serbatoi saranno realizzati in acciaio inox AISI 316 con trattamento protettivo interno di decappaggio e passivazione. Saranno dotati di attacchi idrici filettati in numero adeguato al progetto impiantistico. Saranno inoltre dotati di anodo sacrificale al magnesio per la protezione dalle correnti galvaniche. Il serbatoio dovrà essere fornito coibentato con rivestimento di poliuretano flessibile ad alta densità di spessore minimo pari a 100mm, con ricoprimento realizzato con guaina di PVC.

I serbatoi sono dotati di n.2 scambiatori di calore del tipo a serpentino fisso:

- Scambiatore di servizio – superficie di scambio $\geq 4,8\text{m}^2$.
- Scambiatore di back up – superficie di scambio $\geq 2\text{m}^2$.

5.6.2 Modalità di posa in opera

I Serbatoi dovranno essere posizionati su una superficie piana e capace di sostenere il peso del prodotto stesso e del suo contenuto.

Eseguire i collegamenti alle tubazioni di mandata e ritorno degli impianti in modo che questi:

- non gravino con il loro peso sul prodotto stesso;
- consentano l'accesso e lo smontaggio degli eventuali accessori, della valvola di sicurezza ecc.

È necessario prevedere il montaggio di una valvola di sicurezza con pressione di intervento non superiore ai 6 bar, conforme alla Direttiva 97/23/CE e con orificio di diametro adeguato.

La pressione massima di esercizio dei bollitori è 6 bar. È altresì necessario dotare l'impianto o il serbatoio di vasi ad espansione conformi alla Direttiva 97/23/CE, con pressione massima d'esercizio non inferiore a 6 bar e di capacità adeguata al volume ed alle temperature dell'impianto, al fine di proteggere lo stesso da eventuali sovrappressioni.

I collegamenti elettrici devono essere realizzati da personale abilitato e nel rispetto delle norme vigenti.

Prevedere la possibilità di eseguire lo scarico del serbatoio, senza mettere lo stesso in depressione..

5.6.3 Prove, controlli e certificazioni

Ogni apparecchio, ove prescritto dalla legislazione vigente, sarà dotato di marcatura CE, con la relativa certificazione di conformità redatta e rilasciata dal costruttore.

Le prestazioni degli apparecchi dovranno essere documentate dall'Appaltatore con le schede tecniche del costruttore o, preferibilmente con certificazioni di un laboratorio o Ente riconosciuto, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire o far eseguire all'Appaltatore tutte le prove, le verifiche ed i controlli che riterrà opportuni su apparecchi particolarmente importanti già giunti in cantiere ed eventualmente anche installati: l'Appaltatore dovrà approvvigionare tutta la strumentazione ed il personale tecnico necessari, il tutto sempre a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente. Naturalmente, qualora le prove, verifiche e controlli dessero risultati non conformi alle prescrizioni di progetto/contratto, l'Appaltatore è tenuto (sempre a propria cura e spese e senza alcun onere per la Committente) a porre in essere tutti gli interventi necessari a ricondurre i risultati a conformità delle citate prescrizioni.

5.7 Gruppo solare di regolazione

5.7.1 Caratteristiche tecniche generali

Si prevede l'impiego di una stazione solare completa di centralina di regolazione e circolatore. Tutti i componenti della stazione dovranno:

- essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredate della relativa dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della "Direttiva Macchine" 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva PED 97/23/CE, Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva Macchine 2006/42/CE, D.Lgs. 81/2008; norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.); ecc.);

La stazione solare preassemblata sarà completa di:

- Centralina di regolazione con configurazioni d'impianto precaricate e, presettate con display grafico, con scheda di comunicazione con interfaccia M-Bus
- Circolatore solare elettronico per portata 3.000lt/h e prevalenza pari a 10,5m.c.a.
- Regolatore di flusso con scala 20-70l/min
- Gruppo di sicurezza compatto con valvola di sicurezza, manometro e attacco flessibile per vaso di espansione
- Attacco per carico/scarico/lavaggio impianto
- Valvole di intercettazione a sfera con termometro integrato
- Guscio di isolamento di protezione della centralina
- Guscio di isolamento della stazione in EPP
- Staffe di supporto a parete

La dotazione sarà inoltre completata con la fornitura delle necessarie sonde di temperatura per la gestione dell'impianto solare e in particolare di:

- N°2 Sonde bollitori con guaina
- N°1 Sonda pannelli

5.7.2 Modalità di posa in opera

La stazione solare dovrà essere installata seguendo tutti gli accorgimenti necessari nel rispetto della buona regola dell'arte e della cogente normativa specifica, nel rispetto delle indicazioni fornite dal produttore.

La stazione dovrà essere fissata a parete con impiego dell'apposita staffa di supporto, avendo cura che non gravino su di essa altri pesi dovuti al collegamento agli impianti.

I collegamenti all'impianto termofluidico dovrà essere realizzato con raccordi idonei alla tipologia dei materiali impiegati, avendo particolare cura nella scelta degli stessi, evitando la formazione di coppie galvaniche.

I collegamenti elettrici di alimentazione e controllo dovranno essere realizzati nel rispetto della normativa vigente, seguendo le indicazioni riportate nel presente disciplinare per quanto concerne gli impianti elettrici. Eseguire i collegamenti alle tubazioni di mandata e ritorno degli impianti in modo che questi:

- non gravino con il loro peso sul prodotto stesso;
- consentano l'accesso e lo smontaggio degli eventuali accessori, della valvola di sicurezza ecc.

La centralina di regolazione dovrà essere programmata da tecnico abilitato dalla casa produttrice

del sistema, e dovrà essere rilasciato report di messa in funzione riportante i valori registrati dei parametri funzionali.

5.7.3 Prove, controlli e certificazioni

Ogni apparecchio, ove prescritto dalla legislazione vigente, sarà dotato di marcatura CE, con la relativa certificazione di conformità redatta e rilasciata dal costruttore.

Le prestazioni degli apparecchi dovranno essere documentate dall'Appaltatore con le schede tecniche del costruttore o, preferibilmente con certificazioni di un laboratorio o Ente riconosciuto, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire o far eseguire all'Appaltatore tutte le prove, le verifiche ed i controlli che riterrà opportuni su apparecchi particolarmente importanti già giunti in cantiere ed eventualmente anche installati: l'Appaltatore dovrà approvvigionare tutta la strumentazione ed il personale tecnico necessari, il tutto sempre a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente. Naturalmente, qualora le prove, verifiche e controlli dessero risultati non conformi alle prescrizioni di progetto/contratto, l'Appaltatore è tenuto (sempre a propria cura e spese e senza alcun onere per la Committente) a porre in essere tutti gli interventi necessari a ricondurre i risultati a conformità delle citate prescrizioni.

5.8 Strumentazione e apparecchi di misura

5.8.1 Caratteristiche tecniche generali

Tutti gli apparecchi saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotati di marcatura CE, corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della Direttiva "MID" 2004/22/CE e del D.Lgs. 22/2007e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento: contatori acqua/contatori gas/contatori di energia elettrica/contatori di calore/analizzatori dei gas di scarico;
- essere adatti ad operare a contatto con i fluidi da contabilizzare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI per le parti elettriche – ISO, ecc.), essere dotati, ove fisicamente possibile, di una targhetta metallica o adesiva riportante in modo chiaro ed indelebile il nome del costruttore, il modello e ove necessario e/o prescritto le principali caratteristiche tecniche.

Nelle descrizioni che seguono non sono citate in dettaglio tutte le normative cui gli apparecchi

devono essere conformi, ma, sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che tutti gli apparecchi non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di altre condizioni previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità.

5.8.2 Modalità di posa in opera

5.8.2.1 Generalità

Tutti gli apparecchi dovranno essere installati osservando tutte le indicazioni del progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la corretta funzionalità e la comodità di utilizzo dell'apparecchio, la sua accessibilità per manutenzione ordinaria e straordinaria; in ogni caso osservando tutte le prescrizioni della normativa vigente e le buone regole dell'arte.

Per molte delle strumentazioni descritte in precedenza alcune modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera di strumentazioni che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

In ogni caso gli apparecchi di misura e la strumentazione andranno posti in opera seguendo le indicazioni delle specifiche norme di riferimento (UNI – UNI EN – UNI EN ISO, ecc.) e del costruttore, nonché con le modalità di seguito riportate:

- gli strumenti a lettura diretta dovranno essere collocati in posizione tale che la lettura sia agevole, senza richiedere l'uso di dispositivi particolari;
- tutti gli strumenti, gli apparecchi, le sonde, ecc., dovranno essere collocati in modo tale da essere facilmente accessibili per controllo e/o manutenzione e da non creare intralcio all'accessibilità e/o manutenzione di parti o componenti dell'impianto servito;
- tutti gli strumenti, le sonde, ecc., dovranno essere collocati in posizione tale da evitare da un canto di subire gocciolamenti (particolarmente sulle parti elettriche, ove presenti) da parte di componenti dell'impianto anche e, d'altro canto, di essere essi stessi (attraverso i pozzetti e/o gli attacchi delle sonde o simili) causa di perdite di fluido o infiltrazioni d'acqua negli impianti;
- in conseguenza di quanto sopra gli strumenti a bulbo o simile, collocati all'esterno, dovranno avere il bulbo (o simile) collocato e protetto in maniera adeguata ed essere

essi stessi protetti in altrettanto adeguata maniera (ad esempio con “tettuccio” di protezione in plexiglas);

- nel caso di più strumenti montati su un unico componente/apparecchio o su componenti/apparecchi eguali, gli strumenti dovranno essere montati nello stesso modo, ben allineati ed ordinati.

5.8.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti gli apparecchi durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quei componenti o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale del componente (dovuta a tale inadeguata conservazione).

5.8.3 **Prove, controlli e certificazioni**

In generale, tutta la strumentazione, ove fisicamente possibile, dovrà generalmente portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna o su una targa metallica ben fissata il nome del produttore (marca), il modello, i principali dati tecnici e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, ecc. e/o le leggi (ove esistenti) di riferimento.

Per tutti gli apparecchi l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

Per gli apparecchi dotati obbligatoriamente di marchio CE dovrà essere prodotta la relativa certificazione e dichiarazione di conformità.

Le prestazioni degli apparecchi dovranno essere documentate dall'Appaltatore con le schede tecniche del costruttore o, preferibilmente con le certificazioni di un laboratorio o Ente riconosciuto, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti. Tutte le certificazioni e le schede tecniche dovranno essere inserite dall'Appaltatore

nella documentazione finale allegata ai disegni “*as built*”.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni degli apparecchi che propone di installare; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare quegli apparecchi e componenti, pur se già installati, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla loro sostituzione con altri, conformi ed approvati, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Per tutti gli apparecchi che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale “*as built*”.

La DL si riserva la facoltà di non accettare apparecchi di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare apparecchi di costruzione asiatica o simile.

5.9 Limitazione dei fenomeni di vibrazioni e della rumorosità provocata dagli impianti

5.9.1 Specifiche tecniche generali

Gli impianti dovranno essere realizzati in modo da non generare negli ambienti occupati e nell'ambiente esterno livelli sonori inaccettabili e, comunque, superiori a quelli prescritti.

In linea generale, pertanto, si dovrà operare come segue:

- le apparecchiature generanti rumore dovranno essere dotate di adeguato isolamento acustico particolarmente “tarato” per basse frequenze; l'installatore dovrà fornire nel dettaglio le relative caratteristiche acustiche;
- quando prescritto e/o comunque necessario sui componenti aeraulici, saranno installati silenziatori o altri dispositivi su canali;
- gli attraversamenti di solette e pareti da parte di condutture dovranno essere realizzati in modo tale da impedire la trasmissione di rumori e vibrazioni alla struttura, adottando per esempio guaine di disaccoppiamento da condutture e strutture, oppure anelli in gomma o neoprene; per evitare di comprimere eccessivamente la gomma i collari di supporto dovranno essere di due grandezze superiori al diametro delle tubazioni;
- particolare attenzione sarà dedicata all'attenuazione del rumore proveniente dalle centrali o sottocentrali; l'Appaltatore dovrà includere nei prezzi della sua offerta tutti gli accorgimenti atti ad impedire che negli ambienti occupati vengano superati i livelli sonori prescritti.

Nel caso in cui il rumore trasmesso dagli impianti ai locali occupati od all'esterno superasse i valori prescritti, dovranno essere presi (a cura e spese dell'Appaltatore, senza oneri per la SA) adeguati provvedimenti per rientrare nei limiti. I provvedimenti potranno interessare:

- le fonti di rumore, ad esempio sostituendo le apparecchiature scelte con altre più silenziose;
- l'isolamento delle fonti di rumore con cuffie afoniche e protezioni in genere;
- il trattamento dell'ambiente impiegando per pareti, soffitti, pavimenti, prese d'aria, porte, i sistemi ed i mezzi più idonei per ottenere il risultato voluto.

Le parti in movimento delle macchine dovranno essere equilibrate staticamente e dinamicamente. Particolare attenzione sarà rivolta alla scelta delle apparecchiature installate all'esterno allo scopo di contenere la rumorosità sia verso gli edifici vicini, sia verso i sottostanti locali, entro i termini stabiliti dalle normative o decreti vigenti.

Tutte le macchine con organi rotanti o comunque fonti di possibili vibrazioni dovranno essere posate su supporti antivibranti e collegate alle condotte con giunti elastici.

L'Appaltatore è tenuto in ogni caso a redigere e sottoporre alla Direzione lavori, entro i termini contrattuali, i disegni dei basamenti per le apparecchiature di sua competenza ed a fornire prontamente tutti gli eventuali dispositivi antivibranti, compresi nella fornitura, da inserire nelle strutture in muratura.

L'Appaltatore è altresì tenuto a verificare che i basamenti siano realizzati in accordo con quanto previsto.

In ogni caso nella supportazione elastica di macchinari, deve essere assicurato un tipo di isolamento per cui la frequenza propria di risonanza dell'insieme supportato sia inferiore ad $1/3$ delle frequenza minima forzante.

Quando si debba ricorrere a basamenti inerziali, questi dovranno avere una massa in calcestruzzo da 1 a 3 volte il peso del componente supportato.

La scelta del tipo di antivibrante dovrà essere fatta, oltre che in relazione alle condizioni di carico, considerando anche la temperatura di esercizio e la eventuale presenza di sostanze aggressive.

Isolatori in gomma o neoprene sono da applicarsi per deflessioni fino a 12 mm; per deflessioni statiche più elevate si dovrà ricorrere a molle. Le molle non guidate elicoidali soggette a compressione dovranno avere diametri di spira abbastanza ampi per non piegarsi lateralmente sotto carico (nel caso in cui gli ingombri non permettano ampi diametri si farà ricorso a guide stabilizzatrici).

Per apparecchiature che possono avere variazioni di peso rilevanti (quali ad esempio: boilers, gruppi frigoriferi, torri evaporative, ecc.) dovranno essere previste delle molle con blocchi di fine corsa che

impediscano movimenti eccessivi allo scarico.

Saranno previsti quando necessario dei reggispinta per oscillazioni trasversali.

Le condutture in genere dovranno essere supportate con dispositivi tali che evitino la trasmissione alla struttura edile di vibrazioni residue, provenienti dalle macchine o dovute alla circolazione dei fluidi.

5.10 **Apparecchi per il monitoraggio dei consumi**

5.10.1.1 Caratteristiche generali

Sistema fisso di monitoraggio delle prestazioni energetiche e del corretto funzionamento delle macchine frigorifere (o pompe di calore) che utilizzino un ciclo termodinamico a compressione di vapore. Lo strumento deve consentire di verificare l'efficienza di un impianto e di diagnosticare le principali cause di malfunzionamento attraverso il monitoraggio dei seguenti fattori:

- la carica di refrigerante;
- l'impostazione della valvola di espansione;
- l'efficienza del compressore;
- eventuali mal funzionamenti o cattiva manutenzione degli scambiatori di calore;
- controllo dell'impianto non adeguatamente impostato alle condizioni di funzionamento reali e a carico parziale;
- il corretto dimensionamento degli ausiliari in funzione delle esigenze

Lo strumento deve consentire la misurazione dei seguenti parametri operativi base:

- la temperatura del fluido refrigerante rispettivamente all'aspirazione/mandata del compressore e all'ingresso/uscita della valvola di espansione (ovvero, ingresso/uscita di evaporatore e condensatore)
- la pressione del fluido refrigerante di evaporazione e condensazione
- la potenza elettrica assorbita dal compressore
- le temperature di ingresso/uscita del fluido secondario, rispettivamente all'evaporatore (acqua refrigerata) e al condensatore (acqua di raffreddamento)

Il sistema deve essere interfacciato a un SW per l'elaborazione dei dati misurati ed il calcolo dei parametri di prestazione, tenendo conto delle proprietà termodinamiche del fluido refrigerante utilizzato dalla macchina.

6 LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO IMPIANTI

6.1 Generalità

Gli impianti devono essere realizzati rispettando le seguenti disposizioni legislative e normative; ad esse si farà riferimento, per quanto di competenza, anche in sede di collaudo finale.

Gli impianti devono inoltre essere conformi in ogni loro parte e nel loro insieme alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti agenti in campo locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzioni, come ad esempio:

- normative ISPESL, ASL e ARPA;
- disposizioni dei vigili del fuoco di qualsiasi tipo;
- regolamenti e prescrizioni comunali relative alla zona di realizzazione dell'opera

Si precisa che l'Appaltatore deve assumere in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazioni presso le sedi locali ed i competenti uffici dei vari Enti e di prendere con essi ogni necessario accordo inerente la realizzazione degli impianti.

6.2 Corpo legislativo

6.2.1 Leggi per l'ambiente

- D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– norme in materia ambientale;
- D.M. 6 aprile 2004 n. 174;
- Leggi regionali o provinciali.

6.2.2 Leggi per il contenimento e il risparmio dell'energia

- D.M. del 26 giugno 2009 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- D.P.R. n. 59 del 2 aprile 2009 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia;
- D.Lgs. n. 115 del 30 maggio 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE;
- D.M. 11 Marzo 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Attuazione dell'articolo 1, comma 24, lettera a) della L. 24 dicembre 2007, n. 244, per la

definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'articolo 1 della L. 27 dicembre 2006, n. 296;

- D.Lgs. n. 311 del 29 dicembre 2006 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. n. 192/2005;
- D.Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- regolamento di attuazione dell'art. 4 comma 4 della L. n. 10 del 9 gennaio 1991;
- L. n. 10 del 9 gennaio 1991 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati, relativa al contenimento dei consumi energetici per usi termici negli edifici;
- Leggi regionali o provinciali.
- Leggi per le fonti energetiche rinnovabili e alternative
- D.Lgs. n. 28 del 3 marzo 2011 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- D.M. del 2 marzo 2009 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- Disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, relativo all'estensione del premio incentivante per gli impianti fotovoltaici abbinati ad un uso efficiente dell'energia;
- D.M. del 3 marzo 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'art. 1, comma 349, della L. n. 296 del 27 dicembre 2006;
- Circolare n. 46 E del 19 luglio 2007 (Agenzia delle entrate);
- Delibera n. 90 del 11 aprile 2007 (Autorità per l'energia elettrica e il gas);
- D.M. del 19 febbraio 2007 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'art. 1, comma 349, della L. n. 296 del 27 dicembre 2006;
- D.Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed

integrazioni ed allegati- attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità;

- Leggi regionali o provinciali.

6.2.3 Leggi sulla sicurezza degli impianti, cantieri e luoghi di lavoro

- D. 4 febbraio 2011 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Definizione dei criteri per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'articolo 82, comma 2), lettera c), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;
- D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – attuazione dell'art. 1 della L. n. 123 del 3 agosto 2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - regolamento, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- D.Lgs. n. 25 del 2 febbraio 2002 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – attuazione della Direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro;
- D.M. del 10 marzo 1998 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- L. n. 46 del 5 marzo 1990 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– norme per la sicurezza degli impianti (per i soli art. 8,14,16 non abrogati)

6.2.4 Leggi per l'acustica

Nazionali:

- D.M. 16 Marzo 1998 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 5 Dicembre 1997 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.P.C.M. 14 Novembre 1997 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- L. 26 Ottobre 1995, n. 447 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Legge quadro sull'inquinamento acustico.

6.2.5 Principali leggi e decreti di prevenzione incendi

- D.P.R. 01.08.2011, n. 151 “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122”
- D.M. 25.10.2007 “Modifiche al decreto 10 marzo 2005, concernente “ Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso di incendio” ”
- D.M. 09.03.2007 “Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco”
- D.M. 16.02.2007 “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”
- D.M. 10.03.2005 “ Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso di incendio”
- D.M. 15.03.05 “Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo”
- D.M. 07.01.2005 "Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio"
- D.M. 30.11.83 “Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi”
- D.P.R. 10.3.1998 “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”
- D.M. 19/08/96 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo
- D.M. 18/03/96 – Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi
- Decreto 31/03/03 Ministero dell'Interno – Requisiti di resistenza al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e di ripresa dell'aria.

6.2.6 Corpo normativo

6.2.6.1 Generalità

Devono essere rispettate tutte le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, CEI, anche se non menzionate espressamente e singolarmente, riguardanti ambienti, classificazioni, calcoli, dimensionamenti,

macchinari, materiali, componenti, lavorazioni che in maniera diretta o indiretta abbiano attinenza con le opere di cui si tratta nel presente progetto. Vengono comunque richiamate nel seguito del presente paragrafo, per motivi di praticità e chiarezza, ma non certo a titolo esaustivo, alcune (le più significative) fra le norme sopra citate, di riferimento per i lavori in oggetto.

In mancanza di normativa nazionale, o comunque in caso di particolari esigenze, si farà riferimento a normative straniere (ad esempio ASHRAE, DIN, ISO, NFPA, ecc.), che saranno espressamente richiamate nel seguito.

6.2.6.2 Norme uni/uni en, ecc. per l'acustica

- UNI 8199:1998. Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione.

6.2.6.3 Norme UNI/UNI EN, ecc., per gli impianti termici – misure, collaudo e manutenzione degli impianti

- UNI 5634:1997. Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi;
- UNI EN 12975-1:2011 Impianti solari termici e loro componenti - Collettori solari - Parte 1: Requisiti generali;
- UNI EN ISO 9806:2014 Energia solare - Collettori solari termici - Metodi di prova;
- UNI EN 12977-1:2012 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 1: Requisiti generali per collettori solari ad acqua e sistemi combinati;
- UNI EN 12977-2:2012 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 1: Metodi di prova per collettori solari ad acqua e sistemi combinati;
- UNI EN 12977-3:2012 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 3: Caratterizzazione delle prestazioni dei serbatoi di stoccaggio acqua per impianti di riscaldamento solare
- UNI EN 12977-4:2012 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 4: Metodi di prova per le prestazioni di accumuli solari combinati;
- UNI EN 12977-5:2012 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 5: Metodi di prova per le prestazioni dei sistemi di regolazione;
- UNI EN ISO 9488:2001 Energia solare – Vocabolario;
- UNI 8937:1987 Collettori solari piani ad aria. Determinazione del rendimento termico.
- UNI EN 15316-4-6:2008 Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-6: Sistemi di generazione del calore, sistemi fotovoltaici

- UNI 8211:1981 Impianti di riscaldamento ad energia solare. Terminologia, funzioni, requisiti e parametri per l'integrazione negli edifici.

6.2.6.4 Norme UNI e CEI per gli impianti elettrici

- Decreto Ministeriale 1 febbraio 1986 norme di sicurezza antincendi per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili;
- Legge n°186 del 10 Marzo 1968: "Disposizione concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- Decreto legislativo 9 aprile 2008, n°81 (DL 81/08) "Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro" (ex 626/94).;
- Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37: "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici (G.U. n. 61 del 12 marzo 2008)";
- Decreto Ministeriale n°48 del 26 giugno 1984: "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi";
- Norma CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI 20-22 "Prove d'incendio su cavi elettrici";
- Norma CEI EN 60332 (CEI 20-35) " Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d' incendio";
- Norma CEI 20-37 "Cavi elettrici - Prove sui gas emessi durante la combustione";
- Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri b.t.) - parte 1: apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)".
- Norma CEI EN 61439-2 (CEI 17-114): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri b.t.) - parte 2: prescrizioni particolari per i condotti sbarre";
- Norma CEI 64-50: guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici, utilizzatori, ausiliari;
- Norma CEI 64-12: guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;

Norme CEI/CEI EN applicabili per le singole apparecchiature e

Normativa fotovoltaica

- CEI 82-25 Edizione 09-2010: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- CEI 82-25; V2 Edizione 10-2012: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- CEI EN 60904-1(CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- CEI EN 61646 (82-12): moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.
- CEI EN 62108 (82-30): moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.
- CEI EN 50521 (CEI 82-31): connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove.
- CEI EN 50524 (CEI 82-34): fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici.
- CEI EN 50530 (CEI 82-35): rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.
- EN 62446 (CEI 82-38): grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

- CEI 20-91: cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- UNI 8477: energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta .
- UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- UNI/TR 11328-1:2009: "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".

Altra Normativa sugli impianti elettrici

- CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.
- CEI 0-16: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 0-21: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20: impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI EN 50438 (CT 311-1): prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.
- CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): gradi di protezione degli involucri (codice IP).
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso $I_n = 16$ A per fase).
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): protezione contro i fulmini.
- CEI 81-3: valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.
- CEI 20-19: cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-20: cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 13-4: sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008: requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

Connessione

- Delibera ARG/ELT n. 33-08: condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.
- Deliberazione 84/2012/R/EEL: interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

Deliberazione 344/2012/R/EEL: approvazione della modifica all'allegato A70 e dell'allegato A72 al codice di rete. modifica della deliberazione dell'autorità per l'energia elettrica e il gas 8 marzo 2012, 84/2012/R/EEL

7 SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI EDILI

7.1.1.1 Generalità

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere devono essere della migliore qualità, ben lavorati e corrispondere perfettamente al servizio cui sono destinati. L'Appaltatore acquisterà i materiali da quelle ditte che riterrà di sua convenienza, ma non dovrà porre in opera materiali non rispondenti ai requisiti richiesti o che la D.L. abbia rifiutati; dovrà in questo caso provvedere ad allontanarli dal cantiere.

L'Appaltatore è tenuto a comunicare alla Direzione Lavori, prima di dare corso alla fornitura, le caratteristiche meccaniche, geometriche e ponderali dei prodotti che intende impiegare.

La D.L. si riserva di designare in sede esecutiva materiali anche differenti da quelli previsti ma equipollenti agli stessi, qualora sia necessario per la buona riuscita dei lavori.

Di tutti i materiali da impiegare dovrà essere fatta una campionatura in tre esemplari in modo che la D.L. possa scegliere quei tipi di materiali che riterrà più idonei. I campioni prescelti verranno quindi numerati e identificati con il nome del costruttore e conservati nel modo indicato dalla D.L., in modo da garantirne l'autenticità; il campionario sarà restituito all'impresa dopo le verifiche e le prove preliminari ritenute necessarie dalla D.L. e dalle procedure di qualità.

Resta inteso che l'accettazione del campionario e del materiale in cantiere, non esonera l'Impresa dalla totale responsabilità circa l'idoneità del materiale impiegato.

