



POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria Edile - Architettura

Corso di laurea magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi

CONTROLLO TECNICO DEL SISTEMA TECNOLOGICO

Sviluppo di un metodo per l'implementazione di schede di controllo

Relatore: Prof. Fulvio Re Cecconi

Tesi di laurea di:

Salvatore Claudio Mesiano 739500

Lorenzo Paoli 739492

Anno accademico 2009/2010

“La fiducia è bene, il controllo è meglio”

(Lenin)

INDICE

1. Introduzione	11
2. Il Processo Edilizio.....	15
2.1. Le finalità del processo	15
2.2. L'articolazione e gli operatori del processo.....	16
2.3. Le fasi e le sotto-fasi del processo edilizio	17
2.4. Struttura organizzativa e scenari di controllo	20
2.5. Gli strumenti e l'azione di controllo	23
2.6. Il percorso verso la qualità	27
3. Il Sistema qualità	29
3.1. Significato e responsabili della qualità	29
3.2. La struttura e le norme generali.....	30
3.3. L'oggetto dei controlli.....	30
3.4. I principi e la validità dei metodi di controllo	31
3.5. Le categorie dei controlli (organismi).....	31
3.6. Gli istituti di parte terza.....	32
3.7. Stato della situazione e ruolo dell'accREDITAMENTO.....	33
3.8. Strumenti per la qualità.....	34
4. Ruolo di Accredia	37
4.1. AccredITAMENTO	37
4.2. Benefici dell'accREDITAMENTO.....	39
4.3. Il valore del marchio ACCREDITA.....	40
5. Organismo di Ispezione (Odi)	43
5.1. Sistema di gestione.....	46
5.2. Metodi e procedure di ispezione.....	46
5.3. Rapporti di ispezione	47
6. Dall'individuazione dei guasti alla determinazione dei controlli.....	55
6.1. FTA – Fault Tree Analysis	57
6.2. FMEA – Failure Mode and Effects Analysis	62
6.3. FMECA – Failure Modes, Effects and Criticality Analysis.....	65
6.4. Modi di guasto.....	66
6.5. Coperture piane.....	69
6.6. Coperture a falde.....	101

6.7.	Pareti controterra.....	121
7.	Caso di studio	139
7.1.	Analisi del metodo.....	140
7.2.	Schede controllo tecnico	144
7.3.	Controlli in esecuzione coperture piane	147
7.4.	Controlli in progettazione coperture piane.....	156
7.5.	Controlli in esecuzione coperture inclinate a piccoli elementi (laterizio).....	166
7.6.	Controlli in progettazione coperture inclinate a piccoli elementi (laterizio)	172
7.7.	Controlli in esecuzione coperture inclinate a grandi elementi (metallo).....	181
7.8.	Controlli in progettazione coperture inclinate a grandi elementi (metallo).....	189
7.9.	Controlli in esecuzione pareti controterra	197
7.10.	Controlli in progettazione pareti controterra.....	204
8.	Analisi del percorso inverso: dai controlli tecnici ai modi di guasto	211
8.1.	Correlazioni controlli – modi di guasto.....	212
8.1.1.	Coperture piane in fase di esecuzione	212
8.1.2.	Coperture inclinate a piccoli elementi in fase di esecuzione (laterizio).....	221
8.1.3.	Coperture inclinate a grandi elementi in fase di esecuzione (metallico)	227
9.	Appendici.....	235
9.1.	Appendice A.....	235
9.2.	Appendice B [COPERTURE PIANE]	237
9.3.	Appendice C [COPERTURE INCLINATE A ELEMENTI DI PICCOLE DIMENSIONI]	239
9.4.	Appendice D [COPERTURE INCLINATE A ELEMENTI DI GRANDI DIMENSIONI]	242
10.	Conclusioni	245
11.	Bibliografia.....	247
11.1.	Riferimenti normativi	248

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1:	fasi del processo edilizio.....	16
Figura 2:	schema del sotto-processo del controllo	19
Figura 3:	come si colloca il Controllo Qualità (C.Q.)	27
Figura 4:	[CP 01] lesione membrana infragilita per invecchiamento	69
Figura 5:	[CP 02] alterazione della membrana per agenti chimici	71
Figura 6:	[CP 03] lesione da ritiro	73
Figura 7:	[CP 04] lesione da corrugamento	74
Figura 8:	[CP 05] distacco del risvolto per ritiro	75
Figura 9:	[CP 06] distacco per difetti di saldatura	76
Figura 10:	[CP 11] lesione per azione del vento	84

Figura 11: [CP 12] lesione per fessurazione del supporto.....	86
Figura 12: [CP 16] lesione per affaticamento.....	92
Figura 13: schema dell'analisi metaprogettuale di una soluzione tecnica.....	142
Figura 14: descrizione della metodologia per la realizzazione di schede tecniche di controllo.....	143

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: scenari di controllo.....	21
Tabella 2: valore occorrenza (O).....	63
Tabella 3: valore severità (S).....	64
Tabella 4: valore rilevabilità (R).....	64
Tabella 5: indice di priorità del rischio.....	64
Tabella 6: classi di gravità della FMECA.....	65
Tabella 7: servizi offerti dalla società Qualitech.....	140
Tabella 8: descrizione suddivisione schede.....	146
Tabella 9: accessibilità copertura in base alla pendenza, per muratura.....	235
Tabella 10: accessibilità copertura in base alla pendenza, per lamiera d'acciaio grecate.....	235
Tabella 11: accessibilità copertura in base alla pendenza, per legno o pannelli.....	235
Tabella 12: accessibilità copertura in base alla pendenza, per solette di calcestruzzo.....	236
Tabella 13: altezza H dei risvolti.....	236
Tabella 14: giunti di struttura.....	236
Tabella 15: condizioni di frazionamento nelle diverse tipologie di protezione dura.....	237
Tabella 16: caratteristiche delle protezioni per coperture carrabili.....	237
Tabella 17: caratteristiche delle protezioni per coperture accessibili ai pedoni.....	238
Tabella 18: caratteristiche della protezione dei risvolti in riferimento alla destinazione d'uso.....	238
Tabella 19: pendenza minima e massima delle falde.....	239
Tabella 20: lunghezza delle falde.....	239
Tabella 21: caratteristiche significative delle tegole di laterizio.....	240
Tabella 22: caratteristiche significative delle tegole di calcestruzzo.....	241
Tabella 23: valori minimi di sovrapposizione.....	242
Tabella 24: coefficiente di dilatazione termica.....	243
Tabella 25: intervallo di temperatura.....	244

INDICE DEI GRAFICI

Grafico 1: albero dei guasti per infiltrazioni attraverso la copertura.....	60
Grafico 2: pendenza-sovrapposizione e interasse di posa per tegole di calcestruzzo.....	241
Grafico 3: pendenze minime P per coperture grecate.....	242
Grafico 4: abaco per la scelta del tipo di giunto in funzione della pendenza.....	243

ABSTRACT

Il seguente lavoro di tesi è volto allo sviluppo di un metodo per il controllo tecnico in edilizia, in particolare attraverso l'implementazione di schede per il controllo degli elementi tecnici nella fase esecutiva. Le schede sono uno strumento che in Italia muove solo ora i primi passi e in letteratura specifica se ne trovano solo sporadiche tracce. Il metodo, una volta strutturato, è stato utilizzato e presentato in alcuni casi di studio.

Per affrontare al meglio l'analisi e l'elaborazione di tale metodo si sono approfonditi gli aspetti delle prestazioni in edilizia, identificati attraverso la definizione del comportamento, cioè di *cosa* si vuole dall'oggetto edilizio e non di *come* si vuole l'oggetto edilizio, e del controllo della qualità. L'accettabilità delle prestazioni di un'opera edilizia, cioè la sua capacità di offrire comportamenti congruenti e adeguati alle richieste, ha senso solo se è assoggettabile a determinate modalità di verifica atte a certificarle.

Basandosi su questi temi fondamentali, si è sviluppato il metodo seguendo due strade in parallelo che restituissero risultati tali da poter essere elaborati congiuntamente per la stesura di controlli. Nel primo percorso, mediante la scomposizione dell'unità tecnologica considerata e l'individuazione dei luoghi funzionali corrispondenti si è passati all'identificazione dei requisiti e specificazioni di prestazione dei relativi elementi tecnici costituenti, valutando le soglie funzionali e i tempi di attivazione, fino alla stesura delle prescrizioni progettuali relative.

Nel secondo, attraverso indagini patologiche, fault tree analysis e fmea, si è cercato di elaborare una banca dati di guasti per determinati elementi tecnici, redigendo per ognuno le corrispondenti prescrizioni progettuali. Tali indagini patologiche, normalmente impiegate a posteriori rispetto alla manifestazione di un degrado, vengono sfruttate come bagaglio di informazioni per un corretto iter.

Infine grazie alla disponibilità della società di controllo tecnico Qualitech srl, presso cui si è effettuato uno stage, mediante la collimazione dei risultati ottenuti precedentemente, si sono stilate le schede di controllo in fase di progettazione ed esecuzione per i seguenti elementi tecnici: coperture piane, inclinate con piccoli e grandi elementi e pareti contro terra.

Schede che entreranno a far parte delle procedure di controllo della società.

1. Introduzione

Negli ultimi anni si è verificata una progressiva e complessa mutazione del processo edilizio, per altro ancora in corso, dovuta a molteplici fattori quali l'evoluzione del quadro normativo di riferimento, la tendenza del mercato edilizio e della domanda verso prodotti connotati da una maggiore qualità, la trasformazione del contesto produttivo ed economico in cui agiscono gli operatori del processo.

I cambiamenti si riferiscono in modo particolare alla richiesta di nuove professionalità all'interno delle committenze pubbliche e private, delle imprese e delle società/studi di ingegneria e architettura; agli aspetti tecnici, organizzativi ed economici di gestione della commessa; alle procedure di progettazione e di appalto dei lavori e servizi nelle opere pubbliche, al controllo qualità del progetto e del prodotto, alla qualificazione delle imprese e, non ultimo, alla serrata concorrenzialità fra le imprese che ha portato ad una diminuzione della remuneratività degli appalti.

Sono proprio queste problematiche ed il rinnovato interesse per il processo edilizio e per i fattori che consentono una gestione razionale ed economica dello stesso che hanno motivato l'elaborazione di questo lavoro tesi, strumento innovativo e duttile per coloro che affronteranno le complesse problematiche del settore del controllo tecnico.

L'obiettivo che ci si prefigge è l'implementazione di un metodo per la realizzazione di schede di controllo tecnico tramite approccio prestazionale e indagini patologiche.

La struttura del testo si divide principalmente in tre sezioni strettamente correlate per il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Nella prima parte vengono affrontati i principi generali del processo edilizio e del sistema qualità. Secondo la logica cronologica del suo sviluppo, si analizza il processo edilizio nelle sue quattro grandi fasi: decisionale, esecutiva, gestionale e, in parallelo alle precedenti, quella del controllo. Attraverso lo studio delle figure coinvolte si arriverà alla loro collocazione all'interno del processo stesso, passando per gli strumenti a disposizione, gli obblighi normativi e, non ultimi, gli aspetti etici. Visto l'obiettivo di questo elaborato, saranno analizzate più a fondo le problematiche legate al controllo tecnico in fase di progettazione, esecuzione e gestione.

Nell'ambito del Sistema Qualità si identificano le normative e le linee guida sviluppate dall'Organizzazione internazionale per la normazione, che definiscono i requisiti per l'implementazione, in una organizzazione, di un sistema di gestione della qualità, al fine di condurre i processi aziendali, migliorare l'efficacia e l'efficienza nella realizzazione del prodotto e nell'erogazione del servizio, ottenere ed incrementare la soddisfazione del cliente.

Nella seconda parte si trattano le problematiche relative alla patologia edilizia mediante considerazioni sulla diagnostica, individuando metodi analitici e empirici per strumentarla. In modo sistemico si passerà dall'inquadramento delle problematiche inerenti l'invecchiamento dell'organismo edilizio e il suo degrado nel tempo, ad un'analisi puntuale dei guasti, difetti e anomalie riscontrabili in determinati elementi tecnici (coperture e pareti contro terra) fino al controllo delle patologie in fase di progettazione, esecuzione e controllo.

Infine, nell'ultima parte si affronta un caso di studio nell'ambito del controllo tecnico interconnesso ad un tirocinio nella società di controllo Qualitech srl. In questa sezione si cercherà di implementare un metodo per l'individuazione di controlli e verifiche da effettuare sugli elementi tecnici sopra citati in fase di progettazione, esecuzione e gestione. Attraverso la scomposizione dell'unità tecnologica considerata e l'individuazione dei luoghi funzionali corrispondenti si passerà alla identificazione dei requisiti e specificazioni di prestazione dei relativi elementi tecnici costituenti, valutando le soglie funzionali e i tempi

di attivazione, fino alla stesura delle prescrizioni progettuali relative. I risultati così ottenuti saranno messi in relazione con le indagini diagnostiche precedentemente effettuate per arrivare alla stesura delle schede di controllo tecnico.

Infine si effettuerà un'utile analisi sul percorso a ritroso che metta in relazione ogni controllo con uno o più modi di guasto. Tale ultimo lavoro risulterà pratico per incrementare il sistema informativo aziendale andando ad evidenziare i guasti con maggiore frequenza di manifestazione, così da rilevare i controlli più significativi e rettificarli secondo bisogno in maniera da aumentarne l'efficacia e l'efficienza.

Motivi di tesi

Questo lavoro si propone come primo riferimento in letteratura nell'ambito dei controlli tecnici per gli elementi tecnici coperture e pareti contro terra; ad oggi non esiste un elaborato completo e aggiornato su tale argomento che possa anche fornire gli strumenti e i metodi per la realizzazione delle check-list.

La compilazione di queste viene lasciata all'iniziativa del singolo professionista o della singola ditta esecutrice. La maggior parte degli operatori del settore non utilizza nemmeno le schede di controllo. Sono uno strumento che non ha una larga diffusione, se non per alcuni casi specifici o sub sistemi edilizi, come per le strutture, di importanza rilevante rispetto alla totalità dell'organismo edilizio.

Tale cattiva pratica deriva dalla pessima cultura presente in Italia rispetto al grande settore dell'edilizia. A sostegno di questa tesi vi sono una moltitudine di elementi che evidenziano come l'edilizia non abbia subito quel salto di qualità che si è invece riscontrato nella maggior parte degli altri settori industriali, anzi in alcuni casi vi è stato un impoverimento delle competenze. Un legame circolare di causa-effetto di tale condizione è la bassa coscienza del mercato e quindi degli utilizzatori, praticamente una problematica di scarsa conoscenza/informazione di tutta la popolazione.

L'utilizzatore medio in Italia non ha una grande consapevolezza di quelli che dovrebbero essere i criteri per giudicare una costruzione di qualità; il parametro principale di scelta, a parità di zona omogenea, è quello del costo di acquisto. Ovviamente, come la maggior parte dei professionisti del settore sa, il costo di acquisto, strettamente correlato al costo di costruzione per quanto riguarda soprattutto il nuovo all'interno del ciclo di vita edificio, non è altro che un costo parziale e che, a ben vedere, rappresenta una parte minoritaria del totale dei costi normalmente inferiore al 5%¹. Questo significa che almeno il 95% dei costi che si devono sopportare durante la vita dell'edificio è rappresentato dalla manutenzione e soprattutto dalla gestione del suddetto.

Un banale calcolo fa quindi subito notare come spendere anche il 20% o 30% in più sui costi di costruzione per realizzare un edificio dai bassi oneri di gestione permetta di diminuire significativamente il valore totale. Mettiamo per assurdo che incrementare di una percentuale x i costi di costruzione permetta di risparmiare una identica percentuale x dei costi di gestione. Supponendo 100 l'ammontare dei costi totali (y = somma dei costi totali)

$$y = 5 + 5 \cdot x + 95 - 95 \cdot x$$

$$y = 100 - 90x$$

Supponendo che $x=10\%$ otteniamo un risparmio sul totale del 9%. Questo, paradossalmente, vorrebbe dire di avere un edificio che si è autofinanziato. Supponendo $x=20\%$ otteniamo un risparmio sul totale del 18%. Ovviamente questa è una semplificazione che dà come proporzionali alcuni valori in realtà non tali e non tiene conto né della rivalutazione monetaria, né del mancato profitto del capitale investito. Fornisce comunque l'indicazione che il risparmio, in semplici termini economici, esiste e che la qualità prestazionale di un edificio influisce positivamente sulla sua fruibilità, sul suo comfort e sull'impatto ambientale che oggi giorno diventa sempre più importante.

¹ Fonte RIBA, Royal Institute of British Architects

Un analogo discorso può essere fatto sulla necessità o utilità di realizzare controlli tecnici. La validazione del progetto e il controllo in esecuzione comporterebbero un aggravio economico che si aggira su una percentuale molto bassa rispetto al totale della spesa. Ciò si verifica anche a causa della legislazione Italiana che molto spesso permette interpretazioni che in alcuni casi non vanno nel senso nel quale era stata ideata. Anche se si nota una maggiore attenzione su questi temi, l'attività di normazione, soprattutto nell'ambito delle funzioni prestazionali dell'organismo edilizio (termiche innanzitutto), ne sta portando ad avere una maggiore consapevolezza.

Un altro elemento che supporta la tesi sopra esposta è quello della perdita di professionalità, competenze e conoscenze della manodopera impiegata, molto spesso reclutata più pensando al basso costo che al suo valore in termini di bagaglio tecnico.

Normalmente quello che è esplicitato, normalizzato e messo a sistema nelle schede di controllo viene verificato implicitamente e senza nessun criterio da quelle che sono le maestranze, il responsabile della squadra che effettua i lavori o da altre figure presenti in cantiere con il ruolo di supervisori, basandosi sulle proprie esperienze e bagaglio lavorativo; quindi in maniera parziale, approssimativa e lacunosa, senza quell'approccio sistematico con indicatori qualitativi e quantitativi necessari per ottenere quei risultati minimi che garantiscano i livelli prestazionali prestabiliti.

2. Il Processo Edilizio

Il processo edilizio corrisponde ad un sistema articolato di diversi sotto-processi e di fasi organizzate ad albero che porta alla definizione di successivi livelli di dettaglio anche attraverso retroazioni iterative.

L'UNI (Ente italiano di unificazione) definisce il processo edilizio, come: "sequenza organizzata di fasi operative che portano dal rilevamento di esigenze al loro soddisfacimento in termini di produzione edilizia" (UNI 7867/4).

Ed ancora, il processo edilizio può essere inteso come: "sequenza organizzata di fasi decisionali, operative e gestionali finalizzata alla progettazione, realizzazione e fruizione di beni edilizi in un contesto a risorse limitate". Il processo comporta l'investimento di risorse e fattori produttivi per ottenere una "utilità" superiore per ogni fase di trasformazione. Il termine risorsa qui considerato va inteso in senso ampio includendo quelle materiali, economiche, umane, di mezzi, attrezzature ecc..

Ogni fase di trasformazione di un qualsiasi processo produttivo, ivi compreso quello edilizio, tende a generare prodotti sempre più complessi caratterizzati da un livello crescente di "soddisfazione" per chi ha promosso il processo di trasformazione stesso.

Tale soddisfazione può connotarsi in "pubblica utilità" nel caso di promotore pubblico, o in "profitto" nel caso di promotore privato.

In ogni modo gli obiettivi sopra richiamati saranno perseguiti cercando di minimizzare l'impiego delle risorse e il rischio imprenditoriale, tenendo presente la legge economica secondo la quale, all'aumentare della remunerazione dei fattori produttivi e delle risorse investite, tende ad aumentare anche il rischio imprenditoriale di chi promuove e guida l'investimento.

2.1. Le finalità del processo

Le principali finalità del processo possono sinteticamente ricondursi al soddisfacimento delle esigenze del committente e dell'utente, che hanno motivato l'intervento, attraverso la realizzazione di beni edilizi connotati da una qualità appropriata allo scopo.

Più in dettaglio si possono elencare le seguenti finalità:

- corretto raggiungimento degli obiettivi prefissati;
- rispetto dei vincoli prefissati e contestuali;
- ottimizzazione delle risorse (economiche, finanziarie, forza lavoro, mezzi d'opera, ...) rispetto ai tempi necessari per la trasformazione;
- minimizzazione dei costi e dei rischi a fronte della massima "soddisfazione" ritraibile dal processo di trasformazione promosso;
- ottimizzazione della gestione dei processi di trasformazione.

L'uomo ha sempre cercato, in un sistema economico, quale quello attuale, di trasformare beni naturali in beni strumentali in grado di offrire un livello più elevato di "utilità".

Nelle trasformazioni vengono impiegate "risorse" e "fattori produttivi" disponibili in quantità limitata che hanno un costo, correlato appunto alla disponibilità, e pertanto devono essere remunerati.

L'utilizzatore, in funzione della capacità di acquisto di cui dispone, sceglierà un complesso di beni che massimizzi le sue attese, ovvero l'utilità totale ottenibile dai beni stessi secondo il principio della "utilità marginale", intendendo per utilità marginale il prezzo che l'utilizzatore sarebbe disposto a pagare per ottenere una dose in più del bene considerato, ovviamente in carenza di dosi maggiori.

Quanto sopra esposto vale anche per l'edilizia, dove il concetto di utilità di un bene può essere rappresentato dalla Qualità. L'utilizzatore deve poter quindi disporre di strumenti efficaci e di facile impiego

per valutare e controllare la qualità di un bene, mentre il vincolo delle risorse comporta la necessità di ottimizzare il processo sulla base di gerarchie di valori prefissati secondo i vari obiettivi.

La caratteristica principale del processo edilizio è la complessità: questa viene dall'alto grado di organizzazione che esso deve avere per poter essere gestito nella sua globalità. Gli aspetti principali che concorrono a formare il livello di complessità del sistema sono peculiari del mondo dell'edilizia e raramente si riscontrano all'interno di altri settori produttivi. Un organismo edilizio è da considerarsi quale prototipo mai uguale, soprattutto per la molteplicità di forme, degli aspetti contestuali in cui va ad inserirsi: sito, condizioni climatiche, realtà organizzative e produttive del territorio, possibilità di degrado fisiologico, ecc.. Inoltre grande è la varietà di interessi degli operatori coinvolti nei processi progettuali, produttivi e gestionali, tale da poter guidare in diverse direzioni lo sviluppo dell'intervento, fino a conferirgli caratteristiche certamente diverse da uno similare già realizzato. Questo è dovuto alla diversità degli obiettivi secondo i quali ogni operatore del processo tende a finalizzare le trasformazioni.

Tutto ciò porta alla necessità di definire volta per volta "le regole del gioco" fra i diversi soggetti operanti, cioè a definire norme chiare ed efficaci atte a configurarsi come un operatore immateriale di guida, controllo e regolazione del processo.

2.2. L'articolazione e gli operatori del processo

Il processo edilizio si articola come detto in sotto-processi e in più fasi, e tra i sotto-processi si possono individuare quello *decisionale*, quello *esecutivo* e quello *gestionale* a cui si aggiunge quello del *controllo*, immanente ai tre precedenti e quindi difficilmente inquadrabile in una sequenza cronologica.

Tra il sotto-processo decisionale e quello esecutivo e tra quest'ultimo e quello gestionale è possibile inserire due cerniere "tecniche", l'appalto ed il collaudo. Queste hanno una fondamentale importanza, soprattutto nei lavori pubblici, in quanto rappresentano l'una il momento di normazione interna del processo e di regolamentazione dei rapporti tra gli operatori; l'altra l'ingresso dell'oggetto costruito nel suo ciclo di vita utile, che coinvolge direttamente gli utenti finali.

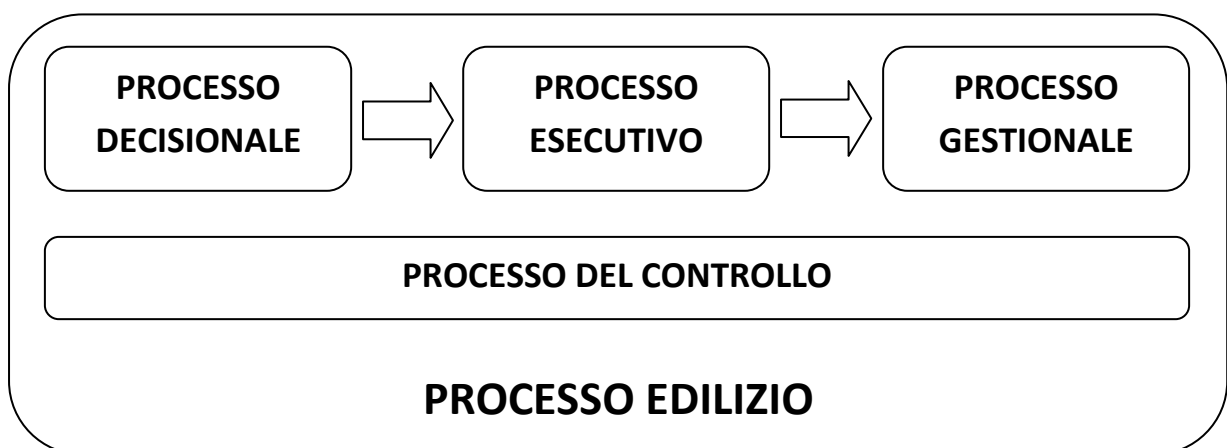


Figura 1: fasi del processo edilizio

Analizzando le singole fasi del processo, non ci si può limitare ai soli dati di input e agli output attesi in quanto un ruolo determinante è esercitato dagli operatori, man mano coinvolti. Sono proprio tali soggetti che compiono le trasformazioni, che organizzano e selezionano i dati di ingresso, che raccolgono e comunicano i risultati.

Le funzioni, le responsabilità di ognuno di essi hanno trovato una prima definizione e formalizzazione attraverso la normativa riguardante i lavori pubblici che si è formata a partire dal 1865.

Alcuni operatori quali il Committente (o stazione appaltante), l'Appaltatore, il Produttore, il Progettista, il Direttore dei Lavori ed il Collaudatore hanno avuto in passato un ruolo ben definito; col passare degli anni nuove funzioni o altri operatori sono stati introdotti da norme, o più semplicemente hanno assunto poco alla volta un ruolo rilevante, anche al di fuori delle norme, proprio per l'esigenza di governare processi sempre più complessi.

Anche le figure istituzionali e professionali sopra citate sono state ridefinite nel corso tempo da disposti normativi. Sono stati introdotte novità sostanziali in tema di qualità, di qualificazione degli operatori, di progettazione, di selezione dei progettisti, di responsabilità dei progettisti e di controllo qualità del progetto, di funzioni e responsabilità della stazione appaltante, ecc..

Invece tra le nuove funzioni o figure previste ricordiamo:

- il Responsabile unico del Procedimento
- il Responsabile dei Lavori;
- il Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la progettazione dell'opera, denominato Coordinatore per la progettazione;
- il Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la realizzazione dell'opera, denominato coordinatore per l'esecuzione dei lavori.

Infine tra gli aspetti che hanno assunto sempre maggiore importanza nella gestione del processo edilizio tanto da richiedere professionalità autonome rispetto a quelle previste e consolidatesi nel tempo, ed operatori con specifiche competenze si ricordano:

- il controllo qualità del progetto e del prodotto;
- verifica e validazione del progetto;
- la certificazione degli operatori;
- il project management;
- la pianificazione delle fasi operative;
- la programmazione dell'intervento;
- la pianificazione e gestione finanziaria degli interventi;
- la pianificazione delle fasi manutentive e gestionali;
- le assicurazioni e le forme di garanzia;
- la definizione e risoluzione del contenzioso;
- ecc.

Un quadro così articolato di operatori che intervengono richiede necessariamente la ridefinizione di efficaci e chiari strumenti normativi al fine di stabilire le "regole del gioco" ed evitare incertezze applicative o situazioni di conflittualità.

2.3. Le fasi e le sotto-fasi del processo edilizio

L'organizzazione del processo edilizio è composta da una sequenza di fasi o sotto-fasi a loro volta scindibili in più momenti principali, tali da renderli dei veri e propri sotto-processi, ovvero:

- il sotto-processo decisionale;
- il sotto-processo esecutivo;
- il sotto-processo gestionale;
- il sotto-processo di controllo.

Mentre i primi tre sono da considerarsi consequenziali, come vedremo in seguito, il momento di controllo è parallelo ad ogni sotto-processo. E' opportuno ricordare pertanto che in ogni fase del processo edilizio vi sarà la concomitanza di più operatori che apparterranno o ad uno o all'altro sotto-processo e saranno pertanto degli operatori di "trasformazione" o degli operatori di "controllo".

Il sotto-processo decisionale

In esso sono raccolte tutte le operazioni che implicano delle decisioni di carattere fondamentale per l'intervento, da quella iniziale di attivare il processo alla formulazione delle esigenze da soddisfare, dalle indagini sulla fattibilità alle operazioni di progettazione, pianificazione e programmazione. In ognuno di questi momenti i diversi "operatori" del processo si occupano dei due aspetti principali del sistema, quello ambientale e quello tecnologico, prima esplorando diverse strategie e modelli di comportamento e funzionamento, quindi definendo puntualmente con la progettazione tutte le specifiche dell'oggetto da realizzare.

Il sotto-processo esecutivo

A valle del contratto di appalto vi è il passaggio alle fasi di realizzazione dell'oggetto edilizio progettato. Bisogna dire che non sempre è netta la linea di demarcazione fra i due momenti decisionale ed esecutivo; se non si considera il regime dei lavori pubblici regolamentato dalla legge quadro, alcune operazioni progettuali e soprattutto quelle di tipo pianificatorio e programmatico, vengono effettuate o integrate dai tecnici dell'impresa appaltatrice: è uno di quei casi in cui la suddivisione sequenziale del processo mostra di essere non tanto di ordine temporale bensì logico. Ad esempio la programmazione dei lavori, la quale può essere stilata nel dettaglio solo conoscendo con precisione i mezzi e le risorse che utilizzerà il costruttore, rimane pur sempre un atto di tipo decisionale, anche in virtù delle numerose influenze che essa ha sulle fasi di progettazione, anche se le ragioni sopra esposte fanno preferire, per quanto possibile, un suo slittamento temporale a valle del contratto di appalto.

D'altronde oggi, con la normativa sulla sicurezza nei cantieri, al professionista incaricato dal committente è ormai demandato il compito di definire in maniera assai particolareggiata tutto l'intervento e se oggi non sempre questo viene attuato (sia per le condizioni del mercato non ancora "disposto" a spendere per una progettazione e programmazione meticolosa ai fini della sicurezza e sia per un modo di lavorare basato su continue approssimazioni ed "aggiustamenti") è plausibile che con il passare degli anni man mano ci si avvicini a quanto richiesto dalle norme sui lavori pubblici da un lato e sulla sicurezza dall'altro.

Il sotto-processo esecutivo comprende quindi tutte le fasi di produzione dei materiali e dei componenti in stabilimento, la realizzazione dei manufatti e il montaggio dei semilavorati e dei componenti in cantiere, nonché le fasi di pianificazione e di programmazione operativa necessarie per la corretta, efficace e razionale attuazione dell'intervento.

Il sotto-processo gestionale

Dal collaudo inizia la vita utile del bene prodotto. In fase pianificatoria sono state analizzate le caratteristiche del progetto anche dal punto di vista della durata e del degrado, e sono stati stabiliti i livelli prestazionali del bene edilizio in vista delle condizioni ambientali in cui va ad inserirsi e del tempo per il quale dovranno essere mantenuti; inoltre esistono delle prescrizioni sul tipo di operazioni da effettuarsi, secondo criteri di ordine temporale o meno, affinché i livelli di prestazione previsti nel tempo siano effettivamente rispettati.

L'esecuzione delle istruzioni citate è parte integrante delle operazioni di gestione del manufatto edilizio, che vanno dall'esercizio corrente degli spazi (pulizia, imbiancatura, ...) a quello delle parti a più alto contenuto tecnologico (esercizio e manutenzione degli impianti, ...) fino alla manutenzione delle parti edili e strutturali. Per un certo tipo di edilizia, non di particolare pregio o programmata per una vita temporanea, assume rilevanza anche lo smontaggio e la demolizione del manufatto e il successivo riutilizzo delle parti. Come si può desumere dalle operazioni brevemente elencate, la fase gestionale del bene edilizio prodotto risulta a carico dell'utente o come esecuzione diretta o come assegnazione ad aziende e tecnici specializzati.

Il sotto-processo del controllo

Il controllo avviene sistematicamente ad ogni stadio di trasformazione del processo, così come rappresentato in fig. 2, ed è finalizzato alla verifica di congruenza e di rispondenza dei risultati ottenuti dalle trasformazioni rispetto al sistema di obiettivi, vincoli e dati di ingresso di riferimento.

Tra i momenti di controllo più significativi rientrano il controllo qualità del progetto, articolato nei tre livelli di progettazione (progetto preliminare, progetto definitivo, progetto esecutivo) ed il controllo qualità del prodotto, attuato sia in fase di produzione e accettazione dei materiali e dei componenti, che in fase di verifica e accettazione dell'opera (collaudo lavori finale o in corso d'opera).

Il controllo oggi non è però più riconducibile solo a questi due momenti principali: si devono anche verificare e controllare le procedure oltre che i costi (sia programmati e sia sostenuti), per arrivare al controllo della tempistica delle risorse impiegate.

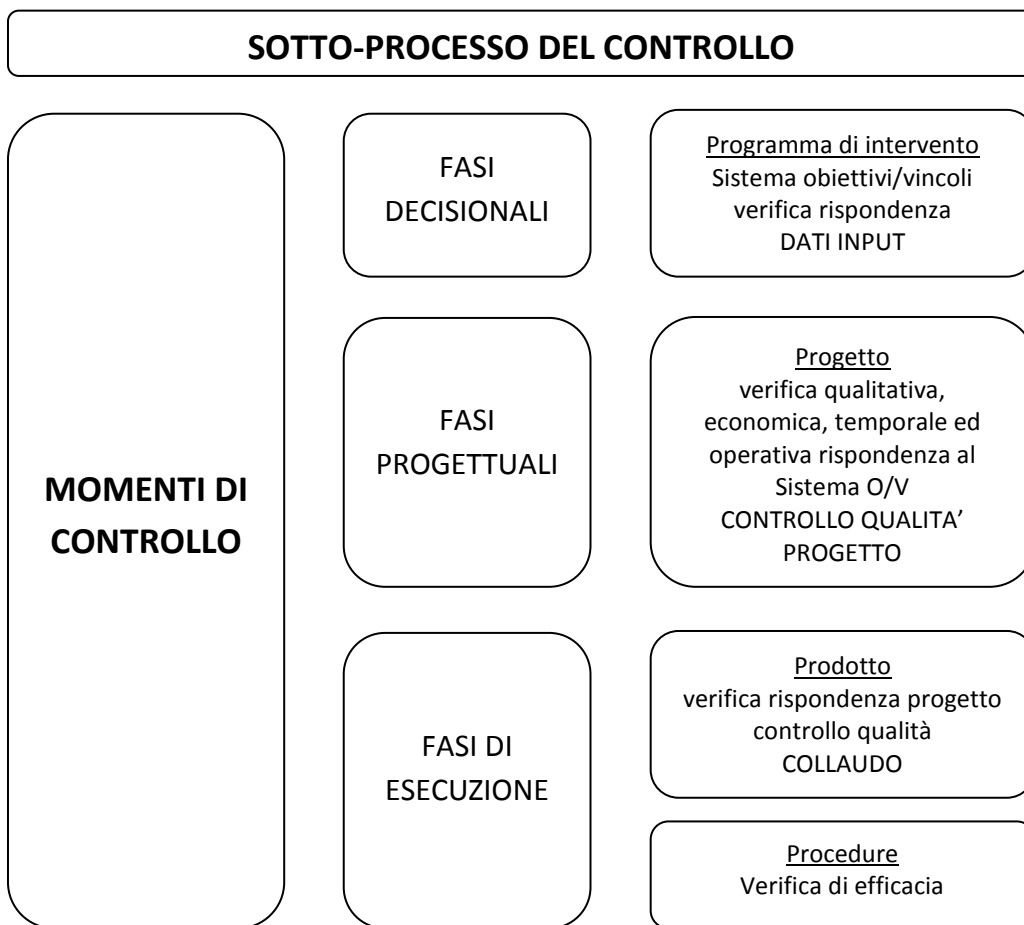


Figura 2: schema del sotto-processo del controllo

Alcune fasi, quelle più riconducibili a matrici di tipo industriale (produzione e lavorazioni in serie) possiedono procedure di controllo collaudate, che conducono all'ottenimento di prodotti certificati secondo le più recenti direttive della Comunità Europea.

Allo stesso modo le aziende che intervengono nell'ambito gestionale del processo si dotano di manuali di qualità procedurali, al fine di fornire servizi adeguati alle richieste del cliente, perseguendo parallelamente l'obiettivo di ottenere la "certificazione di qualità".

La parte di processo sulla quale è necessario approfondire metodologie e strumenti di controllo è costituita dalle fasi decisionali, dall'esplicitazione delle esigenze all'estensione del progetto; ciò in quanto si tende ad attribuire a questi momenti preliminari un'importanza crescente.

Studi statistici effettuati in ambito europeo da diversi ricercatori ed organismi di ricerca rilevano come il 50-60 % delle patologie che si verificano su beni edilizi, sia dovuto ad errori di progettazione, mentre un 20-25 % é attribuibile rispettivamente a deficienze esecutive e gestionali.

Anche gli operatori di progettazione, oggi tendono a dotarsi di un sistema di qualità secondo la nonna ISO 9001 al fine di definire "la struttura organizzativa, le procedure ed i processi e le risorse necessarie ad attuare la gestione della qualità".

La richiesta di verifica di rispondenza agli obiettivi predefiniti o alla conformità alle norme é un passaggio ormai obbligatorio anche per le opere non soggette alla normativa dei lavori pubblici.

Pertanto se la verifica del prodotto finale ha trovato in molteplici casi una metodologia standardizzata, molto ancora c'è da definire per il controllo della qualità del progetto (inteso in senso ampio) anche se nuovi strumenti stanno rapidamente e radicalmente mutando questo aspetto. Infatti in sede Uni esiste la norma dal titolo "Qualificazione e Controllo del Progetto Edilizio": *"scopo della norma é contribuire all'assicurazione di qualità del bene edilizio come conformità fra il progetto dell'opera ed il quadro di esigenze poste alla base dell'intervento"*

A tal fine la norma fornisce la guida alla definizione ed attuazione di un processo di qualificazione e controllo del progetto edilizio, fornendo i criteri specifici per:

- definire, prima dell'avvio della progettazione, le finalità ed i vincoli posti alla base dell'intervento attraverso la redazione del documento di programma;
- assicurare, lungo l'iter di definizione dell'opera, una progressiva ed adeguata rispondenza del progetto ad essa;
- verificare, prima della messa in produzione del bene, la conformità effettiva progetto-programma.

2.4. Struttura organizzativa e scenari di controllo

Al committente viene domandata la funzione di definire il quadro esigenziale alla base del progetto, dal quale scaturiscono le relative specifiche atte a guidare l'elaborazione del progetto stesso.

E' bene sottolineare quale sia l'importanza del ruolo che il committente assume proprio in funzione delle metodologie e dei meccanismi di qualificazione/controllo del progetto: tale importanza deriva dalla relatività data al concetto di qualità: oggi, infatti, sempre meno si valuta la qualità di un bene o di un servizio attraverso la stima dei livelli prestazionali dei singoli prodotti, bensì si tende a considerare ed a misurare il grado di coerenza e di organizzazione del processo di trasformazione rispetto agli obiettivi.

In quest'ottica, il committente non é più solamente utente finale delle trasformazioni del processo edilizio, ma é un protagonista attivo cui spettano delle responsabilità di importanza pari a quelle che assumono i progettisti, i produttori ed i costruttori, con compiti di indirizzo strategico dell'intero processo; questi trovano giusta sintesi nelle linee di guida e controllo della progettazione, che costituiscono il momento chiave per il controllo di qualità della progettazione e sono la premessa indispensabile per la traduzione operativa in termini edilizi delle esigenze e degli obiettivi del committente.

Si è già ampiamente enunciato come le metodologie di controllo debbano forzatamente basarsi su operazioni di confronto diretto (a tavolino, progetto alla mano), tra i contenuti proposti e modelli esigenziali di utenza da soddisfare; maggiore é la misura in cui tale comparazione avviene sul terreno ristretto di richieste specifiche e strutturate, tanto più sarà facilmente eseguibile; allo stesso modo saranno immediatamente rilevabili le disfunzioni dell'oggetto controllato, nonché l'elaborazione di osservazioni e linee di indirizzo per la revisione.

Accertata la responsabilità del committente nella definizione e strutturazione del termine di paragone per la verifica, resta da esaminare la correlazione tra i livelli organizzativi che essa può possedere ed i tipi di controllo effettuabili.

Si propongono qui tre livelli differenti, che vengono riportati nella tabella seguente focalizzando l'attenzione sui due aspetti delle potenzialità tecniche del committente di dotarsi da una parte di modelli di guida per il progetto, dall'altra di mezzi corrispondenti per il controllo.

TIPO DI COMMITTENZA	TIPO DI CONTROLLO
PRIMO LIVELLO	
Il committente non è in possesso di una struttura tecnica minimamente organizzata, incapace di produrre un sistema esigenziale sufficientemente dettagliato sono stati fissati solamente gli obiettivi di tipo strategico è compito del progettista richiedere ulteriori dettagli per farsi guidare nella progettazione.	Il controllo si limita alla verifica che tutti i contenuti richiesti dal progetto siano stati in qualche maniera esaminati dai progettisti (non si entra nel merito della qualità di detto esame) e redatti nella rispetto delle specifiche formali fornite dal committente (nel bando di gara o quali regole interne).
SECONDO LIVELLO	
Il committente, al fine di supplire alla propria scarsa organizzazione tecnica, ha reso parte integrante del sistema esigenziale il riferimento a repertori progettuali, soluzioni conformi e codici di pratica preabilitati da norme nazionali o regionali, o da altri manuali tecnici. Il progettista ha il compito di selezionare e finalizzare gli input dei repertori al contesto specifico del progetto in esame.	Il controllo consiste nella verifica di rispondenza, mediante confronto diretto, dei contenuti del progetto a quelli presi a modello (sia dal punto di vista dei contenuti che da quello dei formalismi grafici).
TERZO LIVELLO	
Il committente, in possesso di una struttura tecnica ben organizzata, ha elaborato un sistema esigenziale in grado di essere per i progettisti una valida guida, indicando norme e linee di indirizzo da seguire, ed un vincolo difficilmente equivocabile	Il controllo si spinge all'esame dei contenuti elaborati ed ampiamente giustificati dai progettisti, verificando la rispondenza puntuale al sistema di obiettivi e vincoli, e l'esattezza delle considerazioni svolte secondo i riferimenti usati. Inoltre si verifica l'adeguatezza del contenuto alle modalità di rappresentazione. Si verifica la rispondenza alle norme vigenti in materia.

Tabella 1: scenari di controllo

È necessario stabilire una matrice di riconoscimento dei committenti sia pubblici che privati nelle tipologie precedentemente individuate, per capire il metodo di controllo che queste siano in grado di utilizzare in relazione, soprattutto, a risorse umane e mezzi economici. Infatti, pur avendo la *struttura committente* limitate disponibilità di professionalità, potrebbe essa avere risorse tali da poter affidare a soggetti esterni la redazione del proprio quadro esigenziale generale e particolare di intervento, ed ancora, vista l'acquisita (o meglio "acquistata") competenza, essere in condizione di fare eseguire, alla stregua precedente, le operazioni proprie del livello di controllo più dettagliato.

Per quanto riguarda i committenti privati, il criterio di scelta, funzionale all'individuazione dell'appartenenza ad una delle tre tipologie, si limita a considerazioni sulle potenzialità economiche del soggetto in questione, che gli permettano o meno di dotarsi temporaneamente, all'occasione dell'intervento da affrontare, di una struttura tecnica adeguata.

Per i committenti di natura pubblica il discorso è lievemente più complesso: pur valendo le considerazioni già esposte sulla disponibilità di qualsivoglia risorse, si potrebbe ipotizzare una proposta di riordino del problema e formulare alcune linee guida per una matrice univoca in cui cercare di fare rientrare tutti i casi possibili.

Attualmente la figura investita dai compiti e dalla responsabilità di cui sopra all'interno della Pubblica Amministrazione è il responsabile del procedimento. Oltre alle mansioni previste dalla Legge, esso dovrà farsi carico della funzione di direzione, gestione e collegamento del personale addetto alla commessa riguardo agli aspetti di ideazione, realizzazione e controllo delle progettazioni; dovrà cioè curare, ai due livelli differenti di politica globale, e peculiare del singolo intervento, le matrici di responsabilità degli operatori, definendo modalità, tempi e contenuti del dialogo, facendosi così garante dell'efficienza e della trasparenza delle procedure che portano al risultato finale, caratteri indispensabili all'assicurazione della qualità.

Per quanto riguarda la struttura di progettazione che dovrebbe operare per la generica Pubblica Amministrazione, essa potrà essere costituita da professionalità interne all'amministrazione stessa, così come auspicato dalla Legge Quadro, o reperite all'esterno mediante procedure ad evidenza pubblica e gare di appalto di servizi, o affidate a organismi ufficiali di Controllo e Certificazione ai sensi delle Norme UNI CEI EN 45000.

Il primo livello di controllo

È il livello meno approfondito, destinato ad esaudire le linee guida di un quadro esigenziale scarno dal punto di vista dei contenuti e poco approfondito; si limita alla verifica della presenza degli elaborati richiesti dal bando di gara, o del disciplinare d'incarico e comunque definite dal Responsabile di procedimento nel documento preliminare nel caso che la progettazione venga svolta all'interno dell'amministrazione.

A titolo di esempio si riportano alcune delle operazioni di controllo che dovrebbero essere effettuate a questo livello per un progetto generico:

- controllo che il progetto si sia occupato effettivamente degli aspetti indicati;
- controllo che siano presenti le relazioni e le tavole indicate, nelle scale indicate per ciascuna e nel formato cartaceo e/o informatico richiesto per ciascuna.

Come si può facilmente immaginare, le operazioni di controllo della fase non richiedono particolari competenze, quindi possono essere naturalmente gestite dalla struttura stessa che ha elaborato la griglia esigenziale. È infatti sostanzialmente una verifica di presenza, effettuabile mediante confronto fra il materiale presentato e le specifiche richieste espresse nelle sedi sopra citate.

Il secondo livello di controllo

A proposito di questo secondo livello, è necessario porre l'attenzione sul fatto che il tipo di controllo da effettuare richiede un'attenzione maggiore rispetto al livello precedente.

Infatti il confronto tra il progetto presentato ed i documenti posti dall'amministrazione quale riferimento per i progettisti (repertori pre-abilitati da norme, progetti già eseguiti nell'ambito dell'amministrazione stessa, progetti di interventi simili particolarmente ben riusciti, ecc...) deve essere preceduto dall'interpretazione critica sia dell'oggetto del controllo che del termine di paragone, operazione di altro respiro rispetto alla semplice indicazione di quest'ultimo avvenuta in fase decisionale.

Per tale ragione sarà richiesta una migliore preparazione ed una maggiore competenza degli operatori del controllo rispetto a quella sufficiente per il controllo del livello precedente.

Il terzo livello di controllo

L'ultimo livello è il più dettagliato in quanto si applica a quei processi progettuali che hanno avuto alla base un quadro esigenziale molto ben dettagliato e completo, elaborato da strutture tecniche competenti.

Per questo motivo le operazioni di controllo devono spingersi oltre la verifica della presenza dei temi progettuali e dei relativi elaborati, andando ad esaminare la correttezza delle elaborazioni svolte in base al sistema di obiettivi e vincoli ed alle normative di riferimento indicate ed utilizzate.

Gli operatori del controllo devono necessariamente essere del medesimo livello di competenza di coloro che hanno interpretato ed elaborato progettualmente le esigenze del committente.

Questo livello di controllo prevede dunque, in sintesi, le seguenti operazioni:

- controllo che il progetto si sia occupato effettivamente degli aspetti indicati;
- controllo che siano presenti le relazioni e le tavole indicate, nelle scale indicate per ciascuna e nel formato cartaceo e/o informatico richiesto per ciascuna;
- controllo che siano stati rispettati gli obiettivi e i vincoli del committente con la precisione consentita dalla loro struttura organizzativa;
- controllo dell'esattezza delle elaborazioni effettuate nella progettazione sulla base delle indicazioni del committente e proprie che il progettista ha inteso seguire;
- controllo dell'adeguatezza delle modalità di rappresentazione grafica utilizzate rispetto ai contenuti che hanno per oggetto;
- controllo dell'adeguatezza dei modelli previsionali, di modellazione e di calcolo utilizzati e della loro rispondenza tipologica a quelli eventualmente richiesti.

2.5. Gli strumenti e l'azione di controllo

La natura di relatività che permea il concetto di qualità porta ad elaborare strumenti di controllo che si basano sulla comparazione diretta fra il progetto ed un modello di riferimento. Questo modello è rappresentato da liste di controllo (check list), che il controllore elabora sulla base delle richieste espresse dal committente. Alla stregua dei capitolati prestazionali, che possono essere redatti per classi tecnologiche e tipologiche di elementi edilizi, così è possibile ipotizzare la stesura di una sorta di capitolato del controllo, che includa l'elenco delle verifiche principali comuni a determinate tipologie di oggetto edilizio e di progetto, e si avvalga di schede operative da compilare, che rendano testimonianza in maniera sintetica del livello di qualità del prodotto progetto.

Sarà compito del "controllore della qualità" contestualizzare i diversi strumenti di controllo al progetto di volta in volta in esame, eliminando parti superflue o finalizzando le diverse verifiche proposte allo specifico sistema esigenziale.

Nel settore edilizio, come già detto in precedenza, le principali strategie di intervento applicabili sono quelle preventiva secondo condizione e secondo opportunità.

Pertanto, per poter accertare la condizione dei singoli componenti e del complesso, occorre organizzare e mettere in atto un complesso di operazioni di sorveglianza, ispezione, e controllo, che fanno parte dei piani di monitoraggio.

Nel progetto, se correttamente finalizzato al monitoraggio e alla manutenzione programmata, sono evidenziati i punti critici di ogni parte del complesso, che successivamente, in fase costruttiva, saranno materializzati attraverso mire, segnali, "testimoni", o altri dispositivi atti al riconoscimento immediato ed agevole dei punti critici. Tali "testimoni" dovranno essere duraturi e stabili nel tempo per consentire il confronto di letture riefettuate ad intervalli regolari, anche da operatori diversi.

Nella gran parte dei casi gli organismi edilizi complessi sono composti da famiglie di componenti simili per morfologia e prestazioni; più raramente si hanno componenti "unici".

Occorre quindi stabilire se l'accertamento della condizione debba avvenire sistematicamente oppure a campione e, nel qual caso, formare una campionatura statisticamente significativa, non solo per il primo rilevamento, ma anche per i successivi, fissando altresì i criteri di permanenza e rotazione degli elementi da verificare.

Inoltre a seguito dei risultati man mano acquisiti, quindi dei livelli di prestazione registrati e della loro "prossimità" o meno alla soglia critica, possono essere elaborati campioni più estesi o più ridotti, oppure ravvicinati gli intervalli di rilevamento.

In funzione delle prestazioni da misurare vengono individuati gli strumenti da impiegare con la relativa precisione, stabilite le modalità di misura, ivi compreso il numero di volte che la misura deve essere ripetuta.

I problemi che si pongono, oltre alla significatività statistica dei dati acquisiti, riguardano anche la possibilità che le misure siano ripetibili correttamente dallo stesso operatore in tempi diversi, oppure da operatori diversi.

Non devono quindi esistere incertezze sui punti da misurare o da collimare (e su che cosa debba essere misurato), sulle "stazioni" di riferimento, sulle situazioni al contorno che possono influenzare la misura (temperatura, umidità, irraggiamento solare, ecc. ...), e infine sulle procedure da seguire.

E' opportuno collaudare preliminarmente il metodo di rilevamento ipotizzato eseguendo, su alcuni campioni, misure con operatori diversi, e "tarando" per approssimazioni successive le procedure fino a quando non si riscontri una stabile convergenza dei dati e delle precisioni attese.

I dati così acquisiti devono poi essere archiviati in modo sistematico per consentire la interpretazione degli stessi, ma anche l'utilizzo per rielaborazioni e raffronti periodici nel tempo con altri dati ottenuti nelle successive fasi di monitoraggio.

I controlli globali

Quanto si è visto circa i metodi di verifica degli elementi tecnici e relativo all'accertamento in particolare di prestazioni tecnologiche.

Gli esempi fatti - resistenza all'urto, ad azioni meccaniche, al fuoco, ad agenti di aggressione e di invecchiamento, prestazioni termiche o di tenuta caratteristiche dei componenti, ecc. - indicano chiaramente che questa famiglia di metodi è applicabile tutte le volte che si riesca ad isolare per un elemento tecnico un requisito cui corrisponda una o più prestazioni.

Ma quando ci si trova di fronte a fenomeni qualitativi che per la loro natura implicano il funzionamento collettivo di molti elementi tecnici, quando si devono controllare prestazioni di elementi spaziali realizzati in risposta a requisiti ambientali, non sono applicabili direttamente i metodi visti e occorre definire altri metodi che sono, in genere, denominati controlli del comportamento globale. Gli esempi più noti in questo senso sono i controlli relativi all'accertamento di prestazioni relative al benessere termico e acustico, che per la natura dei fenomeni stessi sono fornite dal funzionamento di tutti gli elementi tecnici presenti oltre che dalle caratteristiche geometriche dello spazio.

In questi casi le specifiche di controllo, che vengono giustamente definite ambientali, prevedono in generale l'esplicitazione di parametri e di metodi di calcolo derivati da discipline scientifiche atti a rappresentare modelli significativi dei fenomeni naturali.

Per quanto riguarda gli aspetti tecnologici, dai controlli globali possono derivare dati e conoscenze estremamente utili per interpretare in modo sempre più approfondito i comportamenti reali.