Per ciascuno dei materiali da impiegare, l'Appaltatore dovrà compilare una scheda tipo, fornita dalla D.L., contenente le principali qualità del prodotto proposto dall'Impresa, corredata dalla relativa scheda tecnica del produttore e, ove richiesto, dalla cartella riportanti i colori e le finiture superficiali. La presentazione di tutti i campioni e delle schede tecniche, deve avvenire tassativamente entro i termini fissati dal cronoprogramma allegato; i campioni, che dovranno soddisfare le caratteristiche manifestate con il presente Capitolato e dagli altri elaborati di progetto, dovranno essere sottoposti alla D.L. in un'unica sessione affinché la stessa possa esprimere in anticipo un giudizio globale sull'intera gamma dei prodotti, togliendo all'Appaltatore quei margini di incertezza che possono incidere negativamente sull'andamento dei lavori.

Per tutti i materiali da costruzione, è d'obbligo l'osservanza delle norme emanate con R.D. 16/11/1939, delle prescrizioni del D.M. 30/5/1974 pubblicato sulla G.U. del 29/6/1974, inoltre delle norme UNI e, in sostituzione e/o integrazione, delle normative provenienti da altri paesi (ISO, CSTB, BS, DIN, RAL etc.) come più diffusamente descritto in seguito. Nella scelta e nella posa in opera dei materiali dovranno essere osservate in ogni caso tutte le prescrizioni sulla qualità dei processi di produzione contenute nell'apposita sezione del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Nel caso di materiali di produzione industriale la D.L. richiederà che la rispondenza alle prescrizioni di Capitolato sia garantita da certificati e/o attestati di conformità, comprovanti anche la reale effettiva fornitura in cantiere del materiale richiesto.

Si precisa che per evitare descrizioni che potrebbero essere difficilmente rappresentabili, in alcuni articoli del presente capitolato possono essere riportati materiali, con l'indicazione del fabbricante e del tipo previsto dal progettista: ciò non costituisce un obbligo di approvvigionamento nei confronti dell'Appaltatore, il quale resta libero di rifornirsi dove meglio gli aggrada, ma costituisce un riferimento circa la tipologia e le caratteristiche del materiale da porre in opera, sia per quanto riguarda le dimensioni, sia per le proprietà fisiche, sia relativamente ad altri requisiti quali la forma, la tessitura superficiale ed il colore.

Rimane stabilito che, anche se non espressamente indicato, la scelta del colore di tutti i manufatti sarà sempre assoggettata al giudizio insindacabile della D.L.

Nella scelta delle campionature saranno, di norma, preferite: materie prime, semilavorati, componenti, tecnologie o cicli di applicazione prodotti o messi in opera da aziende che abbiano conseguito la certificazione ai sensi della UNI EN 9001.

7.1.1.1.1 Acqua, calci, agglomerati cementizi

Acqua

L'acqua dovrà essere limpida, incolore, inodore; per il calcestruzzo l'acqua potrà contenere al massimo 1 g/litro di SO₄ (solfati) e per i cementi armati 0,1 g/litro di Cl (cloruri).

L'impresa anche se le è consentito di approvvigionarsi da fonti del Committente, rimane responsabile della qualità dell'acqua utilizzata e deve provvedere a fare dei controlli periodici.

Calci aeree

Le calci aeree dovranno avere i requisiti prescritti dal R.D. 16/11/1939 n°. 2231.

Calce grassa

La calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5%;

Calce idrata

La calce idrata in polvere proverrà dallo spegnimento completo della calce grassa, fatto in apposito stabilimento, così da ottenerla in polvere fine e secca; contenuto in idrossidi calcio Magnesio non inferiore all'82%, contenuto massimo di carbonati e d'impurità inferiore al 6%, umidità inferiore al 3%.

Leganti idraulici

La calce idraulica, i cementi e gli agglomerati cementizi a rapida o lenta presa da impiegare in qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione a norma del D.M. 30/5/1974 ai sensi della Legge 5/11/1971 n. 1086.

Gesso

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo straccio di 56 maglie per cmq., scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e bene ripartiti dall'umidità.

Cementi privi di ritiro

Costituiti da cementi Portland, agenti espansivi (solfo alluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti, avranno le seguenti caratteristiche:

- assenza di ritiro sia in fase plastica sia in fase di indurimento (UNI 6555 - 73);
- consistenza (slump) compresa fra i valori di 14 - 20 cm;
- assenza di acqua essudata (bleeding) UNI 7122;
- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stesa (UNI 7123/72);
- ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (UNI 10020/72);
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (UNI 6132/72, 6235/72, 6556).

Verranno impiegati miscelandoli con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore e gli sfridi, una volta rappresi, dovranno essere trasportati a rifiuto. L'Appaltatore dovrà prestare particolare attenzione alla loro stagionatura umida ricorrendo alle modalità consigliate dal produttore.

Legante a rapida maturazione per massetti

Per la ripresa dei massetti danneggiati si impiegheranno massetti a base di legante idraulico speciale, tipo "Mapei Topcem" o equivalente, a presa normale, asciugamento veloce (max 7 gg.) e ritiro controllato. Prima dell'impiego l'Appaltatore dovrà produrre la scheda tecnica del prodotto che intende impiegare affinché possano essere valutate la compatibilità con le lavorazioni e le procedure di applicazione.

Malta di calce idraulica naturale

Malta a base di calce idraulica naturale, NHL 5 conforme a EN 459 -1 (tipo: Röfix, Promat, Tassullo, Primat, Biocalce o equivalenti). Ottenuta dalla cottura di calcari marnosi in forni verticali a strati, con processo lento ed a temperature intorno ai 1000 °C, composta con aggregati carbonatici in curva 0 - 1,5 mm. Dovrà possedere bassa reattività ai sali idro-solubili ed avere di massima le seguenti caratteristiche tecniche:

- peso specifico: 1.400 kg/m³;
- resistenza a compressione a 28 gg: 2MPa;

- resistenza a compressione a 6 mesi: 3MPa;
- tempo di lavorabilità: 40 minuti;
- composizione: 3 parti di sabbia, 1 di legante;
- acqua di impasto: 20 %.

7.1.1.1.2 Sabbia e ghiaia

Le ghiaie, i pietrischetti e la sabbia da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi, dovranno avere le stesse qualità stabilite dalle norme governative per i conglomerati cementizi.

La granulometria dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- sabbia per murature in genere passante al setaccio maglia mm. 2
- sabbia per paramenti ed intonaci passante al setaccio maglia mm. 1
- ghiaia per cls in genere passante al setaccio maglia cm. 5
- ghiaia per cls di volti di getto passante al setaccio maglia cm. 4
- ghiaia per cls armato passante al setaccio maglia cm. 3

Saranno in ogni caso preferiti materiali di tipo siliceo o calcareo, mentre andranno esclusi quelli provenienti da rocce friabili o gessose; non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, limacciose o polverose.

Materie prime secondarie

Potranno esser utilizzati dall'Impresa appaltatrice rifiuti inerti provenienti da scarti o demolizioni selettive e controllate e/o residui provenienti da altri cantieri dell'Impresa medesima ubicati nello stesso contesto territoriale. Potranno esser impiegate le seguenti frazioni da costruzioni e/o demolizioni: metalli, vetri, legni, laterizi, nonché componenti ed elementi edilizi anche provenienti da edifici storici. Tali materie sono esonerate dagli adempimenti previsti per i rifiuti e anche dalle prescrizioni per lo smaltimento. Ognuna delle materie prime secondarie dovrà essere fornita di completa biografia (provenienza e composizione), ovvero copia del testo di gestione conforme all'allegato 3 del D.M. 05/02/98 e classificati ai sensi del D.M. 05/02/98 e secondo le tabelle UNI vigenti. I requisiti e le caratteristiche delle materie prime secondarie dovranno essere del tutto analoghi od equivalenti a quelli dei materiali, componenti ed elementi provenienti da stabilimento, come descritti nel presente CSA. Ogni materia prima secondaria dovrà essere debitamente autorizzata dalla DL prima del suo impiego.

Per le pubbliche amministrazioni detto materiale può essere considerato fra i materiali riciclati come da D. M. Ambiente Tutela e Territorio N. 203 del 08.05.03

7.1.1.1.3 Materiali metallici

Le indicazioni riguardanti i materiali metallici aventi compiti strutturali sono contenute nell'apposito capitolato tecnico.

Acciaio

Lega di ferro e di carbonio (e altri metalli alliganti) contenente una percentuale di carbonio non superiore a 2,06%.

I manufatti da impiegare, coils o trafilati, dovranno essere esenti da scorie, soffiature, sbucciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura o simili.

Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali. Dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 27/7/1985, allegati 1-3-4, alla Circ. Min. LL.PP. 1/9/1987 n.^ 290101 ed alle norme U.N.I. vigenti.

Quando sia prescritto l'impiego di acciaio semiduro ad aderenza migliorata, si intende che si userà FeB44K con certificato di collaudo in stabilimento (UNI 3158); le piastre d'ancoraggio e l'acciaio per le carpenterie saranno realizzate con Fe 360 C, le bullonature saranno in classe 8,8 con dadi classe 6S; tutte le saldature dovranno essere in Classe I.

Gli acciai impiegati per le opere strutturali dovranno essere "qualificati" secondo le norme definite nel D.M. 27/7/1985 riprese dalle Istruzioni C.N.R. 10011 al punto 10.

Ghisa

Per l'accettazione del prodotto in cantiere saranno richiesti i seguenti requisiti:

- attestato di controllo secondo UNI EN 21;
- dichiarazione che il prodotto è "qualificato" ai sensi delle istruzioni C.N.R. 10011/85.

I chiusini e le caditoie stradali dovranno essere prodotti con getti di ghisa a grafite lamellare perlitica (secondo ISO 185 ex UNI 5007) con materiali altamente selezionati. I manufatti dovranno essere conformi alla Norma UNI EN 124 e pertanto:

- riportare in maniera chiara e leggibile il riferimento alla norma stessa;
- la classe di corrispondenza;
- il nome e la sigla del fabbricante;
- l'eventuale riferimento ad un marchio di conformità.

Tutti i chiusini, le caditoie ed i grigliati elettro-forgiati delle aperture di ventilazione e delle canalette di raccolta da porsi in opera per l'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto dovranno essere corrispondenti alle seguenti classi di impiego (UNI EN 124):

- sede stradale e parti raggiungibili dai mezzi: Classe D400;
- zone pedonali (traffico veicolare occasionale): Classe C250;
- zone esclusivamente pedonali: Classe A15.

Zincatura

Processo per immersione in zinco fuso tenuto mediamente alla temperatura di 455 gradi, in cui lo zinco oltre a ricoprire l'acciaio entra anche in lega con lo strato superficiale conferendo resistenza meccanica e il giusto grip al materiale trattato. Il procedimento avviene per fasi successive e separate una dall'altra e può essere suddiviso nelle seguenti fasi:

- Decapaggio e sgrassaggio: ottenuti con Hcl e tensioattivi a temperatura ambiente.
- Flussaggio: Immersione in soluzione di ammonio cloruro e zinco cloruro.
- Zincatura: Immersione previo preriscaldamento a 100° in vasca di zinco fuso a 455° per il tempo necessario che l'acciaio raggiunga la stessa temperatura dello zinco.

Il processo continuo viene effettuato su nastri di acciaio o su fili, permettendo di trattare in maniera continua e rapida grosse quantità di materiale. Il materiale viene srotolato, fatto passare in vasche che effettuano i cicli di preparazione dello stesso, introdotto in un forno che lo porta a una temperatura uniforme ed infine fatto passare per una vasca contenente zinco fuso. Dei "coltelli ad aria" rimuovono l'eccesso di zinco depositato sul materiale e permettono di creare uno strato protettivo uniforme.

Rame

Realizzazione con lastre di rame disossidato al fosforo, esente da ossigeno (Cu DHP), prescritto per l'edilizia, con un grado di purezza minimo del 99,9 %. I manufatti dovranno essere fornite in lastre e/o scandole, esenti da graffi, asciutte ed accuratamente imballate.

Caratteristiche tecnico-prestazionali del materiale fornito in lastre:

- peso (spess. 0,8 mm): 7,10 kg/m²;
- dilatazione termica: 1,7 mm/m;
- punto di fusione: 1083 °C
- tolleranza spessore: ± 0,02 mm/m;
- sciabolatura (misurata su 1 mt): <0,2 mm/m;
- planarità (misurata su 1 mt): <0,2 % della lunghezza di ondulazione;
- carico di rottura: 255 - 275 N/mm;
- carico di snervamento (Rp 0,2): 180 - 230 N/mm;
- allungamento (A10): >30%.

7.1.1.1.4 Colori e vernici

I materiali impiegati nelle opere da decoratore dovranno essere sempre della migliore qualità, rispondere alle prescrizioni di minima dettate dalle norme UNI 8305-62, 8359-82, 8785-86.

I prodotti impiegati nella protezione e nella coloritura superficiale dovranno essere bio-compatibili,

ottenuti utilizzando componenti naturali ed essere esenti da prodotti di sintesi e derivati del petrolio (resine acriliche, alchidiche, viniliche, isoalifati, biocidi, etc...).

Le vernici da impiegare nei lavori in oggetto dovranno quindi essere:

- realizzate unicamente con impiego di materie prime vegetali e minerali;
- esenti da derivati del petrolio;
- esenti da biocidi sintetici;
- biodegradabili mediante i normali processi di decomposizione organica;
- corredate da dichiarazione totale riguardante la totalità delle materie prime impiegate.

Protezione del ferro

Protezione antiruggine di superfici metalliche, tipo Solas profondo F21o equivalente, antistatico, coprente colore grigio opaco a base di olio di tung e pino, resinato metallico, lecitina di soia, mica, carbonato di calcio, fosfato di zinco, biossido di titanio, etc...

Coloritura del ferro

Smalto protettivo metallizzato per esterni, antiruggine, tipo Solas Riflesso F22 o equivalente, antistatico, di aspetto metallizzato coprente, colore grigio antracite metallizzato, avente composizione simile al protettivo di cui al punto precedente con aggiunta di ossido ferro micaceo e grafite.

7.1.1.2 Modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro

7.1.1.2.1 Limiti di fornitura

L'oggetto dell'appalto è l'esecuzione di tutte le opere, forniture e provviste, indicate nei documenti di progetto e occorrenti per la realizzazione delle opere di manutenzione straordinaria del Palaghiaccio di Pinerolo e per la realizzazione del parcheggio adiacente (comprensivo di pensiline fotovoltaiche). Tutte le lavorazioni dovranno essere effettuate all'interno di un terreno da delimitare a cura e spese dell'Appaltatore. Si intendono inoltre compensate all'interno del corrispettivo a corpo dell'appalto tutte le lavorazioni relative all'allacciamento degli impianti alle reti di alimentazioni e di scarico, ivi compresi gli scassi sulla strada pubblica ed i successivi ripristini.

7.1.1.2.2 Opere provvisorie

Le armature, centine, puntellature, sbadacchiature, casseri, impalcature, ponteggi e tutte le opere provvisorie di qualunque genere, metalliche o in legname, in ogni caso occorrenti per l'esecuzione di ogni genere di lavoro, dovranno essere realizzate in modo da impedire qualsiasi deformazione di esse o delle opere di cui debbono sostenere l'esecuzione, gli spostamenti e lo smontaggio delle predette opere dovranno essere compiuti a cura e spese dell'Appaltatore. Ai sensi dell'art. 33, comma 1 del DPR 207/10, il dimensionamento e il calcolo statico delle opere provvisorie sarà a

cura e spese dell'Appaltatore, il quale rimane il solo responsabile dei danni alle persone, alle cose, alle proprietà pubbliche e private ed ai lavori che accadano per la mancanza o l'insufficienza delle opere provvisoriale, alle quali dovrà provvedere di propria iniziativa e adottando tutte le cautele necessarie.

Col procedere dei lavori l'Appaltatore potrà recuperare i materiali impiegati nella realizzazione delle opere provvisoriale, procedendo, sotto la sua responsabilità, al disarmo di esse con ogni accorgimento necessario ad evitare i danni come sopra specificati.

Quei materiali che per qualunque causa o che a giudizio del Direttore dei Lavori non potessero essere tolti d'opera senza menomare la buona riuscita dei lavori, o che andassero comunque perduti, dovranno essere abbandonati senza che per questo, se non altrimenti disposto, spetti all'Appaltatore alcun compenso. Le stesse norme e responsabilità valgono per macchinari, mezzi d'opera, attrezzi e simili, impiegati dall'Appaltatore, per l'esecuzione dei lavori, o comunque esistenti in cantiere.

Sono pertanto compresi all'interno del corrispettivo contrattuale tutte le seguenti lavorazioni:

- cassature dei getti;
- puntellamenti provvisori dei solai e delle lastre prefabbricate delle pareti, sino a quando non saranno rese definitivamente stabili;
- ponteggi perimetrali di sicurezza e di servizio compresi i piani di lavoro e le mantovane a protezione dei luoghi di passaggio;
- recinzione di compartimentazione verso via e le proprietà confinanti;
- modifica delle opere provvisoriale nel tempo ed adeguamento della loro entità in base allo sviluppo dei lavori;
- manutenzione e periodico controllo della stabilità e dello stato di carico per tutto il periodo di installazione;
- ogni altra attività necessaria a consentire, in sicurezza, l'effettuazione dei lavori così come previsti dagli elaborati di progetto e dal PSC.

L'eventuale occupazione del suolo pubblico dovrà avvenire secondo le modalità previste dalle normative e dai Regolamenti Municipali vigenti, in particolare si richiama l'obbligo di concordare con gli Uffici Municipali i tempi di occupazione del suolo e le modalità di realizzazione degli allacciamenti. Nell'importo contrattuale è da ritenersi compensato ogni onere per l'occupazione del suolo pubblico.

7.1.1.2.3 Tracciamenti

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore è tenuto ad effettuare il tracciamento completo delle opere sulla scorta dei disegni di progetto, mettendo a disposizione materiali, uomini e strumenti necessari, restando al Direttore dei Lavori il solo compito del controllo sull'esecuzione.

Nel tracciamento deve rientrare anche la messa in opera di capisaldi di riferimento di lunghezze e quote, reperibili anche a lavori ultimati, e il consolidamento di quelli di progetto.

I capisaldi saranno posizionati esternamente all'ingombro in pianta dell'edificio, in posizione tale da non comportare intralcio alla movimentazione dei carichi, in maniera da consentire l'effettuazione di verifiche dimensionali e di allineamento per tutta la durata dei lavori.

Il tracciamento di tutte le opere in cls, muratura, strutture in ferro, impianti, etc. dovrà tenere conto di precise tolleranze che saranno riferite ai tre assi cartesiani così definiti:

- asse x: orizzontale nel piano della facciata;
- asse y: verticale nel piano della facciata;
- asse z: orizzontale nel piano perpendicolare alla facciata.

Si ritiene che ciascun punto non possa distare dalla sua posizione teorica di ± 10 mm nella direzione dei tre assi sopra definiti.

Inoltre valgono le seguenti tolleranze più limitative:

- fuori piombo tra punti della stessa parete posti sull'asse y: ± 5 mm.
- distanze da tre punti confrontanti di pareti dello stesso ambiente posti sugli assi x o z: ± 10 mm.

È pertanto obbligo e onere dell'Appaltatore di coordinare le lavorazioni edili, sviluppandole in armonia con la posa degli impianti, di lasciare in sede di tracciamento, varchi, fori e predisposizioni nei solai e nei muri, nel numero desumibile dai disegni di progetto e/o dagli elaborati del progetto costruttivo predisposto a cura e spese dell'Appaltatore.

7.1.1.2.4 Scavi

Fatta salva ogni maggiore indicazione contenuta all'interno del Capitolato tecnico strutturale, si prescrivono le seguenti indicazioni minime riguardanti l'esecuzione degli scavi propedeutici alla realizzazione delle opere oggetto del presente documento.

Nell'esecuzione di qualsiasi categoria di scavo l'Appaltatore dovrà procedere con tutte le necessarie cautele e con il rispetto delle norme di cui agli articoli da 12 a 15 del D.P.R. n° 164 del 7/1/1956.

Prima di procedere a qualsiasi scavo l'Appaltatore, in conformità a quanto previsto dal piano di sicurezza, dovrà accertare, presso l'ufficio tecnico della Stazione Appaltante, del Consorzio irriguo e degli enti erogatori dei servizi, la presenza e la posizione di eventuali reti interrato in modo da evitare qualsiasi interruzione delle erogazioni, delle quali sarà l'unico responsabile.

L'Appaltatore sarà chiamato a rispondere di ogni danno alle persone, alle cose ed alle opere in dipendenza di franamenti e scoscendimenti, anche se avvenuti nonostante le precauzioni adottate, e dovrà provvedere a sua cura e spese a rimozione e allontanamento dal cantiere delle materie

franate, restando obbligato al risarcimento degli eventuali danni. Tutti gli scavi dovranno essere eseguiti in conformità alle indicazioni dei disegni e alle prescrizioni impartite dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Le superfici dei tagli a sezione dovranno essere spianate e gli spigoli dovranno essere profilati. Rimane a carico dell'Appaltatore il riempimento con pietre o con muratura o con terra pilonata (secondo quanto disporrà il Direttore dei Lavori), delle parti di scavo che risultassero eseguite in eccedenza rispetto agli ordini ricevuti, senza che ciò dia diritto ad alcun compenso per lo scavo e per il riempimento. Qualora nella zona dove vengono eseguiti gli scavi si incontrassero gallerie di qualsiasi natura, l'Appaltatore dovrà adottare di sua iniziativa tutti i provvedimenti di urgenza più adatti al caso specifico, in modo da escludere ogni possibilità di franamento e danni alle persone e ai lavori in genere, chiudendo anche tutti gli accessi a dette gallerie ricadenti nella zona del proprio cantiere.

Per l'esecuzione dei provvedimenti definitivi l'Appaltatore si dovrà attenere alle disposizioni che saranno impartite dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore sarà responsabile dei conseguenti danni ai lavori, alle persone, alle cose, alle proprietà pubbliche e private che si potranno verificare per la mancanza o insufficienza delle armature degli scavi, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni necessarie ed opportune.

L'Appaltatore dovrà provvedere all'immediato allontanamento del materiale scavato dal ciglio degli scavi, restando altrimenti l'unico responsabile dei danni, anche di forza maggiore, che potessero derivare ai lavori, alle persone, alle cose. La successiva ripresa delle materie franate, il loro carico per effettuarne il trasporto a rifiuto, e i ripristini restano a completo onere dell'Appaltatore, intendendosi compreso quello di scarica.

Qualora per l'incoerenza delle materie, oppure per la profondità e l'altezza degli scavi, o quando lo scavo debba essere effettuato al di sotto dell'acqua sorgiva o in qualunque modo sia soggetto a riempirsi di acqua, e ogni volta che occorra, gli scavi sia di sbancamento che di fondazione dovranno essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo le persone e le cose, e impedire smottamenti di materie durante l'esecuzione degli scavi e successivamente.

Nel caso in cui occorresse l'utilizzo di pompe per lo svuotamento degli scavi, rimane stabilito che l'Appaltatore dovrà provvedervi a sua cura e spesa fornendo tutte le apparecchiature idonee all'utilizzo.

Il Piano di sicurezza individua le procedure da adottare per lo scavo e le situazioni per le quali è d'obbligo l'armatura delle pareti e la vigilanza del preposto. Col procedere dei lavori l'Appaltatore

potrà recuperare le armature, semprechè non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi di proprietà della Stazione Appaltante; se però, a giudizio del Direttore dei Lavori, alcune armature non potessero essere tolte per cause riscontrabili (pericolo alle persone o alle cose), l'Appaltatore non potrà pretendere alcuna sorta di compenso in merito.

Nel corrispettivo di appalto si intende compreso ogni onere relativo alle attività di scavo necessarie alla realizzazione delle opere di contratto.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a smaltimento, trasporto e consegna dei rifiuti di qualsiasi natura presso un raccoglitore/smaltitore/discardica autorizzata, osservando le norme previste dal D.Lgs.22/1997 "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti da imballaggio". Si intende compensato dal corrispettivo a corpo contrattuale anche l'onere di discarica e gli eventuali tributi locali e/o regionali.

L'Appaltatore è chiamato al rispetto della normativa nazionale (L. 98/2013, art. 41bis) che regola la gestione delle terre e rocce da scavo, la quale prevede l'invio all'ARPA di una dichiarazione relativa alle caratteristiche dei materiali da scavare definite all'art. 41bis, comma 1.

7.1.1.2.5 Rinterri

Fatta salva ogni maggiore indicazione contenuta all'interno del Capitolato tecnico strutturale, si prescrivono le seguenti indicazioni minime riguardanti i movimenti di terra necessari alla formazione delle livellette previste dalle tavole di progetto.

Il rinterro degli scavi dovrà essere eseguito in modo da formare un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento, che per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbiano a formare con il tempo, cedimenti o assestamenti irregolari (modulo di compressibilità 95% AASTHO-Mod).

Gli scavi saranno riempiti sino a formare una leggera colma rispetto alle preesistenti superfici, da assegnare in rapporto al successivo prevedibile assestamento.

I riempimenti devono essere realizzati a strati, operando un compattamento ogni 30 cm circa. Nel riempimento delle trincee l'Appaltatore dovrà operare con cautela evitando che i condotti e i manufatti interrati siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento che ne compromettano la continuità funzionale e l'allineamento (altimetrico e planimetrico).

Prima della risarcitura delle pavimentazioni stradali l'Appaltatore dovrà effettuare tutte le necessarie ricariche, con materiale anidro, opportunamente costipato e adattivato con cemento portland, bagnato a più riprese e compresso con rullo o piastra vibrante.

Il progetto prevede il risarcimento di tutte le trincee e buche, aperte per la realizzazione delle strutture e di tutti gli impianti di distribuzione e scarico, sia per la porzione interna al lotto che per quella esterna allo stesso.

7.1.1.2.6 Opere strutturali in genere

Le lavorazioni relative alle opere resistenti sono diffusamente illustrate, descritte e specificate all'interno degli elaborati specialistici del progetto strutturale che sono allegati al contratto in oggetto.

7.1.1.2.7 Strutture in carpenteria metallica

La descrizione delle opere e le modalità costruttive delle strutture resistenti in carpenteria metallica sono diffusamente descritte negli elaborati strutturali.

7.1.1.2.8 Lattonerie

Il progetto di contratto prevede la posa di scossaline e delle lattonerie in genere.

Lattonerie in genere

Tutti i manufatti dovranno essere:

- pressopiegati su misura a disegno, previo rilievo delle misure sul posto;
- dotati di pieghi, riccioli e nervature in grado di formare ostacoli idonei a rompere la goccia e garantire la rettilinearità dei manufatti successivamente alla posa;
- posati con chiodi d'acciaio protetti superiormente da cappellotti metallici in tinta, fissati mediante siliconatura;
- adeguatamente sovrapposti e sigillati per impedire infiltrazioni.

L'Appaltatore dovrà curare le modalità di trasporto, stoccaggio e posa in opera delle lattonerie e avrà l'obbligo di rimuovere e sostituire tutte le lamiere che subiscano danni, bollature, striature oppure abrasione della vernice.

7.1.1.2.9 Opere da fabbro

Assemblaggio su misura di manufatti, sulle base delle prescrizioni di progetto e delle indicazioni che verranno impartite dal Direttore dei Lavori.

Nei processi di saldatura saranno applicate le prescrizioni delle Istruzioni CNR 10011/85; i materiali di saldatura devono essere adatti al materiale base, in particolare gli elettrodi rivestiti (omologati secondo UNI 5132) e i flussi.