Il principio, e in questo caso, quello di arrivare a definire sperimentalmente il contributo che i singoli elementi tecnici danno a fenomeni globali, suddividendo percentualmente, in base ai risultati di prova, la prestazione globale tra le parti.

Si può così arrivare a stabilire, in edifici campione, ad esempio quale è la parte del rumore trasmesso da un locale ad un altro adiacente imputabile alla parete divisoria, e quale invece quella dovuta agli altri elementi, pavimento, strutture, chiusure, ecc..

I metodi di controllo

I metodi secondo i quali si esplica il controllo della qualità in edilizia sono fondamentalmente di sei tipi:

- *verifiche progettuali*, cioè metodi di controllo degli elaborati progettuali relativi alla progettazione dei sistemi edilizi e alla progettazione integrale degli interventi (progettazione funzionale-spaziale, progettazione tecnologica, progettazione operativa, progettazione gestionale); si basano su una serie di criteri di valutazione che in generale si riconducono alla applicazione di indici di qualità articolati per variabili (parametri) o per attributi (giudizi) attraverso i quali si perviene alla attribuzione di un punteggio di qualità dell'“oggetto” per il tramite del riscontro effettuabile direttamente sugli elaborati progettuali informativi e grafici;
- *verifiche in laboratorio tecnologico*, cioè metodi di controllo dei prodotti edilizi intermedi (sistema tecnologico, sottosistemi tecnologici, elementi tecnici, elementi semplici, semilavorati, materiali); si basano su una serie di prove sperimentali in genere naturali o seminaturali, distruttive o non, condotte su assemblaggi reali, ovvero simulati, ovvero su campionature rappresentative dell'“oggetto”;
- *verifiche in laboratorio tipologico - tecnologico*, cioè metodi di controllo dei prodotti edilizi intermedi per verificare a livello di sistema le qualità ambientale e funzionale - spaziale di elementi edilizi del sistema; si basano su verifiche prestazionali ambientali complesse ovvero su riscontri di relazioni funzionali e dimensionali degli elementi spaziali del sistema;
- *verifiche in opera*, cioè metodi di controllo dei prodotti edilizi finali (organismi edilizi) per verificare a livello di organismo edilizio i vari aspetti della qualità edilizia (ambientale, tecnologica, funzionale-spaziale, tecnica); per quanto concerne le prove prestazionali tecnologiche, queste vengono condotte sugli assemblaggi reali e sono ovviamente di natura non distruttiva;
- *verifiche in officina di prefabbricazione*, cioè metodi di controllo dei prodotti edilizi intermedi (elementi tecnici, elementi semplici, semilavorati, materiali) per accertare il permanere nella produzione della conformità del prodotto al tipo;
- *verifiche in cantiere* per accertare che i prodotti intermedi forniti siano conformi alle specificazioni tecniche di capitolato.

I momenti significativi del controllo della qualità dei sistemi edilizi

Per una data destinazione edilizia i momenti significativi del controllo sono:

- *le verifiche in laboratorio tecnologico della conformità prestazionale tecnologica* dei sistemi e/o degli elementi tecnici, cioè verifiche del comportamento tecnologico riferite alle caratteristiche che connotano i requisiti tecnologici dell'“oggetto” nell'ambito delle corrispondenti specificazioni di prestazione obiettivo (metodi di verifica della rispondenza delle prestazioni tecnologiche alle specificazioni di prestazione tecnologica);
- *le verifiche in laboratorio tecnologico della conformità tecnica* dei sistemi e/o degli elementi tecnici, e/o degli elementi semplici, e/o dei semilavorati e materiali, cioè verifiche del funzionamento riferite alle caratteristiche che connotano i requisiti ambientali dell'“oggetto” nell'ambito delle corrispondenti specificazioni tecniche obiettivo (metodi di prova della rispondenza delle proprietà caratteristiche alle specificazioni tecniche);
- *le verifiche in laboratorio tipologico - tecnologico della conformità prestazionale ambientale* dei sistemi funzionali spaziali e/o degli elementi spaziali, cioè verifiche del comportamento ambientale riferite alle caratteristiche che connotano i requisiti ambientali dell'“oggetto” nell'ambito delle corrispondenti specificazioni di prestazione obiettivo (metodi di verifica della rispondenza delle prestazioni ambientali alle specificazioni di prestazione ambientale; verifiche condotte su prototipi di sistema edilizio applicato ad assetti distributivi caratteristici di organismo edilizio);

- *le verifiche in laboratorio tipologico* della conformità funzionale spaziale dei sistemi funzionali-spaziali e/o degli elementi spaziali, cioè verifiche del funzionamento spaziale riferite alle caratteristiche che connotano i requisiti funzionali—spaziali dell'"oggetto" nell'ambito delle corrispondenti specificazioni funzionali-spaziali obiettivo (metodi di verifica della rispondenza delle caratteristiche dimensionali oggettuali e di relazione alle specificazioni funzionali-spaziali; verifiche condotte su prototipi di sistema edilizio applicato ad assetti distributivi caratteristici di organismo edilizio);
- *le verifiche in officina di prefabbricazione* (stabilimento) della conformità tecnica di elementi tecnici, elementi semplici, semilavorati, materiali, cioè verifiche di rispondenza lungo l'intero ciclo produttivo delle proprietà caratteristiche alle specificazioni tecniche (conformità del prodotto al tipo);
- *le verifiche in cantiere* della conformità tecnica dei prodotti edilizi forniti, cioè verifiche di rispondenza di proprietà - caratteristiche degli "oggetti edilizi" forniti (partite di prodotti) alle specificazioni tecniche di capitolato.

I momenti significativi del controllo della qualità dell'organismo edilizio

Per una data destinazione edilizia i momenti significativi del controllo sono:

- *le verifiche progettuali:*
 - consistono nell'esame degli elaborati progettuali dell'organismo edilizio volto a controllare che le caratteristiche oggettuali e di relazione che connotano i requisiti funzionali - spaziali e tecnici (per il tramite delle specificazioni funzionali - spaziali e tecniche "capitolari" del programma d'intervento cui l'organismo all'esame appartiene) sono rispettate; l'esame viene condotto per il tramite di criteri di valutazione del tipo di quelli già accennati (metodo Qualitel, metodo del Disadattamento) e con il supporto delle puntuali dichiarazioni di conformità funzionale-spaziale e tecnica che accompagnano il progetto;
 - consistono nell'esame degli elaborati progettuali dell'organismo edilizio volto a controllare che le caratteristiche prestazionali ambientali e tecnologiche che connotano i requisiti ambientali e tecnologici (per il tramite delle specificazioni ambientali e tecnologiche "capitolari" del programma d'intervento cui l'organismo all'esame appartiene) sono rispettate; l'esame viene condotto per il tramite di criteri di valutazione del tipo di quelli già accennati e con il supporto delle puntuali dichiarazioni di conformità prestazionale ambientale e tecnologica che accompagnano il progetto;
- *le verifiche in corso d'opera:*
 - consistono nel sottoporre a controllo i prodotti intermedi forniti al cantiere per accertare la loro conformità tecnica alle specificazioni tecniche di capitolato;
 - consistono nel verificare la rispondenza degli esiti della realizzazione dei procedimenti elementari di messa in opera e/o di montaggio alle condizioni di accettazione definite nei piani operativi elaborati nell'ambito della progettazione operativa dell'organismo edilizio - controllo dinamico;
 - consistono nel sottoporre a controllo prestazionale tecnologico parti dell'edificio in corso d'opera (controllo dinamico) per accertare la rispondenza delle prestazioni fornite alle specificazioni tecnologiche "capitolari" (verifiche condotte con laboratorio tecnologico mobile).
- *le verifiche a opera finita* consistono nel sottoporre a controllo prestazionale ambientale, funzionale-spaziale, tecnologico e tecnico gli elementi spaziali e tecnici dell'organismo finito per

accertare la loro rispondenza alle specificazioni ambientali, funzionali-spaziali, tecnologiche e tecniche definite nel capitolato: si tratta dei cosiddetti collaudi finali.

- *le verifiche durante l'esercizio dell'edificio* consistono nel sottoporre a controllo prestazionale tecnologico le parti dell'edificio durante l'esercizio dell'organismo (controllo gestionale) secondo i tempi e le modalità indicate dalla progettazione e della programmazione gestionale dell'organismo, per accertare il grado dell'obsolescenza funzionale nei confronti delle specificazioni di prestazione tecnologica definite nel capitolato al cosiddetto tempo zero; ciò al fine di organizzare le operazioni di intervento manutentive ordinario e straordinario.

2.6. Il percorso verso la qualità

Il primo momento metodologico volto al perseguimento della qualità nella progettazione consiste nell'individuare in maniera puntuale e sistematica i bisogni e le esigenze del cliente-utente del bene edilizio. Di fondamentale importanza è il meccanismo che vede l'esigenza formulata tradursi in requisito di prestazione; se il progetto possiede i livelli prestazionali tali da soddisfare il requisito, allora può essere definito di qualità. La nozione di qualità come insieme di valori misurabili porta alla definizione di scale di valori e di soglie qualitative, che sono direttamente associate all'individuazione dei bisogni.

È immediato rilevare come per il controllo della qualità sia necessario conoscere a fondo sia l'oggetto della verifica che il modello di riferimento, per poterne effettuare il confronto.

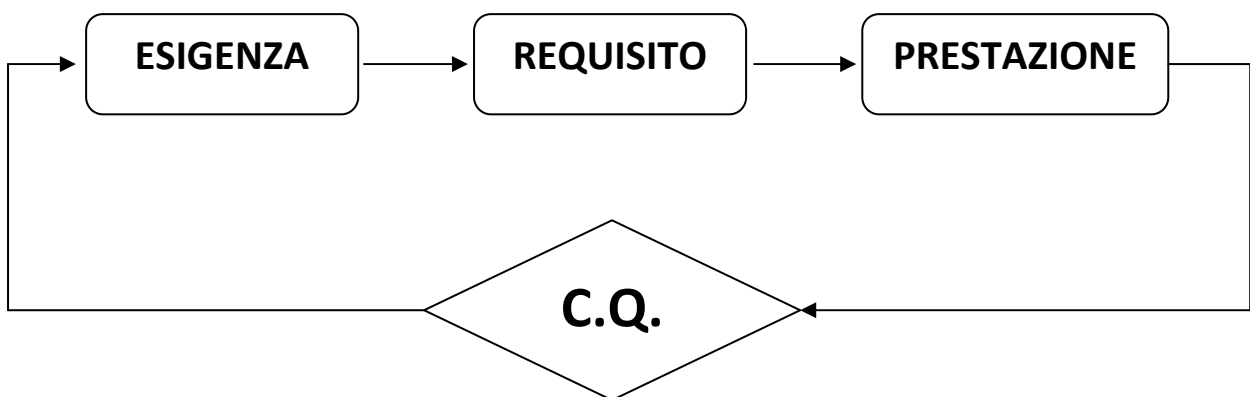


Figura 3: come si colloca il Controllo Qualità (C.Q.)

Questo schema, alla base della qualificazione di tutti i prodotti industriali, compresi quelli per le realizzazioni edilizie, grazie all'altissimo grado di finalizzazione che essi generalmente hanno, porta a notevoli risultati riguardo al raggiungimento della qualità. Al diminuire di tale livello di finalizzazione, che equivale al grado di appartenenza ad un determinato sistema, si amplifica il numero e la portata degli obiettivi del prodotto, progetto, processo, così che risulta difficile sintetizzare una finalità globale idonea alla misurazione della qualità; si pensi, ad esempio, al passaggio dall'elemento soglia, al subsistema finestra, all'unità tecnologica chiusura verticale, fino all'organismo edilizio nel suo complesso.

Molteplici sono gli aspetti che contribuiscono alla definizione di un sistema qualità applicabile alla progettazione edilizia: tra essi trovano sicuramente un notevole spazio, per le loro caratteristiche di essenzialità, una corretta ed approfondita tecnica di scomposizione e conoscenza del progetto, nonché una buona capacità gestionale da parte degli operatori preposti all'estensione ed al controllo delle stesse. A tale proposito meritano un cenno le tecniche di scomposizione quali la WBS, così come i principi essenziali del project management.

3. Il Sistema qualità

3.1. Significato e responsabili della qualità

Significa capacità di soddisfare esigenze, di tipo morale e materiale, sociale ed economico, proprie della vita civile e produttiva, opportunamente identificate e tradotte in determinati requisiti concreti e misurabili, attraverso adeguati processi di normazione e regolazione.

I requisiti della qualità sono tanto più completi ed efficaci quanto più ampio è il grado di soddisfazione da essi sotteso e maggiore è il numero di parti interessate - gli stakeholders: clienti (utilizzatori e consumatori), lavoratori, proprietari ed azionisti, fornitori, nonché la collettività in genere, presente e futura - le cui aspettative vengono prese in considerazione e soddisfatte tramite la conformità ai requisiti stessi.

La QUALITÀ deve essere una scelta ed un impegno consapevole per ogni soggetto, pubblico o privato, persona giuridica o persona fisica, che ha, al contempo, il dovere di erogare e il diritto di ricevere qualità.

In particolare, nell'ambito delle attività socio-economiche, ogni organizzazione produttrice di beni e servizi è chiamata a realizzare e ad assicurare al mercato - inteso nella sua accezione più ampia come l'intero contesto socio-economico a cui si rivolge - la qualità, in misura proporzionata ai bisogni che è tenuta o si impegna a soddisfare.

Lo strumento per il perseguimento e la garanzia della qualità è la valutazione di conformità, volta a dimostrare che determinati requisiti - fissati dalle Regole obbligatorie e/o dalle Norme volontarie - relativi a prodotti, processi, sistemi, persone o organismi, siano adeguatamente soddisfatti. Ne sono responsabili Organismi specializzati autorizzati e/o notificati dalla Pubblica Autorità ovvero accreditati dagli Enti di accreditamento competenti.

La qualità è quindi chiamata a soddisfare due ordini di esigenze:

1. i bisogni primari tutelati dalla legislazione dello Stato attraverso le cosiddette Regole Tecniche (obbligatorie) che prescrivono i requisiti essenziali per la protezione di interessi pubblici generali, quali la sicurezza e la salute, nonché, in molti casi, le procedure per la dimostrazione della conformità a tali requisiti. Si tratta del settore cogente o regolamentato, in cui la Pubblica Amministrazione si avvale di strumenti propri per autorizzare la commercializzazione, l'utilizzazione, ecc. di prodotti, processi e servizi. I Ministeri competenti per i diversi settori rilasciano autorizzazioni e/o notifiche agli organismi incaricati di effettuare la valutazione di conformità, per attestare che i produttori rilasciano sul mercato beni e servizi rispondenti ai requisiti di legge.
2. i bisogni di carattere "accessorio" sono coperti da Norme tecniche volontarie, che stabiliscono i requisiti di costruzione, prestazione e funzione dell'oggetto della normazione. Siamo nel settore volontario, in cui attraverso l'accreditamento un Ente di terza parte indipendente attesta formalmente la competenza di un organismo (organismo di certificazione e di ispezione, laboratorio di prova, centro di taratura) ad eseguire compiti specifici di valutazione della conformità.

Il sistema di Terza Parte è costituito dagli Organismi di accreditamento - SINAL, SINCERT e SIT - e dagli Operatori accreditati per la valutazione di conformità, rispettivamente: Organismi di certificazione e ispezione, Laboratori di prova e Centri di taratura.

3.2. La struttura e le norme generali

L'attività di controllo e certificazione (in termini generali, cioè riferita a tutti i settori) è strutturata in ambito nazionale (e internazionale) da un sistema che risponde a una precisa gerarchia di ruoli.

Nel tempo, si è andata consolidando una situazione nella quale organismi volontari sono abilitati a operare anche a fini regolamentari; pertanto, i criteri volontari sono diventati "regolamentari", analogamente a quanto avviene per le norme volontarie richiamate nei regolamenti (che diventano pertanto cogenti).

In ordine gerarchico, vi sono:

- 1) gli organismi di accreditamento, che "autorizzano/accreditano" (qualificati secondo criteri delle UNI CEI EN ISO/IEC 17011, UNI IEC 7008, UNI IEC 70016) gli "organismi di certificazione", i "laboratori di prova" e gli "organismi di ispezione";
- 2) gli "organismi di certificazione" (divisi in: certificazione dei prodotti; certificazione dei sistemi di gestione; certificazione delle persone), i "laboratori di prova e taratura" e gli "organismi di ispezione".

Gli organismi di certificazione si avvalgono dei laboratori che (a loro volta) si avvalgono degli enti di taratura per "verificare" le loro attrezzature.

Gli enti di certificazione dei prodotti e dei sistemi si avvalgono inoltre dei valutatori/auditor che sono nella maggior parte dei casi certificati (da organismi di certificazione del personale).

I laboratori possono anche agire autonomamente, cioè con contatto diretto con gli operatori del mercato (economici e altri).

Gli organismi di ispezione agiscono a supporto di organismi di certificazione e spesso autonomamente per attività di controllo che li vede operare su singole forniture o realizzazioni per conto dei committenti/clienti (nel settore delle costruzioni, sono chiamati a verificare forniture di prodotti, validare progetti, verificare l'esecuzione in corso d'opera);

- 3) gli operatori del mercato mettono in atto le "norme di sistemi di gestione" facendo riferimento/utilizzando le norme di prodotto, di prova ecc..

3.3. L'oggetto dei controlli

Analogamente alla formazione, il controllo si applica a prodotti, sistemi qualità e persone.

Il controllo dei prodotti/servizi viene effettuato sul risultato finale del processo, che è appunto il prodotto o servizio.

Il principio è la definizione di un piano di controllo che descriva prodotti da controllare, per ciascun tipo o famiglia, indichi le caratteristiche da controllare, i metodi di prova da seguire, le modalità di campionamento, di registrazione dei risultati e frequentemente, anche mediante rinvio a criteri generali, le caratteristiche delle apparecchiature da utilizzare (precisione, taratura ecc.) e la competenza degli addetti.

Il punto critico è, pertanto, l'identificazione di un campione da controllare, che deve essere rappresentativo del lotto e dell'entità che si intende misurare; in altri casi (controlli di servizi), diventano significativi il controllo riferito a fasi di produzione/erogazione e/o la frequenza dei controlli che sono il corrispettivo delle caratteristiche e fasi di trasformazione (per esempio controlli lungo un processo continuo o durante l'erogazione di un servizio).

La scelta dei campioni/fasi è critica in quanto deve essere rappresentativa del reale processo o comunque correlabile con la realtà della "popolazione statistica" controllata.

La fase successiva è l'esecuzione della prova con le modalità previste e le sue eventuali sottofasi; qui punti critici sono l'apparecchiatura utilizzata e la competenza degli esecutori, nonché la registrazione dei risultati secondo criteri che permettano la successiva elaborazione dei singoli risultati.

Nel caso di processi continui o servizi, è importante avere indicatori e criteri di elaborazione adatti a intervenire tempestivamente.

Nell'insieme, si devono, nel tempo, tarare i controlli in modo adeguato all'andamento della produzione/erogazione, per renderli precisi e rapidi e, nel contempo, utilizzarli con una cadenza significativa (né troppo stretta né troppo larga).

I controlli dei processi sono descritti nella UNI 9001.

I controlli del personale sono riportati nella presentazione della norma sulla certificazione del personale.

3.4. I principi e la validità dei metodi di controllo

I controlli dei prodotti possono essere di tipo strumentale, oppure di confronto con campioni di riferimento o basati su metodi di calcolo, in alcuni casi su campioni statistici di riferimento. Ognuno di questi metodi comporta sue tecniche specifiche che sono prese dalla scienza applicata e dalla esperienza precedente.

In generale, si hanno controlli basati su prove meccaniche, chimiche, termiche, acustiche e di varie altre discipline o sottodiscipline di quelle citate. La combinazione di più prove e la loro sequenza permettono, per esempio, di valutare la durabilità di un prodotto od opera, ma il metodo di prova è una parte del controllo che comprende il campionamento ecc..

Spesso, la prova si configura come la simulazione del comportamento in opera; in questi casi è importante riprodurre adeguatamente le condizioni in opera e registrare i risultati evidenziando opportunamente le condizioni al contorno e la significatività dei risultati ottenuti e dichiarati. Queste prove a volte sono parte di studi preliminari, pertanto il loro valore deve essere "validato" e confrontato, inizialmente, con il reale comportamento in opera.

La validità legale dei metodi di controllo segue quella delle norme tecniche prese a riferimento, con aggiunte le eventuali condizioni specifiche contenute in contratti e ovviamente eventuali indicazioni date in regolamenti che richiamano le norme.

Per esempio, la prova di funzionamento di un impianto antincendio nasce come fatto volontario contrattuale (serve al committente a stabilire se l'impiantista ha realizzato l'impianto secondo le richieste) e assume valore legale quando è indicata in una dichiarazione presentata alle competenti autorità per l'ottenimento di autorizzazione a esercitare una determinata attività (il risultato della prova viene usato per avere l'autorizzazione).

La validità geografica dei controlli non segue quella delle norme da cui sono prese, in quanto la norma è solo una componente del criterio di controllo e la portata del controllo dipende dal riconoscimento dell'organismo che lo ha effettuato.

Per esempio, in campo volontario il controllo (certificazione) secondo ISO 9001 di un sistema di gestione della qualità ha validità mondiale nella misura in cui l'ente che effettua la certificazione è riconosciuto dagli organismi internazionali (accreditamento nazionale che porta al reciproco riconoscimento in ambito internazionale); analogamente avviene per enti di controllo con valore legale (organismi di controllo di aerei, navi ecc.).

Non assume valore geografico un controllo di legge esercitato da un organismo pubblico nazionale che non ha riconoscimento in ambito sovranazionale.

3.5. Le categorie dei controlli (organismi)

Si determinano in funzione della posizione contrattuale e autorità dell'ente che ha effettuato i controlli e soprattutto in relazione alla sua indipendenza, imparzialità e correttezza.

In campo volontario, si hanno tre principali categorie di controllori²:

- *organismi di tipo A*: organismi di parte terza, devono possedere le caratteristiche seguenti (Appendice C della norma EN ISO/IEC 17020:2005):
 - essere indipendenti dalle parti interessate. Il personale che effettua ispezioni non deve essere progettista, costruttore, fornitore, installatore, acquirente, proprietario, utilizzatore o manutentore degli “oggetti” sottoposti a ispezione (né essere il loro rappresentante autorizzato);
 - non essere impegnati in attività che possono entrare in conflitto con l’indipendenza di giudizio e con l’integrità professionale in relazione alle loro attività di ispezione. In particolare, essi non devono occuparsi direttamente del progetto, costruzione, fornitura, installazione, utilizzazione e manutenzione degli “oggetti” ispezionati ovvero di oggetti simili in concorrenza;
 - tutte le parti interessate devono avere accesso ai servizi dell’organismo di ispezione; non devono sussistere condizionamenti finanziari indebiti o altro. Le procedure nell’ambito delle quali l’organismo opera devono essere gestite in modo discriminatori.
- *organismi di tipo B*: formano una parte separata e identificabile dell’organizzazione alla quale appartengono; l’organizzazione (di livello superiore) effettua progettazione, produzione, fornitura, installazione, uso e manutenzione degli “oggetti” sottoposti a controllo ed è stata attivata per effettuare servizio di verifica nell’ambito dell’organizzazione alla quale appartiene. Devono possedere le caratteristiche seguenti (Appendice B della norma EN ISO/IEC 17020:2005):
 - chiara separazione delle responsabilità del personale di ispezione da quelle del personale impegnato in altre funzioni, definita tramite la struttura organizzativa e metodi di emissione dei rapporti da parte dell’organismo nell’ambito dell’organizzazione madre;
 - il personale non deve essere impegnato in attività che possono entrare in conflitto con l’indipendenza di giudizio e integrità professionale in relazione alle attività di ispezione. In particolare, non deve occuparsi direttamente di progetto, costruzione, fornitura, installazione, utilizzazione e manutenzione degli “oggetti” ispezionati o di simili in concorrenza;
 - i servizi di ispezione devono essere forniti soltanto dall’organizzazione della quale fanno parte;
- *organismi di tipo C*: effettuano progettazione, produzione, fornitura o installazione, uso o manutenzione degli “oggetti” sottoposti al controllo; possono effettuare ispezioni ad altri organismi che non sono appartenenti allo stesso gruppo. Devono possedere le caratteristiche seguenti (Appendice C della norma EN ISO/IEC 17020:2005)
 - fornire salvaguardia all’interno dell’organizzazione per assicurare un’adeguata separazione delle responsabilità e della contabilità nella fornitura dei servizi di ispezione attraverso la struttura organizzativa e/o procedure documentate;

3.6. Gli istituti di parte terza

Gli organismi di certificazione

I controlli di parte terza sono quelli effettuati quando vuole ottenere la certificazione del prodotto o del sistema qualità o ambientale.

² Questi concetti sono presenti nella norma EN ISO/IEC 17020:2005

Le certificazioni fanno riferimento alle norme: nel caso in cui il riferimento sia alla ISO 9001, si ha la certificazione del sistema gestione della qualità (SGQ); nel caso in cui il riferimento sia alla EN 14001, si ha la certificazione del sistema ambientale, per la certificazione di prodotto si fa riferimento a una (o più) norme di prodotto e/o a un documento emesso dall'organismo di certificazione che descrive le procedure da seguire.

In ambito europeo (o mondiale), si sono elaborate delle norme che servono a definire il comportamento degli istituti terzi.

L'ente che accredita gli enti i certificazione in Italia è Accredia (a sua volta membro dell'organismo europeo degli enti di validazione).

I requisiti devono possedere organismi di certificazione sono descritti nella UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006 (e altre norme similari).

Gli organismi di ispezione

La EN 17020:2005 definisce le competenze tecniche, l'organizzazione e le procedure che devono seguire gli organismi di controllo che operano per controlli sia di parte seconda sia di parte terza (ma non certificano).

Le norme predette (EN 17020), per il settore delle costruzioni, sono integrate da regole tecniche Accredia:

- Il documento RT 05 Accredia – Prescrizioni per l'accreditamento degli organismi operanti la valutazione e certificazione dei sistemi di gestione per la qualità delle imprese di costruzione e installazione di impianti e servizi;
- Il documento RT 07 Accredia – Prescrizioni integrative per l'accreditamento degli organismi di ispezione di parte terza ai sensi della norma EN 17020 nei seguenti settori:
 - Costruzioni edili, opere di ingegneria civile generale e impiantistica connessa;
 - Opere impiantistiche industriali;
 - Prodotti, componenti e servizi per le costruzioni.

Linee guida per lo sviluppo delle verifiche /audit

La UNI EN ISO 19011:2003, che fornisce le "Linee guida per gli audit dei sistemi di gestione per la qualità e/o gestione ambientale", è applicata principalmente agli enti che svolgono audit (ma anche a chi effettua audit interni). I contenuti che hanno carattere di flessibilità per poter variare in relazione alla dimensione, natura e complessità delle organizzazioni da sottoporre a audit da effettuare.