Il materiale di saldatura deve essere immagazzinato, entro i contenitori originali sigillati, in luogo asciutto e pulito avendo cura di non danneggiare i contenitori; non potrà essere impiegato materiale di apporto che abbia subito alterazioni superficiali, anche se asportate e/o danneggiamenti del rivestimento.

Prima di iniziare la saldatura si dovrà verificare che le superfici da unire siano adeguatamente pulite e che il tipo di materiale da saldare sia compatibile con il procedimento di saldatura adottato; dovranno essere eliminate tracce di ossidi, grassi, oli, termocolori, scaglie o quant'altro.

Le condizioni di pulitura delle superfici da saldare dovranno sempre essere assicurate con i mezzi più idonei.

Le parti in ferro da murare dovranno essere protette almeno da due riprese di vernici antiruggine. Le parti in metallo zincato esposte agli agenti atmosferici, dovranno essere sottoposte a zincatura in bagno di zinco fuso, secondo le norme CEI (rivestimento di mm. 0,07 corrispondenti a circa gr. 504/mq) e gli elementi al di sotto dei mm. 7÷8 di diametro dovranno essere sottoposti a zincatura elettronica, per uno spessore di micron 5÷6.

Le superfici metalliche zincate che devono essere verniciate dovranno essere precedentemente sgrassate, pulite e successivamente imprimate con primer adatto.

7.1.1.2.10 Disposizioni finali

I lavori dovranno essere eseguiti a regola d'arte e le opere dovranno essere consegnate in condizioni tali da essere perfettamente utilizzabili, intendendosi compresa negli oneri di appalto anche la pulizia dell'area oggetto dell'intervento.

Al termine dei lavori l'Appaltatore provvederà a propria cura e spese all'aggiornamento "as-built" dei disegni di progetto sul formato Autocad 2009 o versioni successive, sulla base di ciò che verrà fornito dalla Stazione Appaltante. Verrà pertanto consegnata entro 40 gg. dall'ultimazione dei lavori, e comunque prima della redazione dello Stato Finale, una documentazione completa di tutti i disegni, sia quelli oggetto di contratto che tutti quelli che si saranno resi necessari durante il corso dei lavori, su CD/DVD, oltre a in tre copie su carta.

Inoltre è obbligo dell'Appaltatore la redazione e la presentazione della seguente documentazione:

- POS (piano operativo di sicurezza) ai sensi della L. 81/01;
- dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico di cantiere (L. 46/90);
- schede tecniche di ciascun materiale fornito, compilate sul modella fornito dalla D.L.;
- certificazione energetica degli elementi forniti (serramenti, pareti, etc...);
- dichiarazione di conformità per ciascun impianto realizzato, (L. 46/90);
- certificato omologazione maniglioni antipanico;
- certificati classe R della struttura portante dell'edificio;
- certificati classe R delle protezioni alternative a pareti e solai;
- certificati partecipazione al fuoco degli elementi di pavimentazione e rivestimento;
- denuncia ISPESL relativa all'impianto di messa a terra;
- ogni altra certificazione delle opere eseguite necessaria all'ottenimento di tutti i Nulla osta necessari all'agibilità dei locali.

Ove l'Appaltatore non provvedesse, entro i termini fissati, a produrre l'aggiornamento dei disegni "as built" la Stazione Appaltante avrà facoltà, previa formale diffida, di affidare l'esecuzione dell'aggiornamento ad un altro soggetto provvedendo alla deduzione del corrispettivo dal Conto Finale.

7.1.1.3 Opere in copertura

Gli interventi edili relativi alle opere impiantistiche che verranno realizzate in copertura saranno limitati ad assistenze murarie ed alla realizzazione di una scala fissa esterna a pioli in profili di alluminio, che permetterà di accedere alla copertura a falda inclinata e di agevolare le operazioni di manutenzione dell'impianto fotovoltaico.

Scala esterna in profili di alluminio

La scala risponderà ai requisiti della normativa D.L. 81/08 e ISO 14122-4. I gradini dovranno essere costituiti da pioli quadrati anti-scivolo in alluminio dim. 30x30 mm.

La scala verrà vincolata alla parete esterna della copertura, in calcestruzzo armato, mediante zanche di ancoraggio e num. 4 tasselli meccanici M16/staffa tipo Hilti HST3 adatti per calcestruzzo fessurato. Le staffe di fissaggio, aventi interasse massima pari a 1800mm, saranno in acciaio zincato a caldo e consentiranno una distanza minima della scala dalla parete di ca. 180 mm.

Al termine dell'installazione l'appaltatore dovrà produrre idonea documentazione e certificazioni del manufatto installato ai sensi delle normative suddette.

Per maggiori dettagli costruttivi e indicazioni generali e specifiche si faccia riferimento a quanto riportato all'interno degli elaborati grafici delle opere strutturali/architettoniche ed impiantistiche facenti parte del presente appalto.

Ripristini manto impermeabile

A seguito dell'installazione delle linee vita sulla copertura a falde e della baraccatura di supporto ai pannelli solari termici sulla copertura piana (vedasi capitolo Opere Strutturali), dovranno essere previsti alcuni ripristini in guaina bituminosa del manto impermeabile esistente, in corrispondenza dei punti di ancoraggio.

7.1.1.4 Opere in facciata

Sulla facciata nord-est, così come indicato sugli elaborati grafici, dovranno essere posati n. 3 **pannelli scatolati in alluminio composito (Alocobond®)** a integrazione delle lacune presenti.

I pannelli dovranno avere le seguenti dimensioni 120 x 280 mm e presentare uguale finitura e colore rispetto a quelli costituenti la facciata ventilata e dovranno essere posati in modo da costituire un piano complanare.

I pannelli in composito dovranno avere uno spessore totale di 4 mm, e dovranno essere costituiti da due lamiere in lega di alluminio Peraluman 100 (AlMg1) di spessore 0,5 mm l'una, e da un nucleo in polietilene nero del tipo LDPE, accoppiati con procedimento di fabbricazione in continuo, che ne consente il taglio a misura, scatolati e lavorati nel sistema a cassetta e sistema esclusivo di assemblaggio angoli, pre-verniciati PVDF nei colori standard da tabella produttori.

Si precisa che la facciata attuale è realizzata con pannelli in Alucobond®. Pertanto l'integrazione dovrà essere effettuata con la stessa tipologia di pannello.

La struttura portante dei pannelli, attualmente esistente, dovrà essere verificata e nel caso debba essere sostituita dovrà essere costituita da montanti verticali in profilo estruso di alluminio, corredati di cavallotti regolabili per aggancio pannelli e staffe regolabili in acciaio zincato di fissaggio alla muratura sottostante a mezzo tasselli in acciaio.

La parte terminale della facciata sarà opportunamente raccordata mediante lamieraggi all'impermeabilizzazione della copertura.

Caratteristiche dei componenti:

Pannello esterno

Dovrà essere un pannello composito di spessore totale 4 mm costituito da due lamiere in lega di alluminio Peraluman 100 (AlMg1) di spessore 0,5 mm l'una, e da un nucleo in polietilene nero del tipo LDPE, accoppiati con procedimento di fabbricazione in continuo, che ne consente il taglio a misura, pannello in Alucobond®.

Struttura portante

La struttura portante, qualora necessario, dovrà essere realizzata a montanti e traversi, con profili in lega di alluminio aventi spigoli arrotondati, la profondità dei profilati dovrà essere calcolata in conformità al calcolo statico.

Fissaggio al fabbricato

Per una corretta posa dei pannelli alla sottostruttura esistente è possibile che si debba smontare la porzione di rivestimento di facciata posta direttamente sopra i pannelli mancanti.

Attualmente la facciata, all'estremità superiore, è finita con una scossalina metallica a protezione. Per il montaggio corretto della facciata è possibile che tale scossalina debba essere smontata e successivamente riposizionata.

Dilatazioni

Le dilatazioni termiche orizzontali dovranno essere assorbite dal giunto montante - trasverso.

Nei giunti di dilatazione verticali il montante dovrà essere interrotto per una lunghezza pari a 5 mm; dovrà essere previsto un apposito elemento di giunzione per assicurare la continuità delle canaline di raccolta dell'eventuale acqua d'infiltrazione dello stesso.

Accessori

L'eventuale collegamento dei traversi ai montanti dovrà essere realizzato mediante cavallotti in alluminio; sull'estremità dei traversi dovranno essere poste, per chiusura, delle mascherine di contorno in materiale elastico.

Tutte le viti ed i bulloni di collegamento e di fissaggio delle parti in alluminio dovranno essere in acciaio inossidabile.

Aspetto estetico

La pannellatura dovrà presentare fughe verticali ed orizzontali di spessore costante ed essere assolutamente uguale a quella già presente sull'edificio.

Trattamento superficiale

I pannelli in Alucobond® dovranno essere preverniciati a forno con sistema PVDF (Polivinildene-Fluoruro) multistrato, di spessore 25/28 µ, applicata con procedimento in continuo "Coil-Coating", in conformità alla Normativa E.C.C.A. (European Coil Coating Association).

Montaggio della pannellatura

Si precisa che per la posa in opera dei tre pannelli mancanti sarà necessario l'utilizzo del cestello. Nel prezzo relativo, sono compresi tutti i componenti necessari per realizzare la facciata nella sua completezza (lamieraggi di raccordo e smaltimento delle acque meteoriche) e sono compresi gli oneri per i rilievi di cantiere, per la stesura della progettazione d'officina, per l'esecuzione delle opere provvisorie necessarie per la lavorazione, per il sollevamento dei materiali in quota per lo sgombero e la pulizia delle aree dai materiali di risulta, il loro allontanamento, nonché i diritti di smaltimento.

7.1.1.5 Piazzale parcheggio esterno – pavimentazione stradale

Dopo aver fresato completamente il tappetino dell'area a parcheggio precedentemente asfaltata, dovrà essere previsto il ripristino della esistente pavimentazione in asfalto mediante stesa di tappetino in pietrischetto bitumato, previa risarcitura degli scavi resisi necessari alla realizzazione delle fondazioni delle pensiline, alla posa in opera dei cavidotti e degli impianti, e delle altre superfici danneggiate.

La lavorazione comprendente:

- ripristino della trincea con la stratigrafia precedente (ove necessario);
- posa di un misto granulare bitumato (tout-venant), sotto il piano viabile.
- pulizia del fondo stradale;

- spalmatura di ancoraggio con emulsione bituminosa al 55% nella quantità sufficiente e comunque non minore di 500 g/mq, per garantire il perfetto ancoraggio del manto alla sottostante struttura;
- intasamento di tutti i buchi e stesa del manto in pietrischetto bitumato dello spessore compreso di mm. 30, mediante macchina distributrice-finitrice pesante, tipo Barber-Greene;
- cilindratura del manto con rullo medio a tandem, densità costipamento AASTHO-Mod > 95%;
- stesa di un tappetino bituminoso dello spessore di cm 4.

Misto granulare bitumato (tout-venant)

Tale strato dovrà essere costruito con materiali inerti, sabbia, ghiaia o pietrisco, lavati ed esenti da ogni materiale eterogeneo, fra loro opportunamente dosati in funzione della granulometria propria e dello spessore dello strato, miscelati con bitume solido, in quantità pari al 4,5-5,5% del peso degli inerti.

La preparazione della miscela dovrà essere effettuata con appositi impianti a caldo, attrezzati a compiere tutte le operazioni necessarie, quali l'essiccazione e la depolverizzazione degli inerti, il riscaldamento degli inerti e del bitume, la loro miscelazione, il tutto a temperatura costante, in modo che il conglomerato bituminoso possa essere steso a temperatura non inferiore a 100 °C.

Ad opera ultimata la superficie dovrà presentarsi da ogni punto regolare, non dovendosi osservare ondulazioni od irregolarità superiori ai 10 mm.

I bitumi impiegati dovranno corrispondere alle norme CNR (Ed. 1951).

In particolare dovranno presentare le caratteristiche seguenti:

- a) Penetrazione a 25 gradi (in mm) 80 – 100;
- b) Punto di rammollimento (palla ed anello) 44 gradi - 49 gradi.

L'emulsione di bitume dovrà essere a rapida rottura del tipo ER 50 (norme CNR 1958).

L'uso dei bitumi aventi caratteristiche diverse potrà essere consentito dalla Direzione Lavori quando ciò risulti necessario dalle particolari condizioni climatiche.

Tappetino bituminoso:

Il conglomerato per il tappetino bituminoso sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi, mescolati con bitume a caldo e stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice.

Lo spessore dello strato di usura sarà pari a 4 cm, salvo diversa prescrizione del Direttore dei Lavori. Terminata la stesura dello strato di usura verrà successivamente spalmata dell'emulsione bituminosa sulla quale verrà stesa della sabbia per irrudimento.

Caratteristiche degli aggregati e loro natura:

- gli aggregati dovranno essere di natura calcarea ed avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del fascicolo n. 4 anno 1953 del C.N.R. .

Caratteristiche del legante:

- il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per la accettazione dei bitumi" del C.N.R., fascicolo n. 2/1951" e sarà del tipo di penetrazione 60/80 oppure 80/100 salvo diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Caratteristiche del conglomerato

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- elevatissima resistenza meccanica e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni statiche e dinamiche; il valore della stabilità Marshall (prova ASTM D 1559, senza paraffina), se richiesta la prova dal Direttore dei Lavori, dovrà risultare in tutti i casi di almeno 1000 Kg; inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 - 6%;
- scorrimento Marshall 2 - 4 mm;
- elevata resistenza all'usura superficiale.

7.1.1.6 Piazzale parcheggio esterno – risoluzione interferenze tra nuove opere e sottoservizi esistenti

Dovrà essere prevista la risoluzione di tutte le interferenze tra le nuove opere da realizzarsi ed i sottoservizi esistenti in corrispondenza del piazzale a parcheggio.

Sono infatti a carico dell'Appaltatore gli oneri dovuti alla presenza di chiusini e caditoie.

Laddove le opere di scavo interferiscano con la presenza di caditoie e chiusini dovrà essere previsto il loro spostamento in diversa posizione, mediante la fornitura e posa di pozzetti prefabbricati per la realizzazione di caditoie stradali e fognature, comprensivi di chiusini in ghisa sferoidale classe C 400. Sarà compreso lo scavo, il rinfilanco e la copertura dei tubi in calcestruzzo. Dovrà essere compreso l'allaccio alla rete fognaria nonché ogni onere per la chiusura dello scavo con materiale inerte e ogni altro onere necessario.

7.1.1.7 Parcheggio esterno - Segnaletica orizzontale e verticale

Tutta la segnaletica da collocare a corredo delle zone di circolazione, dovrà essere rigorosamente conforme ai tipi, colori, composizione grafica, simbologia e misure prescritti dal Regolamento di

esecuzione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. e delle eventuali nuove Norme emanate prima della realizzazione dell'opera.

Segnaletica orizzontale

L'Appaltatore dovrà inoltre predisporre la segnaletica orizzontale costituita da termocolato sintetico resistente all'usura e stabile agli u.v. per formazione di strisce applicato a spruzzo, secondo le necessità di lavorazione e nei cromatismi (bianco, azzurro, giallo) previsti dal progetto:

- strisce di colore bianco per segnalare i bordi e la mezzzeria della carreggiata;
- strisce di colore bianco per delimitare gli stalli di parcheggio;
- linee di arresto e iscrizioni di Stop di colore bianco
- frecce direzionali di colore bianco
- strisce zebra bianche per segnalare gli attraversamenti e le zone di divieto di sosta;
- strisce di colore giallo e campitura con strisce inclinate e simbolo della carrozzella, per tutti i posti auto riservati ai disabili.

Segnaletica verticale

L'Appaltatore dovrà altresì predisporre l'impianto di segnaletica verticale che dovrà essere composto di: plinti, sostegni (pali), segnali o gruppi di segnali.

- **Plinti**

I plinti dovranno essere realizzati in conglomerato cementizio, ed avere dimensioni tali, calcolate in funzione della natura dei materiali di cui è composto il sottofondo su cui impiantare il palo di sostegno, da assicurarne la perfetta stabilità e perpendicolarità rispetto al piano di calpestio.

Le fondazioni in conglomerato cementizio a q.li 3/mc di cemento tipo 325 di miscela inerte granulometricamente corretta, dovranno essere gettate in opera, dimensionate in base alla lunghezza del sostegno e al numero dei segnali ancorati su di esso. In ogni caso il basamento non dovrà essere inferiore in linea di massima a cm. 40 x 40 e 50 di profondità.

Per impianti segnaletici che utilizzano sostegni da mm. 48 o mm. 60 di diametro di norma la parte infissa nel pavimento non potrà essere inferiore a cm. 50.

Per impianti segnaletici che utilizzano sostegni di dimensioni maggiori il basamento sarà aumentato in proporzione.

- **Paline**

Le paline dovranno essere realizzate in acciaio zincato a caldo per immersione secondo le norme UNI 5101 e ASTM 123, a sezione circolare, con spessore e diametro indicati di seguito e

lunghezza proporzionata alla quantità di segnali da sostenere ed all'altezza dal piano di calpestio prevista dal Codice della Strada; dovranno essere dotati di dispositivo antirotazione (scanalatura per tutta la lunghezza del palo, che evita la rotazione del segnale), di apposito foro all'estremità inferiore per l'inserimento dello spinotto (lunghezza cm. 20 e diametro mm. 10) necessario all'ancoraggio del palo al plinto e tappo di chiusura in plastica, all'estremità superiore. I sostegni dovranno avere pesi minimi di kg./metro 3,12 per il Ø da mm. 48 (spessore 2.8 mm.), di kg./metro 4,88 per il Ø da mm. 60 (spessore 3,5 mm.) e di Kg/metro 7,47 per il Ø da mm. 90 (spessore 3.5 mm.). I sostegni dei segnali dovranno essere dimensionati per resistere ad una velocità del vento di km/h150, pari ad una pressione dinamica di 140 km/mq (Circ.18591/1978 del Servizio Tecnico centrale del Min. dei LL.PP. relativa al D.L. del 3/10/1978).

Tutti i tipi di paline sopradette dovranno essere in pezzo unico e pertanto non dovranno presentare su tutta la lunghezza alcuna saldatura di giunzione trasversale.

La lunghezza della palina oltre ad essere in funzione delle dimensioni del cartello o del numero dei segnali da collocare, tenendo conto dei prescritti franchi di sicurezza richiesti dal Codice Stradale, dipende anche dall'ubicazione della struttura.

L'ancoraggio del segnale stradale al sostegno dovrà essere effettuato secondo i casi, nelle seguenti tipologie:

- 1) su palina con anello portadisco con f mm.60;
- 2) su palina semplice (detta piantana) con f mm. 48 e mm. 60.

L'ancoraggio del segnale stradale alla palina con anello portadisco sarà effettuato mediante tre pernetti opportunamente fresati e forati, posti a 120° sull'anello. Due di questi di norma sono fissi, mentre il terzo, in lega di alluminio con vite in ottone a testa lenticolare, è avvitabile per consentire la posa del disco che verrà fermato con una coppiglia inox.

L'eventuale pannello aggiuntivo, da porre sotto il segnale stradale, sarà ancorato all'anello del porta disco mediante due staffette in lamiera d'acciaio inox chiuse con due bulloncini passanti T.E. 8 MAX15 con dado T.E. spessore 6 mm., in acciaio inox 18/10 ed alla base il pannello sarà fermato alla palina con materiale non ossidabile da concordare con la Direzione Lavori.

L'ancoraggio del segnale stradale alla palina semplice sarà effettuato mediante staffe a collare in ferro zincato a caldo, di norma due per segnale, fissate con bulloni passanti TE 8 Max 15 dado spessore mm.6, tutto in acciaio inox 18/10 compresa la rosetta di fermo del bullone.

Detta staffa piegata a freddo ed avrà uno spessore non inferiore a mm. 4 ed il fermo alla palina sarà effettuato con bullone passante TE 8 Mx25 dado spessore mm.6 in acciaio inox. La Direzione Lavori in alternativa, senza variazione di prezzo, può richiedere la staffa inox il cui spessore minimo sarà di mm.20/10, larghezza minima mm. 30. Per l'ancoraggio dei pannelli aggiuntivi o similari sarà sempre usata la staffetta inox; spessore minimo mm.10/10 larghezza mm.20 con spigoli smussati, bulloneria inox come sopra descritto.

- Segnali

I segnali saranno realizzati in alluminio pressopiegato o scatolare con spessore mm. 25/10, dovranno avere, applicata sulla faccia anteriore, idonea pellicola rifrangente (H.G. o H.I.) e sulla faccia posteriore apposite scanalature o predisposizioni in acciaio zincato, atte a consentirne il fissaggio al palo con staffe e bulloni.

Per quanto l'impresa abbia la facoltà di provvedere ai materiali da località di sua convenienza, tuttavia essi dovranno essere riconosciuti, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, rispondenti ed idonei. In ogni caso la ditta aggiudicataria prima della consegna dei lavori dovrà presentare tutta la certificazione di legge riferita alla segnaletica che intende utilizzare conformemente alle vigenti disposizioni.

Tutti i segnali dovranno essere costruiti secondo le caratteristiche conformi alla normativa vigente e, in mancanza, secondo le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei lavori e dovranno essere muniti di attacchi speciali fissati nella parte posteriore che eliminano la foratura del segnale stesso.

I segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritte dal D.M. 18/2/1992, n.223, Direttiva 16/2/1993, n.335, Circolare 24/2/1993, n.461, Circolare 19/4/1993, n.469, Circolare 5/8/1993, n.62, Circolare 30/11/1993, n.2823, D.M. 10/12/1993, n.651, Circolare 7/7/1994, 2233, D.M. 26/9/94, D.M.31/3/1995, n.1584, Direttiva 12/4/1995, D.M. 9/6/1995, Circolare 9/6/1995, n.2584, Circolare 9/6/1995, n.2595, D.M. 2/1/1996, D.M. 27/3/1996, successive circolari emanate fino al momento della gara di Appalto.

I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali dovranno essere della migliore qualità in commercio. A norma della legge n. 113 del 30/3/81 - art. 13, lettere b, d, e, la ditta aggiudicataria dovrà presentare prima dell'inizio dei lavori campioni rappresentativi della fornitura e, a garanzia della conformità dei campioni stessi e della successiva fornitura alle norme prescritte, una dichiarazione impegnativa relativa ai prodotti impiegati, accompagnata da certificati ufficiali di

analisi, o copie fotostatiche, rilasciati da riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati, per tutti o parte dei materiali usati, secondo quanto richiesto dalla Direzione Lavori; a norma della succitata Circolare n. 2130 è comunque tassativa ed obbligatoria la presentazione dei certificati, o delle copie di questi, relativi alle pellicole catarifrangenti da consegnarsi comunque prima della consegna dei lavori.

I campioni richiesti dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al C.d.S. e relativo Regolamento e alle circolari relative per quanto non in contrasto. Dovranno inoltre avere le seguenti caratteristiche:

- a) Disco con diametro di cm. 60 o cm. 90
- b) Triangolo, con i tre lati di cm. 90
- c) Ottagono, con i lati del rettangolo che lo circoscrive di cm. 60 o cm. 90
- d) Targa rettangolare per segnali di direzione con dimensioni di cm. 125 x 25
- e) Targa rettangolare per segnali di preavviso o di presegnalazione di dimensioni variabili in relazione alla quantità e dimensioni di messaggi che occorre fornire e alla larghezza della banchina che deve ospitare il cartello.

Il supporto dei segnali sarà realizzato in lamiera di alluminio semicrudo, puro al 99%, dello spessore di mm. 25/10 (Norma UNI 4507) ricavandolo da lamiere perfettamente piane e non da lamiere in rotoli, al fine di non provocare al segnale stradale incurvatures intollerabili.

La faccia del pannello, atta all'applicazione del messaggio, deve essere completamente liscia senza alcuna scanalatura o protuberanza ed esente da sbavature, il tutto come quelli già in uso dall'Amministrazione.

I supporti saranno ottenuti mediante pressopiegatura di bordo di rinforzo perimetrale a scatola non inferiore a mm. 10, completi di due traverse di irrigidimento completamente scanalate applicate sul retro ed adatte allo scorrimento longitudinale delle controstaffe di attacco ai sostegni.

Qualora infine il supporto del segnale sia costituito da due o più pannelli contigui, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloncini zincati.

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi speciali inseriti nelle traverse di irrigidimento, adatti a sostegni in ferro tubolare Ø 48 e Ø 60, idonei a combaciare alle staffe a corsoio della lunghezza utile di cm. 12, complete di contro staffe in acciaio zincato dello spessore di mm. 3 con due fori, nonché di bulloni interamente filettati da cm 7,5 e dadi tutti zincati.

I vertici del supporto forma triangolare, come pure gli angoli dei supporti non circolari, dovranno essere arrotondati con raggio di curvatura le cui misure sono stabilite dalla Circolare n. 1515 del 28/9/1981 del Ministero dei LL.PP. e dal D.M. N° 156 del 27/4/1992 n° 285 e relativo Regolamento di Esecuzione D.P.R. 16/12/1992 n° 495.

Gli spigoli dei supporti dovranno essere trattati meccanicamente in modo da arrotondarli con raggio di curvature non inferiore a cm. 2.00, evitando il taglio della lamiera in eccesso.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il supporto grezzo dopo aver subito i processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernici tipo Wash - primer, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti.

Il supporto del cartello stradale, preparato secondo le indicazioni sopradette, dovrà essere ricoperto, a scelta dalla Direzione Lavori con:

- a) vernice a forno (V. F.) sintetica di prima qualità inalterabile nei colori e antigraffio sia il fondo che la simbologia per almeno 5 anni.
- b) serigrafia o con pellicola plastica opaca di colore nero purché queste abbiano le stesse caratteristiche di durata garantite dalla inalterabilità della vernice.
- c) smalto sintetico speciale di colore grigio neutro opaco a copertura del trattamento effettuato con le modalità di cui ai precedenti punti a) o b).

Il supporto dovrà essere ulteriormente ricoperto, secondo la tipologia del cartello e a scelta della Direzione Lavori con:

- a) pellicola di classe 1 catarifrangente a normale intensità luminosa Intensity Grade (E.G.).
- b) pellicola di classe 2 catarifrangente ad alta intensità luminosa High Intensity Grade (H.I.).

La pellicola catarifrangente da applicare sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come descritto in precedenza, dovrà avere le caratteristiche sotto descritte.

Le pellicole catarifrangenti a normale intensità luminosa con durata di 7 anni (classe 1) e ad alta intensità luminosa con durata di 10 anni (classe 2) devono essere costituite da un film di materiale plastico flessibile acrilico trasparente ed a superficie esterna perfettamente liscia, tenace e resistente agli agenti atmosferici.

Le pellicole catarifrangenti, sia a normale intensità luminosa (classe 1), che ad alta intensità luminosa (classe 2), devono rispondere alle norme riportate nel "Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroreflettenti", approvato con Decreto del Ministro LL.PP. in data 26/6/1990, che qui e' da intendersi noto e non materialmente allegato al presente disciplinare.

Le proprietà di catarifrangenza devono derivare da un sistema ottico sottostante al film acrilico e costituito da uno strato uniforme di microsfere di vetro perfettamente rotonde e ad elevatissimo indice di rifrazione, incapsulate per mezzo di un'opportuna resina sintetica.

Entrambe le suddette pellicole dovranno essere fornite posteriormente di adesivo secco da attivare con il colore, steso uniformemente e protetto da un foglio sottile di polietilene, facilmente asportabile con le sole dita al momento dell'applicazione; l'impiego di pellicola autoadesiva dovrà essere espressamente autorizzato dalla Direzione Lavori.