La norma contiene alcuni esempi pratici per la sua applicazione nelle piccole organizzazioni:

- il punto 4 descrive i principi delle attività di audit (comportamento etico, presentazione imparziale, adeguata professionalità, indipendenza, approccio basato sull'evidenza);
- il punto 5 fornisce linee guida per la gestione di programmi di audit e copre aspetti quali l'assegnazione di responsabilità per la gestione dei programmi di audit, la definizione degli obiettivi del programma audit, il coordinamento delle attività e la fornitura di risorse sufficienti per il gruppo di audit;
- il punto 7 fornisce le linee guida sulla competenza necessaria per un auditor e descrive un processo per la valutazione degli auditor.

3.7. Stato della situazione e ruolo dell'accreditamento

A oggi, sono operanti in Italia circa 130 organismi di certificazione la cui attività è suddivisa in diversi settori che vanno dal meccanico, al chimico, al tessile ecc. e tra certificazione di prodotto e certificazioni di sistema di qualità.

Nel settore delle costruzioni, sono attivi circa 50 organismi, alcuni dei quali operanti per prodotti e altri per le imprese di costruzione e per i fornitori di servizio di progettazione.

A essi sono da aggiungere alcuni organismi di controllo che effettuano visite ispettive o controlli dei progetti, alcune decine di laboratori di prova e valutatori dei sistemi qualità specializzati nel settore delle costruzioni. L'elenco degli organismi di certificazione e loro settori di attività è fornito da Accredia tramite il sito www.accredia.it; lo stesso fornisce anche l'elenco degli organismi di ispezione (secondo EN 17020 ex 45004).

Sistema Qualità Italia

Il sistema qualità Italia è l'insieme coerente e organizzato delle strutture che in Italia lavorano per la qualità, la sicurezza e l'ambiente, al servizio della competitività delle aziende e a garanzia del consumatore.

I protagonisti del sistema qualità Italia sono:

- gli enti nazionali UNI e CEI;
- l'organismi di accreditamento (Accredia);
- gli organismi di certificazione e i laboratori di prova;
- le aziende e il personale certificati dagli organismi accreditati;
- gli istituti meteorologici primari nazionali taratura accreditati;
- gli organismi operanti nel sistema qualità Italia con attività di formazione, informazione e promozione.

Il controllo sull'operato degli Organismi di valutazione della conformità è assicurato dall'intervento degli Enti di Accreditamento a cui detti Organismi accedono sulla base di una scelta "volontaria" che giustamente richiede garanzie sulla qualità dei servizi di valutazione di conformità di cui si avvale.

Nell'ambito del sistema volontario e nella maggior parte dei sistemi socio-economici europei ed extra-europei (con rare eccezioni che confermano la regola), l'esercizio delle attività di valutazione della conformità e delle attività di accreditamento è libero, vale a dire non soggetto a specifica regolamentazione, ma solo alle leggi generali in materia di attività economiche.

Nel settore volontario, storicamente, si è passati:

- dall'approccio di Parte Prima, in cui il ruolo primario è svolto dal fabbricante del bene o fornitore del servizio che garantisce la qualità erogata;
- all'approccio di Parte Seconda, in cui le responsabilità connesse con la costruzione e assicurazione della qualità sono prevalentemente assunte dall'utilizzatore;
- all'approccio di Terza Parte, dove tutte le principali funzioni di verifica e attestazione della qualità, nonché alcune funzioni di supporto alla sua costruzione, sono svolte da operatori specializzati indipendenti.

Si è affermato per rispondere all'esigenza delle organizzazioni pubbliche e private di beni di servizi di sottoporsi a valutazioni indipendenti e imparziali, per assicurare al contesto socio-economico di riferimento, la propria capacità di soddisfare i bisogni associati ai prodotti e servizi forniti, con il plus della riduzione dei rischi connessi (di tipo tecnico, economico, amministrativo, giuridico).

3.8. Strumenti per la qualità

L'assicurazione della qualità, effettuata a cura degli operatori accreditati, si articola in molteplici strumenti, tra loro complementari, in funzione dei bisogni che deve garantire:

La CERTIFICAZIONE è l'attestazione di terza parte relativa alla conformità ai requisiti specificati di prodotti, processi, persone e sistemi.

- La certificazione di prodotto (regolata dalle norme settoriali, generiche e specifiche, di prodotto o da riferimenti normativi equivalenti) è una forma di assicurazione diretta, con cui si accerta la rispondenza ai requisiti applicabili di un prodotto tangibile o intangibile (servizio), inteso come risultato di un processo.
- La certificazione di sistema, assicura la capacità di un'organizzazione (produttrice di beni o fornitrice di servizi) di strutturarsi e gestire le proprie risorse ed i propri processi produttivi in modo da riconoscere e soddisfare i bisogni dei clienti, impegnandosi al miglioramento continuo. È una forma di assicurazione indiretta e riguarda i sistemi di gestione per la qualità (regolata dalla norma ISO 9001); ambientale (ISO 14001); per la salute e sicurezza sul lavoro (OHSAS 18001); per la sicurezza delle informazioni (ISO 27001); per la sicurezza alimentare (ISO 22000).
- La certificazione di personale assicura che determinate figure professionali possiedano, mantengano e migliorino, con continuità nel tempo, la necessaria competenza, intesa come l'insieme delle conoscenze, abilità e doti richieste per i compiti assegnati.

L'output è il certificato o dichiarazione di conformità, che si riferisce solo all'oggetto della certificazione (scopo e campo di applicazione della norma), è rilasciato sulla base di verifiche a campione, e attesta che l'organizzazione è in grado di soddisfare e mantenere i requisiti nel tempo, nonché di adottare efficaci azioni correttive e/o preventive.

Ne consegue che la certificazione ha validità temporale e il certificato emesso dall'Organismo di certificazione competente viene visto in una "prospettiva diacronica".

L'ISPEZIONE consiste nell'esame di un progetto, prodotto, servizio, processo o impianto, con la conseguente determinazione della rispettiva conformità a requisiti specifici o, sulla base di "un giudizio professionale", a requisiti di carattere generale.

I rapporti ispettivi dichiarano che in quel dato momento il prodotto, processo, ecc., soddisfa, o meno, i requisiti applicabili. Il rapporto rilasciato dall'Organismo di ispezione prescinde dalla capacità dell'organizzazione esaminata di implementare azioni correttive per la rimozione di eventuali non conformità.

Il rapporto ispettivo, dunque, è una sorta di fotografia, che rappresenta l'oggetto (progetto, processo, ecc.) in un istante preciso e identificato, quindi, in una "dimensione sincronica".

PROVE, MISURE e ANALISI sono attività sperimentali mentre REGOLAZIONI, MESSE A PUNTO e TARATURE sono attività di conferma metrologica.

4. Ruolo di Accredia

ACCREDIA è l'Ente unico nazionale di accreditamento, riconosciuto dallo Stato il 22 dicembre 2009, nato dalla fusione di SINAL e SINCERT come Associazione senza scopo di lucro.

Con ACCREDIA l'Italia si è adeguata al Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 765, del 9 luglio 2008, che dal 1° gennaio 2010 è applicato per l'accREDITamento e la vigilanza del mercato in tutti i Paesi UE.

Ogni Paese europeo ha il suo Ente di accreditamento. L'Ente Nazionale è responsabile per l'accREDITamento in conformità agli standard internazionali della serie ISO 17000 e alle guide e alla serie armonizzata delle norme europee EN 45000. Tutti gli Enti operano senza fini di lucro.

ACCREDIA valuta la competenza tecnica e l'idoneità professionale degli operatori di valutazione della conformità (Laboratori e Organismi), accertandone la conformità a regole obbligatorie e norme volontarie, per assicurare il valore e la credibilità delle certificazioni.

Le attività dell'Ente si articolano in quattro Dipartimenti:

- Certificazione e ispezione;
- Laboratori di prova;
- Laboratori di prova per la sicurezza degli alimenti;
- Laboratori di taratura.

L'accREDITamento è un servizio svolto nell'interesse pubblico perché gli utenti business e i consumatori finali, ma anche la Pubblica Amministrazione quando ricorre a fornitori esterni, possano fidarsi, fino all'ultimo anello della catena produttiva e distributiva, della qualità e sicurezza dei beni e dei servizi che circolano su un mercato sempre più globalizzato.

La fiducia reciproca tra il produttore e l'acquirente di un bene, tra il fornitore e l'utente di un servizio è una conquista per il funzionamento efficiente del mercato - o meglio dei mercati contemporanei, sul piano sia pubblico che privato, in ambito nazionale come internazionale.

L'accREDITamento garantisce che i rapporti di prova e di ispezione e le certificazioni (di sistema, prodotto e personale) che riportano il marchio ACCREDIA siano rilasciate nel rispetto dei più stringenti requisiti internazionali in materia di valutazione della conformità, e dietro una costante e rigorosa azione di sorveglianza sul comportamento degli operatori responsabili (Laboratori e Organismi).

4.1. AccREDITamento

«Attestazione da parte di un organismo nazionale di accREDITamento che certifica che un determinato organismo di valutazione della conformità soddisfa i criteri stabiliti da norme armonizzate e, ove appropriato, ogni altro requisito supplementare, compresi quelli definiti nei rilevanti programmi settoriali, per svolgere una specifica attività di valutazione della conformità»

REG (CE) N. 765/2008

Sia a livello nazionale che internazionale gli utenti richiedono garanzie crescenti circa la qualità e la sicurezza di beni e servizi acquistati, che produttori e fornitori sono chiamati a garantire per rispetto dei requisiti legislativi e per affrontare la concorrenza in mercati sempre più complessi.

Attraverso la certificazione del proprio sistema di gestione, prodotto o servizio o della propria professionalità, con un report di ispezione sulla propria attività o una prova di laboratorio sui beni offerti, il fornitore può dimostrare al cliente che opera in conformità a standard internazionali e altre prescrizioni specifiche attinenti al proprio campo di attività.

Solo i Laboratori di prova e gli Organismi di certificazione e ispezione accreditati sono in grado di fornire al mercato (business, P.A., consumatori) dichiarazioni di conformità affidabili, credibili e accettate a livello internazionale. ACCREDIA infatti valuta e accerta la loro competenza, applicando i più rigorosi standard di verifica del loro comportamento e monitorando continuamente nel tempo le loro prestazioni, e aderisce agli Accordi internazionali di mutuo riconoscimento.

Con l'accreditamento sia gli Organismi di valutazione della conformità (Laboratori o Organismi di certificazione o ispezione) che i loro clienti possono testimoniare che l'aderenza alle norme è frutto di impegno volontario e non di adeguamento forzoso.

L'accreditamento attesta il livello di qualità del lavoro di un Organismo (di certificazione e di ispezione) o di un Laboratorio (di prova e di taratura), verificando la conformità del suo sistema di gestione e delle sue competenze a requisiti normativi internazionalmente riconosciuti, nonché alle prescrizioni legislative obbligatorie. ACCREDIA si impegna, attraverso l'implementazione dei propri meccanismi di controllo, perché il comportamento di tutti gli operatori del mercato (aziende, consulenti, Organismi, ispettori) rispetti alcuni principi fondamentali, che sono alla base della credibilità delle certificazioni, e delle attestazioni di conformità in genere, agli occhi dell'utente.

L'accreditamento è pertanto garanzia di:

- *Imparzialità*: rappresentanza di tutte le Parti interessate all'interno dell'Organismo/Laboratorio.
- *Indipendenza*: gli auditor e i comitati preposti al rilascio della certificazione/rapporto garantiscono l'assenza di conflitti di interesse con l'organizzazione da certificare.
- *Correttezza*: le norme europee vietano la prestazione di consulenze sia direttamente che attraverso società collegate.
- *Competenza*: l'accreditamento attesta in primo luogo che il personale addetto all'attività di verifica sia culturalmente, tecnicamente e professionalmente qualificato.

L'accreditamento riguarda tutti i settori di produzione e servizio con cui gli utenti si confrontano quotidianamente, perché ogni tipo di attività può essere sottoposta a valutazione, dalle costruzioni all'energia, dall'ambiente ai trasporti, dalla sanità alla formazione.

Il servizio di accreditamento è articolato come un processo complesso che va oltre la dimensione tecnica della valutazione della competenza di Laboratori e Organismi, perseguendo obiettivi di interesse generale:

- Promuovere il miglioramento dell'offerta di certificazione, tramite il perfezionamento delle regole, anche avvalendosi del contributo qualificante degli Enti di normazione UNI e CEI per quanto riguarda la connessione tra legislazione e normazione volontaria consensuale.
- Studiare nuovi schemi di accreditamento e sviluppare linee guida per la valutazione uniforme delle norme di riferimento, per venire incontro alle crescenti e diversificate esigenze del contesto socio-economico del Paese.
- Favorire la crescita di una domanda di qualità sempre più ampia e consapevole da parte dei cittadini.
- Contribuire alla creazione della fiducia.

La certificazione accreditata è l'unico mezzo con cui un'organizzazione può dimostrare, al mercato consumer e business e alla Pubblica Amministrazione, la conformità del suo sistema di gestione, dei suoi prodotti/servizi, ecc. ai requisiti della norma per cui ha ottenuto la certificazione (che rientra nel suo scopo di certificazione).

Nel caso della certificazione di sistemi di gestione, l'organizzazione, strutturando le proprie risorse e processi produttivi in conformità a determinati requisiti, trae effettivi benefici dalla creazione di un sistema di gestione e controllo basato sull'approccio per processi tra loro integrati. Attraverso l'implementazione del sistema di gestione, l'azienda privata, così come l'ente pubblico, costruisce una solida base per attivare

un efficace e continuo processo di miglioramento, aumenta la propria capacità di soddisfare le esigenze e aspettative dei propri clienti e di gestire i rischi d'impresa.

In ambito pubblico, inoltre, il possesso della certificazione è ampiamente adottato come pre-requisito per la partecipazione a gare d'appalto e a procedure di *public procurement*, nonché come elemento di qualificazione per il rilascio di autorizzazioni, riconoscimenti e notifiche e per ottenere facilitazioni fiscali.

Nel caso di un sistema di gestione ambientale, per esempio, un'organizzazione, al di là dei benefici di tipo specificamente ambientale - riduzione dei rifiuti, dei consumi energetici, del rumore, delle emissioni in atmosfera e scarichi idrici - riscontra anche dei benefici economici - riferibili soprattutto alla riduzione dei costi energetici e per la gestione dei rifiuti e alla possibilità di ottenere finanziamenti - e organizzativi - dalla piena conformità legislativa alla riduzione dei rischi di incidenti, dalla razionalizzazione delle attività ambientali alla motivazione del personale.

L'organizzazione che si rivolge a un organismo di certificazione accreditato può contare sul servizio fornito da un soggetto la cui competenza a operare è valutata e attestata conforme ai requisiti istituzionali, organizzativi, tecnici e morali stabiliti dalle Norme Tecniche consensuali e da altre prescrizioni applicabili - da un Ente di accreditamento firmatario degli Accordi internazionali IAF - International Accreditation Forum - l'associazione sopranazionale che riunisce gli Enti di accreditamento di oltre 50 Paesi.

Sul mercato internazionale, infatti, la certificazione accreditata rilasciata da un Ente firmatario degli accordi IAF MLA ed EA MLA funziona proprio come un "passaporto" per la libera circolazione di beni e servizi, contro ogni tentativo di protezionismo dei Paesi esteri.

Le organizzazioni pubbliche e private che scelgono di certificarsi riconoscono ormai la certificazione come un mezzo per alimentare la fiducia nei prodotti e servizi offerti - garantendone la conformità a norme internazionalmente riconosciute e accettate - presso i consumatori finali e nelle relazioni *business to business*; e per accrescere la propria competitività sul mercato dando impulso alla produttività.

4.2. Benefici dell'accREDITAMENTO

L'accREDITAMENTO è un processo trasparente ed efficiente, i cui effetti positivi ricadono su tutti gli attori del sistema socio-economico.

Per le Istituzioni e la Pubblica Amministrazione, dai Ministeri alle Autorità di controllo, dagli Enti locali agli Enti pubblici, l'accREDITAMENTO è uno strumento di regolazione che supporta le attività degli Enti competenti nel controllo degli operatori del mercato, verificandone la conformità alle norme nazionali ed europee in maniera sinergica o sostitutiva rispetto alle Autorità pubbliche. L'attività è svolta senza scopo di lucro, al di fuori dei meccanismi della concorrenza, così da garantire indipendenza e imparzialità, sempre sotto la vigilanza dello Stato con cui si pone in piena collaborazione. Consente di ridurre la burocrazia in quei settori in cui verifica l'applicazione degli standard internazionalmente riconosciuti così da ridurre o eliminare l'esigenza di legislazione nazionale.

Per le imprese l'accREDITAMENTO consente di porsi con maggiore incisività sul mercato, perché il possesso di una valutazione di conformità accreditata funziona come un plus competitivo, dalla presunzione di conformità alla legislazione in certi settori, al rafforzamento della credibilità della propria offerta nei confronti del mercato business e consumer, all'accesso ai mercati esteri senza dover superare controlli aggiuntivi. Il conseguimento di una certificazione sotto accREDITAMENTO è inoltre l'esito di un processo che coinvolge tutte le funzioni di un'organizzazione, anche in termini di impegno e consapevolezza, cosicché l'intera struttura ne esce effettivamente rafforzata, in termini di impulso alla produttività e di gestione dei rischi interni ed esterni.

Per il consumatore l'accREDITAMENTO è uno strumento invisibile che però comporta dei vantaggi e dei benefici reali e percepibili, essendo alla base del sistema di valutazione della conformità di parte terza

indipendente. Scegliere un prodotto o servizio certificato significa assicurarsi che il fornitore ha assolto a tutta una serie di obblighi e ha messo in campo tutte le risorse per poter immettere sul mercato un bene che offre effettivamente quello che dichiara. Ciò è particolarmente significativo quando si cerca la qualità dei beni e dei servizi, ma soprattutto quando questi impattano direttamente sulla salute e sulla sicurezza. L'utente finale sceglierà con fiducia il fornitore che ha soddisfatto stringenti requisiti in materia di protezione ambientale o di tutela della salute sui luoghi di lavoro o di sicurezza alimentare.

Infatti, accanto alla classica domanda di qualità economica - che permane forte in quanto ormai imposta dalle leggi di mercato - si è ormai affermata una domanda di nuove e più ampie forme di qualità, tese alla soddisfazione di una più vasta gamma di bisogni espressi da un più ampio contesto di parti interessate (stakeholders), che si possono riassumere nel termine "qualità sociale" o qualità della vita "tout court".

Oggi quindi, il sistema di parte terza di valutazione della conformità è chiamato soprattutto a contribuire al miglioramento della "qualità della vita", nel senso più completo e pregnante del termine, non più e non solo a funzionare come strumento di regolazione dei rapporti economici.

Nel moderno contesto socio-economico, infatti, processi produttivi e di servizio devono essere gestiti per assicurare non solo la conformità dei relativi risultati ai requisiti funzionali e prestazionali applicabili, ma anche la protezione dell'ambiente (inteso come eco-sistema con cui i processi interagiscono), la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori, la protezione delle informazioni e, più in generale, in modo tale da minimizzare il relativo impatto negativo sulla società, massimizzandone, al contempo, l'impatto positivo (vale a dire in modo socialmente responsabile).

Il sistema di attestazione di conformità di parte sarà sempre più chiamato ad accertare, tramite verifiche efficaci ed indipendenti, che i processi in questione ed i relativi risultati siano effettivamente conformi ai principi e criteri fissati.

Il sistema si affermerà - oltre che come fattore di regolazione delle attività socioeconomiche, a livello nazionale ed internazionale, e base insostituibile di equa competizione negli scambi internazionali - anche e soprattutto come strumento di progresso sociale.

Cresce quindi l'importanza socio-economica del sistema di valutazione della conformità e, in tale ambito, la centralità dell'accreditamento, quale servizio di interesse pubblico generale, dal momento che costituisce l'ultimo ed autorevole livello di controllo delle attività di valutazione della conformità - sia volontarie, sia regolamentate per legge - preposto a garantire la correttezza ed efficacia delle verifiche e la credibilità delle attestazioni di conformità correlate (rapporti di prova e misura, certificazioni di sistemi, prodotti e personale, rapporti di ispezione).

4.3. Il valore del marchio ACCREDIA

Il marchio di accreditamento, rappresentato per il sistema italiano dal logo di ACCREDIA, oltre che elemento identificativo dell'Ente, è un segno forte che contraddistingue le attestazioni di conformità:

- I certificati di accreditamento rilasciati da ACCREDIA ai Laboratori di prova e agli Organismi di certificazione e ispezione che hanno superato positivamente l'iter di verifica.
- I rapporti di prova e i certificati - di sistema di gestione, di prodotto, di personale, ecc. - detenuti dai clienti dei Laboratori e degli Organismi.

I soggetti accreditati utilizzano il logo ACCREDIA come una prova tangibile dell'accreditamento conseguito che offre garanzie ufficiali incontestabili, a livello nazionale e internazionale, della loro competenza a svolgere gli specifici compiti di certificazione, ispezione, ecc.

I clienti dei soggetti accreditati si avvalgono del marchio di accreditamento riportato sul loro rapporto o certificato in abbinamento al logo del Laboratorio o Organismo competente, come testimonianza inconfutabile del loro rispetto delle norme per cui hanno affrontato il processo di valutazione.

Attraverso il marchio di accreditamento di un Ente che aderisce agli Accordi internazionali di mutuo riconoscimento, l'organizzazione pubblica o privata valutata può operare efficacemente nel mercato:

- Offre garanzie ai partner nelle relazioni *business to business* sui mercati nazionale e internazionale circa l'osservanza delle prescrizioni applicabili in materia di qualità e sicurezza.
- Si rende affidabile agli occhi del consumatore finale, cui infonde fiducia nei confronti dei servizi prestati e dei beni messi in commercio.
- Si presenta come un fornitore credibile della Pubblica Amministrazione, perché si è sottoposto a valutazioni di terza parte, indipendenti e imparziali da qualsivoglia interesse particolaristico.

5. Organismo di Ispezione (Odi)

È l'organismo deputato a effettuare le ispezioni (ISO/IEC 17020:1998).

Un organismo di ispezione risulta accreditato se possiede un'attestazione di parte terza costituente formale dimostrazione della competenza a svolgere specifiche attività di valutazione della conformità (vedi ISO/IEC 17000:2004).

Nei documenti statuari dell'Organismo di ispezione non devono essere previste attività che comportino conflitti di interesse con le attività ispettive, ai sensi delle specifiche prescrizioni descritte di seguito. Quindi tali documenti devono esplicitare l'impegno formale dell'Odi a non effettuare ispezioni in tutti i casi in cui vi siano situazioni che possano risultare in contrasto con le esigenze di indipendenza ed imparzialità dell'attività ispettiva come pure nel seguito specificato.

L'Odi deve operare con la massima integrità professionale. In particolare, nell'assunzione di incarichi l'Organismo deve analizzare attentamente la propria capacità di svolgere l'incarico e la congruenza del medesimo con lo scopo di accreditamento, nonché verificare la propria rispondenza agli eventuali requisiti di prequalificazione richiesti.

Criteri relativi a Organismi di ispezione di parte terza (Organismi di Tipo A)

L'Organismo di tipo A (Organismo di Ispezione che fornisce servizi di "parte terza") può essere un Operatore della valutazione della conformità impegnato esclusivamente in attività ispettive o impegnato altresì in altre attività di valutazione della conformità. Eventuali attività accessorie non devono comunque compromettere l'imparzialità dell'Organismo.

L'Odi di Tipo A deve rispettare i criteri dell'Appendice A della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17020, nonché quelli contenuti nella clausola 4.2.1a della guida EA/IAF/ILAC-A4.

Al fine di dare evidenza della propria terzietà, l'Odi di tipo A deve dimostrare di non essere collegato ad una parte direttamente coinvolta in attività/situazioni di: progettazione, realizzazioni, fornitura, installazione, acquisizione, possesso, utilizzo e manutenzione, degli oggetti ispezionati o di oggetti simili a quelli concorrenziali. A tal fine, l'Odi non deve:

- avere proprietari in comune con le parti di cui sopra, salvo il caso in cui suddetti proprietari non siano, in alcun modo, in condizione di influenzare il risultato dell'attività ispettiva svolta;
- avere amministratori (o figure equivalenti) nominati dalle parti di cui sopra, salvo il caso in cui il ruolo dei suddetti non abbia alcuna influenza sui risultati dell'attività ispettiva;
- riferire direttamente ad un'Alta Direzione coincidente con la Direzione di una delle parti di cui sopra ;
- intrattenere, con suddette parti, rapporti contrattuali o accordi informali o qualsivoglia altra relazione in grado di influenzare gli esiti di una attività ispettiva .

Un Odi non può essere classificato di tipo A, ove un'altra parte della sua stessa organizzazione sia direttamente coinvolta in attività/situazioni di: progettazione, realizzazioni, fornitura, installazione, acquisizione, possesso, utilizzo e manutenzione, degli oggetti ispezionati o di oggetti simili a questi concorrenziali, laddove suddetta altra parte non disponga di identità giuridica distinta da quella dell'Odi, fermi restando comunque i criteri di separazione di cui sopra.

L'Alta Direzione del soggetto giuridico di cui l'Odi fa parte deve definire e documentare una adeguata politica societaria per assicurare il conseguimento e mantenimento dello stato di Odi di tipo A, ai sensi di quanto precede. Al riguardo si forniscono le seguenti precisazioni :

- la dizione "oggetti simili agli oggetti ispezionati ed a questi concorrenziali" deve intendersi come riferita a macrofamiglie contraddistinte da caratteri di similarità, non tanto sul piano tecnico o

tecnologico, quanto in relazione alla destinazione d'uso degli oggetti ispezionati ed alle problematiche economiche, commerciali ed industriali correlate (potenziale concorrenzialità);

- la dizione “proprietà in comune” è da intendersi con riferimento a vere e proprie situazioni di governo societario e non a situazioni di possesso di azioni nell'ambito di azionariato diffuso;
- la presenza di amministratori (o figure equivalenti) nominati dalle parti “interessate” (ad es. società di ingegneria, ecc..) è accettabile ove il ruolo di detti Amministratori sia esclusivamente di carattere economico e finanziario, mentre è da escludersi laddove i medesimi svolgano anche funzioni di direzione, coordinamento e/o operative nell'ambito dell'attività ispettiva.

In generale, le situazioni di potenziale dipendenza dalle parti “interessate” di cui alla clausola 4.2.1 della guida EA/IAF/ILAC-A4, che possono compromettere l'imparzialità dell'Odl, vanno analizzate e prevenute, con particolare riferimento alla struttura operativa dell'Organismo di ispezione (legale rappresentante, direzione, responsabile tecnico, coordinatore di servizio, personale ispettivo dipendente).

Nei casi di Odl di tipo A, l'accreditamento viene direttamente concesso al soggetto giuridico coincidente con l'Organismo stesso.

Criteri relativi ad altri Organismi di ispezione (Organismi di tipo B)

Per Organismi di tipo “B” si intendono apposite unità/divisioni – interne ad organizzazioni (soggetti giuridici pubblici o privati) svolgenti qualsivoglia attività manifatturiera e di servizio, progettuale e realizzativa – che eseguono ispezioni sulle attività svolte dall'organizzazione di appartenenza (o da organizzazioni ad essa societariamente collegate). Rientrano, ad esempio, in tale ambito le unità tecniche delle Amministrazioni Pubbliche e, in particolare, le unità tecniche di Stazioni Appaltanti (Committente). L'unità costituente l'Organismo di tipo “B” deve avere le seguenti caratteristiche :

- deve rispettare i requisiti dell'Appendice B della norma UNI CEI EN ISO / IEC 17020 ed i criteri della clausola 4.2.2.a della guida EA/IAF/ILAC-A4;
- deve essere dotata di una struttura tecnico-organizzativa dedicata, esclusivamente, alle attività ispettive, separata ed identificabile all'interno dell'organizzazione madre; tale struttura deve possedere una consistenza tecnico-numerica e logistica (uffici, responsabile tecnico di cui al seguito, coordinatori del servizio ispettivo, supporti di segreteria, ecc..) adeguata al volume ed alla complessità delle attività svolte;

Il responsabile tecnico di tale unità (Responsabile Tecnico dell'Odl ai sensi della norma) non deve dipendere gerarchicamente da persone che detengono responsabilità in materia di attività potenzialmente conflittuali con il servizio ispettivo, quali attività di progettazione, costruzione, fornitura, installazione, utilizzazione e manutenzione degli oggetti ispezionati.

Inoltre, il personale dell'unità (incluso il Responsabile Tecnico) non può svolgere attività che possano entrare in conflitto con l'indipendenza di giudizio e con l'integrità professionale in relazione all'attività di ispezione; esso non deve, pertanto, occuparsi di progettazione, costruzione, fornitura, installazione, utilizzazione e manutenzione degli oggetti ispezionati dall'unità medesima.

Possono essere utilizzati in qualità di ispettori, purché competenti, tecnici appartenenti ad altre unità dell'organizzazione madre impegnate anche nelle attività di progettazione, costruzione, installazione, ecc., di cui sopra.

Suddetti ispettori, tuttavia, non possono svolgere attività ispettiva su oggetti nei quali siano stati o siano comunque coinvolti in termini di progettazione, costruzione, esercizio, manutenzione ecc..

L'Odl deve fornire i servizi di ispezione esclusivamente all'organizzazione di appartenenza (organizzazione “madre”) o ad organizzazioni ad essa societariamente collegate.

L'Alta Direzione dell'organizzazione (soggetto giuridico) di cui l'Odi come sopra definito fa parte, deve definire e documentare un'adeguata politica societaria e assicurarne l'efficace attuazione, al fine di garantire il rispetto dei requisiti e criteri sopra esposti.

Nei casi di Odi di tipo B, l'accreditamento viene rilasciato al soggetto giuridico/organizzazione madre, con la specificazione della denominazione dell'unità interna che svolge il ruolo di Odi.

Criteri relativi ad altri Organismi di Ispezione (Organismi di tipo C)

Per Organismi di ispezione di tipo C, si intendono unità tecniche – interne ad organizzazioni (soggetti giuridici, generalmente ma non necessariamente privati) svolgenti, prevalentemente, attività progettuali e realizzative – che forniscono servizi di ispezione a terzi.

L'Organismo di Tipo C deve, innanzi tutto, rispettare i requisiti dell'Appendice C della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17020 ed i criteri della clausola 4.3.2. a della guida EA/IAF/ILAC-A4.

L'Organismo di ispezione di tipo "C" deve inoltre soddisfare alle seguenti condizioni:

- deve essere dotata di una struttura tecnico-organizzativa dedicata, esclusivamente, alle attività ispettive, separata ed identificabile all'interno dell'organizzazione madre; tale struttura deve possedere una consistenza tecnico-numerica e logistica (uffici, responsabile tecnico di cui al seguito, coordinatori del servizio ispettivo, supporti di segreteria, ecc..) adeguata al volume ed alla complessità delle attività svolte;
- Il responsabile tecnico di tale unità (Responsabile Tecnico dell'Odi) non deve dipendere gerarchicamente da persone che detengono responsabilità in materia di attività potenzialmente conflittuali con il servizio ispettivo, quali attività di progettazione, costruzione, fornitura, installazione, utilizzazione e manutenzione degli oggetti ispezionati;
- Il personale permanente dell'unità non può svolgere attività che possano entrare in conflitto con l'indipendenza di giudizio e con l'integrità professionale in relazione all'attività di ispezione; esso non deve, pertanto, occuparsi di progettazione, costruzione, fornitura, installazione, utilizzazione e manutenzione degli oggetti ispezionati dall'unità medesima.

Possono essere utilizzati in qualità di ispettori, purché competenti, tecnici appartenenti ad altre unità dell'organizzazione madre impegnate anche nelle attività di progettazione, costruzione, installazione, ecc..

L'Odi di tipo C non può effettuare attività di ispezione relativamente ad oggetti per i quali l'organizzazione di appartenenza sia stata o sia coinvolta in termini di progettazione, realizzazione, fornitura, installazione, acquisizione, possesso, utilizzo e manutenzione degli oggetti medesimi o abbia partecipato o partecipi a gare per l'affidamento delle attività di progettazione, realizzazioni, fornitura, installazione, acquisizione, possesso, utilizzo e manutenzione degli stessi.

L'Odi di Tipo C può fornire servizi di ispezione anche all'interno della propria organizzazione o entità collegate.

L'Alta Direzione dell'organizzazione (soggetto giuridico), di cui l'Odi fa parte, deve definire e documentare un'adeguata politica societaria e assicurarne l'efficace attuazione, al fine di garantire il rispetto dei requisiti e criteri sopra esposti.

Nei casi di Odi di tipo C, l'accreditamento viene rilasciato direttamente al soggetto giuridico/organizzazione madre.

Personale dell'organismo di ispezione

L'Odi deve disporre di almeno un Responsabile Tecnico, che deve possedere le competenze e esperienze necessarie per garantire il corretto svolgimento delle attività di ispezione e la conformità dei rapporti di ispezione alle condizioni e requisiti applicabili.

Nell'offerta al committente dovrà essere sempre indicata la persona fisica incaricata dell'integrazione tra le varie prestazioni specialistiche, di norma il Coordinatore del singolo servizio di ispezione (figura che può coincidere o meno con il Responsabile Tecnico), che deve ottemperare ai requisiti di qualifica definiti dall'Organismo stesso in termini di scolarità, esperienza e competenza, in piena congruenza con le tipologie di attività ispettive svolte.

Nei casi di affidamento di incarico a soggetti esterni, l'incarico deve essere espletato da ispettori qualificati, personalmente responsabili e, quando possibile, nominativamente indicati già in sede di presentazione dell'offerta al committente e comunque comunicati prima dell'inizio dei lavori. Tali soggetti sono gli Ispettori e Esperti Tecnici di settore, che devono essere qualificati dall'Odl in base alle esperienze acquisite in attività lavorative inerenti le specifiche materie (discipline o tecnologie) – afferenti alle specifiche caratteristiche dell'oggetto dell'ispezione – la cui padronanza è essenziale per le relative valutazioni.

Eventuali prescrizioni specifiche relative agli aspetti di qualifica degli Ispettori e Esperti Tecnici, possono essere definite all'interno di leggi, regolamenti o dei Regolamenti Tecnici (RT) emessi da ACCREDIA/SINCERT.

5.1. Sistema di gestione

La direzione dell'Odl deve definire e documentare la politica, gli obiettivi e l'impegno a garantire la qualità del servizio erogato, con esplicito riferimento alle finalità delle attività ispettive.

Il Manuale di gestione deve contenere le informazioni minime richieste dalla norma di riferimento per lo schema ISP (UNI CEI EN ISO/IEC 17020), nonché una tabella di correlazione tra le varie parti (sezioni, capitoli, ecc..) del Manuale e i requisiti della norma.

Il Manuale e le procedure devono identificare le parti interessate dall'ultima modifica. I documenti superati conservati a cura dell'Organismo devono essere identificati come tali.

Il sistema di gestione dell'Odl deve coprire almeno i seguenti aspetti:

- pianificazione e modalità operative di esecuzione dell'ispezione (analisi di fattibilità, pianificazione delle risorse, analisi della documentazione applicabile, ecc..);
- modalità di raccolta dei risultati delle verifiche e di stesura e approvazione dei rapporti di ispezione;
- ruoli e responsabilità delle diverse figure coinvolte nell'ispezione;
- descrizione delle competenze degli ispettori e tipologie di attività per le quali ne è previsto l'impiego, al fine di dare evidenza della totale ricopertura dello scopo di accreditamento in termini di competenze ispettive.

Il sistema di controllo della documentazione deve garantire la rintracciabilità di tutti i dati/documenti relativi alle ispezioni effettuate, almeno fino alla scadenza della garanzia richiesta dal Committente, o stabilita per legge o definita dalle norme che regolamentano gli oggetti dell'ispezione.

L'Odl deve attuare un programma di verifiche ispettive interne pianificate e documentate, che comprenda anche il monitoraggio dei processi ispettivi, anche attraverso verifiche in accompagnamento in sito. Il personale addetto alle verifiche ispettive interne (dipendente o collaboratore) deve possedere e dimostrare adeguata conoscenza della norma ISO/IEC 17020.

5.2. Metodi e procedure di ispezione

L'Organismo di Ispezione deve disporre di una o più procedure/istruzioni documentate descrittive le complete attività di ispezione riferite al settore di accreditamento ed alla tipologia ispettiva su cui l'Odl opera.

Sono richiesti Piani di ispezione/controllo quando l'ispezione riguarda attività che si prolungano nel tempo e/o che richiedono il coordinamento di più specialisti (come nel caso, a titolo esemplificativo, ma non esaustivo, delle ispezioni per le verifiche di progetto o delle ispezioni sulla esecuzione di opere di costruzione e impianti).

Il Piano di ispezione/controllo specifico, direttamente o attraverso documenti cui fa riferimento, deve coprire come minimo i seguenti aspetti:

- descrizione dell'oggetto dell'ispezione e riferimenti commerciali (committente, ordine, tempi di consegna, ecc.);
- dati di base e requisiti da soddisfare/obiettivi;
- eventuali criticità individuate in sede di affidamento dell'incarico;
- competenze tecniche necessarie per svolgere l'attività;
- composizione del gruppo di ispezione con descrizione del ruolo e specializzazione di ciascuno dei componenti il gruppo;
- impegni di tempo previsti per ciascuna risorsa del gruppo di ispezione;
- prove e controlli da effettuare;
- elenco delle attività significative da svolgere, in sequenza logica e temporale, con la individuazione di eventuali fasi supposte critiche;
- elementi o aspetti particolari da tenere presenti in fase di ispezione;
- procedura di campionamento utilizzata, statisticamente valida ai fini dell'ispezione .

L'Odi deve operare con liste di controllo o documenti equivalenti (es. modulistica o guide tecniche sviluppate all'interno dell'Odi) messe a punto per lo specifico oggetto di ispezione.

Quando l'Odi deve utilizzare metodi o procedure di ispezione non normalizzati (ovvero non contenuti in norme, nazionali o estere, in disciplinari e testi scientifici riconosciuti), tali metodi e procedure devono essere appropriati e completamente documentati.

L'Odi deve identificare chiaramente, a livello contrattuale, l'oggetto e gli obiettivi delle ispezioni e le specifiche rispetto alle quali accertare la conformità. In assenza di particolari richieste del committente il servizio ispettivo o di parti terze interessate, tali specifiche dovranno essere individuate dall'Odi e sottoposte al committente.

Nel caso in cui il committente del servizio ispettivo non coincida con il committente dell'oggetto di ispezione, l'Odi dovrà assicurarsi che il piano dei controlli copra adeguatamente le esigenze del committente degli oggetti ispezionati e/o di altre soggetti eventualmente interessati dal contratto di ispezione (es. assicurazioni, collettività, utenti finali ecc..).

5.3. Rapporti di ispezione

I rapporti di ispezione emessi dagli Odi possono essere classificati in due categorie:

- “rapporti di ispezione finali”, emessi al termine dell'attività ispettiva e riportanti i risultati conclusivi della medesima. Può trattarsi di rapporti semplici (conseguenti ad interventi puntuali di breve durata e caratterizzati da contenuti modesti) o di rapporti complessi (riportanti gli esiti di attività ispettive complesse suddivise in una serie articolata di attività intermedie)
- “rapporti di ispezione intermedi”, riportanti gli esiti di attività intermedie, destinati a confluire nei rapporti finali di cui sopra.

I rapporti di ispezione finali, costituenti il prodotto finale dell'attività ispettiva, devono, generalmente, riportare la firma dell'ispettore/i (per redazione) e del Responsabile Tecnico (per approvazione).

Qualora ciò non risultasse concretamente praticabile (es. nel caso di rapporti emessi direttamente presso la sede del cliente immediatamente a valle dell'ispezione), il rapporto può essere firmato unicamente

dall'ispettore/ispettori, purché qualificato/i e esplicitamente autorizzato/i allo scopo; in ogni caso tale rapporto dovrà essere riesaminato, presso la sede dell'Odl, dal Responsabile Tecnico. In tutti i casi in cui viene emesso presso la sede dell'Odl, il rapporto finale deve riportare, oltre a quella dell'ispettore/i, la firma del Responsabile Tecnico.

I rapporti di ispezione intermedi, all'origine dei rapporti finali, possono essere firmati dal Coordinatore del Servizio di ispezione.

Tutti i rapporti di ispezione (finali e intermedi) devono riportare l'identificazione univoca di tutti i membri del gruppo di ispezione, nonché la rispettiva firma o altra forma di certa autenticazione anche per via elettronica.

Contenuto dei rapporti di ispezione

Il rapporto deve contenere i seguenti punti:

- Designazione del documento
- Identificativo univoco del documento (*Rapporto n°...*) e la data di emissione
- Il codice identificativo del contratto
- L'identificazione del tipo di controllo commissionato (es.: *"Controllo tecnico del progetto e....."*)
- Il titolo del rapporto ovvero sia l'argomento a cui si riferisce il documento.
- In caso di rapporto di controllo inerente sopralluoghi in situ (RVO) si deve indicare il luogo e la data in cui è stata condotta l'ispezione
- Il committente del controllo
- I nominativi dei destinatari del documento
- Il nome del coordinatore della commessa ed i nominativi di ciascun ispettore con la specificazione della parte che ha controllato
- La firma degli Ispettori
- Le firme del Coordinatore e del Direttore Tecnico
- Riportare la dichiarazione attestante che i risultati ottenuti si riferiscono esclusivamente agli oggetti o lotti previsti nel contratto sopra richiamato ed il divieto di riproduzione del rapporto in forma parziale (incompleta)
- Riportare eventuali altre condizioni di pubblicazione del rapporto, raccomandazioni, avvisi ma solo se espressamente richiesti dal cliente. In presenza di procedure o metodi non standard, applicate senza autorizzazione del cliente, indicare la ragione di tale mancata richiesta di autorizzazione.
- Richiamare lo scopo dei controlli rendicontati nel rapporto
- Riportare una breve spiegazione del metodo di controllo applicato
- Riportare una breve spiegazione della classificazione data nel documento agli esiti dei controlli
- In caso di RVO, indicare i presenti al controllo (es. DL, progettista, capo cantiere, ecc..)
- In caso di RVO, se rilevanti ai fini dell'esito dell'ispezione indicare le condizioni ambientali in cui si è svolta
- In caso di RVO, ove applicabile, indicare il metodo di campionamento seguito specificando dove, come, quando e da chi sono stati prelevati i campioni
- In caso di RVO, se rilevante, specificare l'equipaggiamento (per es. strumentazione di misura) adottato per la conduzione dei controlli

Per ogni punto del suddetto indice, bisogna scrivere un paragrafo (se il caso suddiviso in più sottoparagrafi ma non ulteriormente, per motivi di leggibilità) in cui si riportano le seguenti informazioni:

- breve descrizione dell'oggetto del controllo: in caso di rapporto di controllo inerente l'esame di documenti tecnico-descrittivi (RVP) si deve sempre riportare l'identificativo dei documenti

esaminati facendo riferimento ad apposito elenco denominato *“Riepilogo documenti”* trasmesso al committente e/o da allegare al rapporto di controllo. In caso di RVO si deve sempre riportare l'identificativo univoco dei documenti (per es. numero del documento + data di aggiornamento) assunti come riferimenti per l'effettuazione dei controlli.

- esito del controllo: in caso di RVP, suddividere l'esito dei controlli in 2 paragrafi *“Valutazione della documentazione”* e *“Valutazione delle scelte progettuali”*. In caso di RVO individuare la localizzazione delle eventuali prove-misure effettuate.

Contenuti del Rapporto di Controllo Finale (RF)

Il rapporto deve contenere, ove applicabili, i seguenti punti:

- Designazione del documento
- Identificativo univoco del documento (*Rapporto n°...*) e la data di emissione
- Il codice identificativo del contratto
- L'identificazione del tipo di controllo commissionato (es.: *“Controllo tecnico del progetto e”*)
- Il titolo del rapporto ovvero sia l'argomento a cui si riferisce il documento.
- In caso di rapporto di controllo inerente sopralluoghi in situ (RVO) si deve indicare il luogo e la data in cui è stata condotta l'ispezione
- Il committente del controllo
- I nominativi dei destinatari del documento
- Il nome del coordinatore della commessa ed i nominativi di ciascun ispettore con la specificazione della parte che ha controllato
- La firma degli Ispettori
- Le firme del Coordinatore e del Direttore Tecnico
- Riportare la dichiarazione attestante che i risultati ottenuti si riferiscono esclusivamente agli oggetti o lotti previsti nel contratto sopra richiamato ed il divieto di riproduzione del rapporto in forma parziale (incompleta)
- Riportare eventuali altre condizioni di pubblicazione del rapporto, raccomandazioni, avvisi ma solo se espressamente richiesti dal cliente. In presenza di procedure o metodi non standard, applicate senza autorizzazione del cliente, indicare la ragione di tale mancata richiesta di autorizzazione.
- Richiamare lo scopo dei controlli rendicontati nel rapporto
- Indicare lo scopo del controllo. Se l'incarico assegnato non è stato compiuto totalmente riportare chiara identificazione di ciò che è stato omesso
- Riportare una breve spiegazione del metodo di controllo applicato Eventuali variazioni o integrazioni introdotte al metodo concordato con il cliente (nel contratto) devono essere menzionate
- Riportare una breve spiegazione della classificazione data nel documento agli esiti dei controlli
- Identificare l'oggetto/i sottoposto a controllo e, dove applicabile, identificare i componenti/parti che sono state controllate
- Qualora parti dei controlli fossero state condotte da un fornitore, identificare tali parti e il fornitore stesso
- Se rilevante, specificare l'equipaggiamento (per es. strumentazione di misura) adottato per la conduzione dei controlli
- Se rilevanti ai fini dell'esito dei controlli indicare particolari condizioni ambientali in cui si sono svolte le ispezioni
- Ove applicabile, indicare il metodo di campionamento seguito specificando dove, come, quando e da chi sono stati prelevati i campioni

- In caso di controllo di documenti progettuali si devono identificare univocamente tutti i documenti controllati, sia quelli in vigore alla data di emissione del rapporto sia quelli superati. In presenza di un cospicuo numero di documenti, per comodità, si potrà far riferimento ad apposito elenco denominato “Riepilogo documenti” che dovrà essere allegato al medesimo Rapporto o comunque fatto pervenire al destinatario del rapporto.
- Riportare un indice dei paragrafi trattati nel seguito del documento (usando una lista numerata). I punti di tale indice devono corrispondere agli oggetti sottoposti a controllo (es.: parti di un’opera, o attività di un servizio, o parti di documentazione, o fasi di un processo)

Per ogni punto del suddetto indice, bisogna scrivere un paragrafo (se il caso suddiviso in più sottoparagrafi ma non ulteriormente, per motivi di leggibilità) in cui si riportano le seguenti informazioni:

- Breve descrizione dell’oggetto del controllo.
- Esito del controllo: in caso di sopralluoghi, ove ritenuto necessario al fine di stabilire la validità dei controlli individuare la localizzazione delle eventuali prove-misure effettuate. Eventualmente segnalare il permanere di rilievi non trattati. Sintetizzare l’esito delle valutazioni svolte con riferimento allo scopo del controllo.

Nel paragrafo Valutazione complessiva si deve esprimere un parere finale in merito all’assumibilità del rischio. Inoltre riportare eventuali considerazioni o condizioni atte a motivare l’espressione di un parere non pienamente favorevole. Per esempio utilizzare la seguente formulazione:

“Per quanto concerne il rischio di degrado delle opere oggetto di controllo, con conseguente riduzione o annullamento della tenuta all’acqua, ... riteniamo che questo possa considerarsi “normale”.

Si esprime parere favorevole nei confronti dell’assunzione del rischio attraverso polizza assicurativa postuma decennale”.

Contenuti del Rapporto Conclusivo

Il rapporto conclusivo è da redigere in caso di commesse di validazione/approvazione di progetti di opere pubbliche (di cui alla dls 106/06 e s.m. e al DPR 554/99).

In tutti gli altri casi il rapporto è da redigere a discrezione del CI sentito DT. In linea di principio non è da redigere nei casi di commesse di limitata complessità o che terminano con meno di due RF (tipicamente controlli ai fini della polizza decennale).

Il *Rapporto Conclusivo* deve sintetizzare le attività di controllo svolte, il loro esito finale e, con riferimento allo scopo del controllo, esprimere un parere conclusivo. Il rapporto deve redigersi utilizzando l’apposito modello predefinito e deve contenere, ove applicabili, i seguenti punti:

- Designazione del documento
- Identificativo univoco del documento (*Rapporto n°...*) e la data di emissione
- Il codice identificativo del contratto
- L’identificazione del tipo di controllo commissionato (es.: *“Controllo tecnico del progetto e*”)
- Il titolo del rapporto ovvero sia l’argomento a cui si riferisce il documento.
- In caso di rapporto di controllo inerente sopralluoghi in situ (RVO) si deve indicare il luogo e la data in cui è stata condotta l’ispezione
- Il committente del controllo
- I nominativi dei destinatari del documento
- Il nome del coordinatore della commessa ed i nominativi di ciascun ispettore con la specificazione della parte che ha controllato
- La firma degli Ispettori
- Le firme del Coordinatore e del Direttore Tecnico

- Riportare la dichiarazione attestante che i risultati ottenuti si riferiscono esclusivamente agli oggetti o lotti previsti nel contratto sopra richiamato ed il divieto di riproduzione del rapporto in forma parziale (incompleta)
- Riportare eventuali altre condizioni di pubblicazione del rapporto, raccomandazioni, avvisi ma solo se espressamente richiesti dal cliente. In presenza di procedure o metodi non standard, applicate senza autorizzazione del cliente, indicare la ragione di tale mancata richiesta di autorizzazione.
- Descrizione dell'oggetto sottoposto a controllo
- Scopo dell'attività di controllo
- Riportare eventuali precisazioni in merito a parti del progetto escluse dal controllo o di altro tipo di limitazioni del controllo che sia importante specificare per evitare equivoci
- Se l'incarico assegnato non è stato compiuto totalmente riportare chiara identificazione di ciò che è stato omesso
- Se rilevante, specificare il SW adottato per la conduzione dei controlli
- Qualora parti dei controlli fossero state condotte da un fornitore, identificare tali parti e il fornitore stesso
- Riportare eventuali condizioni particolari di pubblicazione del rapporto, raccomandazioni, avvisi ma solo se espressamente richiesti dal cliente. In presenza di procedure o metodi non standard, applicate senza autorizzazione del cliente, indicare la ragione di tale mancata richiesta di autorizzazione.
- Riportare la lista dei documenti controllati, sia quelli in vigore alla data di emissione del rapporto sia quelli superati. In presenza di un cospicuo numero di documenti, per comodità, far riferimento ad apposito elenco dei documenti contenuto nel modulo "Riepilogo documenti"
- Premessa specificante:
 - i riferimenti legislativi e normativi in conformità ai quali sono state svolte le attività di controllo
 - una lista sintetica delle verifiche effettuate
 - la lista dei rapporti di controllo emessi
 - la lista dei rapporti di riunione emessi
 - la lista dei documenti contenenti i trattamenti decisi in seguito ai rilievi
 - la lista dei rapporti di controllo finali
- Parere conclusivo espresso con riferimento allo scopo del controllo. Riportare eventuali considerazioni o condizioni atte a motivare l'espressione di un parere non pienamente favorevole.

Esiti dei controlli espressi nei rapporti (RVP, RVO, RF)

Espressione dell'esito di un controllo

Se non diversamente concordato preventivamente con il committente del servizio, all'interno dei rapporti di controllo della qualità del progetto (RVP) e di quelli di controllo in corso d'opera (RVO), l'esito di un controllo deve sempre essere classificato secondo due livelli di importanza utilizzando le notazioni: "NON CONFORMITÀ", "RILIEVO".

Se non diversamente concordato con il committente o perché in "contrasto" con l'obiettivo del servizio, nell'espressione dei rilievi non devono essere riportate indicazioni di carattere prescrittivo ma solo informazioni necessarie a descriverlo, comprenderlo e interpretarlo.

Nell'operare la scelta del livello è indispensabile fare sempre riferimento agli obiettivi del controllo e alla gravità dei rischi associati alla carenza che viene rilevata. In ogni caso la scelta deve avvenire in conformità ai seguenti criteri.

Dovrà essere classificato come **Rilievo**:

- a) l'errore materiale (per esempio errore di battitura) presente in un elaborato
- b) l'incompletezza di un elaborato marginale ai fini della valutazione finale la cui eliminazione porterebbe ad un miglioramento della qualità del progetto (per esempio rendendo più chiare le caratteristiche di un prodotto o più chiaro il processo costruttivo di un'opera)
- c) l'errore progettuale marginale ai fini della valutazione finale la cui eliminazione porterebbe ad un miglioramento del processo costruttivo (per esempio semplificazione delle operazioni di costruzione o di manutenzione)
- d) la non conformità dell'oggetto ispezionato rispetto alle specifiche di progetto ritenuta comunque marginale in relazione all'obiettivo ultimo del controllo
- e) la richiesta di chiarimento relativamente ad un aspetto necessario ai fini della valutazione finale
- f) la richiesta di ulteriori documenti necessari per lo svolgimento dei controlli
- g) il suggerimento di carattere progettuale atto a prevenire errori progettuali o possibili difetti di costruzione

Di regola il mancato superamento di un **Rilievo** non preclude l'esito finale favorevole dei controlli pur potendo incidere negativamente, in maniera marginale, sulla qualità dell'opera.

Dovrà invece essere classificato come **Non Conformità**:

- a) la mancanza di documenti richiesti dalle normative cogenti applicabili
- b) la mancanza di contenuti minimi richiesti dalle normative cogenti applicabili
- c) la non conformità rispetto alle specifiche del committente
- d) la non conformità rispetto a normative cogenti
- e) l'incompletezza di un elaborato di progetto che se non risolta lascerebbe indeterminate le caratteristiche dell'opera o di sue parti e che genererebbe incomprensioni in fase di costruzione o difficoltà realizzative
- f) la grave carenza/errore progettuale che se non risolta provocherebbe ostacolo al procedimento di affidamento dei lavori o al buon esito dell'appalto, oppure che porterebbe a gravi difetti dell'opera o addirittura all'impossibilità di realizzarla nel rispetto dei tempi e dei costi previsti

Di regola il mancato superamento di una **Non conformità** preclude l'esito finale favorevole dei controlli.