Tutte le pellicole retroriflettenti a normale intensità luminosa (classe 1) ed alta intensità luminosa (classe 2) dovranno avere le caratteristiche previste dal disciplinare tecnico approvato con il Decreto Ministeriale 23 giugno 1990 (Gazzetta Ufficiale n. 162 del 13 luglio 1990).

Su entrambe le qualità di pellicola dovranno essere stampigliati indelebilmente il numero degli anni di garanzia (7 anni per la classe 1 e 10 anni per la classe 2) ed il nome del produttore.

Le proprietà di catarifrangenza devono derivare da un sistema ottico sottostante al film acrilico e costituito da uno strato uniforme di microsfere di vetro perfettamente rotonde e ad elevatissimo indice di rifrazione, incapsulate per mezzo di un'opportuna resina sintetica.

Su tutti i cartelli stradali la pellicola catarifrangente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli. Il fondo, il bordino, il simbolo, la freccia e tutti gli altri segni che compongono la targa devono essere rifrangenti con il medesimo materiale e sistema di applicazione.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole catarifrangenti e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola catarifrangente.

Potranno essere accettati simboli con pellicola plastica opaca di colore nero, purché questa abbia le stesse caratteristiche di durata garantite dalla pellicola catarifrangente, sulla quale viene applicata.

I segnali di forma triangolare, circolare ed i pannelli esplicativi dei segnali triangolari, quadri rettangolari dovranno essere conformi alle tipologie previste dalla Circ. N° 1515 del Min. LL.PP. in data 28/9/1981 e Decreto Ministeriale N° 156 del 27/4/1990 (Gazzetta Ufficiale N° 44).

Inoltre i cartelli eseguiti con pellicola dovranno essere interamente riflettorizzati, sia per quanto concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli e le iscrizioni, in modo che tutti i segnali appaiano di notte secondo lo schema di colori con il quale appaiono di giorno, in ottemperanza all'art. 28 del Regolamento di Esecuzione del Codice della Strada e in conformità al Capitolo 16 della Circ. del Ministero LL.PP. N° 9540 del 20/12/1969, n. 2730 del 19/4/1971, N. 400 del 9/2/79 e N° 1515 del 28/9/1981, nonché Codice della Strada D.Lgs. 30/4/1992 n° 285 e Regolamento D.P.R. 16/12/1992 n° 495.

Infine tutto il segnale dovrà essere protetto da apposito trasparente di finitura che garantisca la inalterabilità della stampa.

Per i segnali di indicazione il codice colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni, devono rispondere a quanto stabilito dal Codice della Strada e relativo Regolamento di Esecuzione ed Attuazione dalle Circ. del Min. LL.PP. n.9540 del 20/12/1969 n.2730 del 19/4/1971, n.400 del 9/2/1979 e n.1515 del 28/9/1981 e da tutte le norme vigenti anche se non citate.

In ogni caso, l'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (determinabili come da tabella a pagina 31, figura 36 della predetta Circolare n.400) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a m.75 ed allo scopo di mantenere un sufficiente potenziale di "bersaglio ottico" e richiamo visivo, i segnali di preavviso di bivio dovranno avere dimensioni non inferiori a m. 1,50 x 1,00.

Il supporto del cartello dovrà riportare indicato il nome del fabbricante e l'anno di fabbricazione del cartello.

Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di cmq. 200 secondo quanto disposto dall'art. 28 del Regolamento di modifica ed i caratteri alfa numerici autoadesivi di tipo 3M devono essere leggibili da una distanza minima 10 metri con una illuminazione di 100 lux.

7.1.1.8 Tracciamento a terra di pista autoscuola per motocicli

In luogo ancora da definirsi, di proprietà del Comune di Pinerolo, dovrà essere eseguito dall'Appaltatore il tracciamento a terra, mediante termocolato sintetico resistente all'usura e stabile agli u.v. per formazione di strisce, applicato a spruzzo, di pista per scuola guida motocicli, così come attualmente presente nel parcheggio.

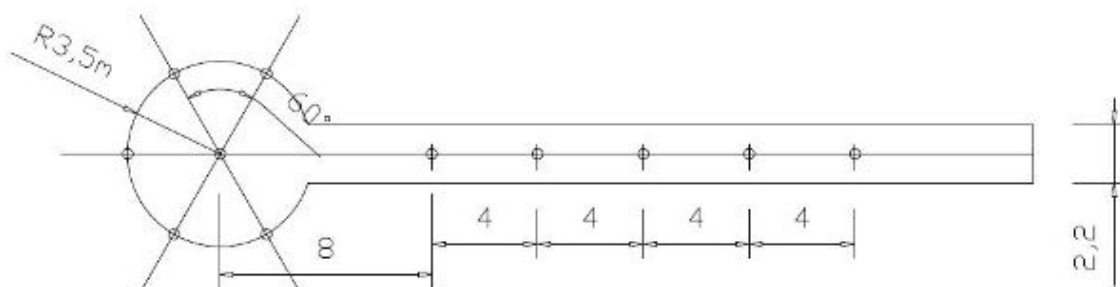
L'area destinata all'effettuazione dei percorsi di prova dovrà rispondere a quanto stabilito dal Decreto del Ministero dei Trasporti D.D. 20 maggio 2013 e relative modifiche contenute nel D.D. 28 giugno 2013, recanti "Disposizioni atte a garantire condizioni ottimali di sicurezza nell'espletamento delle manovre particolari e delle prove di frenatura, prescritte per il conseguimento delle patenti di guida delle categorie A1, A2 ed A, anche speciali", nonché dalle eventuali nuove Norme emanate prima della realizzazione dell'opera.

Il tracciamento a terra dei singoli circuiti di prova dovrà essere eseguito così come definito negli schemi allegati ai suddetti Decreti:

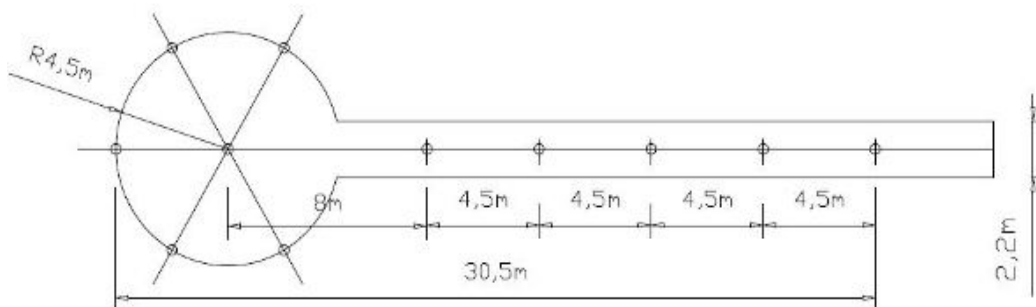
Allegato 1 al DD 28/06/2013

PROVE DI EQUILIBRIO A VELOCITA' RIDOTTA

Circuito per A1



Circuito per A2



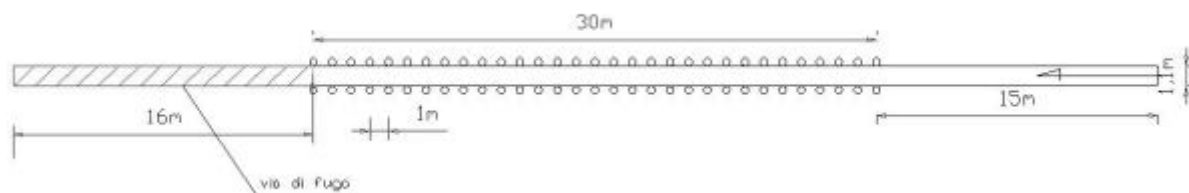
Allegato 2

al DM

20/05/2013

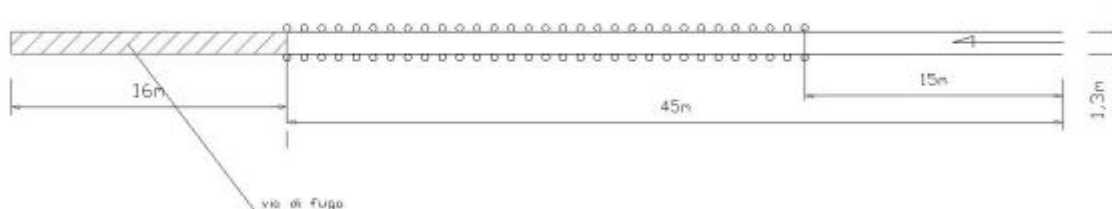
PASSAGGIO IN CORRIDOIO STRETTO

Circuito per A1



Circuito per A2-A

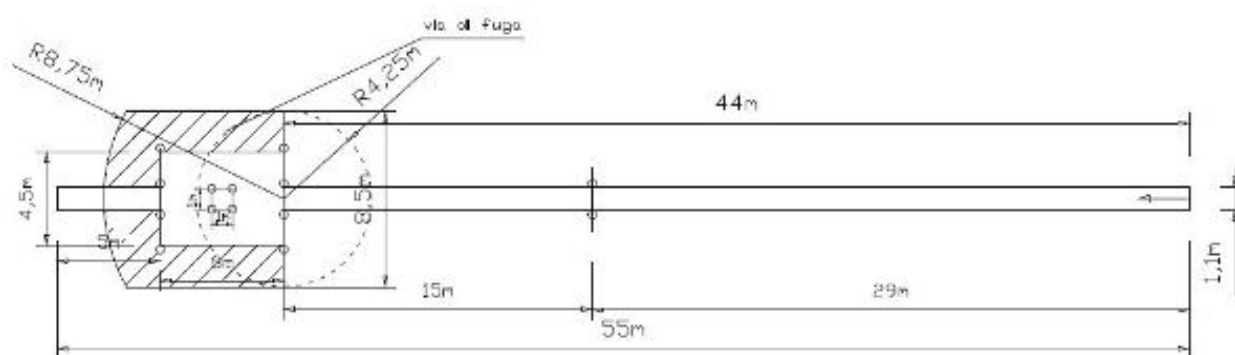
D min



Allegato 2 al DD 28/06/2013

SUPERAMENTO OSTACOLO

Circuito per A1



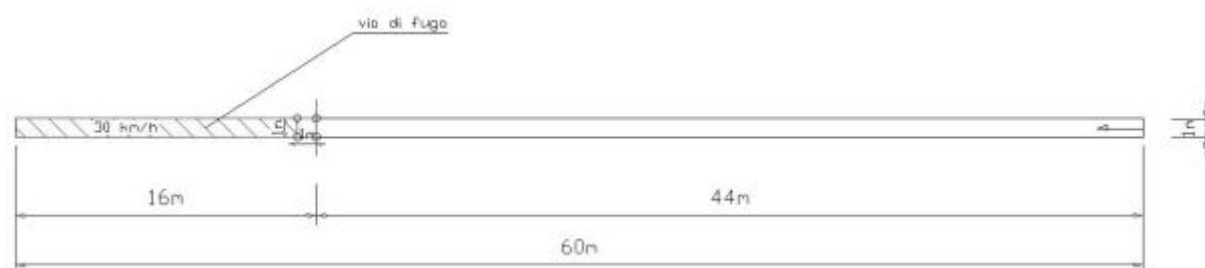
Circuito per A2-A



Allegato 4 al DM 20/05/2013

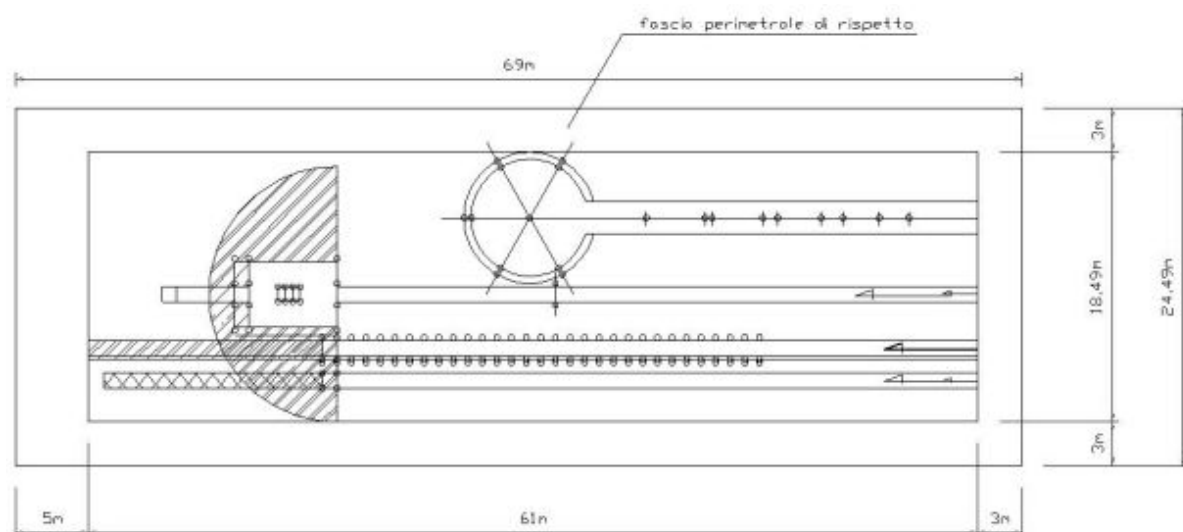
PROVE DI FRENATA

Circuito per A1-A2-A

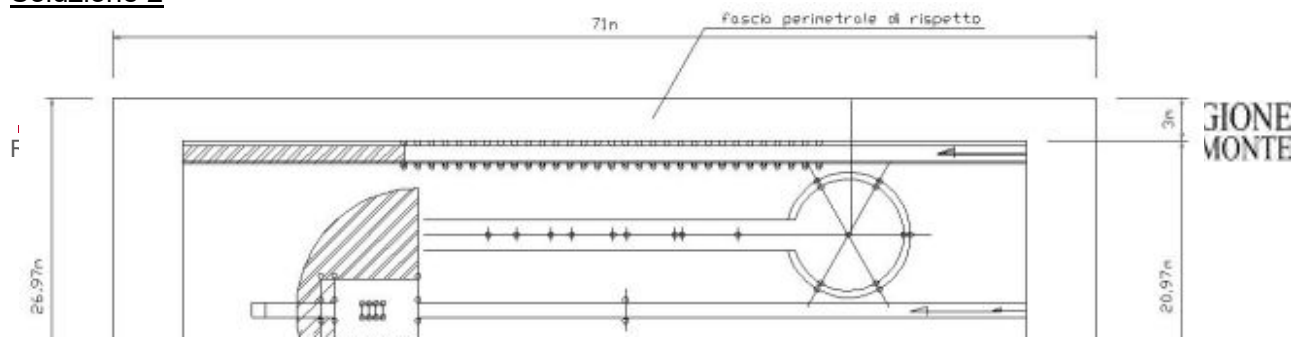


Le aree dei singoli circuiti, comprese le eventuali vie di fuga, potranno essere realizzate e combinate, in relazione agli spazi disponibili, secondo diverse configurazioni, riportate a titolo esemplificativo e non esaustivo nella tabella allegata al DM 20/05/2013:

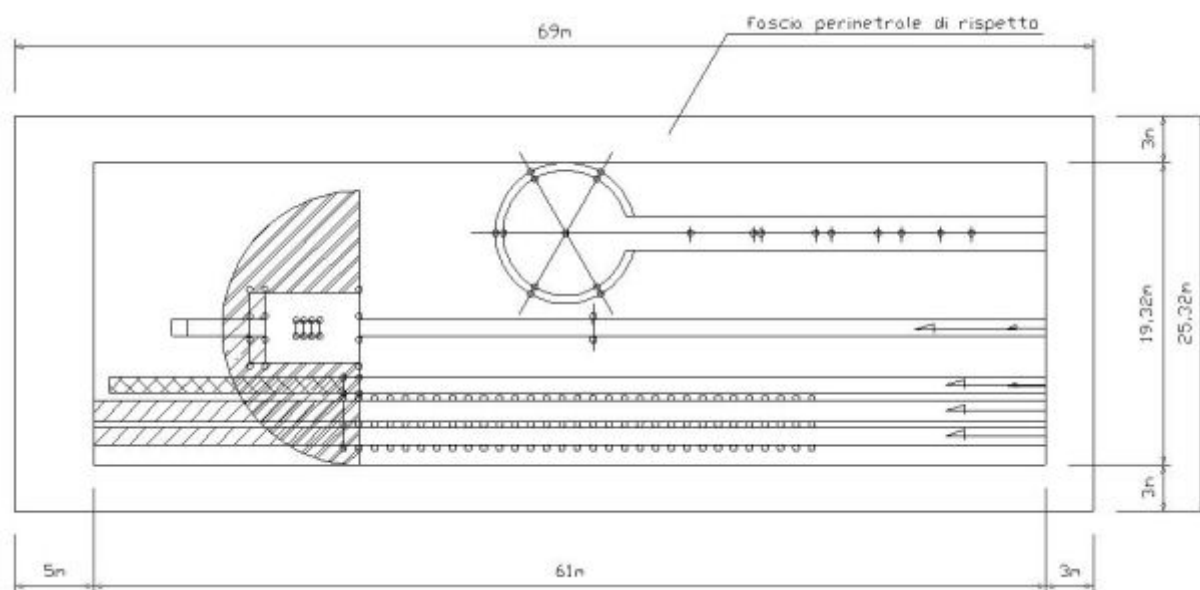
Soluzione 1



Soluzione 2



GIONE MONTE

Soluzione 3

Le strisce orizzontali per il tracciamento dei circuiti di prova dovranno essere conformi ai tipi, colori, composizione grafica, simbologia e misure prescritti dal DM 20/05/2013 e delle eventuali nuove Norme emanate prima della realizzazione dell'opera.

OPERE STRUTTURALI

Il presente documento riporta le specifiche tecniche e le prescrizioni strutturali (nel seguito anche SPT) riferite ai lavori strutturali previsti nell'ambito della realizzazione dell'impianto fotovoltaico e dell'impianto solare termico del Palaghiaccio di Pinerolo.

L'intervento in oggetto prevede:

- realizzazione di nuove pensiline in carpenteria metallica installate sul parcheggio a raso nella zona ovest del lotto atte ad ospitare un impianto fotovoltaico (pannelli)
- realizzazione di baraccatura in carpenteria metallica da installare sul piano della copertura est del palazzetto (solaio di copertura in c.a.) atta ad ospitare l'impianto solare termico.

L'Appaltatore prima di procedere con la progettazione costruttiva delle opere strutturali dovrà eseguire un rilievo topografico di dettaglio attraverso apposita strumentazione.

Sulla base del rilievo effettuato e del progetto costruttivo messo a punto dall'Appaltatore, dovrà essere sottomesso alla Direzione Lavori per approvazione il piano di tracciamento con individuati i riferimenti adottati ("capisaldi").

I capisaldi dovranno essere fissati e materializzati in modo che non subiscano danneggiamenti, spostamenti e/o cedimenti, anche involontari.

L'appaltatore dovrà redigere a propria cura e spese:

- Il progetto costruttivo;
 - I piani di tracciamento;
- da fornire alla direzione lavori prima della esecuzione degli stessi, indicando la posizione plani-altimetrica dei capisaldi, delle stazioni di misura, ecc.

8.1 Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione delle nuove opere strutturali è la seguente:

- **Legge 5 novembre 1971, n. 1086** - *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica*;
- **D.M. 14 gennaio 2008** - *Approvazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni*;
- **D.M. 6 maggio 2008** - *Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni*.
- **Circolare 2 febbraio 2009** *Circolare contenente le Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008*

- **Eurocodice 2** “Progettazione delle strutture in calcestruzzo / Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici” UNI EN 1992-1-1 Novembre 2005.
- **Eurocodice 3** - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- **UNI EN 1090-1** Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
- **UNI EN 1090-2** Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio.
- **UNI EN 795 - UNI EN 516-517 - D.G.R. 23.05.016 N°6/R. (Linee Vita)**
L'elenco è da intendersi indicativo e non esaustivo.

8.2 **Analisi dei Carichi**

Si sono considerati i seguenti carichi agenti sulle nuove strutture:

- Pesi propri elementi strutturali
- Carichi permanenti non strutturali
- Carichi variabili accidentali
- Azione della neve
- Azione del vento
- Azione sismica
- Dilatazioni termiche

8.2.1 **Pesi Propri**

- Calcestruzzo armato 25.0 kN/m³ (tabella 3.1.I NTC 2008)
- Acciaio 78.5 kN/m³ (tabella 3.1.I NTC 2008)

8.2.2 **Carichi Permanenti non strutturali**

- Grigliato metallico **0.30 kN/m²** (piatto 30x3mm, maglia 30x51mm)
- Pannelli fotovoltaico **0.15 kN/m²**
(comprensivo di pannelli, sottostruttura di ancoraggio e collegamenti elettrici).

Il carico derivante dall'installazione del nuovo impianto fotovoltaico è stato valutato considerando:

- *Pannello in silicio monocristallino di superficie pari a ca. 1.64 m² e peso di 16,80 kg, di cui si riporta tabella con caratteristiche estratta dalla Relazione Descrittiva Impianti elettrici:

Tipo materiale	Silicio monocristallino
Potenza di picco [W]	305.0 W
Im [A]	9.52
Isc [A]	10.10
Efficienza [%]	18.60
Vm [V]	32.10
Voc [V]	40.00
Coeff. Termico Voc [%/°C]	-0.2900
Coeff. Termico Isc [%/°C]	0.040
NOCT [°C]	45.0
Vmax [V]	1 000.00
Lunghezza [mm]	1 640.00
Larghezza [mm]	1 000.00
Superficie [m ²]	1.640
Spessore [mm]	35.00
Peso [kg]	16.80
Numero celle	60

- Sottostruttura con sistema di fissaggio in alluminio, cablaggi, inverter ecc, peso circa 5 kg/pannello.

- Totale peso pannello FV + sottostruttura e cavi elettrici = 21,8kg/pannello = 13.2 kg/m², a favore di sicurezza si approssima a ca. **15 kg/m²** (nei calcoli e nelle verifiche strutturali è stato considerato un peso pari a ca. 20 kg/m²).

– Pannelli solare termico **0.35 kN/m²**

(comprensivo di pannelli, sottostruttura di ancoraggio e collegamenti).

Il carico derivante dall'installazione del nuovo impianto fotovoltaico è stato valutato

considerando:

- *Pannello solare termico installato con inclinazione di ca. 40° rispetto all'orizzontale ed avente superficie pari a 2.58 m², 1.98 m² proiettato sull'orizzontale. Il peso totale al m² risulta esser pari a $38+1.45=40$ kg/pannello >> 20.2 kg/m²

Collector type		Flat collector	
Mounting type		On-roof mounting	
Gross area	m ²	2.57	
Aperture area	m ²	2.26	
Absorber area	m ²	2.30	
Length	mm	2079	1240
Width	mm	1240	2079
Height	mm	95	
Weight empty	kg	38	38.5
Collector capacity	l	1.45	1.72
Max. operating pressure	bar	10	
Idle temperature	° C	174	

- Sottostruttura con sistema di fissaggio in alluminio, cablaggi, inverter ecc, peso circa 18 kg/pannello >>> 9.09 kg/m²

- Totale peso pannello ST + sottostruttura e cavi elettrici = 58 kg/pannello = 29.3 kg/m², a favore di sicurezza si approssima a ca. **35 kg/m²**

(a favore di sicurezza, nei calcoli è stato considerato il carico di 35 kg/m² applicato sull'intera superficie del soppalco. Tuttavia nella realtà, il ST occupa circa il 70% della sup. in pianta, riducendo sensibilmente il carico agente per unità di superficie).

8.2.3 Carichi variabili accidentali

- Manutenzione copertura 0.50 kN/m² verticale
1.00 kN/m spinta orizzontale
(cat. H1, *tabella 3.1.II NTC 2008*)

8.2.4 Azione della Neve

Dati del sito

- Regione Piemonte
- Provincia Torino
- Comune Pinerolo

- Ubicazione Zona I
- Quota sito s.l.m. 376 m
- Topografia Normale
- Coefficiente di esposizione $C_E: 1$
- Coefficiente termico $C_t: 1.00$
- Valore car. di carico neve al suolo $q_{sk} = 1.76 \text{ kN/m}^2$ ($T_R=50\text{anni}$)
- Angolo α della falda sull'orizzontale $\alpha \approx 13^\circ$ (pensiline)
 $\alpha \approx 0^\circ$ (soppalco solare termico)
- Coefficiente di forma $\mu_1 = 0.80$
- **Carico neve** **$q = 1.41 \text{ kN/m}^2$**

8.2.5 Azione del vento

Dati sito:

- Regione Piemonte
- Provincia Torino
- Comune Pinerolo
- $V_{b,0}$ 25.00 m/s
- a_0 1000 m
- k_a 0.01 s^{-1}
- Zona di esposizione 1
- Classe di rugosità B
- Distanza dalla costa $> 30 \text{ km}$
- Categoria di esposizione **IV**
- K_r 0.22
- Z_0 0.3 m
- Z_{min} 8.0 m
- C_t 1 m
- Quota s.l.m. 376 m
- Pressione cinetica di riferimento $q_b = 391.20 \text{ N/m}^2$

- Pendenza falda α $\alpha \approx 13^\circ$ (pensilina fotovoltaica)
 $\alpha \approx 0^\circ$ (soppalco solare termico, 40° inclinazione pannello solare)
- Altezza edificio sul p.c. 4 m (pensilina fotovoltaica)
18 m (soppalco solare termico)
- Tempo di ritorno T_R 50 anni
- Coef. dinamico c_d 1.00
- Coef. topografico c_t 1.00
- Coef. di esposizione c_e 1.634 (z=8m)
2.2 (z=18m)
- Coef. di pressione c_{pe} $1.2 \cdot (1 + \sin \alpha)$ (par. C3.3.10.3, Circ. 617 del 02.02.2009)
1.47 (pensilina fotovoltaica)
1.59 (soppalco solare termico, si considera la presenza di più file di pannelli con riduzione del coef. di pressione del 25%)
- Pressione del vento $P = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$ (agente in pressione e depressione)
- $P_{\text{pensilina}} = q_b \times C_e \times C_p \times c_d = 391.20 \times 1.634 \times 1.47 \times 1 = \pm 94 \frac{daN}{m^2}$
 $= \pm 136.8 \frac{daN}{m^2}$
- $P_{\text{soppalco}} = q_b \times C_e \times C_p \times c_d = 391.20 \times 2.2 \times 1.59 \times 1$ (agente perpendicolare al pannello in pressione e depressione)
- Coef. di attrito 0.02
- Azione tangenziale del vento $P_f = c_e \times q_b \times c_f = 1.30 \text{ daN/m}^2$ (pensiline fotovoltaico)

8.2.6 Azione Sismica

Vengono riportate nel seguito le ipotesi di calcolo adottate per l'analisi sismica delle nuove

strutture (Pinerolo risulta essere in zona sismica 3S).

Per le caratteristiche del sottosuolo (pensiline fotovoltaiche) si faccia riferimento ai documenti *Relazione geologica, idrologica e idraulica* e *Relazione Geotecnica e Sismica* redatte dall' A.T.P. Simete s.n.c. capogruppo del team di progettazione che si è occupato della Progettazione Esecutiva delle opere che hanno interessato il Palazzetto di Pinerolo nel 2006 (Opere Olimpiche-Torino 2006).