Nel caso il controllo non abbia messo in evidenza né *Rilievi* né *Non Conformità* si dovrà concludere il paragrafo con la frase (o con frase analoga): "Non si segnalano *non conformità e/o rilievi*".

Le *Non conformità* ed i *Rilievi* individuati devono essere così gestiti:

- devono essere elencati all'interno del rapporto (RVP, RVO) in una lista numerata. Pertanto a ciascun rilievo verrà assegnato un identificativo numerico univoco;
- per ogni singolo rilievo, deve essere richiesta all'interessato la definizione del trattamento che intende attuare e il suo formale impegno ad attuarlo. Le risposte dovranno essere formulate per iscritto e trasmesse mediante invio di lettera raccomandata e/o fax e/o posta elettronica;
- per ogni risposta il CI, in accordo con l'ISP/ESP, deve verificare l'efficacia e l'avvenuta chiusura del rilievo. L'esito della verifica deve essere riportato nei successivi rapporti di controllo (RVP, RVO o nell'RF).

Espressione di parere "sintetico" (per RVP e RF)

Tutte le valutazioni dell'Odl contenute negli RVP ed RF, se non diversamente concordato con il committente del servizio ispettivo, devono concludersi con la formulazione di un "*Parere sintetico complessivo*".

Gli RVO, di regola, non devono contenere l'espressione del Parere.

Solo per gli RVP - Nei seguenti casi si dovrà dare **PARERE SOSPESO**

- (a) non si è potuto procedere al controllo poiché mancano i documenti necessari per accertare la conformità dell'oggetto controllato ai requisiti specificati;
- (b) si resta in attesa di conoscere il trattamento che verrà dato alle Non conformità

RVP e RF - Nei seguenti casi dovrà essere espresso **PARERE FAVOREVOLE**

- (a) nessuna Non conformità è stata segnalata (i controlli eseguiti sono completi, ovvero sono stati acquisiti tutti i documenti necessari per il completamento dei controlli)
- (b) a tutte le Non conformità segnalate è stato dato un trattamento che viene giudicato adeguato
- (c) sono stati segnalati solo Rilievi anche se alcuni di questi non sono stati adeguatamente trattati.

Solo per gli RF - Nel seguente caso dovrà essere espresso **PARERE SFAVOREVOLE**

- (a) in presenza di Non conformità non trattate o per le quali il trattamento viene giudicato inadeguato in relazione all'obiettivo del controllo.

6. Dall'individuazione dei guasti alla determinazione dei controlli

La disciplina che studia i fattori di disturbo e i meccanismi che, in maniera più o meno complessa e interattiva, portano, in tempi ravvicinati, a degradi connessi ad alterazioni di tipo fisico che possano scardinare le logiche di invecchiamento naturale, convenzionalmente accettate per una determinata tipologia costruttiva su cui è articolato un elemento tecnico, è la patologia edilizia. Tuttavia, soprattutto perché la comprensione dei modi di guasto è condizione necessaria per la definizione ottimale di qualsiasi intervento sull'opera interessata, la patologia edilizia è spesso intesa, in senso lato, come la disciplina che si occupa di tutte le varie problematiche dell'obsolescenza degli edifici e dei suoi subsistemi, applicando in tale studio competenze prese a prestito da altre discipline specialistiche, dalla chimica alla fisica, dall'ingegneria dei materiali all'architettura.

Il campo di azione della patologia edilizia è peraltro più vasto anche in rapporto alla complessità che caratterizza il settore edilizio nella sua realtà tecnologica e processuale.

La patologia edilizia è orientata quindi non solo a fornire validi supporti per l'analisi e il controllo di specifici casi di degrado, ma anche a favorire l'implementazione della qualità edilizia grazie alle utili indicazioni che può fornire al settore della garanzia della qualità, della riduzione dei costi di manutenzione, per gli aspetti assicurativi, per il miglioramento di norme e regolamenti e, in generale, per le ricadute che può avere sull'evoluzione della cultura tecnologica degli operatori, che la conoscenza degli esiti qualitativi di determinate tecnologie è in grado di attivare.

Di conseguenza, la conoscenza del processo fenomenico che ha portato al guasto consente, da un lato, di risalire dal guasto al difetto generatore, e più in generale alle cause e agli errori commessi da determinati operatori del processo edilizio, e dall'altro di individuare i criteri per mettere a punto soluzioni di intervento idonee a riportare il subsistema sui livelli di prestazione programmati, attraverso una preventiva disattivazione dei fattori di disturbo.

Mentre l'invecchiamento naturale è il decadimento di un qualsiasi materiale od oggetto edilizio soggetto per legge naturale a decadimenti fisici e prestazionali, che non possono essere considerati patologici se si mantengono su progressioni temporali congruenti con la "vita economica" media che caratterizza un determinato comparto di prodotti e componenti, in presenza di normali opere di manutenzione preventiva. La durata di vita utile di un determinato subsistema, corrispondente invece al naturale invecchiamento, non sempre coincide con quella di altre parti costituenti l'organismo edilizio: ciò attiva la necessità di operare nel tempo interventi differenziati di manutenzione o di sostituzione che hanno appunto il compito di evitare che i naturali fenomeni di degrado naturale abbiano influenze negative sulle prestazioni dell'organismo edilizio.

Si ha invece un invecchiamento patologico laddove i decadimenti fisici e prestazionali e, nei casi più gravi, lo stato di guasto, si sviluppino in termini temporali e qualitativi inattesi, accelerati e contrastanti con il concetto convenzionale di invecchiamento naturale, in ragione della presenza nella soluzione tecnica di difetti o altri fattori di disturbo.

L'accentuazione del processo di invecchiamento e la conseguente necessità di intervenire con una manutenzione che può essere definita inattesa, può dipendere sia da errori progettuali o costruttivi, sia da una mancata o scorretta manutenzione.

Infatti, se una corretta manutenzione preventiva durante il tempo di vita utile evita il raggiungimento dello stato di guasto e mantiene l'elemento tecnico entro livelli di variabilità prestazionale programmati, il raggiungimento dello stato di guasto (durante il tempo di vita utile programmato o convenzionalmente assunto), per errata o mancata manutenzione, essendo in grado di attivare effetti concatenati anche su altri

elementi o strati, è esso stesso in grado di innescare quadri morbosi di natura patologica, indipendentemente dalla presenza o meno di difetti preesistenti.

La manutenzione a guasto avvenuto, che viene spesso erroneamente praticata, diventa, a questo punto, tecnicamente molto più complessa rispetto alla manutenzione preventiva, che in genere opera mediante interventi conformi e ricorrenti. Le tecniche di manutenzione debbono infatti confrontarsi con fattori di disturbo generati, partendo dal guasto, attraverso un'indagine diagnostica che individui il quadro morbo specifico. Spesso in tale situazione può risultare necessario intervenire sostituendo l'elemento o una sua parte costituente.

Quindi da un punto di vista fenomenico gli agenti e i meccanismi elementari di alterazione dei materiali che portano all'invecchiamento naturale generalmente coincidono con quelli che portano a una patologia, ma le sequenze concatenate e variamente combinate di azioni e di effetti che portano al guasto sono, al contrario, forzatamente diversi. Il quadro morbo attivato dalla presenza di fattori di disturbo rende molto più complesse tali sequenze e non sempre è facilmente interpretabile nella sua complessità di interazione. In ogni caso va richiamato il fatto che un difetto è in grado di attivare, in tempi più o meno rapidi, un guasto solo quando stimolato dallo specifico agente a cui è sensibile: non è quindi detto che la presenza di un prodotto difettoso sia di per sé sufficiente ad attivare l'accelerazione di un processo di invecchiamento.

Per chiarire questo concetto si deve considerare che ogni materiale reagisce in modo particolare alla stimolazione, molto spesso sinergica, di determinati agenti, di provenienza esterna o interna, con i quali si istituisce un rapporto che risulta mediato dalla costituzione intrinseca e dallo specifico modo di funzionare della soluzione costruttiva in cui il materiale è inserito sotto forma di strato o elemento. Tale reazione, anche in funzione del livello e della durata dell'azione che viene a determinarsi nello specifico contesto tecnico, si manifesta attraverso variazioni, più o meno intense (reversibili o irreversibili), di aspetto e di comportamento dell'oggetto edilizio o di sue parti, che sono conseguenti a modificazioni della struttura fisica, chimica, meccanica, degli elementi componenti, e quindi a trasformazioni delle relazioni intercorrenti tra gli elementi costituenti la soluzione costruttiva.

La propensione di durata di una determinata soluzione costruttiva dipende infatti dal codice genetico istituito in fase progettuale, che nella sostanza fissa i termini di confronto tra gli agenti di stimolazione e lo specifico strato o elemento, definendone per i primi la specifica intensità, durata, modalità di azione e per il secondo le modalità di reazione e di modificazione.

L'eventuale anormalità di tali modificazioni e il conseguente tempo di progressione del degrado dipende quindi da anomale modalità di confronto tra materiale costituente un determinato elemento e specifici agenti a cui è sensibile. Errori di progetto, di costruzione, di gestione, di manutenzione e le difettosità conseguenti possono esasperare l'intensità e la qualità anche temporale di tale confronto, rispetto a quanto avrebbe in un'analogia soluzione costruttiva priva di fattori di disturbo, attivando quindi specifici quadri morbosi e conseguenti anomalie di comportamenti.

Nell'analizzare un dato quadro morbo è importante definire gli obiettivi che ci si propone. Si possono distinguere a questo riguardo tre tipi di analisi:

- analisi di tipo tecnico: che cosa ha determinato il guasto;
- analisi di responsabilità: chi ha causato il difetto e quindi il guasto;
- analisi di processo: come si è determinato il guasto.

L'*analisi di tipo tecnico* è essenziale non solo per comprendere le motivazioni tecniche dell'evento (ricerca dei difetti attivatori e modellazione dei quadri morbosi), ma anche per poter razionalmente mettere a punto la soluzione di intervento. L'individuazione delle cause di specifiche patologie ha evidentemente notevoli incidenze sulle diffusioni delle conoscenze e sul miglioramento della cultura tecnologica.

L'*analisi di responsabilità* è necessaria quando si vogliono dirimere problemi legali ed è orientata a valutare le responsabilità dei vari operatori del processo.

L'*analisi del processo* è per certi versi quella più innovativa in quanto orientata a esaminare l'influenza della struttura processuale e della catena decisionale sui fatti in esame. La struttura del processo decisionale e operativa e delle sue fasi di controllo è in grado essa stessa di determinare errori e fattori di disturbo generatori di quadri morbosi. Questo tipo di analisi opera per l'individuazione di insufficienze organizzative e di controllo, corrispondenti a specifiche fasi processuali, che hanno determinato il verificarsi delle condizioni tecniche necessarie per dare luogo al difetto e quindi al guasto. Vengono infatti presi in esame, in termini sistematici, gli elementi che interagiscono nel processo edilizio quali l'organizzazione, le risorse tecniche umane, gli strumenti di comunicazione tra gli operatori del processo, la struttura delle informazioni, la struttura operativa. Analisi di questo tipo costituiscono il mezzo più incisivo per riportare nel processo edilizio gli approcci tipici della quality assurance (QA), certamente fondamentali per l'effettiva riduzione dei difetti e quindi per il controllo della durabilità e dell'affidabilità del sistema edilizio.

6.1. FTA – Fault Tree Analysis

L'FTA va annoverato tra i metodi di analisi di tipo deduttivo in quanto, partendo da un'analisi "generale" e complessiva del tipo di guasto (o evento indesiderato sul sistema), arriva ad individuare i guasti sui componenti.

Tutti i metodi sul controllo dei processi come l'FTA nascono intorno agli anni '60 presso i laboratori Bell Telephone sostenuti dalla teoria dell'affidabilità ed, in particolare, dall'algebra booleana. Dagli anni '60 in poi l'FTA ha trovato sempre più occasioni di applicazione, nel mondo manifatturiero come anche più di recente in quello dei servizi, risultando oggi uno dei metodi più semplici ed efficaci nell'analisi dell'affidabilità e sicurezza dei sistemi.

Raramente un quadro morbosissimo (che per semplicità chiameremo patologia) può essere rappresentato mediante un semplice e diretto rapporto tra difetto e guasto, mediato da un unico meccanismo di alterazione attivato dall'azione di un agente scatenante. Molto più spesso si sovrappongono diversi agenti e si definiscono catene di cause ad effetti interattive, sinergiche o semplicemente additive che rendono oltremodo complessa la loro interpretazione e ricostruzione diagnostica.

L'albero degli errori è sostanzialmente un mezzo per visualizzare in termini sistematizzati le relazioni logiche tra gli eventi indesiderati (anomalie, degradi, guasti, collassi prestazionali) riscontrabili su di un determinato oggetto edilizio e le possibili cause (difetti conseguenti a errori genetici, costruttivi, gestionali, manutentivi). Si tratta di uno strumento di analisi eventistica (utilizzato in ambito industriale processistico per operare risk analysis) orientato a dare una visione integrale del funzionamento di una determinata soluzione tecnica nelle condizioni di esercizio, in presenza di eventuali fattori di rischio che nel nostro caso sono stati indicati come fattori di disturbo difetti.

Nel settore della patologia edilizia tale tecnica può essere utilizzata sia per rappresentare uno specifico quadro morbosissimo, sia per riassumere e strutturare le conoscenze relative alle svariate cause che possono generare un'anomalia o un guasto in una determinata tecnologia costruttiva. In tale accezione essa rientra negli strumenti di strutturazione e diffusione delle conoscenze disciplinari.

L'albero degli errori partendo dall'identificazione del guasto (top event) dettaglia le sequenze e quindi gli eventi critici concatenati che a partire dal difetto, in rapporto alle diverse condizioni di funzionamento, sono in grado di attivare specifici quadri morbosi.

Le relazioni logiche tra gli eventi di ciascuna sequenza critica, evidenziata dall'albero degli errori, nascono da analisi fenomenologiche dei rispettivi transitori fisici. Per transitorio fisico si intende la fase di

superamento di stati limite, al di sopra dei quali una determinata funzione o prestazione viene disattivata, o la fase in cui avviene il passaggio da uno stato di equilibrio a un altro.

Le sequenze critiche che compongono complessivamente l'albero degli errori possono sovrapporsi nei risultati in termini additivi o sinergici, ovvero concatenarsi sequenzialmente attraverso sub-top event di connessione. Una determinata ramificazione dell'albero degli errori, che rapporta il difetto al guasto, è quindi la rappresentazione del quadro morbosso complessivo che caratterizza uno dei molti modi di attivarsi di una specifica patologia.

Un degrado, un guasto e le anomalie connesse sintomatologicamente possono quindi derivare dall'attivazione di differenziati quadri morbosi. Appare chiaro che in una situazione specifica manifestata dal rilievo solo una o alcune delle sequenze critiche, evidenziate da rami di un fault tree generalizzato, possono giocare la loro influenza.

E' l'indagine diagnostica (nelle sue manifestazioni euristiche o deterministiche, deduttive, induttive) che ha il compito di selezionare le sequenze critiche pertinenti. Indubbiamente la disponibilità di un fault tree globale di uno specifico top event, costituenti il consolidamento strutturato delle conoscenze ed esperienze in un determinato momento dell'evoluzione tecnologica, consente, durante la programmazione e la conduzione del rilievo, di poter tenere sottocchio l'universo delle possibili sequenze critiche, di valutarne la specifica significanza nel caso esaminato, di decidere eventuali investigazioni integrative orientate a escludere o a confermare l'influenza di un determinato agente, e delle fenomeniche interrelate, sullo scatenamento di transitori fisici e quindi di situazioni di disequilibrio prestazionalmente rilevanti.

L'operatore di diagnosi attraverso la disponibilità di un albero degli errori "consolidato" può quindi confrontarsi con lo stato delle conoscenze disponibili, che integrano quelle derivanti dalle specifiche e singolari esperienze pregresse dell'operatore stesso.

Anche in assenza di un fault tree predisposto il vantaggio fondamentale della tecnica in esame, quando sia utilizzata creativamente dall'operatore come rappresentazioni di un quadro morbosso specifico, è rappresentato dal fatto che esso costringe l'investigatore ad affrontare il rilievo e l'interpretazione diagnostica in termini sistemici.

L'albero degli errori può svilupparsi attraverso sequenze critiche in parallelo o in serie. In quest'ultimo caso il top event è preceduto da uno o più sub-top event.

Ciascuna sequenza critica deve essere espressa e sviluppata gerarchicamente attraverso differenziati livelli di analisi differenziati.

La gerarchia di sviluppo adottata e' la seguente:

- 1 livello. Il primo livello è rappresentato dal top event, cioè dal guasto fisico/prestazionale. Nelle ramificazioni concatenate in serie, il primo livello di tali successive ramificazioni e' evidentemente un sub-top event.
- 2 livello. Il secondo livello evidenzia le condizioni necessarie per il superamento di un determinato stato limite che porta ad attivare il top event. Ciò dipenderà dal prevalere dell'azione sulla capacità di reazione che porterà allo scatenamento di transitori fisici/meccanici e al passaggio da uno stato di equilibrio a un altro.
- 3 livello. Il terzo livello individua gli elementi, i parametri, i termini di confronto su cui basare la verifica del superamento dello stato limite. Si tratta, per esempio nel caso di stati limite tensionali, di individuare sia i fattori in grado di generare una sollecitazione, sia quelli a cui e' affidata la resistenza, la cui difettosità può essere in grado di scatenare tale superamento.
- 4 livello. Il quarto livello ha la funzione di evidenziare le cause primarie, intermedie (nel caso di ramificazioni concatenate) che possono portare a eccessi di azione o a deficienze di reazione. Sono

questi in definitiva gli errori di progetto, di costruzione, di gestione che l'albero degli errori si propone di raccordare in termini strutturati al top event.

In termini semplificati si può dire che la sequenza dal primo al quarto livello è così costituita:

- top event
- elementi e meccanismi su cui si basa il superamento dello stato limite
- difetti
- errori

Nello sviluppo di un fault tree possono determinarsi delle sequenze critiche in serie: ciò genera lo sviluppo di sub-tree ciascuno dei quali sarà caratterizzato dalla medesima gerarchia di impianto. In questo caso il top event del sub-tree è costituito da un evento di terzo livello della ramificazione superiore; un difetto infatti può essere generato da un altro difetto.

Dal punto di vista della costruzione dell'albero degli errori va osservato che, nel caso di meccanismi di degrado derivanti da stati tensionali di tipo meccanico, una parte delle ramificazioni attiene alla rappresentazione delle azioni e del loro modo di determinarsi, mentre l'altra è relativa alla rappresentazione delle reazioni e del loro modo di esprimersi. La presenza di fattori di disturbo (difetti) può rendere il confronto tra azioni e reazioni tale da scatenare quelli che si è chiamato transitori.

E' chiaro che un albero degli errori, se completo rispetto alle fenomeniche dei quadri morbosi attinenti a una determinata tipologia di degrado, costituisce l'inviluppo delle sequenze critiche rappresentative di una certa situazione tecnologica (caratterizzante un determinato momento di sviluppo e di criticità di uno specifico comparto tecnologico), della quale ne costituisce il fall out conoscitivo sistematizzato.

Lo sviluppo della tecnologia potrà, nel tempo, da un lato "seccare" alcuni rami del fault tree e dall'altro attivare la formazione di nuovi sviluppi del fault tree.

Se l'albero degli errori, inteso come inviluppo complessivo degli errori e della catena di eventi che portano al degrado o al guasto di determinati sistemi costruttivi, e' orientato fondamentalmente a mettere a disposizione dell'operatore di diagnosi le molteplici ipotesi diagnostiche, a esprimerle in forma strutturata (quadro morbos) e quindi a formulare la diagnosi, esso costituisce nel contempo un valido supporto progettuale per gli aspetti legati al controllo della qualità nel tempo.

Da questo punto di vista, l'albero degli errori, se adeguatamente rielaborato, può costituire un vero e proprio pattern di progettazione: il secondo e terzo livello dei successivi sub-tree che formano l'albero complessivo sono in grado di innescare specifiche analisi progettuali, rendendo maggiormente determinato e giustificato il momento della progettazione tecnologica esecutiva.

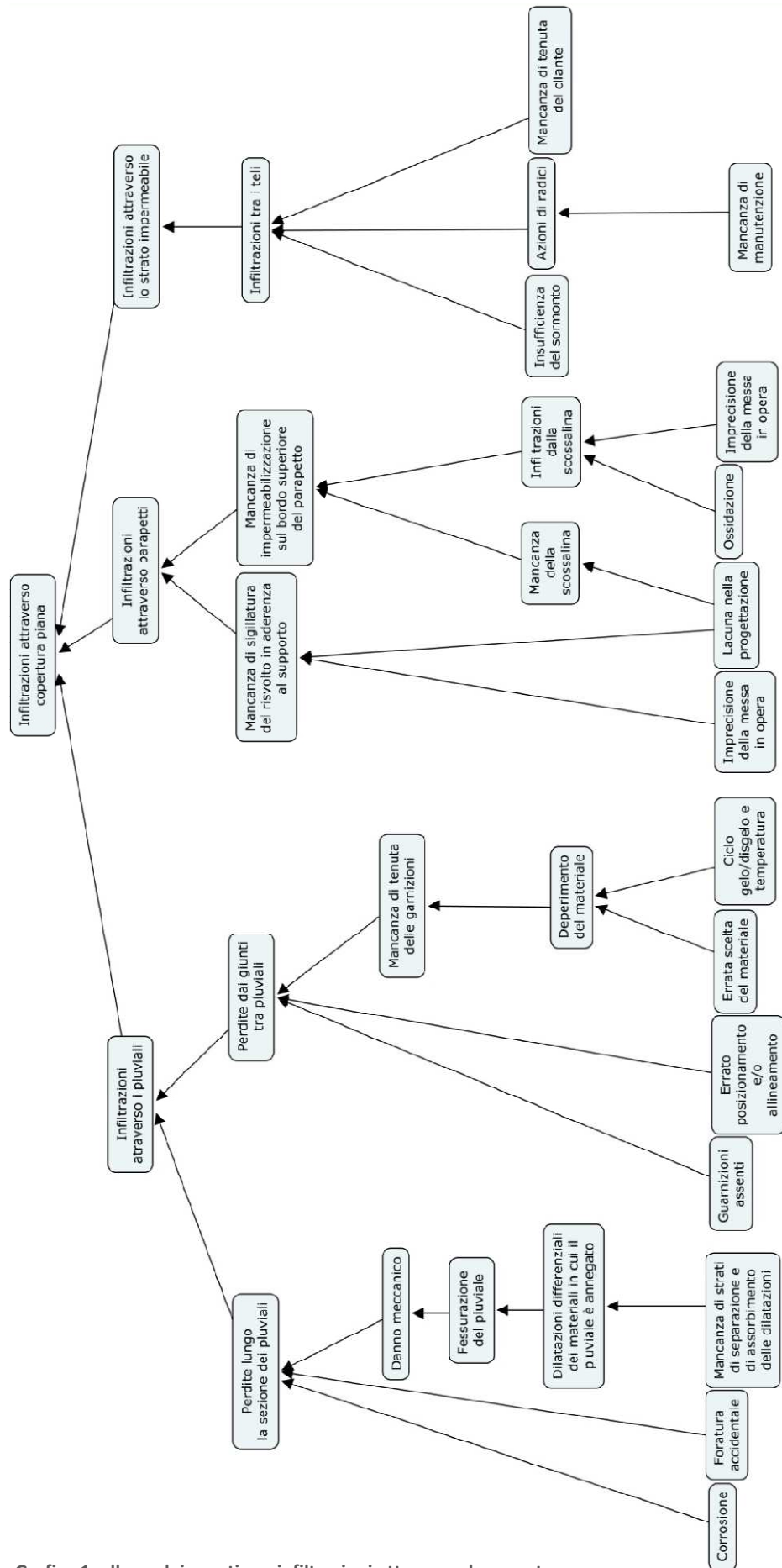


Gráfico 1: albero dei guasti per infiltrazioni attraverso la copertura

ALBERO DIAGNOSTICO

Se l'albero degli errori consente di evidenziare le sequenze critiche e di rappresentare le possibili ipotesi diagnostiche che portano al top event, esso non è in grado, però, di supportare l'operatore di diagnosi nella selezione ragionata delle ramificazioni pertinenti al caso specifico e, quindi, nella costruzione dello specifico albero degli errori e della conseguente diagnosi.

Strumenti maggiormente orientati a raggiungere questo obiettivo sono invece i cosiddetti alberi diagnostici (diagnostic tree).

L'albero diagnostico costituisce una guida procedurale allo sviluppo dell'indagine diagnostica: esso interviene quindi, nella specifica situazione come procedura orientata a strumentare la scelta di determinati rami dell'albero degli errori attraverso la risposta a quesiti concatenati, che possono richiedere sviluppi analitici o sperimentali.

L'albero diagnostico, analogamente all'albero degli errori, è strutturato in modo da analizzare in prima istanza il livello delle azioni e in seconda istanza la capacità di resistenza della soluzione tecnica o di sue parti elementari a tali azioni. Anche in questo caso si svilupperanno quindi ramificazioni (sequenza logica di collegamento tra il quesito iniziale e la diagnosi potenziale) attinenti alle azioni e altre relative alla capacità di risposta (reazioni): in linea generale la diagnosi si può, infatti, orientare verso ipotesi di eccesso di sollecitazione, ovvero verso ipotesi di difetto di resistenza, tenuto presente che entrambe possono portare all'attivazione di uno stato limite e al conseguente scatenamento di un transitorio fisico.

Gli elementi su cui è sviluppato l'albero diagnostico sono:

- il guasto
- i quesiti cui è necessario rispondere in parallelo o in successione per lo sviluppo dell'indagine e per lo sviluppo dell'indagine e per il raccordo tra le varie fasi decisionali
- le fasi e gli strumenti decisionali
- le possibili cause.

Le singole ramificazioni possono poi svilupparsi in parallelo o in serie: quest'ultima situazione può coinvolgere sequenze critiche elementari attinenti sia alle azioni, sia alla capacità di risposta.

Nella struttura dell'albero diagnostico compaiono momenti decisionali di risposta a specifici requisiti.

La risposta, a seconda dei casi, può partire da semplici osservazioni, da modellazioni analitiche, da esiti statistici, da prove sperimentali.

Nella costruzione di un albero diagnostico si pone quindi il problema di mettere a punto idonei strumenti di decisione per supportare adeguatamente l'operatore di diagnosi. Non sempre, però, è possibile disporre di strumenti la cui risposta sia univocamente interpretabile. Poiché la risposta ai quesiti concatenati può essere affetta da gradi di incertezza anche la diagnosi lo sarà: ciò dovrà essere opportunamente segnalato attraverso un indice di affidabilità e, in tale caso, potranno rimanere in gioco diverse ipotesi causali con diverso grado di incertezza.

In relazione alle cause, esse, nei singoli casi, possono agire singolarmente o sovrapporsi.

Generalmente, cause che operano su fattori di resistenza sono prevalentemente alternative (vige infatti la regola dell'anello debole di una catena), quelle basate su fattori di attivazione di stati tensionali possono integrarsi esasperando il fenomeno tensionale.

Naturalmente, l'albero diagnostico non si sostituisce all'operatore di diagnosi, ma chiarisce lo sviluppo procedurale e definisce i blocchi decisionali in cui può diventare fondamentale la competenza di esperti specialistici. L'operatore di diagnosi si trova quindi guidato e supportato nelle sue valutazioni decisionali, ma non sostituito. Spetta all'operatore di diagnosi, in sede finale, la valutazione sul prevalere nel caso specifico di una o più ipotesi diagnostiche e sul grado di affidabilità della diagnosi.

Il vantaggio offerto dagli alberi diagnostici (come accade anche per l'albero degli errori) è quello di impedire la dimenticanza di determinati sviluppi di indagine e di costringere quindi a muoversi in modo sistemico.

Nello sviluppo diagnostico si rivela di importanza basilare la messa a punto di strumenti di supporto delle fasi decisionali, individuate dai punti nodali dell'albero diagnostico. Questi strumenti di decisione possono essere costituiti dalla semplice osservazione di anomalie (per il rilievo di fatti sintomatici), da analisi statistiche delle zone di localizzazione e dei tempi di evenienza, da modellazioni fenomenologiche, da prove sperimentali, da consulti interdisciplinari con l'intervento di esperti.

Le analisi statistiche cercano di recuperare, tramite la manipolazione delle informazioni assunte sull'oggetto e sulle anomalie, indicazioni per una prima individuazione di ipotesi prediagnostiche.

Le analisi modellistiche, attraverso sviluppi analogici e algoritmi, cercano di rappresentare, per mezzo della modellazione dei transitori fisici, le fenomeniche patologiche in termini sia qualitativi sia quantitativi.

Le analisi sperimentali, e in particolare quelle basate sui metodi di prova non distruttivi, si propongono di supportare ipotesi diagnostiche mediamente una lettura più approfondita dell'oggetto e dei fenomeni che sono alla base del degrado.

6.2. FMEA – Failure Mode and Effects Analysis

La FMEA è una metodologia utilizzata per analizzare le modalità di guasto o di difetto di un processo, prodotto o sistema. L'acronimo deriva dalla denominazione inglese failure modes and effects analysis.

La FMEA fu sviluppata dalle forze armate statunitensi nel 1949, allo scopo di classificare i guasti in base all'impatto sul successo della missione e sulla sicurezza del personale e degli equipaggiamenti. Successivamente è stata applicata negli anni '60 per le missioni spaziali Apollo. Negli anni '80 fu usata dalla Ford per ridurre i rischi visto che un modello di automobile, la Pinto (progettata dal carismatico manager Lee Iacocca), presentava un problema ripetitivo di rottura del serbatoio che causava incendi in caso di incidenti. Attualmente l'utilizzo della FMEA è previsto da diversi sistemi di gestione della qualità. FMEA è una delle componenti principali del PPAP (Production Part Approval Process).

Quindi è un metodo qualitativo che si propone di individuare ed analizzare tutti i guasti potenziali associati ad un sistema, valutandone anche gli effetti, ed identificare i modi di guasto che più significativamente condizionano la disponibilità, l'affidabilità, la manutenibilità e la sicurezza del sistema

Generalmente si tratta di un approccio dal basso verso l'alto: si parte dal massimo dettaglio e si sale sino al sistema intero.

Si scompone in quattro fasi principali:

- definizione del sistema, delle sue funzioni e dei suoi componenti
- identificazione dei modi di guasto dei componenti e delle loro cause
- studio degli effetti prodotti da ogni modo di guasto
- conclusioni e raccomandazioni

Per la definizione del sistema si devono individuare:

- funzione/i primaria/e
- stati operativi del sistema
- limitazioni funzionali del sistema e dei componenti con particolare attenzione all'ambiente entro il quale il sistema e i suoi componenti sono dislocati

Inoltre è importante definire lo stato di guasto (limite di funzionamento)

Si devono poi identificare i modi di guasto del componente e le loro cause:

- per ogni stato operativo (aperto, chiuso, fermo, in moto,...) vengono classificati i modi di guasto a cui ogni componente può essere soggetto associandoli alle cause [interne o esterne] che possono averli determinati
- fase da condurre in modo esaustivo per la riuscita dell'analisi (gruppo di lavoro eterogeneo così da esaminare il problema da differenti punti di vista)
- una causa può trasformarsi in un ulteriore modo di guasto per lo stesso componente o per altri componenti

Per ciascun modo di guasto devono essere analizzati e valutati gli effetti sul funzionamento del sistema presumendo la presenza del solo modo di guasto analizzato e il corretto funzionamento di tutto il resto.

L'analisi degli effetti può aiutare a definire il quadro delle cause e a identificare nuovi modi di guasto.

Per tutte le combinazioni modo di guasto - causa si devono valutare tre fattori:

- O = occorrenza, indica una stima della frequenza con cui una specifica causa di guasto si manifesterà
- S = severità, indica una stima della gravità della peggiore conseguenza potenziale
- R = rilevabilità, stima della facilità con cui un guasto può essere rilevato

Ad ognuno dei tre fattori sarà assegnato un punteggio da 1 a 10, in cui (per le voci "O" e "S") 1 rappresenta la condizione di minimo rischio e 10 quella di massimo rischio (per la voce "R" minore è il punteggio – ad esempio 1 – maggiore è la possibilità di rilevamento del modo di guasto). I punteggi devono essere assegnati secondo scale non lineari in modo da garantire una corretta ponderazione dei tre fattori. Nella pratica sono disponibili tabelle pubblicate da AIAG, VDA, ANFIA, SAE, etc.

A titolo esemplificativo, O è posto pari a 1 in caso di probabilità di accadimento remota, che può essere valutata al di sotto di un caso su 100.000, mentre è pari a 10 se si ha elevata probabilità di accadimento, cioè circa 1 caso su 10 (Potential FMEA - Reference Manual AIAG).

Occurrence	Rank	Criteria
Almost never	1	Failure unlikely. History shows no failure
Remote	2	Rare number of failure likely
Very slight	3	Very few failure likely
Slight	4	Few failure likely
Low	5	Occasional number of failure likely
Medium	6	Moderate number of failure likely
Moderately high	7	Frequent high of failure likely
High	8	High number of failure likely
Very high	9	Very high number of failure likely
Almost certain	10	Failure almost certain

Tabella 2: valore occorrenza (O)

S è valutato in base all'impatto sulla funzionalità e sulla sicurezza del sistema. S può essere posto pari a 1 quando il modo di guasto non produce effetti apprezzabili, mentre è posto pari a 10 quando, oltre a compromettere la funzionalità del sistema, esso provoca situazioni di pericolo per l'integrità di persone.

Severity	Rank	Criteria
No effect	1	No effect on the product or subsequent processes
Very slight effect	2	Very slight effect on the product performance
Slight effect	3	Slight effect on the product performance
Minor effect	4	Fault does not require repair
Moderate effect	5	Fault on non vital part requires repair
Significant effect	6	Product performance degraded, but operable and safe. Non vital part inoperable
Major effect	7	Major effect on process, repair on part necessary. Subsystem inoperable
Extreme effect	8	Extreme effect on process, equipment damaged. Product inoperable but safe
Serious effect	9	Potential hazardous effect
Hazardous effect	10	Hazardous effect

Tabella 3: valore severità (S)

R sarà posto pari a 1 quando si ha la ragionevole certezza che i controlli individuino il modo di guasto o la sua causa, mentre sarà posto pari a 10 quando non è previsto alcun controllo per il modo di guasto o causa in questione.

Detection	Rank	Criteria
Almost certain	1	Current controls almost always will detect the failure
Very high	2	Very high likelihood current controls will detect the failure
High	3	Good likelihood current controls will detect the failure
Moderately high	4	Moderately likelihood current controls will detect the failure
Medium	5	Medium likelihood current controls will detect the failure
Low	6	Low likelihood current controls will detect the failure
Slight	7	Slight likelihood current controls will detect the failure
Very slight	8	Very slight likelihood current controls will detect the failure
Remote	9	Remote likelihood current controls will detect the failure
Hazardous effect	10	No known controls available to detect the failure

Tabella 4: valore rilevabilità (R)

L'analisi sopra descritta permette di individuare i modi di guasto più critici mediante l'Indice di Priorità del Rischio (RPN):

$$RPN = O \times S \times R$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O = occorrenza	non si verifica					si verifica				
S = severità	non grave							estremamente grave		
R = rilevabilità	sempre rilevabile								non rilevabile	

Tabella 5: indice di priorità del rischio

Infine si passa alle conclusioni e le raccomandazioni che comprendono:

- quadro di tutti i possibili modi di guasto e dei loro effetti sul funzionamento del sistema
- identificazione dei singoli eventi di guasto in sede di progetto del sistema
- identificazione dei guasti secondari
- indicazione per la progettazione di sistemi di rilevamento del guasto
- indicazioni per la pianificazione delle operazioni di manutenzione per ogni possibile guasto

Le azioni di miglioramento del prodotto, processo o sistema dovranno essere orientate principalmente sui modi di guasto che presentano i più alti valori di RPN. La FMEA può essere poi ripetuta a seguito delle azioni migliorative, per verificare se i valori di RPN sono diminuiti.

6.3. FMECA – Failure Modes, Effects and Criticality Analysis

LA FMECA (acronimo dell'inglese Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis – Analisi dei modi, degli effetti e della criticità dei guasti) è una estensione della FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), in aggiunta alla quale include un'analisi di criticità usata per valutare, mediante opportuni diagrammi, la gravità delle conseguenze di un guasto correlata con la probabilità del suo verificarsi.

L'analisi, che viene utilizzata nei settori più diversi, mette in evidenza le modalità di guasto che hanno nello stesso tempo una probabilità di accadere relativamente alta unita ad un'alta gravità di conseguenze, mettendo in evidenza i punti di debolezza di un progetto, sui quali occorre intervenire con adeguate modifiche.

Questa metodologia fu sviluppata nel 1949, durante il progetto del programma spaziale Apollo, allo scopo di prevedere il comportamento al guasto dei sistemi e adottare conseguentemente le necessarie contromisure. Il Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti, successivamente, ha realizzato la MIL-STD-1629A (Military Standard) la quale, nata in ambiente navale (US Navy), contiene gli scopi, le procedure e lo sviluppo della metodologia FMECA. La MIL-STD 1629A è stata in seguito aggiornata fino al 1984.

In italiano la FMECA viene talvolta tradotta con MAGEC, in francese con AMEDEC, il significato dell'acronimo rimane però identico nelle diverse lingue, ossia: Analisi dei modi di guasto degli effetti e delle loro criticità; tuttavia viene generalmente mantenuto l'acronimo inglese, che ha ormai assunto valenza internazionale.

La FMECA è un'analisi più precisa in confronto alla FMEA; essa infatti è in grado di valutare in modo accurato la probabilità che un evento si verifichi e di quantificare in modo accurato la probabilità che un modo di guasto provochi l'effetto previsto ed abbia conseguenze della gravità ipotizzata.

L'analisi qualitativa è analoga a quella della FMEA; la parte che si evolve è la fase quantitativa, la valutazione della criticità del guasto.

La FMECA suddivide gli effetti delle modalità di guasti in 4 classi di gravità:

Classe I	Catastrofica, rende inutilizzabile il prodotto, rischio per il cliente
Classe II	Critica, rende inattivo il prodotto o ne limita fortemente le prestazioni
Classe III	Marginale, degradazione delle prestazioni del prodotto
Classe IV	Minore, leggera insoddisfazione del cliente, non si rileva degrado significativo

Tabella 6: classi di gravità della FMECA

Si valuta poi un Indice di Criticità, definito come:

$$I_C = \alpha \cdot \beta \cdot \lambda \cdot t$$

α : probabilità di guasto percentuale imputabile al dato modo di guasto

β : probabilità percentuale che dato il modo di guasto, l'effetto associato si verifichi con la gravità ipotizzata

λ : tasso di guasto

t: tempo operativo

Si valuta poi l'indice di criticità complessivo dei modi di guasto appartenenti ad ogni classe di gravità. E' quindi necessario sommare gli indici di criticità di tutti i modi di guasto della classe:

$$I_{Ci} = \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j \cdot \beta_j \cdot \lambda \cdot t$$

I_{Ci} : indice di criticità della classe i-esima

n_i : numero di modi di guasto della classe i-esima.

E' quindi possibile valutare la situazione del prodotto riportando su un grafico la matrice degli indici di criticità delle varie classi.

Può essere quindi associata alla FMEA per attribuire una connotazione più quantitativa all'analisi e si basa sulla valutazione dei potenziali rischi trovati con FMEA considerando un indice che deriva dalla combinazione di severità e probabilità di accadimento con alcuni fattori correttivi come il numero di criticità per modo di guasto e il numero di criticità del componente.

6.4. Modi di guasto

Un guasto può essere correlato a un difetto solamente attraverso l'intervento di un agente scatenante.

Un difetto, in assenza di un agente attivatore, permane allo stato latente, ma non è in grado di per sé di generare un guasto, sia esso naturale che patologico.

Sotto l'azione di un agente scatenante lo stato di sofferenza attivato da un difetto, ancor prima della comparsa del guasto, può essere registrato attraverso la comparsa di anomalie visibili, di anomalie comportamentali percepibili sensorialmente (attraverso una situazione di non neutralità sensoria) o strumentale. Queste anomalie dipendono da alterazioni dei materiali conseguenti all'interazione con specifici agenti di attivazione. Negli elementi edilizi le anomalie visibili, che molto spesso vengono percepite solo in termini di insoddisfazione estetica, possono essere espressione diretta di guasti o di difetti dello strato esterno, ovvero indiretta di guasti o di difetti attinenti a parti o strati non visibili, in quanto interni all'elemento tecnico.

Il rilievo delle anomalie visibili o misurabili è un momento estremamente importante nel rilievo prediagnostico. Il fatto che una anomalia visibile o misurabile sia interpretabile come sintomo di alcunché è domino della successiva fase di diagnosi.

Per ciò che riguarda l'interpretabilità delle anomalie visibili, la diagnosi può giungere alle seguenti conclusioni che possono combinarsi tra di loro:

- l'anomalia visibile evidenzia direttamente il difetto dell'elemento su cui compare; è il caso della rottura delle tegole e infiltrazioni di acqua piovana nelle coperture in laterizio che attiva il difetto "scarsa resistenza all'urto (grandine, pedonaggio ecc.)";
- l'anomalia visibile evidenzia indirettamente l'esistenza di un difetto, su altre parti non visibili, attivatore di un guasto su altre parti; è il caso del deposito disomogeneo di polvere, causato dal fenomeno di termoforesi, all'intradosso di una copertura in corrispondenza dei travetti di un solaio laterocementizio, che evidenzia un difetto di isolamento attivatore del guasto "insufficiente resistenza termica";
- l'anomalia visibile evidenzia indirettamente un guasto attinente a strati interni visibili; è il caso dello stillicidio negli ambienti sottostanti a una copertura che evidenzia lo stato di guasto della membrana impermeabile;
- l'anomalia visibile esprime direttamente il guasto e indirettamente l'esistenza di un difetto in strati non visibili; è il caso per esempio della fessurazione di una membrana impermeabile che, se sovrapposta a un giunto di accostamento tra pannelli isolanti, evidenzia uno stato tensionale anomalo generato da difetti di resistenza meccanica della membrana o da difetti conseguenti a eccessive mobilità inerenti di pannelli isolanti rigidi di supporto.

In linea generale quindi ancor prima della comparsa di guasti veri e propri, possono evidenziarsi anomalie premonitrici, la cui interpretazione risulta necessaria al fine di valutare l'opportunità di interventi di manutenzione preventiva. E' questo il caso della manutenzione sotto condizione che si muove infatti a partire dalla sussistenza di anomalie premonitrici, che segnalano la probabile comparsa di un guasto, in dipendenza di invecchiamenti sia naturali che patologici, la cui discriminante è costituita dal tempo di comparsa di guasto, che nel caso della patologia si presenta anticipato anormalmente rispetto alla speranza di vita tipica espressa dal reparto tecnologico corrispondente allo stato di evoluzione della tecnologia.

Gli strumenti di diffusione in grado di coinvolgere efficacemente gli operatori del settore edilizio sulle conoscenze di guasti e difetti sono:

- gli atlanti delle patologie edilizie e i documenti di analisi di case history. Di particolare utilità si rivelano gli atlanti delle patologie edilizie che, se costantemente aggiornati da specifici osservatori, consentono di allertare il settore su patologie via via emergenti, nella continua evoluzione tecnologica che caratterizza attualmente il campo delle costruzioni;
- le analisi dei momenti del processo edilizio (analisi processuali) in cui possono essere depositati fattori di disturbo a esito patologico. Sono documenti particolarmente orientati alla restituzione strutturata delle conoscenze che evidenziano per specifiche famiglie di soluzioni costruttive, gli errori (e gli effetti conseguenti) che possono essere depositati nelle varie fasi del processo edilizio a partire dalla preprogettazione fino alla gestione e manutenzione;
- le sinossi relazionali: sono documenti più sintetici ma ugualmente didattici che evidenziano, per una specifica soluzione costruttiva, gli effetti dovuti alla mancata adozione di regole dell'arte.

Di seguito si riportano le schede contenenti i modi guasto inerenti alle coperture piane , coperture inclinate e pareti contro terra.

Per ogni modo di guasto si è riportato:

- descrizione del processo
- difetti che generano il problema
- gli accorgimenti da seguire in fase di progettazione, esecuzione e manutenzione
- i controlli da effettuare in fase di progettazione, esecuzione e manutenzione

6.5. Coperture piane

[CP 01] LESIONE MEMBRANA INFRAGILITA PER INVECCHIAMENTO

Le membrane bituminose, soprattutto se le prestazioni del compound che le costituisce si basano sulla presenza di composti stirenici e butadiene-stirenici (SBS), sono soggette, più facilmente di quelle che utilizzano plastomeri olefinici, ad invecchiamento termico per azione dei raggi UV. L'effetto di queste modifiche della struttura chimica dei polimeri presenti nel compound, consiste nella modifiche delle caratteristiche reologiche, con forte riduzione della capacità della membrana di sopportare deformazioni indotte a bassa velocità, in condizioni di temperatura sempre più elevata.



Figura 4: [CP 01] lesione membrana infragilita per invecchiamento

Succede quindi che, in quei punti in cui si sviluppano stati tensionali (dovuti a ritiro, all'azione del vento, o ad altre cause), soprattutto se ciò avviene ciclicamente, lì si possono formare delle lesioni, anche non visibili ad occhio nudo, che compromettono la tenuta del sistema impermeabile, soprattutto se in corrispondenza di esse si formano dei battenti idrici anche minimi

Difetti: l'errore principale che genera questo guasto consiste nel lasciare esposte membrane non resistenti all'azione della radiazione solare. Il difetto consta, solitamente, nell'assenza di protezione. Si noti che alcuni sistemi di protezione, quali ad esempio le vernici o le scaglie di ardesia, sono "caduche", ovvero devono essere rinnovate nel tempo, per cui, in questo caso, si tratta di manutenzione insufficiente (errore di gestione) e di insufficiente durabilità del sistema di protezione.

Accorgimenti in fase di progetto

- Nel caso di sistemi di copertura "caldi" (soluzioni tecniche di copertura per i quali la membrana che realizza lo strato di tenuta costituisce lo strato più esterno ed è direttamente esposta all'irraggiamento solare), l'utilizzo di membrane "ardesiate" (protezione con scaglie di pietra naturale tipo ardesia) è accettabile solo se esse non costituiscono il sistema di tenuta ovvero, in altri termini, alla o alle membrane costituenti il sistema di tenuta, deve essere aggiunto uno strato ulteriore, dedicato esclusivamente alla protezione di quelli sottostanti. Anche se questo non deve garantire le stesse prestazioni meccaniche del sottostante strato di tenuta, conviene che per la realizzazione di entrambi gli strati si utilizzino membrane affini, in termini di miscela di polimeri costituenti il compound.
- Sempre nel caso di sistemi di copertura "caldi", quando, per motivi estetici, per esempio, si prevede di utilizzare un sistema di protezione basato su pitture (di tipo acrilico, per esempio), è essenziale che il ciclo di pitturazione venga ripetuto ogni anno o, ogni due a seguito di controlli e ritocchi annuali.
- Anche nel caso di altri sistemi di copertura, può darsi che la membrana, protetta in sezione corrente da altri strati, si trovi esposta in corrispondenza dei dettagli di risvolto, vuoi per la mancata soluzione progettuale di tali dettagli, vuoi per la geometria delle pendenze. In tali posizioni viene, di fatto, a riprodursi la soluzione "calda" della copertura e valgono i suggerimenti di cui sopra.

Controlli in fase di progettazione

- Controllare che il sistema di tenuta sia protetto in maniera idonea e che questa protezione sia in grado di durare fino al primo intervallo di manutenzione.
[In relazione all'azione dei raggi solari e del ritiro]
- Controllare la corretta progettazione dei risvolti in relazione a:
 - limite di resistenza a trazione delle membrana;
 - limite di resistenza a trazione dei fissaggi;
 - limite di resistenza a sfilamento dei fissaggi dal supporto

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare che il sistema di tenuta e la membrana siano protetti in maniera idonea e che questa protezione sia in grado di durare fino al primo intervallo di manutenzione.
[In relazione all'azione dei raggi solari e del ritiro]
- Controllo della corretta esecuzione dei dettagli di risvolto

[CP 02] ALTERAZIONE DELLA MEMBRANA PER AGENTI CHIMICI

In occasione di piogge, in corrispondenza di concavità del piano della copertura, si può avere un accumulo di acqua che, in casi normali, contiene polveri ed agenti chimici. Cicli di accumulo e successiva evaporazione permettono la concentrazione localizzata di tali componenti che possono alterare la membrana fino a provocare microlesioni con successiva infiltrazione di acqua all'interno della copertura. Ciò accade soprattutto in zone industriali dove l'atmosfera può contenere composti chimici che possono interagire con le membrane o in parcheggi per autoveicoli dove si può avere presenza di idrocarburi o simili.



Figura 5: [CP 02] alterazione della membrana per agenti chimici

Difetti: il difetto consiste nell'errata planarità del piano di posa che può essere dovuto ad una errata esecuzione, ad eccessive frecce del supporto strutturale o a schiacciamento localizzato di strati sottostanti l'elemento di tenuta, tipicamente lo strato di isolamento termico, per carichi eccessivi o errori di posa (non continuità dello strato).

Accorgimenti in fase di progetto

In fase di progetto è necessario prevedere una pendenza minima (> 1.5%) per il piano di posa, non solo per permettere un buono scorrimento dell'acqua ma anche per compensare eventuali frecce della struttura, soprattutto su forti luci.

È necessario inoltre verificare la compatibilità della membrana con gli agenti chimici che possono venire a contatto con essa. Le membrane sintetiche, in genere, non sono resistenti alle benzine e, limitatamente, ai grassi ed agli oli; le membrane bituminose agli idrocarburi in genere.

Accorgimenti in fase di gestione

La formazione di concavità, in genere, nasce già in fase di esecuzione o quando questa fase è terminata da poco. Tuttavia variazione dei carichi (sia a livello di intensità che di localizzazione) o fenomeni di rilassamento della struttura possono attivare questo fenomeno anche successivamente. È quindi necessario, in relazione ai carichi, valutare i fenomeni strutturali (frecce) che una loro variazione può provocare; in relazione ai fenomeni di rilassamento, prevederne la loro entità ed intervenire con controfrecce strutturali oppure aumentando la pendenza della copertura.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo compatibilità della membrana con agenti chimici con i quali può entrare a contatto [sintetiche no benzine, grassi o oli; bituminose no idrocarburi] a secondo dell'ambiente cui è esposta
- Controllo delle pendenze rispetto a quelle che possono essere le frecce per evitare concavità e ristagni
- Controllo rispetto pendenza minima (> 1.5%)

Controllo in fase di esecuzione

- Controllo della corrispondenza delle caratteristiche dei materiali con quelle richieste in progetto
 - Controllo delle certificazioni dei materiali
 - Controllo del corretto stoccaggio dei materiali
 - Controllo della corretta movimentazione dei materiali
 - Controllo del buono stato dei materiali
- Controllo planarità del piano di posa
- Controllo del rispetto delle pendenze

Controllo in fase di gestione

- Controllare che eventuali fenomeni di cedimento dello strato di supporto e di rilassamento siano contrastati

[CP 03] LESIONE DA RITIRO

Le membrane, sia di tipo sintetico che bituminoso, sono soggette a fenomeni di invecchiamento, dovuto all'azione dell'irraggiamento solare che provoca un loro addensamento ed il conseguente ritiro della massa impermeabilizzante, soprattutto se esse non sono dotate di un'adeguata armatura che limita tali effetti. Essa opera a favore della stabilità dimensionale e limita in maniera consistente i movimenti della membrana. Quando la membrana è posata in indipendenza, il ritiro provoca sollecitazioni di trazione in corrispondenza dei punti nei quali la

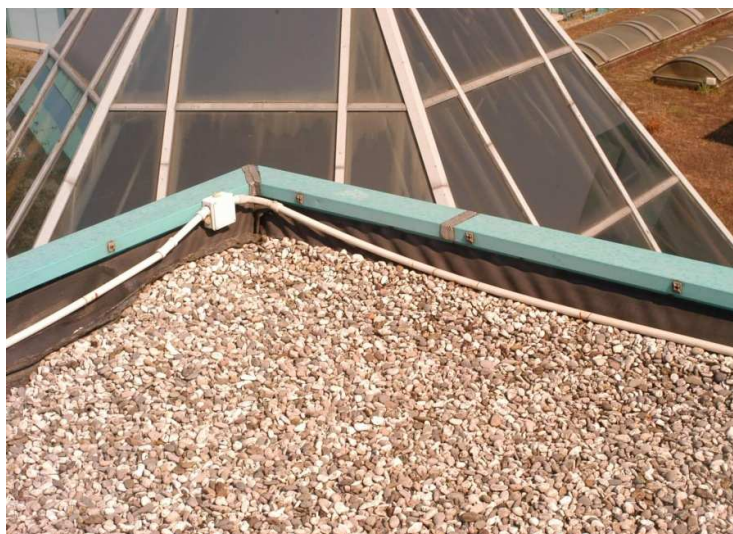


Figura 6: [CP 03] lesione da ritiro

membrana è vincolata (fissaggi perimetrali, tubazioni fuoriuscenti dalla

copertura e simili): inizialmente la membrana tende a sollevarsi, successivamente il superamento del limite di rottura provoca lesioni e conseguenti infiltrazioni di acqua all'interno dell'edificio.

Difetti: il difetto (invecchiamento) era intrinseco al materiale utilizzato e non corrispondente ad una caratteristica non bene conosciuto al momento della messa in commercio dei primi prodotti. È tipico di nuove tecnologie non completamente testate nelle condizioni di esercizio. La successiva introduzione dell'armatura ha limitato tale fenomeno.