8.3 **Caratteristiche dei materiali**

8.3.1 **Calcestruzzo**

- Calcestruzzo gettato in opera per usi non strutturali (magrone di sotto-fondazione):

Classe di resistenza C 12/15

- Calcestruzzo gettato in opere per strutture di fondazione

Classe di resistenza C 25/30

Classe di esposizione XC3

Dimensione nominale massima degli inerti D_{max} 22 mm

Classe di consistenza S3

Copriferro (§ C4.1.6.1.3 Circ. num. 617 del 02.02.2009)

Barre da c.a – altri elementi – ambiente ordinario $c_{nom} = 35 \text{ mm} < c_{min} = 40 \text{ mm}$

8.3.2 **Acciaio**

- Acciaio in barre ad aderenza migliorata per opere in cls armato gettato in opera

Acciaio B450C

- Acciaio per strutture in carpenteria metallica

Acciaio S275 J2 zincato a caldo e verniciato

- Acciaio per strutture in carpenteria metallica (grigliato metallico)

(classe di esecuzione EXC3 ai sensi della norma UNI 1090)

Acciaio S235 JR zincato a caldo

- Bulloni, dadi e tirafondi

Classe 8.8 zincati

- Tasselli

Meccanici adatti per cls fessurato e carichi sismici

9 CAPITOLO 1 - DATI GENERALI DELL'APPALTO

9.1 Oggetto dell'appalto

L'Appalto ha per oggetto i lavori, le somministrazioni e le forniture complementari occorrenti per la realizzazione delle opere strutturali indicate nella documentazione di progetto, salvo quanto verrà meglio precisato in sede di progettazione esecutiva e di Direzione dei Lavori.

In concreto l'appalto si riferisce ai lavori strutturali previsti nell'ambito della realizzazione dell'impianto fotovoltaico e dell'impianto solare termico del Palaghiaccio di Pinerolo.

Il contenuto dei documenti di progetto deve essere ritenuto esplicativo al fine di consentire all'Appaltatore di valutare l'oggetto dei lavori ed in nessun caso limitativo per quanto riguarda lo scopo del lavoro. Deve pertanto intendersi compreso nell'Appalto anche quanto non espressamente indicato ma comunque necessario per la realizzazione delle diverse opere.

Le opere dovranno essere eseguite a perfetta regola d'arte, finite in ogni parte e dovranno risultare atte allo scopo cui sono destinate, scopo del quale l'Appaltatore dichiara di essere a perfetta conoscenza.

Fanno inoltre parte dell'Appalto il coordinamento delle procedure esecutive e la fornitura degli apprestamenti e delle attrezzature atti a garantire, durante le fasi lavorative, la conformità a tutte le norme di prevenzione degli infortuni e di tutela della salute dei lavoratori, nel rispetto dell'art. 15 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

9.2 Descrizione stato di fatto

9.2.1 Pensiline fotovoltaico

Le nuove strutture saranno realizzate all'interno del parcheggio a raso sito nell'area ovest del palazzetto a ridosso delle vie dei Rochis e Carlo Merlo.

Attualmente è presente un tappeto bituminoso che andrà rimosso puntualmente per consentire la realizzazione degli scavi e la successiva esecuzione delle opere di fondazione delle nuove pensiline in acciaio.



Figura 1. Parcheggio (vista da via dei Rochis)



Figura 2. Parcheggio (vista da via Carlo Merlo)

9.2.2 Baraccatura solare termico

Il nuovo impianto del solare termico verrà installato su una nuova baraccatura in carpenteria metallica che insisterà sulla copertura piana presente nella zona est del palazzetto.

La copertura esistente è costituita da travi e pilastri in c.a. e orizzontamenti in lastre predalles gettate in opera ($h=5+19+5\text{cm}$). In corrispondenza del torrino del vano scala nord è presente invece una soletta piena in c.a. gettata in opera ($h=18\text{cm}$) poggiante su setti in c.a. aventi spessore 20cm. La copertura in oggetto è adibita principalmente ad ospitare gli impianti a servizio del palazzetto.



Figura 3. Vista torrino vano scala



Figura 4. Vista copertura piana

Descrizione dei lavori ed opere strutturali oggetto di affidamento

Le nuove pensiline fotovoltaiche sono costituite da strutture in carpenteria metallica su fondazioni dirette superficiali (travi di fondazione) in calcestruzzo armato gettato in opera.

La singola pensilina, tipologia standard, è costituita da num. 9 campate consecutive aventi interasse pari a 500cm.

Le pensiline A e B presentano interassi maggiori su una campata per permettere l'alloggiamento dei parcheggi disabili.

La struttura principale è realizzata da mensole monolitiche in acciaio aventi interasse pari a 500cm, altezza e larghezza pari a ca. 400cm, ancorate alle fondazioni per mezzo di tirafondi in acciaio su piastra di base (num. 12 tirafondi M22, classe 8.8). Le mensole portanti presentano sezione scatolare composta dim. 150x300mm a spessore variabile (rispettivamente 30 e 15mm). In corrispondenza delle mensole di testa prevedere fori per passaggio impianti (cfr. progetto impiantistico).

Si prevede la protezione degli ancoraggi di base delle mensole attraverso posa di *bauletto* in lamiera metallica imbullonato sulla trave di fondazione (cfr. elaborati grafici strutture).

La struttura secondaria è realizzata da arcarecci in acciaio poggianti sulle mensole ed aventi interasse pari a 75cm. Gli arcarecci sono realizzati con profili scatolari di sezione 100x100x5mm (num. 4 arcarecci interni) e sezione 100x200x5 (num. 2 arcarecci esterni). Il collegamento tra mensole principali e arcarecci secondari sarà del tipo bullonato. In corrispondenza della campata atipica avente larghezza pari a 640cm (parcheggi disabili), gli arcarecci avranno sezione 100x100x10 (interni) e 100x200x10 (esterni).

Su 2 delle 9 campate costituenti la singola pensilina, sono previsti dei tondi $\varnothing 26$ con tenditore aventi la funzione di controventi di falda (collocati a livello di copertura) e di parete (collocati tra 2 montanti consecutivi).

In corrispondenza della campata centrale, si prevede la realizzazione di opportuni giunti bullonati (fori asolati) che permettono la dilatazione termica delle strutture lungo la direzione longitudinale della pensilina (giunto).

Le fondazioni sono costituite da travi rovesce in c.a. principali di dim. 80x70cm disposte su ogni mensola principale ed in direzione trasversale alla pensilina. Sono inoltre presenti dei cordoli di collegamento tra le travi principali aventi dimensioni 50x70cm.

Per maggiori informazioni si faccia riferimento agli elaborati grafici delle opere strutturali.

9.2.2.1 Baraccatura Solare Termico

Si prevede l'installazione di pannelli Solari Termici nella copertura est del palazzetto

(realizzata in occasione delle Olimpiadi 2006). Più precisamente i nuovi pannelli verranno installati su apposito nuovo soppalco in carpenteria metallica (superficie ca. 123 m²) collocata sulla copertura esistente a q.ta +15.53m realizzata in lastre predalles con getto di completamento (sp. 5+19+5cm) poggianti su travi e pilastri in c.a.

La nuova struttura insiste direttamente sulle strutture esistenti verticali (setti e pilastri in c.a.).

La nuova copertura si attesta a quota +18.53m ed offre un piano orizzontale per la posa dei nuovi pannelli Solari Termici, come meglio specificato negli elaborati impiantistici.

La nuova struttura in carpenteria metallica è così realizzata:

- Montanti lunghi HEA140/UPN160 aventi altezza media pari a ca. 2.60 m ancorati su nuovi baggioli in c.a. che fuoriescono dal solaio di copertura a q.ta +15.53m per circa 16cm in corrispondenza dei pilastri e dei setti in c.a. esistenti presenti al livello inferiore. I nuovi baggioli saranno inghisati direttamente sulle strutture in c.a. esistenti presenti oltre il sottofondo (spessore medio 20cm). I montanti sono ancorati ai nuovi baggioli per mezzo di piastra di base spessore 20mm e num. 6 tirafondi M20 classe 8.8;

In corrispondenza del pilastro 5 e 1 si prevede l'installazione di num. 2 profili UPN160 da installarsi su intradosso solaio ed ancorare alle travi ribassate degli allineamenti 1 e 2 che permettono la trasmissione dei nuovi carichi direttamente ai pilastri sottostanti.

- Montanti corti (HEA120) aventi lunghezza media pari a ca. 0.15m ancorati alla q.ta +18.08m sui setti e i pilastri esistenti del torrino vano scala presente nella zona est nord-est della copertura. I montanti sono ancorati ai nuovi baggioli per mezzo di piastra di base spessore 15mm e tasselli M20;
- Travi principali IPE 240 imbullonate sui montanti a realizzare num. 3 campate (2 campate in semplice appoggio, 1 campata a sbalzo verso il fronte est del palazzetto).
- Travi secondarie IPE 160 imbullonate su travi principali (luce massima pari a 3m);
- In corrispondenza dell'allineamento B è prevista l'installazione di una trave IPE 330 che riporta il carico gravante sul filo 3 direttamente sui fili 2 e 4 e permette l'eliminazione del montante in posizione filo 3 allineamento B.
- Pannelli in grigliato metallico zincato e bordato realizzati con piatto portante 30x3mm e maglia 30x51mm poggianti sulle travi secondarie.
- Montanti per parapetto realizzati in profili in carpenteria metallica imbullonati sulle travi principali e secondarie ed aventi interasse massimo pari a 180 cm. Il montante è costituito da un piatto 80x15mm.

Tra i montanti è prevista la posa di num. 2 traversi (superiore ed intermedio) costituiti da profili tubolari Ø48.3x3.2mm (superiore) e Ø33.7x3.2mm. E' prevista inoltre una fascia ferma piede di altezza 20cm dal p.p.f.

In caso di ancoraggio dei montanti di parapetto sulle IPE160 si prevedono delle travi IPE 160 disposte perpendicolarmente alle principali (cfr. elaborati esecutivi).

- Diagonali di controvento sul piano orizzontale costituiti da tondi Ø20 imbullonati su travi principali IPE 240.
- Il piano di posa dei pannelli si raggiungerà dalla q.ta +15.53 attraverso scala di accesso (scala alla marinara dotata di gabbia di protezione) collocata a ridosso del vano scala est (cfr. elaborati esecutivi). Si prevede installazione di botola di accesso e montanti ancorati alle travi secondarie per permettere uno sbarco agevole al piano.

La scala verrà vincolata alla parete esterna, mediante zanche di ancoraggio e num. 4 tasselli meccanici M16/staffa tipo Hilti HST3 adatti per calcestruzzo fessurato. Le staffe di fissaggio, aventi interasse massima pari a 1800mm, saranno in acciaio zincato a caldo e consentiranno una distanza minima della scala dalla parete di ca. 180 mm.

Al termine dell'installazione l'appaltatore dovrà produrre idonea documentazione e certificazioni del manufatto installato ai sensi delle normative suddette.

9.2.2.2 Linee vita e sistemi di protezione contro la caduta verso il vuoto

Si prevede l'installazione di un sistema di linee vita orizzontali sulla copertura esistente del palazzetto (struttura in legno) aventi lo scopo di proteggere gli operatori contro la caduta verso il vuoto durante le attività di manutenzione del nuovo impianto fotovoltaico. L'accesso alle linee vita sarà garantito attraverso una scala alla marinara collocata nella copertura piana est a quota +11m.

Si prevede l'installazione di num. 6 linee vita di ancoraggio orizzontale, che dovrà essere conforme alla normativa UNI 11578: 2015, UNI 795:2012, UNI CEN/TS 16415:2013 e DGR 23.05.2016 n°6/R, in classe C, utilizzabili da num. 2 operatori contemporaneamente. Il passaggio tra due linee vita adiacenti avverrà per mezzo di punti di ancoraggio collegati alle strutture esistenti (cfr. paragrafo opere in acciaio).

La linea sarà comprensiva di 2 elementi di ancoraggio di estremità e di 5 elementi di ancoraggio intermedi che utilizzino linee di ancoraggio flessibili orizzontali (dispositivi di

ancoraggio di tipo C, con la possibilità di un'inclinazione massima di 15° rispetto all'orizzontale) e sarà costituita da un cavo in acciaio inox diam. 8 mm. con un assorbitore di energia montato all'estremità della linea, per smorzare l'energia in caso di caduta dell'operatore. Il passaggio degli intermedi, come imposto dal D.Lgs. 81/2008, avverrà senza lo sgancio dell'operatore, ma con un semplice ed agevole movimento sinusoidale. La distanza massima tra due supporti sarà di 15m e la minima di 5 m.

Si prevede inoltre la presenza di num. 20+15 ganci intermedi per consentire il passaggio in sicurezza da una linea vita all'altra ed il camminamento lungo la linea di gronda lato sud nella falda opposta non oggetto di installazione di pannelli fotovoltaici

Prima dell'installazione dovrà essere sottoposto per approvazione il progetto costruttivo completo di elaborati grafici, schede tecniche di materiali impiegati e relazione di calcolo.

Al termine del montaggio prevedere il ripristino del manto di copertura e dell'impermeabilizzazione in copertura in corrispondenza dei punti di ancoraggio fissi.

Al termine dell'installazione dovrà essere predisposto a cura dell'installatore il documento ETC secondo DGR 23.05.2016 n°6/R.

Gli elementi di ancoraggio saranno dotati di collare in guaina bituminosa per il ripristino dell'impermeabilizzazione.

Tutti i componenti saranno in lega d'alluminio verniciati RAL9006 ad eccezione del cavo e dei sistemi di fissaggio che saranno in acciaio inox.

La linea vita dovrà essere montata da personale competente ed addestrato, che rilascerà certificato di corretta posa e regolare esecuzione a firma di professionista abilitato. Il sistema dovrà essere garantito per 10 anni (con l'obbligo di manutenzione annuale), e testato, secondo norma UNI EN 795:2012, con prove di carico sia statiche sia dinamiche da Ente terzo notificato che accerti che gli elementi utilizzati di volta in volta saranno conformi a quelli testati. Tutti i prodotti dovranno essere marcati CE.

Elementi del sistema tipo (le caratteristiche degli elementi potrebbero variare in sede di progettazione costruttiva:

- n°.6x2 elementi d'estremità, ciascuno dei quali realizzato in pressofusione d'alluminio, base circolare Ø150 mm con 4 fori Ø6.5, cava cilindrica Ø16.5 per il fissaggio al supporto, viti auto-filettanti 6.3x45 mm dotate di rondella piana con guaina di tenuta Ø16.
- n° 5x6 elementi intermedi, ciascuno dei quali realizzato in pressofusione d'alluminio EN AB

46100, base circolare Ø150 mm con 4 fori Ø6.5, cava cilindrica Ø16.5 per il fissaggio al supporto intermedio, viti auto-filettanti 6.3x45 mm, dotate di rondella piana con guaina di tenuta Ø16, da posizionare ogni 15m massimo e consente un passaggio sicuro dell'utilizzatore senza che si debba sganciare dalla linea vita;

- num. 20+15 ganci intermedi per passaggio tra le linee vita e camminamento lungo la gronda sud.
- archetto per rinvio d'angolo, che impedisce la fuoriuscita accidentale del cavo in corrispondenza dei cambi di direzione. L'elemento, realizzato in acciaio AISI 304, sarà installato nel corpo rotante dell'elemento di estremità mediante vite in acciaio inox con filetto passo 1,5.
- blocco assorbitore d'energia/tenditore. Deve consentire la ridurre dell'energia cinetica in caso di caduta e attutire il colpo. L'energia viene dissipata dalla sfera che attraversa il cilindro in EPDM contenuto all'interno del carter protettivo. Il cilindro in gomma deve essere sostituito in caso di entrata in funzione del sistema. Svolge anche la funzione di tenditore per il corretto posizionamento del cavo;
- tenditore per il corretto pensionamento del cavo mediante regolazione dei dadi M16 presenti sul filetto. Sarà costituito da barra in acciaio inox AISI 304;
- cavo in acciaio inox ø 8 mm formato da 7 trefoli da 19 fili;
- cartello identificatore con i dati dell'impianto, da collocare in corrispondenza di ogni accesso;
- piombino identificatore.
- pali verticali di supporto per ancoraggio linea vita (h>500mm) tipo prodotto SAS 30-50 della ditta Somain ancorati direttamente alle piastre in acciaio di nuova realizzazione che vincolano l'ancoraggio alle strutture esistenti lignee.
- Set di quattro distanziatori per i supporti impermeabili.

Per maggiori dettagli costruttivi e indicazioni generali e specifiche si faccia riferimento a quanto riportato all'interno degli elaborati grafici delle opere strutturali/architettoniche ed impiantistiche facenti parte del presente appalto.

9.3 **Prescrizioni particolari riguardanti l'appalto**

Sono previste ad esclusivo onere dell'Appaltatore, oltre a quanto specificato sugli elaborati di progetto e quanto riportato nei seguenti capitoli del presente documento, le seguenti attività:

- Rilievo dei luoghi e piano di tracciamento delle strutture;
- Adeguamento delle dimensioni dei nuovi elementi in funzione del rilievo in sito;
- Redazione del progetto costruttivo e sottomissione alla Direzione lavori per approvazione

- Campionamento per approvazione della DL di tutte le componentistiche facenti parte delle opere strutturali oggetto del presente intervento
- L'esecuzione di tutte le modifiche puntuali degli elementi delle strutture metallica, rese necessarie a valle del rilievo delle strutture esistenti.
- L'esecuzione di tutte le modifiche alle strutture esistenti interferenti con le nuove strutture.
- Il ripristino di tutte le porzioni di strutture esistente eventualmente danneggiate o manomesse durante l'esecuzione dei lavori quali ad esempio faldalerie metalliche, impermeabilizzazioni, grigliati, carter di chiusura aperture, etc.
- Realizzazione di saldature ad opere di personale qualificato e certificato dotato di patentino
- Produzione e raccolta di tutta la documentazione degli elementi in acciaio (certificati materiali, marcatura CE, documenti comprovanti la tracciabilità del materiale etc..) secondo quanto previsto dalle norme vigenti e dalla norma armonizzata UNI EN 1090-1 e UNI EN 1090-2.
- Ripristini delle strutture, sottofondi e impermeabilizzazioni esistenti modificate durante la realizzazione delle nuove opere.
- **Si faccia, inoltre, espressamente riferimento alle note generali riportate negli elaborati grafici.**

9.4 **Controlli e Prove sui materiali**

Sono previste ad esclusivo onere e carico dell'appaltatore i controlli, gli accertamenti di laboratorio e le prove previste dalla normativa vigente. Nella fattispecie si prevedono i controlli previsti dal cap.11 delle NTC '08 e dal cap. C.11 della sua Circolare esplicativa (n. 617 del 02.02.2009).

Qualora il risultato delle prove sia inferiore alle caratteristiche richieste dal capitolato sarà onere dell'appaltatore l'esecuzione delle eventuali prove per accertare le caratteristiche di resistenza del calcestruzzo in opera, comprese le eventuali prove di carico.

Il Collaudatore avrà la facoltà di chiedere prove di carico sulle opere strutturali.

10 CAPITOLO 2 – ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

10.1 Accettazione

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente documento ed essere della migliore qualità e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori.

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 l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso, l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri idonei 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 tecnico-amministrativo o di emissione del certificato di regolare esecuzione.

10.2 Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali

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 loro contabilizzazione deve essere redatta come se i materiali fossero conformi alle caratteristiche contrattuali.

10.3 Norme di riferimento e marcatura ce

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità al Nuovo Regolamento UE 305/2001 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione. Nella fattispecie, per le opere in carpenteria metallica si dovrà fare riferimento alla norma armonizzata UNI EN 1090 che prevede i requisiti per la Marcatura CE delle strutture in acciaio.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura ce attestante la conformità all'appendice za delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali, e in particolare alle indicazioni del progetto definitivo ed esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se

non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme uni, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni 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, a insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

10.4 **Provvista dei materiali**

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove 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.

10.5 **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 prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del regolamento n. 207/2010.

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.

10.6 **Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche**

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, devono essere disposti dalla direzione dei lavori. Per le stesse prove, la direzione dei lavori deve provvedere al prelievo del relativo campione e alla redazione dell'apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio ufficiale prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente documento ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle

lavorazioni. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

10.7 **Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati**

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

11 **CAPITOLO 3 - MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

11.1 **Materiali e prodotti per uso strutturale**

11.1.1 **Identificazione, certificazione e accettazione**

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008, devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

11.1.2 **Procedure e prove sperimentali d'accettazione**

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione sia per ciò che attiene quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del

D.P.R. 305/2001, ovvero la qualificazione secondo le Nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle Nuove norme tecniche.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee en o nazionali uni, ovvero internazionali iso, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo come diversamente specificato.

Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle Nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

11.1.3 Procedure di controllo di produzione in fabbrica

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle Nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo.

11.2 Componenti del calcestruzzo

11.2.1 Leganti per opere strutturali

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie uni en 197 ovvero a uno specifico benessere tecnico europeo (eta), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art. 1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o a eventuali altre specifiche azioni aggressive.

11.2.1.1 Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

11.2.1.2 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 deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Tabella 15.1. Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione (N/mm ²)	Tempo inizio	Espansione (mm)

					presa (min)	
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	□ 32,5	□ 52,5	□ 60	□ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	□ 42,5	□ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	□ 52,5	-	□ 45	
52,5 R	> 30	-				

Tabella 15.2. Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti ¹
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 ₃)	EN 196-2	CEM I CEM II ² CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	□ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	□ 4,0%
		CEM III ³	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 SO₃, per tutte le classi di resistenza. ³ Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO₃. 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 15.3. Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Valori limite
-----------	---------------

		Classe di resistenza					
		32,5	32,5 R	42,5	42,5 R	52,5	42,5 R
Limite inferiore di resistenza (N/mm ²)	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 SO3 (%) - Limite superiore	Tipo I Tipo II ¹ Tipo IV 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 SO₃ 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.

11.2.1.3 Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

uni en 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Parte 1. Determinazione delle resistenze meccaniche;

uni en 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Parte 2. Analisi chimica dei cementi;

uni en 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Parte 3. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;

uni env sperimentale 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Parte 4. Determinazione quantitativa dei costituenti;

uni en 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Parte 5. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;

uni en 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Parte 6. Determinazione della finezza;

uni en 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Parte 7. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;

uni en 196-8 - Metodi di prova dei cementi. Parte 8. Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;

uni en 196-9 - Metodi di prova dei cementi. Parte 9. Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;

uni en 196-10 - Metodi di prova dei cementi. Parte 10. Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;

uni en 196-21 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;

uni en 197-1 - Cemento. Parte 1. Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni;

uni en 197-2 - Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;

uni en 197-4 - Cemento. Parte 4. Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale;

uni 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;

uni en 413-1 - Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specifiche e criteri di conformità;

uni en 413-2 - Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova;

uni 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

11.2.2 Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata uni en 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata uni en 13055-1.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 15.4, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso 3 della norma europea armonizzata uni en 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 15.4. Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	fino al 100%

Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	$\leq C30/37$	$\leq 30\%$
	$\leq C20/25$	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe $> C45/55$)	$\leq C45/55$ Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 15% fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle norme uni 8520-1 e uni 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella 15.4.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e 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 e all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

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

11.2.2.1 Sistema di attestazione della conformità

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella 15.5.

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Tabella 15.5. Sistema di attestazione della conformità degli aggregati

Specifiche tecniche europee armonizzate di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
--	--------------	--

Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+
----------------------------	--------------------------	----

11.2.2.2 Marcatatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatatura ce sono riportati nella tabella 15.6. La produzione dei prodotti deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

Tabella 15.6. Aggregati che devono riportare la marcatatura CE

Impiego aggregato	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	UNI EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	UNI EN 13043
Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	UNI EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone). Parte 1	UNI EN 13383-1
Aggregati per malte	UNI EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	UNI EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	UNI EN 13450

11.2.2.3 CONTROLLI D'ACCETTAZIONE

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 15.7, insieme ai relativi metodi di prova.

I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle norme europee armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Tabella 15.7. Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3

Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq$ C50/60)	UNI EN 1097-2

11.2.2.4 Sabbia

Ferme restando le considerazioni dei paragrafi precedenti, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e 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 da 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. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

11.2.2.5 Verifiche sulla qualità

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e 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 risultino da un certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

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

11.2.2.6 Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.7, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

uni 8520-1 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;

uni 8520-2 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;

uni 8520-7 - Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio

0,075 uni 2332;

uni 8520-8 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;

uni 8520-13 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;

uni 8520-16 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);

uni 8520-17 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;

uni 8520-20 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;

uni 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;

uni 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;

uni en 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;

uni en 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;

uni en 12620 - Aggregati per calcestruzzo;

uni en 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica;

uni en 13139 - Aggregati per malta.

11.2.2.7 Norme di riferimento per gli aggregati leggeri

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.7, potrà farà riferimento anche alle seguenti norme:

uni en 13055-1 - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;

uni en 13055-2 - Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;

uni 11013 - Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.

11.2.3 Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del

conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma uni en 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme uni en 206-1 e uni 11104.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

11.2.3.1 Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma uni en 450.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

norme di riferimento

uni en 450-1 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specifiche e criteri di conformità;

uni en 450-2 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;

uni en 451-1 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;

uni en 451-2 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante staccatura umida.

11.2.3.2 Microsilice

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO_2 , con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silica fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.

Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

Norme di riferimento

uni 8981-8 - Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice;

uni en 13263-1 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

uni en 13263-2 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.

11.2.4 Additivi

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 934-2**.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà

procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

11.2.4.1 Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri, tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma uni en 934-2.

11.2.4.2 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo. In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

11.2.4.3 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso, dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

11.2.4.4 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela. Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma **UNI 8020**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma **UNI 7122**.

11.2.4.5 Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma **UNI EN 12350-7**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma **UNI 7087**;
- prova di essudamento secondo la norma **UNI 7122**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

11.2.4.6 Norme di riferimento

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

UNI 7110 - *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce*;

UNI 10765 - *Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità*;

UNI EN 480 - *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo*;

UNI EN 480-5 - *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare*;

UNI EN 480-6 - *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso*;

UNI EN 480-8 - *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale*;

UNI EN 480-10 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;

UNI EN 480-11 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;

UNI EN 480-12 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;

UNI EN 480-13 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 13: Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;

UNI EN 480-14 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;

UNI EN 934-1 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1. Requisiti comuni;

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-3 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 3. Additivi per malte per opere murarie. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-4 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 4. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5. Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6. Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

11.2.5 Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica sia indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8146 - *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;*

UNI 8147 - *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;*

UNI 8148 - *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;*

UNI 8149 - *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.*

11.2.5.1 Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo

Gli eventuali prodotti antieaporanti filmogeni devono rispondere alle norme comprese tra uni 8656 e uni 8660. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8656 - *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;*

UNI 8657 - *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d acqua;*

UNI 8658 - *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;*

UNI 8659 - *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;*

UNI 8660 - *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

11.2.6 Prodotti disarmanti

Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma **UNI 8866** (parti 1 e 2), per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

11.2.7 Acqua di impasto

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

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

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008**, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

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

Tabella 15.8. Acqua di impasto

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	Da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO ₄ minore 800 mg/l
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/l
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/l
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/l
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/l
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/l

11.2.8 Classi di resistenza del conglomerato cementizio**11.2.8.1 Classi di resistenza**

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma **UNI EN 206-1** e nella norma **UNI 11104**.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate in tabella 15.9.

Tabella 15.9. Classi di resistenza

Classi di resistenza
C8/10

C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella 15.10, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per classi di resistenza superiore a C70/85 si rinvia al paragrafo 15.9.2 di questo capitolato.

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

Tabella 15.10. Impiego delle diverse classi di resistenza

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11 N.T.)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

11.3 **Acciaio per cemento armato**

11.3.1 **Le forme di controllo obbligatorie**

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

11.3.2 **La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati**

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per *stabilimento* si intende un'unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato. Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti

caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Nella tabella 16.1 si riportano i numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma **UNI EN 10080**, caratterizzanti nervature consecutive. Nel caso specifico dell'Italia si hanno quattro nervature consecutive.

Tabella 16.1. Numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 10080

Paese produttore	Numero di nervature trasversali normali tra l'inizio della marcatura e la nervatura rinforzata successiva
Austria, Germania	1
Belgio, Lussemburgo, Paesi Bassi, Svizzera	2
Francia	3
Italia	4
Irlanda, Islanda, Regno Unito	5
Danimarca, Finlandia, Norvegia	6

Svezia	
Portogallo, Spagna	7
Grecia	8
Altri	9

IDENTIFICAZIONE DEL PRODUTTORE

Il criterio di identificazione dell'acciaio prevede che su un lato della barra/rotolo vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento.

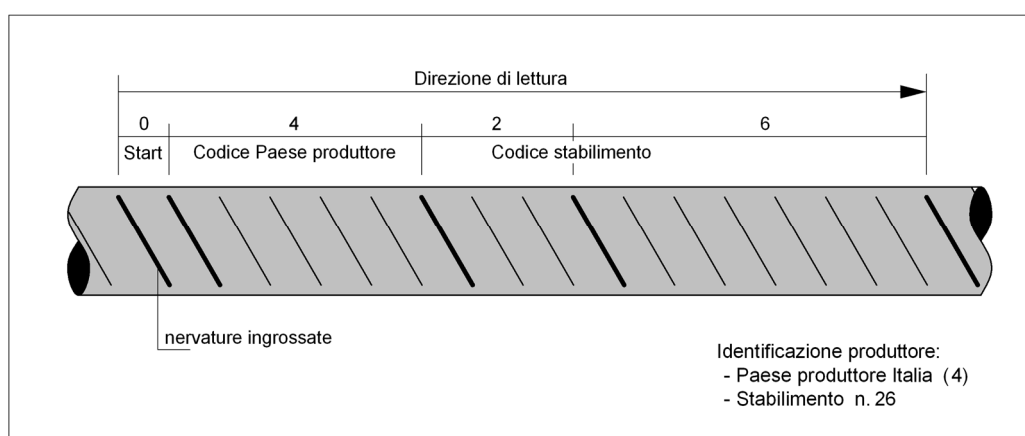


Figura 16.1

Identificazione del produttore

IDENTIFICAZIONE DELLA CLASSE TECNICA

Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10. La figura 16.2 riporta è riferito a un acciaio di classe tecnica n. 226.

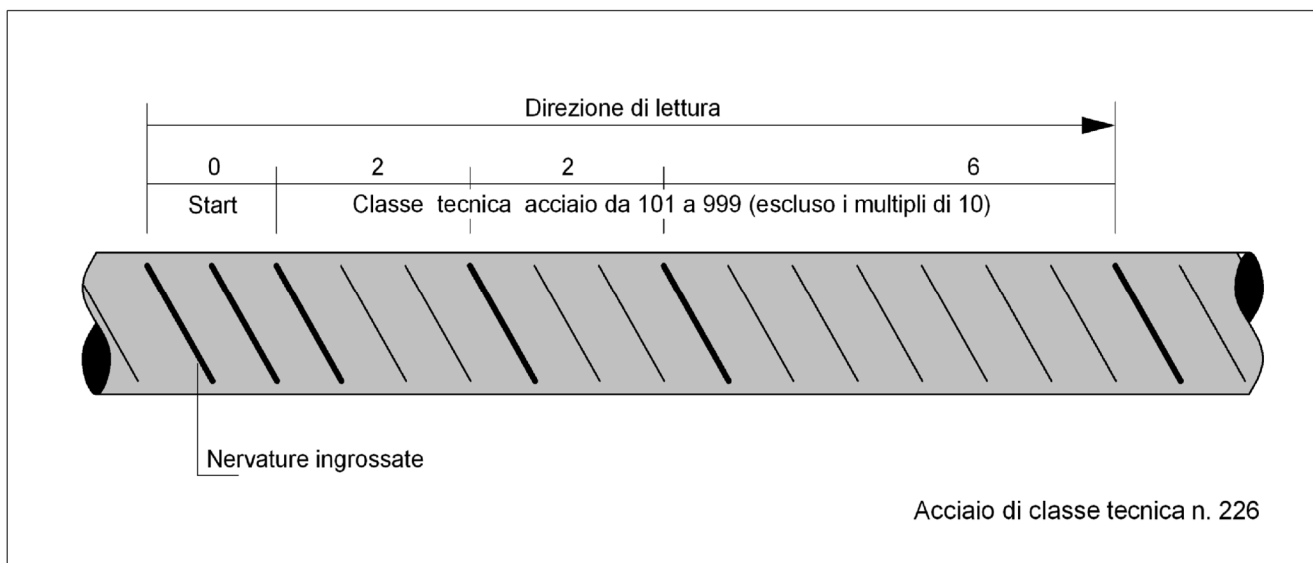


Figura 16.2 Identificazione della classe tecnica

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle Norme tecniche per le costruzioni e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

11.3.3 Il caso dell'unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori per le prove di laboratorio

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

11.3.4 Conservazione della documentazione d'accompagnamento

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

11.3.5 Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento sia in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

11.3.6 Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5).

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

11.3.7 Centri di trasformazione

Le Nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono *centro di trasformazione*, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

11.3.8 Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano

utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

11.3.9 Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

11.3.10 I tipi d'acciaio per cemento armato

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella 16.2.

Tabella 16.2. Tipi di acciai per cemento armato

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad adherenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce)	B450C ($6 \leq \phi \leq 50$ mm)

FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450A ($5 \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$)
---------------------------------------	---

11.3.10.1 L'acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y \text{ nom}}$: 450 N/mm²;

- $f_{t \text{ nom}}$: 540 N/mm².

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.3.

Tabella 16.3. Acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15 \leq 1,35$	10,0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche	$\varnothing < 12 \text{ mm}$	-
	$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	-
	per $16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	-
	per $25 < \varnothing \leq 50 \text{ mm}$	-

11.3.10.2 L'accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 Nuove norme tecniche):

UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;

UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a $100 \pm 10 \text{ °C}$ e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire f_y , con $f_{(0,2)}$.

LA PROVA DI PIEGAMENTO

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di 20 ± 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

LA PROVA DI TRAZIONE

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma **UNI EN ISO 15630-1**. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di A_{gt} , allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione F_m , bisogna considerare che:

- se A_{gt} è misurato usando un estensimetro, A_{gt} deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se A_{gt} è determinato con il metodo manuale, A_{gt} deve essere calcolato con la seguente formula:

$$A_{gt} = A_g + R_m/2000$$

dove

A_g è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo F_m

R_m è la resistenza a trazione (N/mm²).

La misura di A_g deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza r_2 di almeno 50 mm o $2d$ (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza r_1 fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o d (il più grande dei due).

La norma **UNI EN 15630-1** stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

11.3.10.3 Le caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad

aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle Norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.

Le barre sono caratterizzate dal diametro \varnothing della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle 16.5 e 16.6.

Tabella 16.5. Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in barre

Acciaio in barre	Diametro \varnothing (mm)
B450C	$6 \leq \varnothing \leq 40$
B450A	$5 \leq \varnothing \leq 10$

Tabella 16.6. Diametri di impiego per gli acciai B450C E B450A in rotoli

Acciaio in rotoli	Diametro \varnothing (mm)
B450C	$6 \leq \varnothing \leq 16$
B450A	$5 \leq \varnothing \leq 10$

11.3.10.4 La sagomatura e l'impiego

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per *cantiere* si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno. Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle Nuove norme tecniche.

11.3.10.5 Le reti e i tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro \varnothing come riportato nella tabella 16.7.

Tabella 16.7. Diametro \varnothing degli elementi base per le reti e i tralicci in acciaio B450C e B450A

Acciaio tipo	Diametro \varnothing degli elementi base
B450C	$6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$
B450A	$5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci deve essere: $\varnothing_{min}/\varnothing_{max} \geq 0,6$.

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la norma **UNI EN ISO 15630-2** pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci, è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

LA MARCHIATURA DI IDENTIFICAZIONE

Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura

secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

11.3.10.6 La saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella 16.8, dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Tabella 16.8. Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale (%)

Elemento	Simbolo	Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq} venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

11.3.10.7 Le tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze riportate nella tabella 16.9.

Tabella 16.9. Deviazione ammissibile per la massa nominale

Diametro nominale (mm)	$5 \leq \square \leq 8$	$8 < \square \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	$\pm 4,5$

11.3.11 Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli

11.3.11.1 I controlli sistematici

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

11.3.11.2 Le prove di qualificazione

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio ufficiale incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura f_y e f_t , l'allungamento A_{gt} ed effettuate le prove di piegamento.

11.3.11.3 Le prove periodiche di verifica della qualità

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo $n = 25$).

Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il

laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

Tabella 16.10. Verifica di qualità per ciascuno dei gruppi di diametri

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese	3 serie di 5 campioni 1 serie = 5 barre di uno stesso diametro	Stessa colata

Tabella 16.11. Verifica di qualità non per gruppi di diametri

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese	15 saggi prelevati da 3 diverse colate: - 5 saggi per colata o lotto di produzione indipendentemente dal diametro	Stessa colata o lotto di produzione

11.3.11.4 La verifica delle tolleranze dimensionali per colata o lotto di produzione

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella 16.9 devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Qualora la tolleranza sulla sezione superi il $\pm 2\%$, il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

11.3.11.5 La facoltatività dei controlli su singole colate o lotti di produzione

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della

produzione globale.

I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero n di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralicci elettrosaldati.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali n è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

11.3.11.6 I controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma **UNI EN ISO 15630-1**.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare a esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.

Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

11.3.11.7 I controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri

stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 16.12. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso, occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo, secondo quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

Tabella 16.12. Valori di resistenza e di allungamento accettabili

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 - 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	Per acciai B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	Per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	Per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1,03$	Per acciai B450A

Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti
---------------------------	--------------------	-----------

11.3.11.8 Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

11.4 Acciaio per strutture metalliche

11.4.1 Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie **UNI EN 10025** (per i laminati), **UNI EN 10210** (per i tubi senza saldatura) e **UNI EN 10219-1** (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+ e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista Regolamento sui prodotti da costruzione 305/2011 (CPD) e nella fattispecie dalle norme armonizzate **UNI 1090-1**.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} - da utilizzare nei calcoli - si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$, riportati nelle relative norme di prodotto.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377**, **UNI 552**, **UNI EN 10002-1** e **UNI EN 10045-1**.

Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, sono riportati nelle tabelle 18.1 e 18.2.

Tabella 18.1. Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{tk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{yk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{tk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 18.2. Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{tk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{yk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{tk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360	-	-
S 275 H	275	430	-	-
S 355 H	355	510	-	-
S 275 NH/NLH	275	370	-	-
S 355 NH/NLH	355	470	-	-
S 275 MH/MLH	275	360	-	-
S 355 MH/MLH	355	470	-	-
S 420 MH/MLH	420	500	-	-
S460 MH/MLH	460	530	-	-

11.4.2 L'acciaio per strutture saldate

11.4.2.1 La composizione chimica degli acciai

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle Nuove norme tecniche.

11.4.2.2 Il processo di saldatura. La qualificazione dei saldatori

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 287-1** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma **UNI EN 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **UNI EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 15614-1**.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura a innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori a innesco sulla punta), si applica la norma **UNI EN ISO 14555**. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme **UNI EN 1011** (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici, e **UNI EN 1011** (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **UNI EN ISO 9692-1**.

Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve corrispondere a particolari requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma **UNI EN ISO 3834** (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. Tali requisiti sono riassunti nella tabella 18.3.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tabella 18.3. Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	
Riferimento	A	B	C	D

Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30 mm S275, s ≤ 30 mm	S355, s ≤ 30 mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30 mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati ¹
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio UNI EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma uni en 719	Di base	Specifico	Completo	Completo

¹ Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.

11.4.3 I bulloni

11.4.3.1 I bulloni

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme **UNI EN ISO 4016** e **UNI 5592** - devono appartenere alle sottoindicate classi della norma **UNI EN ISO 898-1**, associate nel modo indicato nelle

tabelle 18.4 e 18.5.

Tabella 18.4. Classi di appartenenza di viti e dadi

Elemento	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella 18.4 sono riportate nella tabella 18.5.

Tabella 18.5. Tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti

Classe	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

11.4.3.2 I bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 18.6 (viti e dadi) e devono essere associati come indicato nelle tabelle 18.4 e 18.5.

Tabella 18.6. Bulloni per giunzioni ad attrito

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8,8-10,9 secondo UNI EN ISO 898-1	UNI EN 14399 (parti 3 e 4)
Dadi	8-10 secondo UNI EN 20898-2	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: temperato e rinvenuto HRC 32□40	UNI EN 14399 (parti 5 e 6)
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32□40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata **UNI EN 14399-1** e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE (Regolamento 305/2011 e norme armonizzate di settore).

11.4.4 Le specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura f_{tk} (nominale) e la tensione di snervamento f_{yk} (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima $f_{y,max}$ deve risultare $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8,8 o 10,9.

11.4.5 18.7 Procedure di controllo su acciai da carpenteria

11.4.5.1 I controlli in stabilimento di produzione

11.4.5.1.1 La suddivisione dei prodotti

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme europee armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**.

Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** in base al numero dei pezzi.

11.4.5.1.2 Le prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione, con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, è fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE, il produttore deve predisporre un'adeguata documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche, riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita a una produzione consecutiva relativa a un periodo di tempo di almeno sei mesi e a un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque o ≥ 2000 t oppure a un numero di colate o di lotti ≥ 25 .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio ufficiale incaricato dal

produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno trenta prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

18.7.1.3 Il controllo continuo della qualità della produzione

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

Per ogni colata o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e, comunque, un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e, comunque, un saggio ogni 40 t o frazione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra, verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**, rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne f_y e f_t , i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali), vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti Norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **UNI EN 10025**, ovvero alle tabelle di cui alle norme europee **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219** per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limite la produzione e di provvedere a ovviarne le cause.

I diagrammi sopraindicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento,

e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

18.7.1.4 La verifica periodica della qualità

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il laboratorio incaricato deve effettuare periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore, nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di trenta prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno due per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre, il laboratorio incaricato deve effettuare le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da tre campioni per ciascun tipo sopradDETTO.

Infine, si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso in cui i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non sono rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al servizio tecnico centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai, con caratteristiche comprese tra i tipi S235 e S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre e anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

18.7.1.5 I controlli su singole colate

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per

qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle norme europee armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** e i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **UNI EN 10025**, ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219** per i profilati cavi.

11.4.6 I controlli nei centri di trasformazione

11.4.6.1 I centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo. Le verifiche del direttore dei lavori

Si definiscono *centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate* tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme delle tabelle 18.1 e 18.2, anche alle norme **UNI EN 10326** e **UNI EN 10149** (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili per tutti gli acciai, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto $\sigma_{u,Rd}$ della lamiera grecata. La sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'appendice B3 alla norma **UNI EN 1994-1**. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al servizio tecnico centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, il centro di produzione deve dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste dalle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare agli adempimenti previsti per tutti i tipi d'acciaio, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni sia quelli da parte del laboratorio incaricato), ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura CE o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione e, inoltre, ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della

dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il direttore dei lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

11.4.6.2 I centri di prelavorazione di componenti strutturali

Le Nuove norme tecniche definiscono *centri di prelavorazione* o *di servizio* quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

I centri di prelavorazione devono rispettare le prescrizioni applicabili, di cui ai centri di trasformazione valevoli per tutti i tipi d'acciaio.

11.4.6.3 Le officine per la produzione di carpenterie metalliche. Le verifiche del direttore dei lavori

I controlli nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dell'officina.

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale e per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, i controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore massimo e una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie **UNI EN 10025**, ovvero le prescrizioni delle tabelle 18.1 e 18.2 per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre controllarsi che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza, deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Il prelievo dei campioni deve essere effettuato a cura del direttore tecnico dell'officina, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio è fatta eccezione per il marchio di

qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento a eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il direttore tecnico dell'officina deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documentazione:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8. delle Nuove norme tecniche, ove applicabili.

11.4.6.4 Le officine per la produzione di bulloni e di chiodi. Le verifiche del direttore dei lavori

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma **UNI EN ISO 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI CEI EN ISO/IEC 17021**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al servizio tecnico centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al servizio tecnico centrale, con

allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura di bulloni o chiodi in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del servizio tecnico centrale.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

11.4.7 I controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori

I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni valevoli per i centri di trasformazione, effettuando un prelievo di almeno tre saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni per i centri di trasformazione.

11.4.8 Norme di riferimento

11.4.8.1 Esecuzione

UNI 552 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni;

UNI 3158 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove;

UNI ENV 1090-1 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici;

UNI ENV 1090-2 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo;

UNI ENV 1090-3 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento;

UNI ENV 1090-4 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi;

UNI ENV 1090-6 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile;
UNI EN ISO 377 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;

UNI EN 10002-1 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente);

UNI EN 10045-1 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.

UNI EN 1090-2 - Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio

UNI 11002-1 - Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova per pannelli per applicazioni in piani di calpestio e carrabili

11.4.8.2 Elementi di collegamento

UNI EN ISO 898-1 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere;

UNI EN 20898-2 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso;

UNI EN 20898-7 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm;

UNI EN 5592 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C;

UNI EN ISO 4016 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

UNI EN 1090-2 - Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio

11.4.8.3 Profilati cavi

UNI EN 10210-1 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;

UNI EN 10210-2 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;

UNI EN 10219-1 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura;

UNI EN 10219-2 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.

UNI EN 1090-2 - Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio

11.4.8.4 Prodotti laminati a caldo

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni

tecniche generali di fornitura;

UNI EN 10025-2 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;

UNI EN 10025-3 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;

UNI EN 10025-4 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;

UNI EN 10025-5 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;

UNI EN 10025-6 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

UNI EN 1090-2 - Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio.

12 CAPITOLO 4 - NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

12.1 Rilievi, tracciati e capisaldi

12.1.1 Rilievi

L'esecuzione dei lavori deve essere preceduta dal rilievo plani-altimetrico dello stato di fatto da parte e a spese dell'esecutore e in contraddittorio con la direzione dei lavori.

12.1.2 Strumentazione

La strumentazione da adottare dovrà avere precisione tale da consentire la corretta realizzazione delle opere strutturali

12.2 Programma esecutivo dei lavori

Entro 10 giorni dalla data del verbale di consegna e comunque prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un programma esecutivo dei lavori, delle fasi di progettazione, prove di laboratorio, etc, elaborato in relazione alle proprie tecnologie,

alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Tale programma dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto.

12.3 Osservanza di leggi e norme tecniche

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente documento e, per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni e i regolamenti vigenti appresso richiamati e non.

TESTO UNICO EDILIZIA

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 - *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.*

NORME TECNICHE STRUTTURALI

Legge 5 novembre 1971, n. 1086 - *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;*

Legge 2 febbraio 1974, n. 64 - *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*

C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049 - *Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;*

D.M. 20 novembre 1987 - *Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;*

D.M. 11 marzo 1988 - *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;*

C.M. 24 settembre 1988, n. 30483 - *Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;*

C.M. 16 marzo 1989, n. 31104 - *Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;*

D.M. 9 gennaio 1996 - *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;*

D.M. 16 gennaio 1996 - *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;*

D.M. 16 gennaio 1996 - *Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;*

C.M. 4 luglio 1996, n. 156 AA.GG/STC - Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;

C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C. - Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 9 gennaio 1996;

C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. - Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;

C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC - Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione;

Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

D.M. 14 settembre 2005 - Norme tecniche per le costruzioni;

D.M. 14 gennaio 2008 - Approvazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni;

D.M. 6 maggio 2008 - Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

PRODOTTI DA COSTRUZIONE

D.M. 11 aprile 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;

D.M. 11 aprile 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di appoggi strutturali;

D.M. 11 aprile 2007 - Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di geotessili e prodotti affini.

REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 riguardante le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio.

UNI EN 1090-1 Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali

UNI EN 1090-2 Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio.

BARRIERE ARCHITETTONICHE

Legge 9 gennaio 1989, n. 13 - *Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;*

D.M. 14 giugno 1989, n. 236 - *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;*

D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503 - *Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche, negli edifici, spazi e servizi pubblici.*

ESPROPRIAZIONE PER PUBBLICA UTILITÀ

D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327 - *Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazioni per pubblica utilità.*

RIFIUTI E AMBIENTE

D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 - *Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/Ce sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio;*

D.M. 8 maggio 2003, n. 203 - *Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;*

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 - *Norme in materia ambientale;*

Legge 28 gennaio 2009, n. 2 - *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale.*

ACQUE

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 - *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.*

NUOVO CODICE DELLA STRADA

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 - *Nuovo codice della strada.*

CONTRATTI PUBBLICI

D.M. 19 aprile 2000, n. 145 - *Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni;*

Legge 21 dicembre 2001, n. 443 - *Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;*

D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163 - *Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;*

D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 - *Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».*

SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 - *Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.*

D. Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 - *Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.*

CIRCOLARE MINISTERIALE SUI CARICHI SOSPESI

Circolare 01 Aprile 2011 *Ministero dell'Interno relativa ai carichi sospesi*

13 CAPITOLO 5 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

13.1 Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale

13.1.1 Generalità

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

13.1.2 Ricognizione

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc. eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

13.1.3 Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata per la profondità preventivamente concordata con la direzione dei lavori non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

13.1.4 Riferimento ai disegni di progetto definitivo / esecutivo

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle prescrizioni della direzione dei lavori.

13.1.5 Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto definitivo/esecutivo con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'appaltatore.

Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

I sistemi di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza

dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

13.1.6 Scavi in presenza d'acqua

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo a opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente a un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

13.1.6.1 Pompe di aggettamento

Le pompe di aggettamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e in generale per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggettamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

13.1.6.2 Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di aspirazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo. Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassamento. Le tubazioni di diametro e di lunghezza adeguata dovranno scaricare e smaltire le acque di aggettamento con accorgimenti atti a evitare interrimenti o ostruzioni.

L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:

- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino a una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove *in situ*.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti ove possibile senza creare a immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

13.1.6.3 Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere in generale.

13.1.7 Impiego di esplosivi

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

13.1.8 Deposito di materiali in prossimità degli scavi

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle opportune puntellature.

13.1.9 Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo a infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione. Deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica - se siano da temere emanazioni di gas pericolosi - l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti a incendiare il gas.

13.1.10 Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni e interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta a informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti (Enel, Telecom, P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

Qualora nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle

strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltreché naturalmente alla direzione dei lavori.

Fanno comunque carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

13.1.11 50.12 Manutenzione degli scavi

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire. Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti. Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

13.2 Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

13.3 Riparazione di sottoservizi

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

13.4 Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, 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 e si gonfiano

generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese successivamente al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

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, dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

13.5 Fondazioni dirette

13.5.1 Scavi di fondazione

Le fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa delle fondazioni deve essere quella prevista dal progetto definitivo/esecutivo. Eventuali variazioni o diversa natura del terreno devono essere comunicate tempestivamente alla direzione dei lavori, perché possa prendere i provvedimenti del caso.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo, eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

In generale, il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

55.2 Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva

In corso d'opera, il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione

geotecnica assunta in progetto esecutivo e la situazione effettiva del terreno.

55.3 Magrone

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il necessario costipamento dello stesso, uno strato di calcestruzzo magro, spessore minimo pari a 10cm, avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro è quello indicato negli elaborati progettuali esecutivi delle strutture.

13.6 Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo armato

13.6.1 Studio e accettazione della composizione del calcestruzzo

L'impresa, a seguito dello studio di composizione del calcestruzzo effettuato in laboratorio ufficiale sulla base delle prescrizioni progettuali, indicherà alla direzione dei lavori i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su una o più combinazioni di materiali granulari lapidei utilizzabili per il lavoro in questione, specificando in modo preciso la provenienza e granulometria di ogni singola pezzatura.

Per ogni combinazione provata, verrà indicata dall'impresa la granulometria, la quantità d'acqua utilizzata, il rapporto acqua/cemento (a/c) in condizioni sature superficie asciutta, il tipo e dosaggio del cemento, il contenuto percentuale di aria inclusa, la lavorabilità e la relativa perdita nel tempo della medesima (almeno fino a due ore dal confezionamento), nonché le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Una volta definita la formulazione della miscela, le prove di accettazione della miscela stessa dovranno essere eseguite presso un laboratorio ufficiale con i materiali componenti effettivamente usati in cantiere, tenendo conto dei procedimenti di impasto e di vibrazione adottati nello studio, i quali a loro volta avranno preso in considerazione le procedure di impasto e posa in opera adottati in cantiere. Per motivi di rapidità, le verifiche potranno essere svolte dalla direzione dei lavori direttamente in cantiere. In questo caso, dovrà essere assicurata da parte dell'impresa la massima collaborazione. L'accettazione della miscela stessa avvenuta sulla base dei valori delle resistenze meccaniche a 2, 3 e 28 giorni di maturazione, determinate su provini di forma cubica, prismatica (travetti e spezzoni) e cilindrica, dovrà essere convalidata dalle prove allo stato fresco e indurito eseguite, sempre da un laboratorio ufficiale, sul calcestruzzo prelevato durante la prova di impianto, nonché su carote prelevate dall'eventuale getto di prova.

A giudizio della direzione dei lavori, qualora l'impianto di confezionamento e l'attrezzatura di posa in

opera siano stati già utilizzati con risultati soddisfacenti in altri lavori dello stesso committente, l'accettazione della miscela potrà avvenire sulla base dei risultati del solo studio di laboratorio.

Nel caso in cui le prove sul prodotto finito diano risultato negativo, fatto salvo il buon funzionamento dell'impianto di confezionamento e delle apparecchiature di posa in opera e della loro rispondenza alle caratteristiche e ai limiti di tolleranza imposti, l'impresa provvederà a suo carico a studiare una nuova miscela e a modificarla fino a che il prodotto finito non risponda alle caratteristiche prescritte. La direzione dei lavori dovrà controllare attraverso il laboratorio ufficiale i risultati presentati.

Non appena confermata, con controlli eseguiti sul prodotto finito, la validità delle prove di laboratorio eseguite in fase di studio della miscela, la composizione del calcestruzzo diverrà definitiva.

Qualora per cause impreviste si debba variare la composizione della miscela, l'impresa, previa autorizzazione della direzione dei lavori, dovrà effettuare un nuovo studio da sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori stessa, seguendo le modalità sopraindicate.

L'impresa dovrà in seguito assicurare i necessari controlli sul calcestruzzo allo stato fresco e indurito, affinché venga rispettata la composizione accettata e le caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica. Le prove e i controlli saranno completamente a carico dell'impresa, la quale dovrà provvedere anche all'attrezzatura di un laboratorio idoneo a eseguire le prove ritenute necessarie dalla direzione dei lavori.

Qui di seguito verranno indicate le caratteristiche del calcestruzzo, in modo che l'impresa appaltatrice possa assumerle come riferimento nello studio della relativa miscela.

13.6.2 Composizione granulometrica

La composizione dovrà essere realizzata con non meno di quattro distinte pezzature di aggregati in presenza di due tipologie di sabbia. La composizione granulometrica risultante di queste ultime potrà essere composta dalla miscela di due o più sabbie, nel caso non fosse possibile reperire un'unica sabbia di composizione idonea, senza che ciò possa dar luogo a richieste di compenso addizionale. L'assortimento granulometrico risultante sarà ottenuto variando le percentuali di utilizzo delle frazioni granulometriche componenti, in modo da ottenere un combinato contenuto tra la curva Bolomey e quella di Fuller, calcolate tra l'altro in funzione del diametro massimo che non dovrà superare i mm per i condizionamenti delle dimensioni dei tralicci di armatura.

Una volta accettata dalla direzione dei lavori una determinata composizione granulometrica, l'impresa dovrà attenersi rigorosamente a essa per tutta la durata del lavoro.

Non saranno ammesse variazioni di composizione granulometrica eccedenti in più o in meno il 5% in massa dei valori della curva granulometrica prescelta per l'aggregato grosso e variazioni eccedenti in più o in meno il 3% per l'aggregato fine.

Si precisa che le formule di composizione dovranno sempre riferirsi, come già detto, ad aggregati

saturi a superficie asciutta. Pertanto, si dovranno apportare, nelle dosature previste dalla formulazione della miscela e riferentesi ad aggregati saturi a superficie asciutta, le correzioni richieste dal grado di umidità attuale degli aggregati stessi, funzione dell'acqua assorbita per saturarli e assorbita per bagnarli.

13.6.3 Contenuto di cemento

Il contenuto minimo del cemento sarà di 300 kg/m³ di calcestruzzo vibrato in opera e dovrà essere controllato con le modalità di cui alla norma **UNI 6393**. Una volta stabilito attraverso lo studio della miscela il contenuto da adottare, questo dovrà mantenersi nel campo di tolleranza del $\pm 3\%$ della quantità prevista.

13.6.4 Contenuto di acqua di impasto

Il contenuto di acqua di impasto del calcestruzzo verrà definito, in maniera sia ponderale sia volumetrica, con la tolleranza del $\pm 10\%$ (intervallo riferito al contenuto medio di acqua in l/m³). Il valore del contenuto da rispettare sarà quello determinato in laboratorio al momento dello studio di formulazione e approvato dalla direzione dei lavori.

L'impresa fisserà in conseguenza le quantità d'acqua da aggiungere alla miscela secca nel mescolatore, tenuto conto dell'acqua inclusa assorbita e adsorbita nei materiali granulari e delle perdite per evaporazione durante il trasporto.

Il contenuto di acqua di impasto, tenendo anche conto dell'eventuale aggiunta di additivi fluidificanti, superfluidificanti e di nuova generazione, dovrà essere il minimo sufficiente a conferire all'impasto la lavorabilità specificata compatibilmente con il raggiungimento delle resistenze prescritte, in modo da realizzare un calcestruzzo compatto, evitando al tempo stesso la formazione di uno strato d'acqua libera o di malta liquida sulla superficie degli impasti dopo la vibrazione.

Per realizzare le esigenze sopra citate, il rapporto acqua/cemento, che non dovrà superare il valore di 0.60, potrà ridursi, con taluni additivi superfluidificanti e di nuova generazione (entrambi i valori tengono conto dell'acqua adsorbita dagli inerti oltre all'acqua di impasto).

Il valore ottimo della consistenza, a cui attenersi durante la produzione del calcestruzzo, verrà scelto in funzione delle caratteristiche della macchina a casseforme scorrevoli, eventualmente dopo aver eseguito una strisciata di prova.

13.6.5 Contenuto d'aria inglobata

La misura della quantità d'aria inglobata verrà effettuata volumetricamente secondo le modalità della norma **UNI EN 12350-7**.

13.6.6 Resistenze meccaniche

La formulazione prescelta per il calcestruzzo dovrà essere tale da garantire i valori minimi di resistenza meccanica illustrati nella tabella 58.1, rispettivamente su provini cubici o cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alle norme **UNI EN 12390-1**, **UNI EN 12390-2** e **UNI EN 12390-3**.

La resistenza a trazione per flessione verrà determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica con le modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-5**. Nella fase di studio della formulazione del calcestruzzo, i valori di resistenza da confrontare con quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non meno di tre provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più del 10%. Tale media verrà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta verrà determinata su provini di forma cilindrica con prove eseguite con modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-6**. I valori della resistenza a rottura determinati sui tre tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

13.6.7 Confezione, trasporto e posa in opera del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato

13.6.7.1 Attrezzatura di cantiere

Prima dell'inizio del lavoro, l'impresa dovrà sottoporre alla direzione dei lavori l'elenco e la descrizione dettagliata delle attrezzature che intende impiegare per il confezionamento del calcestruzzo; queste dovranno essere di potenzialità proporzionata all'entità e alla durata del lavoro e dovranno essere armonicamente proporzionate in tutti i loro componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo.

L'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla direzione dei lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessarie.

Il mescolatore dovrà essere di tipo e capacità approvate dalla direzione dei lavori e dovrà essere atto a produrre calcestruzzo uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile.

In particolare, dovrà essere controllata l'usura delle lame, che verranno sostituite allorquando quest'ultima superi il valore di 2 cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del lavoro, che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

13.6.7.2 Confezione del calcestruzzo

La dosatura dei materiali per il confezionamento del calcestruzzo nei rapporti definiti con lo studio di progetto e la sua accettazione da parte della direzione dei lavori, dovrà essere fatta con impianti interamente automatici, esclusivamente a massa, con bilance del tipo a quadrante, di agevole lettura e con registrazione delle masse di ogni bilancia. A spese dell'impresa andrà effettuata la verifica della taratura prima dell'inizio dei lavori e con cadenza settimanale, nonché ogni qualvolta risulti necessario, fornendo alla direzione dei lavori la documentazione relativa.

La direzione dei lavori, allo scopo di controllare la potenza assorbita dai mescolatori, si riserverà il diritto di fare installare nell'impianto di confezionamento dei registratori di assorbimento elettrico, alla cui installazione e spesa dovrà provvedere l'impresa appaltatrice. La direzione dei lavori potrà richiedere all'impresa l'installazione sulle attrezzature di dispositivi e metodi di controllo per verificarne in permanenza il buon funzionamento. In particolare, la dosatura degli aggregati lapidei, del cemento, dell'acqua e degli additivi dovrà soddisfare alle condizioni seguenti:

- degli aggregati potrà essere determinata la massa cumulativa sulla medesima bilancia, purché le diverse frazioni granulometriche (o pezzature) vengano misurate con determinazioni distinte;
- la massa del cemento dovrà essere determinata su una bilancia separata;
- l'acqua dovrà essere misurata in apposito recipiente tarato, provvisto di dispositivo che consenta automaticamente l'erogazione effettiva con la sensibilità del 2%;
- gli additivi dovranno essere aggiunti agli impasti direttamente nel miscelatore a mezzo di dispositivi di distribuzione dotati di misuratori.

Il ciclo di dosaggio dovrà essere automaticamente interrotto qualora non siano realizzati i ritorni a zero delle bilance, qualora la massa di ogni componente scarti dal valore prescritto oltre le tolleranze fissate di seguito e infine qualora la sequenza del ciclo di dosaggio non si svolga correttamente.

L'interruzione del sistema automatico di dosaggio e la sua sostituzione con regolazione a mano potrà essere effettuata solo previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Nella composizione del calcestruzzo, a dosatura eseguita e immediatamente prima dell'introduzione nel mescolatore, saranno ammesse le seguenti tolleranze:

- 2% sulla massa di ogni pezzatura dell'aggregato;
- 3% sulla massa totale dei materiali granulari;
- 2% sulla massa del cemento.

Vanno rispettate le tolleranze ammesse sulla composizione granulometrica di progetto. Tali tolleranze devono essere verificate giornalmente tramite lettura delle determinazioni della massa per almeno dieci impasti consecutivi.

13.6.7.3 Tempo di mescolamento

Il tempo di mescolamento deve essere quello raccomandato dalla ditta costruttrice l'impianto di confezionamento del calcestruzzo e, in ogni caso, non potrà essere inferiore a un minuto. L'uniformità della miscela deve essere controllata dalla direzione dei lavori prelevando campioni di calcestruzzo all'inizio, alla metà e alla fine dello scarico di un impasto e controllando che i tre prelievi non presentino abbassamenti al cono che differiscono tra di loro di più di 20 mm né composizione sensibilmente diversa.

La direzione dei lavori potrà rifiutare gli impasti non conformi a questa prescrizione. Inoltre, qualora le differenze in questione riguardino più del 5% delle misure effettuate nel corso di una medesima giornata di produzione, le attrezzature di confezionamento saranno completamente verificate e il cantiere non potrà riprendere che su ordine esplicito della direzione dei lavori e dopo che l'impresa abbia prodotto la prova di una modifica o di una messa a punto degli impianti tale da migliorare la regolarità della produzione del calcestruzzo.

13.6.7.4 Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera e tutte le operazioni di posa in opera dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

13.6.7.5 Documenti di consegna

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti

informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattistica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 206-1 - *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.*

13.7 **Esecuzione del getto del calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato**

13.7.1 **Programma dei getti**

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;

- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

13.7.2 Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore a 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

13.7.3 Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

13.7.4 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per le barre di diametro $\varnothing \geq 32$ mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni.

13.7.5 Getto del calcestruzzo ordinario

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti a evitare la segregazione.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e

la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti a evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti a impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate e autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

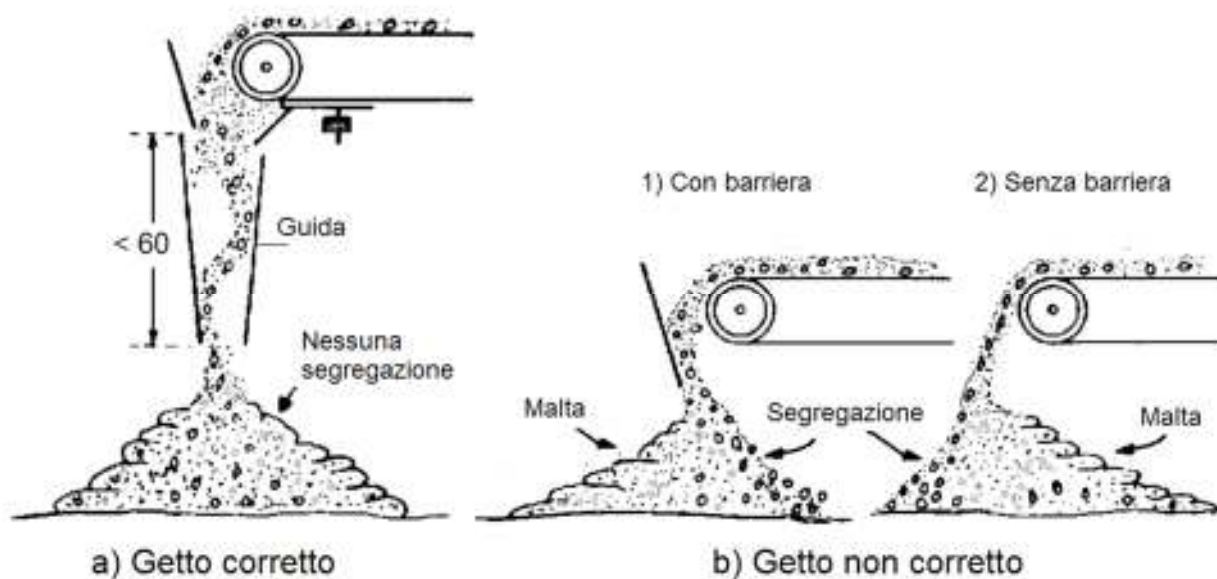


Figura 58.1

Esempi di getto di calcestruzzo con nastro trasportatore: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione

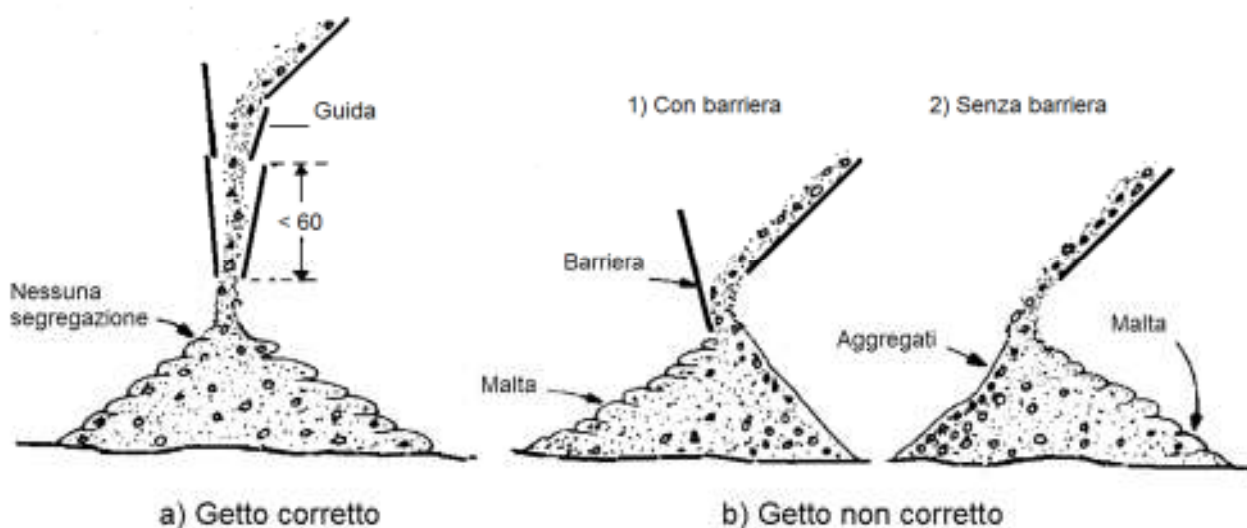


Figura 58.2

Esempi di getto di calcestruzzo da piano inclinato: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione

13.7.6 Getto del calcestruzzo autocompattante

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende comunque anche dalla densità delle armature.

13.7.7 Getti in climi freddi

Si definisce *clima freddo* una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;
- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura $\geq + 5$ °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è ≤ 0 °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.). Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm²), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm²) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella 58.2 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Tabella 58.2. Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto

Dimensione minima della sezione (mm ²)			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800

Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13 °C	10 °C	7 °C	5 °C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15 °C/h	0,90 °C/h	0,70 °C/h	0,45 °C/h

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

13.7.8 Getti in climi caldi

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35 °C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo all'impasto additivi ritardanti.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

13.7.9 Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che mediante vibrazione si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere

scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine) o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.

Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.

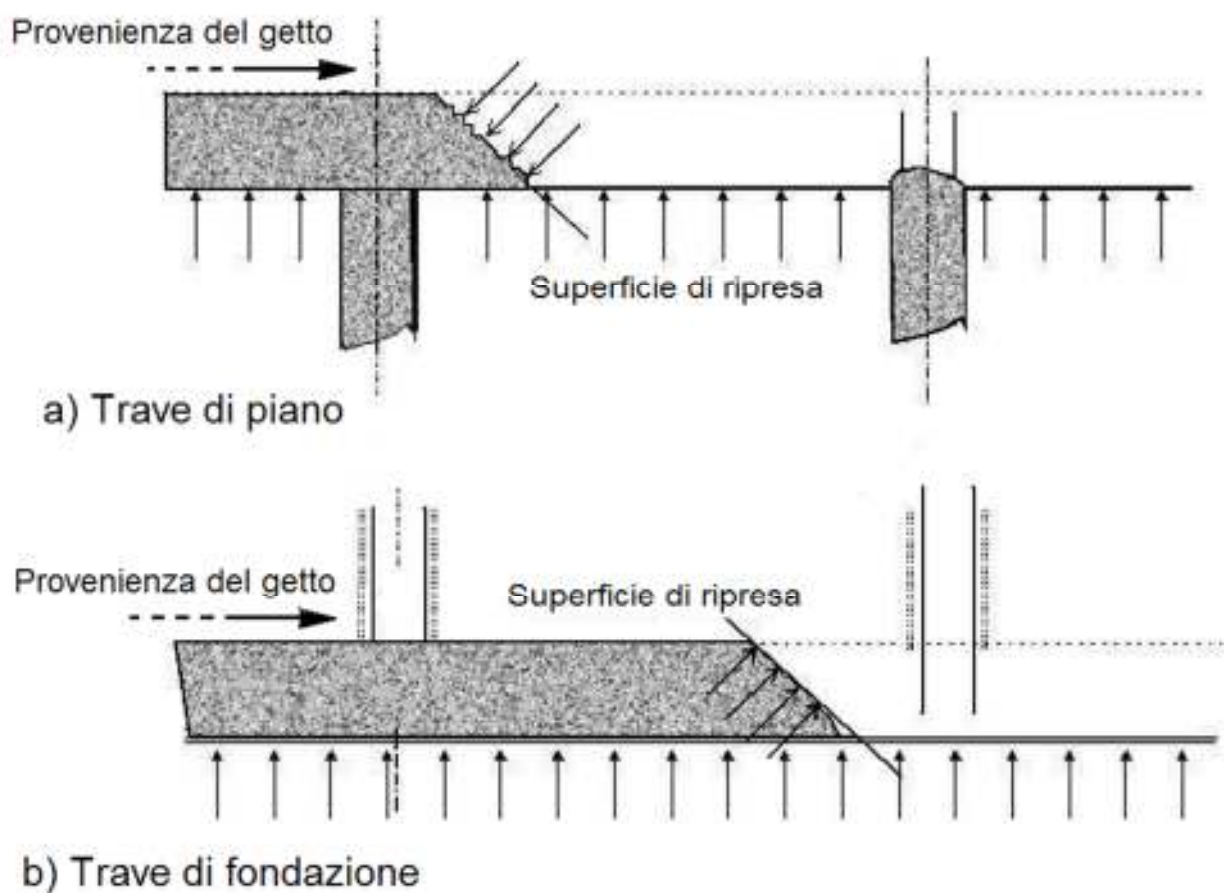


Figura 58.3

Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione

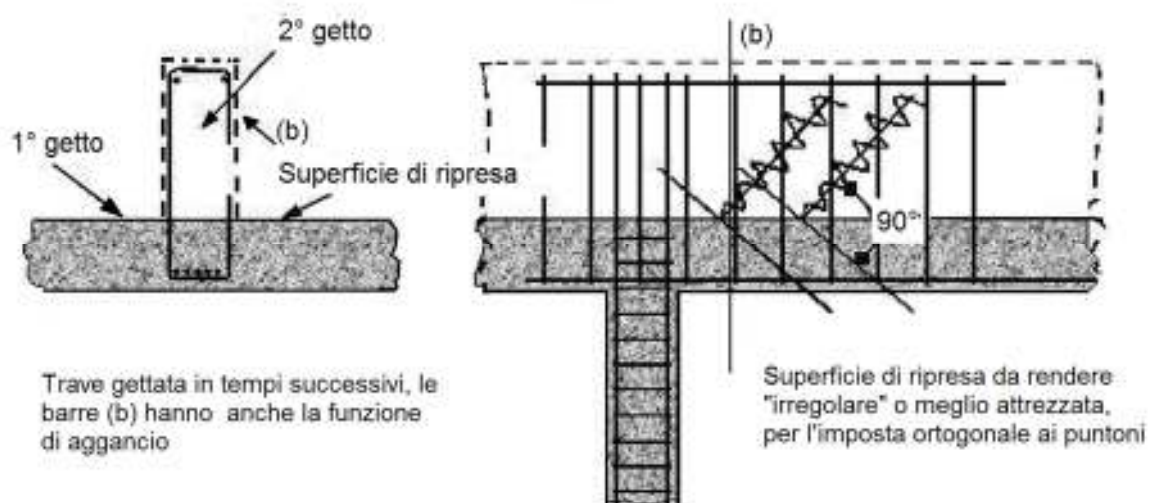


Figura 58.4

Modalità di ripresa del getto su travi di spessore elevato

13.7.9.1 Compattazione del calcestruzzo

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o talvolta superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

13.7.9.1.1 Compattazione mediante vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione, l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratori possono essere interni ed esterni.

I vibratori interni, detti anche *a immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

L'uso dei vibratori non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il

calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.

L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratori mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.

Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo stato plastico, così da evitare i giunti freddi.

I vibratori esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono comunque essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore a immersione.

I vibratori superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto: in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.

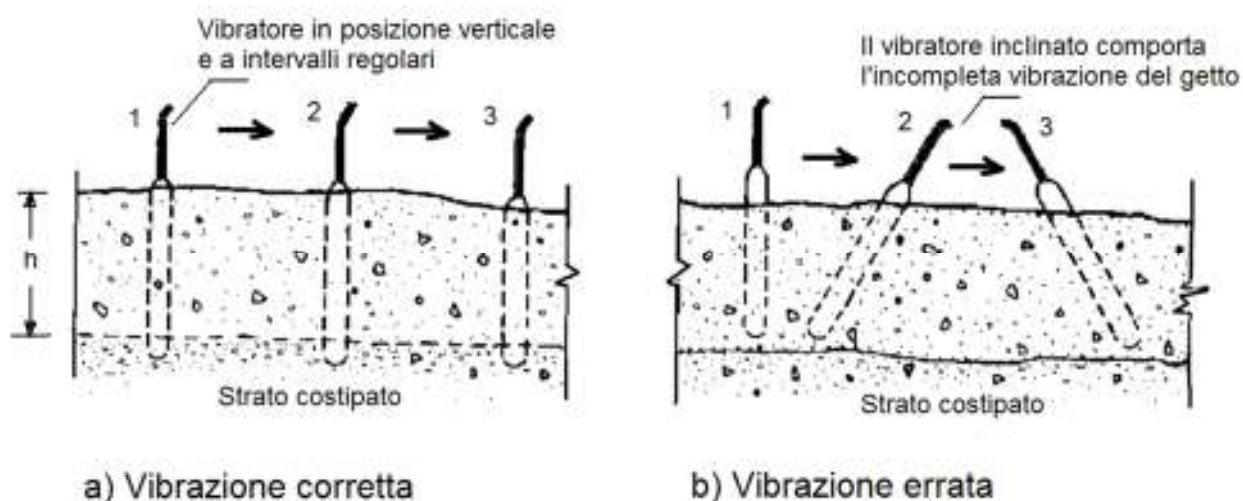


Figura 58.5

Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna

13.7.9.1.2 Stagionatura

13.7.9.1.3 Prescrizioni per una corretta stagionatura

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- prima della messa in opera:
- saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
- la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
- durante la messa in opera:
- erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
- erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
- proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
- ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.
- dopo la messa in opera:
- minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
- la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di $70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di $20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri

elementi della struttura è di 15 °C.

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

13.7.9.1.4 Protezione in generale

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre serve a impedire che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

13.7.9.1.5 Protezione termica durante la stagionatura

A titolo esemplificativo di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:

- cassaforma isolante;
- sabbia e foglio di polietilene;
- immersione in leggero strato d'acqua;
- coibentazione con teli flessibili.

CASSAFORMA ISOLANTE

Il $\Delta t \leq 20$ °C può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato

con spessore ≥ 2 cm o se il getto si trova contro terra.

SABBIA E FOGLIO DI POLIETILENE

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

IMMERSIONE IN LEGGERO STRATO D'ACQUA

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

COIBENTAZIONE CON TELI FLESSIBILI

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale. Si deve tener conto tuttavia che nella movimentazione le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

13.7.9.1.6 Durata della stagionatura

Con il termine *durata di stagionatura* si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta. La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5 °C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto.

Nella tabella 58.3 è riportata, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

Tabella 58.3. Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione

diverse (da X0 a XC1)

Temperatura t della superficie del calcestruzzo (°C)	Durata minima della stagionatura (giorni)			
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_{cm2}/f_{cm28})^1$			
	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 < r \leq 0,30$	Lento $0,30 < r \leq 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3
$25 > t \geq 15$	1,0	2,0	3,0	5
$15 > t \geq 10$	2,0	4,0	7,0	10
$10 > t \geq 5$	3,0	6,0	10	15
¹ La velocità di sviluppo della resistenza r è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica f_{cm} alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura < 5 °C non deve essere computato come tempo di maturazione.				

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria a ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antieaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i

ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

13.7.9.1.7 Norme di riferimento per i prodotti filmogeni

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;

UNI 8656 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;

UNI 8657 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;

UNI 8658 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;

UNI 8659 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;

UNI 8660 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

13.7.9.1.8 Controllo della fessurazione superficiale

Per le strutture in cemento armato in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori.

Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20 °C.

13.7.9.1.9 Maturazione accelerata con getti di vapore saturo

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10 °C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento ACI 517.2R-80 (*Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure*).

13.7.9.2 Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato

13.7.9.2.1 Caratteristiche delle casseforme

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo e in modo da essere

abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili oppure con mastice e con guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali

assorbenti, calcestruzzo compreso prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella 58.4 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare o almeno contenere i difetti stessi.

Tabella 58.4. Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni

	Difetti	Conseguenze	Precauzioni
Per le casseforme	Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo
	Tenuta insufficiente	Perdita di boiacca e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia	Connettere correttamente le casseforme e sigillare i giunti con materiali idonei o guarnizioni
Per i pannelli	Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo omogenea e di colore chiaro	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante
	Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso
	Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo
Per i prodotti disarmanti	Distribuzione in eccesso	Macchie sul calcestruzzo Presenza di bolle d'aria	Utilizzare un sistema idoneo a distribuire in modo omogeneo un film sottile di disarmante. Pulire accuratamente le casseforme dai residui dei precedenti impieghi

	Distribuzione insufficiente	Disomogeneità nel distacco	Curare l'applicazione del prodotto disarmante
--	-----------------------------	----------------------------	---

13.7.9.2.2 Casseforme speciali

Le casseforme speciali più frequentemente utilizzate sono quelle rampanti e quelle scorrevoli orizzontali e verticali.

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento da parte del calcestruzzo di una resistenza sufficiente a sostenere il carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.

Questa tecnica è finalizzata alla realizzazione di strutture di notevole altezza, quali pile di ponte, ciminiere, pareti di sbarramento (dighe), strutture industriali a sviluppo verticale.

La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo continuo. La velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il calcestruzzo formato sia sufficientemente rigido da mantenere la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indotte dalle attrezzature e, nel caso di casseforme scorrevoli verticali, anche il calcestruzzo del getto successivo.

Le casseforme scorrevoli orizzontali scivolano conferendo al calcestruzzo la sezione voluta, avanzano su rotaie e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento a un filo di guida. Sono utilizzate, ad esempio, per rivestimenti di gallerie, condotte d'acqua, rivestimenti di canali, pavimentazioni stradali, barriere spartitraffico.

Le casseforme scorrevoli verticali invece sono utilizzate per realizzare strutture, quali sili, edifici a torre, ciminiere.

L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco. Nel caso delle casseforme scorrevoli orizzontali, è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2). Il calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali invece il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

13.7.9.2.3 Casseforme in legno

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

Tabella 58.5. Legname per carpenteria

Tavolame	Tavole (o sottomisure)	Spessore 2,5 cm Larghezza 8-16 cm Lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	Spessore 5 cm Larghezza 30-40 cm Lunghezza 4 m
Legname segato	Travi (sostacchine)	Sezione quadrata da 12 □ 12 a 20 □ 20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	Antenne, candele	Diametro min 12 cm Lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	Diametro 10-12 cm Lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni precedenti	Da tavole (mascelle) Da travi (mozzature)	Lunghezza > 20 cm

13.7.9.2.4 Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario, si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

13.7.9.2.5 Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;

- non indebolire la struttura;
- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;
- non provocare macchie inaccettabili;
- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che dovunque sia possibile gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo. Dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi, prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono invece ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile. Si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e semisferiche.

13.7.9.2.6 Strutture di supporto

Le strutture di supporto devono prendere in considerazione l'effetto combinato:

- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali accumuli in fase di getto e dalla sua compattazione;
- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.

Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme e la somma di quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto non deve superare le tolleranze geometriche previste per il getto.

Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessurazioni, le strutture di supporto devono prevedere l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggia anche parzialmente al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali

assestamenti.

Nel caso del calcestruzzo autocompattante (SCC) non è prudente tener conto della riduzione di pressione laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computata a partire dalla quota d'inizio o di ripresa di getto. Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibilmente con la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il calcestruzzo autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di getto lungo le linee di demarcazione architettoniche (modanature, segna-piano, ecc.).

13.7.9.2.7 Giunti tra gli elementi di cassaforma

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

13.7.9.2.8 Predisposizione di fori, tracce, cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

13.7.9.3 Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti. I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni dalla data di esecuzione del getto.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari a evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di

applicazione, a una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo a impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della legge n. 1086/1971. In ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Tabella 58.6. Tempi minimi per del disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del getto

Struttura	Calcestruzzo normale (giorni)	Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette di luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

13.7.9.4 Disarmanti

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo e la permeabilità né influenzarne la presa o causare la formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per

valutarne gli effetti finali. In generale, le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. La stessa cosa vale per l'applicazione del prodotto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8866-1 - *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;*

UNI 8866-2 - *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

13.7.10 Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura delle superfici del getto con idonei prodotti.

13.7.11 Caricamento delle strutture disarmate

Il caricamento delle strutture in cemento armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili.

La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

13.7.12 Difetti superficiali delle strutture, cause e rimedi

I difetti superficiali del calcestruzzo influenzano non solo le sue caratteristiche estetiche, ma anche quelle di durabilità.

I più frequenti difetti superficiali sono riportati nelle tabelle 58.7-58.16, con le indicazioni relative alle cause e ai rimedi che devono essere adottati.

Tabella 58.7. Nidi di ghiaia (presenza di aggregato grosso non ricoperto da malta cementizia)

Cause		Rimedi
Progettuali	Sezione con forte congestione dei ferri di armatura e mancanza di spazio per l'introduzione dei vibrator	Adeguare la disposizione delle armature

Casseforme	Giunti non a tenuta, che permettono la fuoriuscita di acqua, boiaccia o malta	Adeguare le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Carenza di fini, scarsa lavorabilità o eccesso d'acqua, indurimento anticipato, diametro massimo degli aggregati in relazione alle dimensioni del getto	Correggere la miscela
Messa in opera	Calcestruzzo lasciato cadere da un'altezza eccessiva, carico eccessivo di calcestruzzo nelle casseforme, tramogge di carico inesistenti o inefficaci, spostamento orizzontale del calcestruzzo	Correggere la messa in opera
Compattazione	Vibratori sottodimensionati per potenza, frequenza o ampiezza, tempo di vibrazione troppo breve o eccessivo, distanza eccessiva tra i punti di vibrazione, numero di vibratori insufficiente	Correggere l'uso dei vibratori

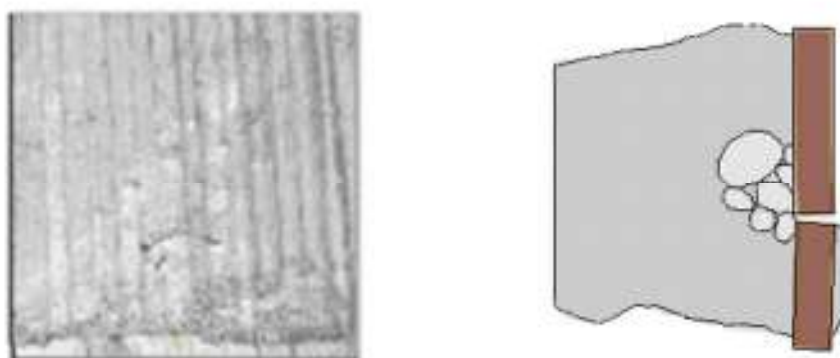


Figura 58.6
Nidi di ghiaia

Tabella 58.8. Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma: cavità singole sulla superficie di forma irregolare e dimensione fino a 20 mm

Cause		Rimedi
Progettuali	Superfici di getto in contropendenza o con interferenze	-
Casseforme	Superfici delle casseforme impermeabili, poco bagnabili, troppo flessibili, e con agente disarmante inadeguato	Adeguare il disarmante
Condizioni operative	Agente disarmante applicato in misura eccessiva o non nebulizzato, temperatura del calcestruzzo troppo elevata	Correggere l'applicazione del disarmante
Proprietà del calcestruzzo fresco	Sabbia troppo ricca in fini, lavorabilità inadeguata, dosaggio eccessivo in cemento o materiale pozzolanico, contenuto d'aria troppo alto, calcestruzzo troppo viscoso	Correggere la miscela
Messa in opera	Messa in opera del calcestruzzo discontinua o troppo lenta, portata della pompa o delle tubazioni inadeguata	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Ampiezza di vibrazione eccessiva, vibratore mantenuto fermo e/o parzialmente immerso, vibrazione esterna inadeguata	Correggere il metodo di vibrazione

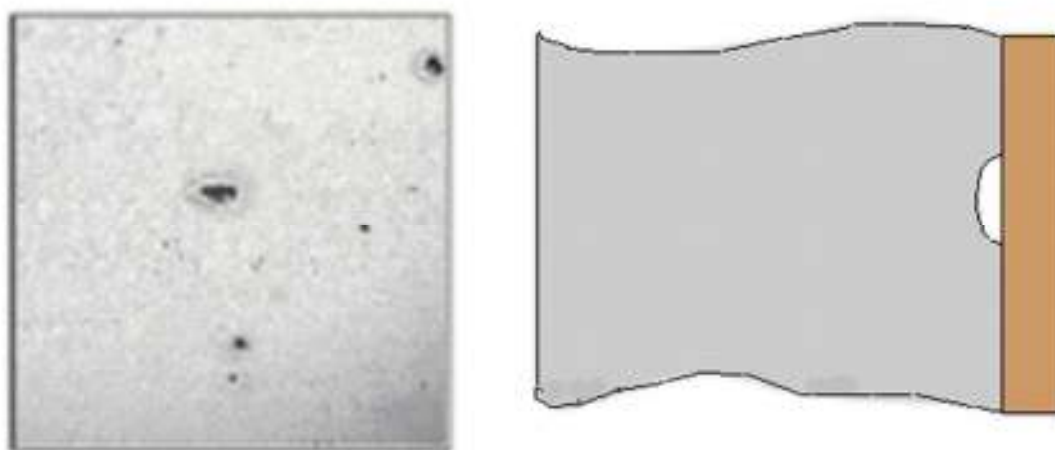


Figura 58.7

Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

Tabella 58.9. Superfici dei giunti con evidenza di aggregati fini o grossi carenti in cemento, generalmente delimitati da superfici scure

Cause		Rimedi
Casseforme	Mancanza di tenuta nei giunti delle casseforme o nei raccordi di fissaggio, con sigillatura inadeguata	Adeguare le casseforme
Condizioni operative	Spostamento laterale del calcestruzzo	Correggere il metodo di messa in opera
Proprietà del calcestruzzo fresco	Eccesso di acqua, calcestruzzo troppo fluido e/o carenti in pasta cementizia	Correggere l'applicazione del disarmante e adeguare la miscela
Messa in opera	Tempo di attesa eccessivo tra la posa del calcestruzzo e la compattazione	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Eccessiva ampiezza o frequenza della vibrazione in relazione alla dimensione delle casseforme	Correggere la vibrazione

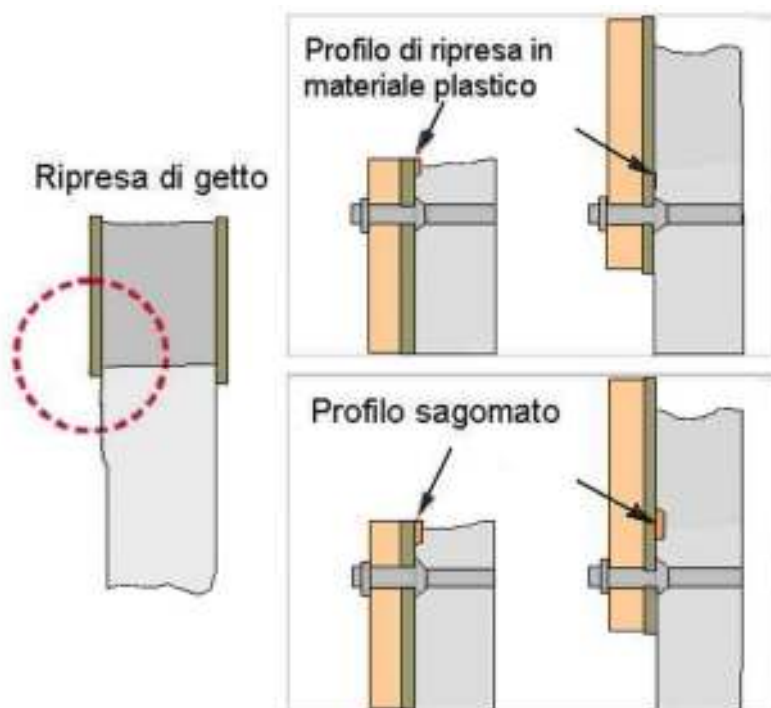


Figura 58.8

Giunti delle casseforme in evidenza

Tabella 58.10. Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista (superfici chiazzate di chiaro o di scuro, presenza di macchie aventi dimensioni simili a quelle dell'aggregato)

Cause		Rimedi
Casseforme	Troppo flessibili	Adeguate le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Aggregati carenti nel contenuto in fini, granulometria non corretta, aggregato leggero con calcestruzzo troppo fluido	Adeguate la miscela
Compattazione	Vibrazione esterna eccessiva, o vibrazione eccessiva di calcestruzzo leggero	Correggere il sistema di vibrazione

Tabella 58.11. Fessure di assestamento (anche corte, di ampiezza variabile e disposte orizzontalmente)

Cause	Rimedi
-------	--------

Progettuali	Elementi sottili e complessi con difficoltà di accesso per il calcestruzzo e vibratori, spessore del copriferro inadeguato	Adeguare/verificare la geometria
Casseforme	Casseforme inadeguate e dalle superfici ruvide	Adeguare le casseforme
Condizioni operative	Discontinuità nelle operazioni di getto con tempi eccessivi durante la messa in opera del calcestruzzo (ad esempio, tra le colonne e i solai o le travi)	Assicurare la continuità del getto
Proprietà del calcestruzzo fresco	Composizione granulometrica inadeguata, calcestruzzo troppo fluido, cemento con presa troppo rapida	Verificare la miscela
Messa in opera	Discontinua	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.12. Variazioni di colore (variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme)

Cause		Rimedi
Progettuali	Ferri di armatura molto vicini alle casseforme	Adeguare il copriferro
Casseforme	Variazioni nelle proprietà di assorbimento superficiale, reazione fra il calcestruzzo e la superficie della cassaforma, reazione con l'agente disarmante, perdita di boiaccia in corrispondenza dei giunti	Correggere le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Granulometria inadeguata degli aggregati, miscelazione non completa, calcestruzzo troppo scorrevole, vibrazione eccessiva	Adeguare la miscela
Messa in opera	Segregazione dei costituenti, consistenza troppo fluida	Aggiustare la consistenza
Compattazione	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Correggere la vibrazione

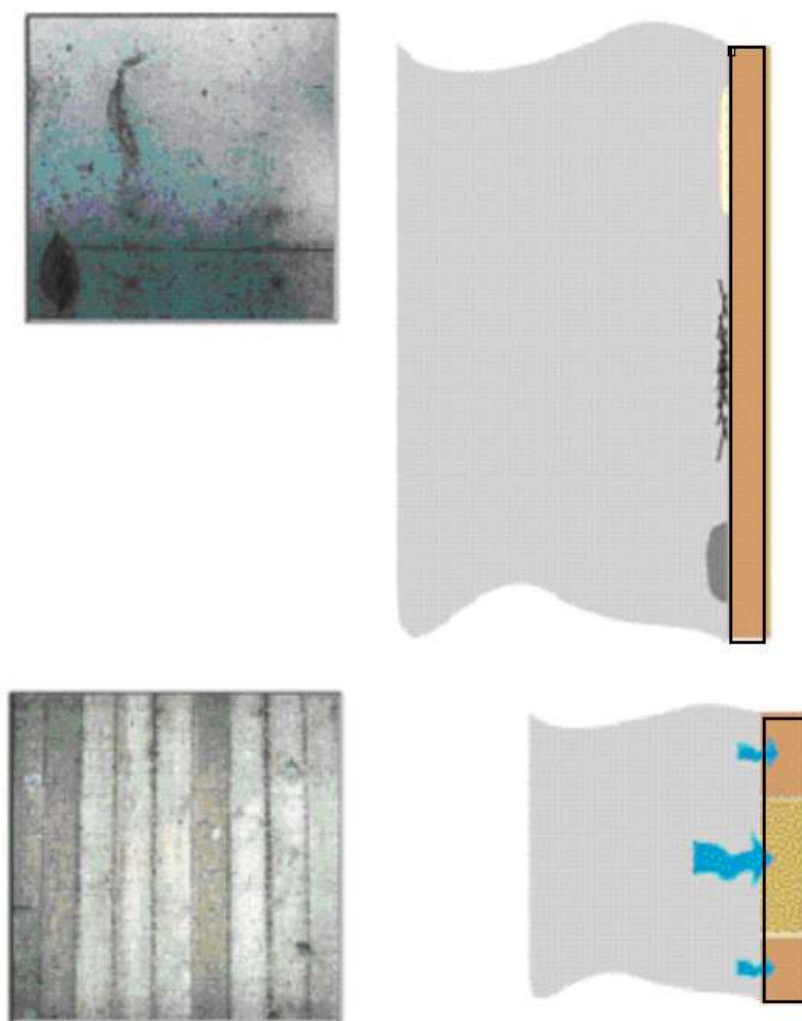


Figura 58.9

Variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme

Tabella 58.13. Striature di sabbia e acqua (variazioni di colore o di ombre dovute alla separazione di particelle fini)

Cause		Rimedi
Casseforme	Mancanza di tenuta delle casseforme, acqua in eccesso sul fondo della cassaforma risalente durante il getto	Adeguate le casseforme, drenare e asciugare l'acqua
Condizioni operative	Temperatura bassa, calcestruzzo con eccesso di acqua	Adottare una protezione per le casseforme

Proprietà del calcestruzzo fresco	Scarso o eccessivamente ricco di fini, miscela arida, con insufficiente contenuto di pasta	Adeguare la miscela
Messa in opera	Troppo veloce	Correggere la messa in opera
Compattazione	Vibrazione e/o ampiezza di vibrazione eccessive	Adeguare la vibrazione

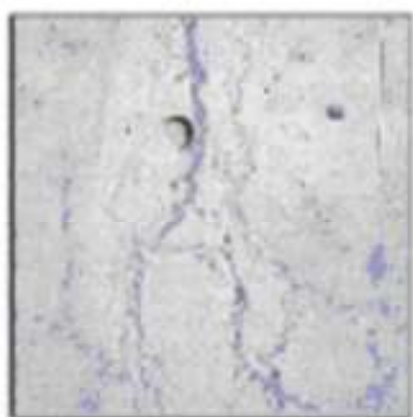


Figura 58.10

Striature di sabbia e acqua

Tabella 58.14. Delimitazione degli strati (zone di colore scuro tra gli strati nel calcestruzzo)

Cause		Rimedi
Casseforme	Troppo deformabili	Irrigidire le casseforme
Condizioni operative	Temperatura troppo elevata, mancanza di continuità nella posa del calcestruzzo e riprese di getto a freddo	Adeguare il mantenimento della lavorabilità
Proprietà del calcestruzzo fresco	Troppo bagnato con tendenza all'essudamento, presa rapida	Adeguare la miscela
Messa in opera	Troppo lenta, attrezzature o mano d'opera inadeguate	Correggere la messa in opera

Compattazione	Carenze nella vibrazione, difetto di penetrazione dei vibratorii attraverso gli strati	Adeguare la vibrazione
----------------------	--	------------------------

Tabella 58.15. Giunti freddi (vuoti, nidi di ghiaia, variazioni di colore ai bordi delle riprese, bordo superiore del calcestruzzo non connesso allo strato inferiore)

Cause		Rimedi
Progettuali	Spazio insufficiente per inserire il vibratore	Adeguare i sistemi di vibrazione
Condizioni operative	Mancanza di coordinamento fra la messa in opera e la compattazione o sistema di vibrazione inadeguato, messa in opera nel momento in cui lo strato inferiore del calcestruzzo ha già iniziato a indurire	Continuità della messa in opera e della vibrazione
Proprietà del calcestruzzo fresco	Elevata perdita di lavorabilità e indurimento troppo rapido	Migliorare la miscela
Messa in opera	Strati troppo profondi, tempi di attesa eccessivi nella messa in opera dei vari strati	Adeguare le procedure di esecuzione
Compattazione	Vibrazione insufficiente, impossibilità di conferire continuità al getto inserendo il vibratore negli strati contigui, mancato inserimento dei vibratorii nello strato sottostante	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.16. Marcatura delle casseforme (irregolarità sulla superficie in corrispondenza delle giunzioni delle casseforme o come conseguenza di difetti delle casseforme)

Cause	Rimedi
-------	--------

Progettuali	Giunti di costruzione in corrispondenza di una variazione nella direzione delle casseforme	-
Casseforme	Inadeguate al tipo di getto (dimensioni del getto, pressione sulle casseforme) e di messa in opera, facilmente deformabili	Adeguare le casseforme
Condizioni operative	Sistema di ancoraggio delle casseforme inadeguato, eccessivo accumulo di calcestruzzo prima della sua distribuzione	Correggere il sistema di ancoraggio e le procedure di getto
Proprietà del calcestruzzo fresco	Eccessivo ritardo nell'indurimento del calcestruzzo	Migliorare la miscela
Messa in opera	Troppo lenta	Accelerare la messa in opera
Compattazione	Ampiezza di vibrazione eccessiva, disomogenea distribuzione dei punti di immersione dei vibratori	Adeguare la vibrazione



Figura 58.11

Marcatura delle casseforme

13.7.13 Tolleranze dimensionali

13.7.13.1 Pilastr

NOTA PER LA COMPOSIZIONE: RET + Tab per ognuno

LUNGHEZZA ± 1 cm

DIMENSIONE ESTERNA $\pm 0,5$ cm

FUORI PIOMBO PER METRO DI ALTEZZA 1/500

INCAVO PER ALLOGGIAMENTO TRAVI $\pm 0,5$ cm

NOTA PER LA COMPOSIZIONE: fine RET + Tab

13.7.13.2 Travi

NOTA PER LA COMPOSIZIONE: RET + Tab per ognuno

LUNGHEZZA ± 2 cm

LARGHEZZA $\pm 0,5$ cm

ALTEZZA ± 1 cm

SVERGOLATURE PER METRO DI LUNGHEZZA 1/1000

NOTA PER LA COMPOSIZIONE: fine RET + Tab

13.8 Armature minime e limitazioni geometriche delle sezioni degli elementi strutturali in cemento armato

Si faccia riferimento a quanto previsto dalla normativa vigente. Nella fattispecie NTC 2008 e sua Circolare esplicativa (n.617 del 02.02.2009)

13.9 Esecuzione di strutture in acciaio

13.9.1 Prescrizioni particolari inerenti l'appalto

Pensiline fotovoltaiche

- Prevedere la verniciatura su acciaio zincato a caldo secondo sistema duplex descritto nel seguito (verniciatura da effettuare direttamente negli stabilimenti di zincatura subito dopo la zincatura stessa):
 - zincatura dell'acciaio in bagno di zinco caldo (interno ed esterno del profilo scatolare);

- rimozione sostante inquinanti attraverso impiego delicato di spazzola metallica (avendo cura di non rimuovere lo strato di zinco appena realizzato), trattando successivamente le superfici con sostanze chimiche sgrassanti a base di soluzioni ammoniacali deboli e/o fosforiche, seguite da accurato lavaggio con acqua e asciugamento.

- applicazione di strato di fondo (primer) di vernice liquida acrilica ad acqua adatto per applicazioni su acciaio zincato (applicazione e spessori come da scheda tecnica del componente, sp. min $80\mu\text{m}$)

- applicazione di strato di finitura di vernice liquida acrilica (applicazione e spessori come da scheda tecnica del componente, sp. min $80\mu\text{m}$) secondo RAL fornito dalla Direzione Lavori.

La zincatura deve rispettare i requisiti della norma UNI EN ISO 1461. La preparazione della superficie e la verniciatura successiva sono regolate dalla norma UNI EN ISO 12944.

L'appaltatore dovrà proporre il ciclo di trattamento duplex previsto (unitamente alle schede tecniche dei materiali utilizzati) per successiva approvazione prima della realizzazione del manufatto.

- Prevedere saldature a piena penetrazione per il profilo scatolare composito costituente la mensola principale;
- Prevedere fori di spurgo sui profili per garantire un corretto bagno di zinco e la successiva asciugatura degli elementi;
- Prevedere sotto la piastra di base delle mensole, il riempimento con betoncino colabile a ritiro controllato tipo EMACO .
- Il giunto di base è protetto da cassettino in lamiera sp. 6mm ancorato alla fondazione in c.a.. Prevedere adeguata pendenza per evitare il ristagno dell'acqua e viti a testa svasata per eliminare il rischio inciampo a filo pavimento finito (cfr. elaborati grafici)
- Prevedere tappo di chiusura su tutti i profili scatolari (mensole principali e arcarecci secondari).
- **Fare esplicito riferimento alle note generali riportate negli elaborati grafici del Progetto esecutivo.**
- **Solare termico**

- Prevedere il ripristino del sottofondo esistente demolito per la realizzazione dei baggioli in c.a. e la successiva impermeabilizzazione nella porzione modificata.
- Eventuali strutture e/o impianti interferenti con le nuove strutture dovranno essere smantellati e/o ripristinati in diversa posizione previa accordo con la DL.
- Prevedere sotto la piastra di base delle mensole, il riempimento con betoncino colabile a ritiro controllato tipo EMACO .
- La scala di accesso alla copertura deve esser protetta contro la caduta verso il vuoto per altezze > 250cm e deve permettere un agevole sbarco al piano.
- **Fare esplicito riferimento alle note generali riportate negli elaborati grafici del Progetto esecutivo.**
- **Linee Vita**
- Le nuove opere dovranno ancorarsi alle strutture esistenti in legno (puntoni principali di copertura disposti ad interasse 300cm).
- sottoporre progetto costruttivo, schede linea vita, dettagli prodotti e progetto costruttivo alla dl per approvazione prima di procedere con la realizzazione dell'opera.
- prevedere il ripristino del manto di copertura e dell'impermeabilizzazione in copertura a seguito dell'installazione degli ancoraggi delle linee vita.
- prevede prove di carico per la linea vita e gli ancoraggi ai sensi della norma uni en 795:2012 e uni cen/ts 16415:2013.
- la scala di accesso alla copertura dovrà essere dotata di protezione anticaduta sul perimetro per h>250cm. sottoporre scheda tecnica e progetto costruttivo della scala alla dl per approvazione.
- **Fare esplicito riferimento alle note generali riportate negli elaborati grafici del Progetto esecutivo.**

13.9.2 Composizione degli elementi strutturali

13.9.2.1 Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore $t < 4$ mm.

Una deroga può essere consentita fino a uno spessore $t = 3$ mm per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati oppure opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano gli elementi e i profili sagomati a freddo.

13.9.2.2 Problematiche specifiche

Si può far riferimento a normative di comprovata validità, in relazione ai seguenti aspetti specifici:

- preparazione del materiale;
- tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio;
- impiego dei ferri piatti;
- variazioni di sezione;
- intersezioni;
- collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi;
- tolleranze foro-bullone;
- interassi dei bulloni e dei chiodi;
- distanze dai margini;
- collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza;
- collegamenti saldati;
- collegamenti per contatto.

13.9.2.3 Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio, saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

13.9.3 Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza

13.9.3.1 Serraggio dei bulloni

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata. Tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di $\pm 5\%$.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

13.9.3.2 Prescrizioni particolari

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

13.9.4 Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori, nei procedimenti semiautomatici e manuali, dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 287-1** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma **UNI EN 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **UNI EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 15614-1**.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori a innesco sulla punta) si applica la norma **UNI EN ISO 14555**. Valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovrà inoltre essere rispettata la norma **UNI EN 1011** (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici e la norma **UNI EN 1011** (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **UNI EN ISO 9692-1**.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati, per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma **UNI EN ISO 5817**. Per strutture soggette a fatica invece si adotterà il livello B della stessa norma.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta al controllo visivo al 100%, saranno definiti dal collaudatore e dal direttore dei lavori. Per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione, si useranno metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche). Per i giunti a piena penetrazione invece, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma **UNI EN 12062**.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo la norma **UNI EN 473**, almeno di secondo livello.

Il costruttore deve corrispondere a determinati requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma **UNI EN ISO 3834** (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità, riassunti nella tabella 65.1. La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore, secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tabella 65.1. Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
Riferimento	A	B	C	D
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s < 30mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati ¹
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719	Di base	Specifico	Completo	Completo
¹ Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

13.9.4.1 Raccomandazioni e procedure

UNI EN 288-3 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici.

Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai;

UNI EN ISO 4063 - Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli.

Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni;

UNI EN 1011-1 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 1. Guida generale per la saldatura ad arco;

UNI EN 1011-2 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 2. Saldatura ad arco per acciai ferritici;

UNI EN 1011-3 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 3. Saldatura ad arco di acciai inossidabili;

UNI EN 1011-4 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio;

UNI EN 1011-5 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati.

UNI EN 1090-1 Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali

UNI EN 1090-2 Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio.

13.9.4.2 Preparazione dei giunti

UNI EN 29692 - Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

UNI EN 1090-2 Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio.

13.9.4.3 Qualificazione dei saldatori

UNI EN 287-1 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte1: Acciai;

UNI EN 1418 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici.

UNI EN 1090-2 Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio.

13.9.5 Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

13.9.6 Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma **UNI EN 10025-5**) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrasspessori.

Gli elementi destinati a essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati ma possono essere invece zincati a caldo.

13.9.6.1 Norme di riferimento

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN 12329 - *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;*

UNI EN 12330 - *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;*

UNI EN 12487 - *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio;*

UNI EN 12540 - *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo;*

UNI EN 1403 - *Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;*

UNI EN ISO 12944-1 - *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 1. Introduzione generale;*

UNI EN ISO 12944-2 - *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante*

verniciatura. Parte 2. Classificazione degli ambienti;

UNI EN ISO 12944-3 - *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 3. Considerazioni sulla progettazione;*

UNI EN ISO 12944-4 - *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 4. Tipi di superficie e loro preparazione;*

UNI EN ISO 12944-6 - *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 6. Prove di laboratorio per le prestazioni;*

UNI EN ISO 12944-7 - *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 7. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.*