Accorgimenti in fase di progetto

La prevenzione del fenomeno del ritiro è possibile sia adottando materiali poco sensibili a tale azione, sia proteggendo la membrana dall'azione del sole.

Nel primo caso è possibile utilizzare membrane con presenza di adeguata armatura.

Nel secondo caso è possibile utilizzare membrane autoprotette, con protezione apportata oppure con protezione pesante (massetti o ghiaia) che evitano il contatto diretto dell'irraggiamento solare con la membrana.

Controlli in fase di progettazione

- Controllare che il sistema di tenuta sia protetto in maniera idonea e che questa protezione sia in grado di durare fino al primo intervallo di manutenzione.
[In relazione all'azione dei raggi solari e del ritiro]

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare che il sistema di tenuta e la membrana siano protetti in maniera idonea e che questa protezione sia in grado di durare fino al primo intervallo di manutenzione.
[In relazione all'azione dei raggi solari e del ritiro]

[CP 04] LESIONE DA CORRUGAMENTO

In presenza di irraggiamento diretto le membrane, senza protezione, subiscono variazioni dimensionali, con dilatazioni e successive contrazioni. L'accoppiamento di membrane con differenti caratteristiche reologiche, in genere innescato da operazioni di riqualificazione con posa di una nuova membrana su quella esistente, fa sì che esse si comportino in maniera differente rispetto a tali sollecitazioni con movimenti non omogenei. Le membrane subiscono quindi deformazioni differenti.



Figura 7: [CP 04] lesione da corrugamento

Cicli di contrazione e dilatazione producono inizialmente il corrugamento della membrana superiore; poi, per fatica si ha formazione di lesione sulla linea maggiormente sollecitata. Il fenomeno può portare ad infiltrazioni di acqua qualora anche la seconda membrana subisca lesioni.

Difetti: il difetto consiste nelle differenti caratteristiche reologiche delle due membrane le quali, sotto l'azione di forze esterne (indotte dalla temperatura) si comportano in maniera differente.

Accorgimenti in fase di progetto

In caso di rifacimento dell'elemento di tenuta effettuato mediante una nuova membrana sovrapposta alla prima si possono presentare, tipicamente, due casi:

- posa di membrane in completa aderenza;
- posa di membrane in completa indipendenza.

Nel primo caso è necessario verificare la compatibilità delle caratteristiche meccaniche delle membrane (modulo elastico, resistenza a trazione) e, possibilmente utilizzare almeno membrane autoprotette.

Nel secondo caso viene utilizzata membrana con una protezione pesante (massetti o ghiaia) che evitano il contatto diretto dell'irraggiamento solare con la membrana e, quindi, riducono in maniera sensibile le sollecitazioni su di essa. Un eventuale movimento di quella superiore non innesci movimenti su quella inferiore, soprattutto se viene inserito uno strato di separazione (ad esempio, in TNT). Si consiglia, in ogni caso, di tagliare la prima membrana in settori per annullare eventuali fenomeni tensionali presenti.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo possibilità di instaurarsi tensioni non sopportabili dall'elemento di tenuta

Controlli in fase di esecuzione

- Verificare la compatibilità delle caratteristiche meccaniche e/o chimiche tra i vari elementi del pacchetto di impermeabilizzazione

[CP 05] DISTACCO DEL RISVOLTO PER RITIRO

Il ritiro della membrana, posata in indipendenza, dovuto, tipicamente, al fenomeno dell'invecchiamento provoca sollecitazioni di trazione in corrispondenza dei punti di vincolo, presenti sia in corrispondenza di terminali di canalizzazioni, sia del risvolto perimetrale. In quest'ultimo caso, in genere, è presente un fissaggio meccanico (fissaggio di bordo), posto in corrispondenza del risvolto superiore della membrana. In corrispondenza di esso si ha, quindi, la possibilità:

- di superare il limite di resistenza a trazione delle membrane, con rottura di questa;
- di superare il limite di resistenza a trazione dei fissaggi, con rottura di questi e delocalizzazione della membrana;
- di superare il limite di resistenza a sfilamento dei fissaggi dal supporto, con delocalizzazione della membrana;
- punzonamento della membrana in corrispondenza dei fissaggi.

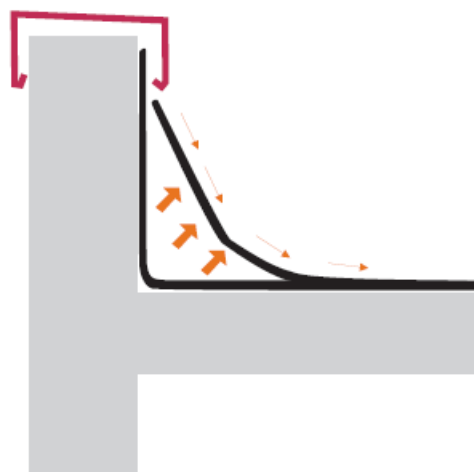


Figura 8: [CP 05] distacco del risvolto per ritiro

Difetti: i difetti possono consistere:

- nell'utilizzo di membrane non resistenti all'azione dei raggi UV;
- nell'assenza di strato di protezione;
- nell'assenza di fissaggio alla base del risvolto, per membrane posate in indipendenza, che limita gli effetti del ritiro.

Accorgimenti in fase di progetto

La prevenzione del fenomeno del ritiro è possibile sia adottando materiali poco sensibili a tale azione, oppure proteggendo la membrana dall'azione del sole.

Nel primo caso è possibile utilizzare membrane con presenza di adeguata armatura (è possibile valutare la sua presenza in relazione ad una maggiore resistenza a trazione e stabilità dimensionale).

Nel secondo caso è possibile utilizzare membrane autoprotette, con protezione apportata oppure con protezione pesante (massetti o ghiaia) che evitano il contatto diretto dell'irraggiamento solare con la membrana. È sempre consigliabile posizionare un fissaggio perimetrale alla base del risvolto, in maniera tale da limitare le sollecitazioni in corrispondenza dell'angolo, che tendono a sollevare la membrana, in quanto la forza di aderenza al supporto non compensa le azioni di ritiro. È anche possibile posare la membrana in completa aderenza, metodologia che limita in maniera sensibile i fenomeni di ritiro.

Controlli in fase di progettazione

- Controllare utilizzo membrane resistenti all'azione dei raggi UV: tipo di protezione: ghiaia, verniciatura, ardesia
- Controllare presenza strato di protezione sopra la membrana
- Controllare la corretta progettazione dei risvolti in relazione a:
 - limite di resistenza a trazione delle membrane;
 - limite di resistenza a trazione dei fissaggi;
 - limite di resistenza a sfilamento dei fissaggi dal supporto
- Verificare la compatibilità delle caratteristiche meccaniche o e chimiche tra i vari elementi del pacchetto di impermeabilizzazione

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare il fissaggio della membrana alla base del risvolto

[CP 06] DISTACCO PER DIFETTI DI SALDATURA

Le membrane utilizzate per l'impermeabilizzazione delle coperture sono prodotte in rotoli, vengono giustapposte, in opera, e saldate fra di loro e al supporto (se in aderenza a quest'ultimo).

È possibile che la presenza di difetti di saldatura, quindi per saldature non omogenee che non hanno interessato tutta la zona di sovrapposizione, le tensioni che si generano, dovute, per esempio, ad azioni di tipo termico o all'azione del vento, possano superare il limite di resistenza per aderenza, provocando il distacco delle giunzioni e conseguenti possibili infiltrazioni di acqua al di sotto l'elemento di tenuta.



Figura 9: [CP 06] distacco per difetti di saldatura

Difetti: i difetti sono legati alla fase di esecuzione e possono consistere:

- nella non completa saldatura delle interfacce delle membrane contigue, dovuta alla mancata pressione di queste;
- nella non completa saldatura delle interfacce dovuta alla presenza di scaglie di ardesia, la cui presenza implica un maggior tempo di rinvenimento della membrana.
- nella non completa saldatura dovuta alla posa invertita della membrana.

Accorgimenti in fase di esecuzione

L'applicazione della membrana deve avvenire secondo quanto indicato dai produttori. In particolare l'applicazione di membrane a base bituminosa avviene usando un cannello a gas propano che deve scaldare sia la membrana che il supporto; la fiamma deve interessare in particolare anche la zona di membrana già posata ed interessata dalla sovrapposizione con quella successiva. Per membrane ardesiate la sfiammatura dovrà essere particolarmente intensa, al fine di fondere il bitume e farlo arrivare in superficie, in modo tale da saldarsi alla membrana posata superiormente. Anche le condizioni climatiche sono importanti: si consiglia sempre di evitare temperature di posa inferiori ai 5°C, neve, pioggia, U.R. elevata. Inoltre, alcuni produttori riportano il periodo migliore di posa (estivo o invernale) in relazione al periodo di produzione: il rispetto di questa indicazione evita una eccessiva morbidezza della membrana, per membrane realizzate in periodo invernale ed una eccessiva rigidità per membrane realizzate durante l'estate.

In genere, inoltre, tutte le membrane hanno una unica superficie che può essere sfiammata, indicata da simboli o protetta da film. È quindi necessario verificare preventivamente quale delle due superfici è quella corretta.

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo corretto lato di posa della membrana
- Controllo assenza di scaglie di ardesia in corrispondenza delle saldature
- Controllare che il metodo di posa sia conforme alle specifiche del produttore
- Controllo completa saldatura delle interfacce delle membrane contigue
- Controllare che al momento della posa la temperatura non sia inferiore a 5°C, non piova, non nevichi, e l'umidità relativa non sia elevata
- Controllo corretto lato di posa della membrana
- Controllo assenza di scaglie di ardesia in corrispondenza delle saldature
- Controllo larghezza del sormonto di giunzione laterale ≥ 100 mm, con almeno 60 mm in adesione effettiva
- Controllo larghezza del sormonto di giunzione di testa per membrane prive di autoprotezione ≥ 150 mm, con almeno 100 mm in adesione effettiva
- Controllo larghezza del sormonto di giunzione di testa per membrane prive di autoprotezione ≥ 150

mm (previa preparazione della superficie con l'eliminazione dell'autoprotezione), con almeno 100 mm in adesione effettiva

[CP 07] FORATURA PER CALPESTIO

In molti casi le membrane di impermeabilizzazione poggiano su strati di supporto quali, per esempio, elementi termoisolanti (lana di roccia, lana di vetro, polistirene) che hanno una ridotta resistenza meccanica ed elevata deformazione sotto carico.

In caso di assenza di uno strato superiore di protezione meccanica di adeguato spessore, sotto l'azione di carichi concentrati (per esempio dovuti al calpestio) si verificano elevate deformazioni del supporto e, quindi, la membrana raggiunge conseguenti elevate deformazioni che possono superare il limite di rottura, lacerandola e permettendo all'acqua di infiltrarsi.

Quest'ultima, imbibendo l'elemento termoisolante ne riduce anche la resistenza termica, con conseguente aumento dei consumi energetici.

Un fenomeno simile si ha anche in caso di non contiguità dei pannelli di isolamento termico o per assenza di sue parti. Infatti il contatto locale in zone con sottostanti vuoti può portare ugualmente a lacerazioni della membrana. In questo caso, la situazione viene amplificata in quanto l'assenza di supporto rende critica la situazione anche per deboli impatti.

Anche la non planarità del piano di posa del supporto può provocare lo stesso guasto in quanto l'azione di calpestio modifica la geometria del supporto e, quindi, della membrana, e attiva tensioni che possono portare alla lacerazione.

Difetti: si premette che il guasto può essere dovuto a uno o ad una combinazione dei difetti seguenti.

- ridotta resistenza a compressione ed elevata deformazione sotto carico dello strato di supporto della membrana;
- ridotta resistenza al punzonamento delle membrane;
- assenza di strato di protezione meccanica posto sopra la membrana;
- assenza di percorsi pedonali protetti da elementi idonei (p.e., quadrotti in cls);
- errata posa dell'elemento di supporto della membrana (presenza di discontinuità);
- non planarità dell'elemento di supporto della membrana (per presenza di intrusioni, p.e. ghiaia o per irregolarità del piano di posa, p.e. concavità o convessità della struttura);
- assenza di parti dell'elemento di supporto della membrana (presenza di discontinuità);
- assenza di idonee protezioni temporanee durante la fase di cantiere.

In guasto indicato, in genere, è inerente coperture non dedicate ad usi specifici, quindi classificate come accessibili per sola manutenzione, per le quali il progetto non prevede uno strato di protezione meccanica. Sono assenti anche percorsi pavimentati dedicati. Il manto quindi è a vista. In occasione di operazioni di ispezione o manutenzione delle coperture o di impianti posizionati sopra di essa è quindi possibile che gli operatori calpestino direttamente la membrana lacerandola.

Accorgimenti in fase di progetto

E' necessario prevedere o uno strato di protezione meccanica o, almeno, percorsi e postazioni di lavoro ben identificati dove la membrana sia protetta meccanicamente. In alternativa:

- analizzare la deformazione sotto il carico localizzato di progetto dello strato di supporto della membrana ed il rapporto con il punzonamento della stessa e verificare se quest'ultimo rientra nei limiti ammissibili. In questo caso oltre alle caratteristiche meccaniche del supporto entra anche in gioco la modalità di posa della membrana. Infatti membrane posate in completa aderenza risentono maggiormente della deformazione del supporto o di sua assenza localizzata in quanto accompagnano in maniera diretta i movimenti; le membrane posate in indipendenza distribuiscono la deformazione su una area maggiore, con una conseguente minore deformazione unitaria e, in ultimo, minori tensioni.

Accorgimenti in fase di esecuzione

Le problematiche relative al calpestio sono soprattutto legate alle coperture di spazi interrati ma anche di quelli fuoriterra qualora vi siano macchinari o terminali in genere; questo, in maniera particolare, se il tempo intercorrente fra la posa della membrane e la posa degli eventuali strati estradossali è elevato. Infatti la copertura di spazi interrati viene spesso utilizzata come zona di stoccaggio o di supporto per opere provvisorie con conseguenti alte probabilità di deterioramento della membrana.

La protezione temporanea della membrana è facilmente attuabile mediante la stesura di strati di sacrificio

realizzati con i più svariati materiali, purché dotati di resistenza al punzonamento.

In riferimento alla corretta posa degli strati di supporto, soprattutto se realizzati in pannelli, è necessario un controllo dell'integrità degli elementi, della contiguità di posa, della planarità di posa e dell'assenza di elementi quali ghiaia, parti in legno e residui in genere sul piano di posa.

Accorgimenti in fase di gestione

È importante controllare periodicamente la funzionalità e la congruità dei percorsi in quanto spesso gli elementi di protezione vengono delocalizzati o vengono inseriti nuovi terminali o macchinari non dotati di collegamento con le zone di sbarco in copertura, con il conseguente instaurarsi di percorsi direttamente sulla membrana che ne possono provocare la rottura.

Controlli in fase di progettazione

- Controllare che la resistenza meccanica (trazione, compressione, punzonamento) dello strato di tenuta e dello strato di supporto siano adeguata alle sollecitazioni
- Controllo presenza di adeguati (caratteristiche morfologiche e meccaniche) percorsi per l'ispezione/ manutenzione ed eventuali strati di protezione aggiuntive
- Coperture continue: [Rif. UNI 8627]
 - accessibili solo per manutenzione copertura stessa
 - accessibili per manutenzione di attrezzature impiantistiche
 - accessibili ai pedoni
 - accessibili per parcheggio di veicoli leggeri
 - accessibili per parcheggio di veicoli pesanti
 - giardini pensili
 - destinazioni speciali
- Coperture discontinue:
 - accessibile solamente per manutenzione della copertura stessa
 - accessibile per manutenzione di attrezzature impiantistiche
 - destinazioni speciali
- Controllare presenza strato di protezione sopra la membrana

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare che la resistenza meccanica (trazione, compressione, punzonamento) dello strato di tenuta sia conforme al progetto (controllo caratteristiche tecniche materiale) e/o conforme alla destinazione d'uso previsto
- Controllare che la resistenza meccanica (trazione, compressione, deformazione, punzonamento) dello strato di supporto sia conforme al progetto (controllo caratteristiche tecniche materiale) e/o conforme alla destinazione d'uso previsto
- Controllo della presenza/realizzazione di adeguati (per caratteristiche morfologiche e meccaniche) percorsi pedonali per l'ispezione/manutenzione e che questi siano protetti da elementi idonei
- Controllo idonea resistenza al punzonamento della membrana
- Controllo corretta posa dell'elemento di supporto della membrana
- Controllo planarità dell'elemento di supporto della membrana in riferimento ad intrusioni di ghiaia o irregolarità di posa o concavità e convessità della struttura
- Controllo protezione della membrana nel periodo che intercorre tra la posa di questa e degli eventuali strati posti superiormente affinché la membrana non venga punzonata/deteriorata
- Controllo presenza strato di protezione sopra la membrana
- Controllare presenza di idonee protezioni della membrana, anche temporaneo, per evitare danni sia in fase di realizzazione (da calpestio, appoggio di materiali e strumenti) sia contro possibili atti vandalici

Controlli in fase di gestione

- Controllare la funzionalità e la congruità dei percorsi

[CP 08] FORATURA PER ERRORI O PER ATTI VANDALICI

Le membrane utilizzate per impermeabilizzazione hanno, tipicamente, spessori molto ridotti, intorno a 1.5 mm per le sintetiche e intorno a 4 mm per le bituminose ed hanno ridotta resistenza al punzonamento.

Sia durante le fasi esecutiva (di cantiere) sia durante la fase di esercizio di possono avere forature per azioni dovute direttamente o indirettamente all'uomo.

La casistica è piuttosto ampia: in genere gli errori umani causano la caduta di oggetti sulla membrana lesionandola in zone molto localizzate. Si tratta, in genere, di oggetti che presentano spigoli vivi (per esempio cacciavite, martello, trapano) che, possono penetrare in tutto o in parte all'interno della membrana, forandola e permettendo il passaggio di acqua.

Anche in fase esecutiva, soprattutto per membrane che ricoprono spazi interrati, sono frequenti i contatti meccanici e conseguenti forature con attrezzature (ponteggi, macchinari, ecc.) o utensili (martelli, cacciaviti, ecc.) caduti o mal posizionati.

Gli atti vandalici sono quasi sempre legati all'utilizzo di corpi contundenti, quali punteruoli o taglierini che producono fori o lesioni. Si potrebbero anche avere distacchi di manto in corrispondenza di sovrapposizioni o asportazioni di vincoli meccanici.

La localizzazione delle forature e delle lesioni è quanto mai varia: per errori non volontari le zone maggiormente colpite sono quelle in prossimità di zone di passaggio pedonale o in prossimità di macchinari; per gli atti volontari, vengono invece privilegiate le zone maggiormente nascoste.

Accorgimenti in fase di progetto

Il difetto consiste nell'assenza di uno strato di protezione meccanica della membrana sia temporanea (in fase di cantiere), sia definitiva. La presenza di un massetto, di uno strato di ghiaia o simili, annullano o riducono l'impatto di oggetti caduti per errore. È importante che la protezione sia completa e comprenda anche i risvolti verticali in corrispondenza di perimetro o lucernari o basamenti di macchinari.

In riferimento ad atti vandalici, si può solo indicare che è necessario porre, ove possibile, limitazioni (ad esempio, cancelli) e controlli all'accesso delle coperture, anche se tale tipo di strumento di prevenzione non è sempre attuabile.

Accorgimenti in fase di esecuzione

Durante la fase di cantiere il posizionamento di uno strato di protezione meccanica, anche temporaneo, evita il contatto diretto con attrezzature, materiali ed oggetti in genere sempre presenti in cantiere.

Accorgimenti in fase di gestione

E' consigliabile porre controlli all'accesso di zone con membrane a vista. Questo anche per evidenziare eventuali responsabilità in caso di guasti.

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare presenza di idonee protezioni della membrana, anche temporaneo, per evitare danni sia in fase di realizzazione (da calpestio, appoggio di materiali e strumenti) sia contro possibili atti vandalici

<p>[CP 09] LESIONE PER GRANDINE</p> <p>La grandine che colpisce direttamente la membrana produce un effetto simile a quello di un punzonamento dinamico.</p> <p>L'azione dei chicchi e la criticità del loro impatto con la membrana sono legate alle dimensioni degli stessi (da alcuni millimetri ad alcuni centimetri) ed alla loro velocità (alcune decine di metri al secondo) che forniscono ad essi una certa energia cinetica che può, in alcuni casi, permettere la foratura della membrana, soprattutto se il supporto fosse rigido.</p> <p>Infatti, in caso contrario, un supporto cedevole assorbe una quota parte di energia di impatto mediante la sua deformazione, riducendo quindi quella che tende a forare la membrana.</p>
<p>Difetti: il difetto consiste nell'assenza di uno strato di protezione meccanica in grado di attutire od eliminare l'impatto della grandine sulla membrana o, comunque, una scelta di una membrana con una definita resistenza alla grandine.</p>
<p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>In fase di progetto, vista la difficoltà nello stimare l'energia di impatto della grandine e quindi agire sul raffronto fra azione di questa e reazione della membrana, si consiglia sempre di prevedere uno strato di protezione meccanica (massetti in calcestruzzo, quadrotti in calcestruzzo, ghiaia, o simili) o, almeno di una autoprotezione (ardesia). In caso di impossibilità è possibile verificare la resistenza alla grandine, a seconda del tipo di supporto utilizzato, mediante normative apposite.</p>
<p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllare la presenza di uno strato di protezione meccanica contro i possibili eventi atmosferici come la grandine o almeno uno strato di auto protezione (membrana ardesiata ad esempio)

[CP 10] LESIONE PER AZIONI DELLE RADICI

L'utilizzo di una copertura come giardino pensile o, in presenza di crescita di vegetazione spontanea, l'assenza o rara manutenzione, implica la possibile presenza di radici in prossimità del manto di tenuta.

La presenza di radici implica due tipi di azioni:

- per membrane realizzate in bitume polimero, la perforazione del manto di tenuta, per il loro insediamento all'interno di quest'ultimo, con la fuoriuscita dalla parte opposta, la loro crescita fra supporto e membrana ed il conseguente innalzamento di quest'ultima; il questo modo l'acqua si infiltra attraverso le lesioni ed entra nell'edificio;
- il sollevamento del manto di tenuta in corrispondenza delle giunture, sia per membrane a base bituminosa che sintetiche.

In questo caso la radice si insinua fra un telo e l'altro e distacca i lembi sovrapposti.

Si fa notare che l'azione delle radici è particolarmente insidiosa in quanto è sufficiente che vi sia una iniziale penetrazione di una piccola radice per fare in modo che il processo inizi. Con la crescita della radice ed il suo aumento di sezione il distacco prosegue fino a permettere l'infiltrazione di acqua.

Difetti: i difetti possono consistere:

- nell'errata scelta del materiale utilizzato per la membrana, non resistente all'azione delle radici;
- nell'utilizzo di vegetazione con un apparato radicale a forte sviluppo (per es.: bambù);
- nella non perfetta posa dei teli, che può lasciare soluzioni di continuità fra di essi dove le radici si possono inserire;
- nella presenza di piccole lesioni superficiali sulla membrana che permettono un iniziale insediamento delle radici ed una successiva perforazione;
- nella non perfetta stilatura dei giunti (specie se la membrana fosse in PVC), che può lasciare soluzioni di continuità fra di essi dove le radici si possono inserire.

Accorgimenti in fase di progetto

In fase di progetto vi sono alcune possibili azioni:

- il posizionamento di uno strato di protezione meccanica sopra l'elemento di tenuta (ad esempio, un massetto in calcestruzzo) la cui durata, tuttavia, non sempre è elevata in quanto le radici possono agire anche su di esso, disgregandolo;
- l'inserimento di additivi nella miscela del materiale (per membrane in BP) che evitano l'attecchimento delle radici all'interno della membrana con un'azione di tipo chimico (incompatibilità dell'apparato radicale con l'additivo);
- l'utilizzo di membrane non sensibili all'azione delle radici (in genere di tipo sintetico).

Accorgimenti in fase di gestione

Il controllo dello sviluppo dell'apparato radicale, per campioni, è necessario solo per alcuni tipi di vegetazione.

L'assenza di manutenzione implica la crescita di vegetazione spontanea. È molto facile soprattutto in zone dove si abbia

presenza di vegetazione circostante i cui semi possono essere trasportati dal vento fin sulla copertura.

In caso di non previsione di una copertura a verde, la conseguente crescita di vegetazione porta facilmente a guasti in quanto la membrana, normalmente, non ha la prestazione di resistenza all'azione delle radici.

Controlli in fase di progettazione

- Soprattutto per tetti giardino:
 - Controllo presenza di uno strato di protezione meccanica della membrana
 - Controllo presenza di additivi che evitino all'attecchimento delle radici
 - Controllo utilizzo di membrane non sensibili all'azione delle radici
 - Controllo utilizzo materiale resistente all'azione delle radici
 - Controllo posa di vegetazione con apparato radicale non a forte sviluppo

Controlli in fase di esecuzione

- Soprattutto per tetti giardino:
 - Controllo presenza di uno strato di protezione meccanica della membrana

- Controllo presenza di additivi che evitino all'attecchimento delle radici
- Controllo utilizzo di membrane non sensibili all'azione delle radici
- Controllo utilizzo materiale resistente all'azione delle radici
- Controllo posa di vegetazione con apparato radicale non a forte sviluppo
- Controllo assenza di soluzioni di continuità dove le radici possano inserirsi
- Controllo perfetta stilatura dei giunti

Controlli in fase di gestione

- Controllo manutenzione periodica per rimuovere la vegetazione spontanea

[CP 11] LESIONE PER AZIONE DEL VENTO

In molti casi la membrana non viene posata in completa aderenza ma mediante fissaggio meccanico per punti o per linee, senza zavorra. Questo accade soprattutto per membrane sintetiche. Il fissaggio ha l'obiettivo di trattenere la membrana rispetto all'azione del vento. Infatti il vento agisce con azioni che tendono a sollevare la membrana. Il fenomeno è maggiormente intenso (circa 2 volte rispetto alla parte corrente) lungo le fasce perimetrali, per una larghezza di circa 1/10 di quella del lato di copertura ad esso perpendicolare e in corrispondenza degli angoli (circa 3 volte).



Figura 10: [CP 11] lesione per azione del vento

L'azione di sollevamento viene ricondotta dalla membrana ai fissaggi. Questi sono

normalmente costituiti da una vite munita di una testa in acciaio o in plastica a testa larga e sono ricoperti da una piccola pezza della stessa membrana, saldata alla prima al fine di garantire la tenuta.

È quindi possibile che:

- il sistema sia correttamente dimensionato e tutto funzioni correttamente;
- si abbia lo sfilamento del tassello dal supporto (asportando in parte anche una parte di questo). Si fa notare che, in genere, il supporto è costituito da materiali di ridotta densità, quali calcestruzzi con aggregati leggeri, per ridurre il peso sulla copertura;
- si abbia la rottura del gambo del tassello;
- si abbia la rottura della testa del tassello;
- si abbia la lacerazione della membrana in corrispondenza della zona di attacco del tassello.

Si fa notare che vi è un'azione a catena: la rottura di un punto di attacco, dovuto al cedimento del tassello, provoca un aumento della sollecitazione su quelli immediatamente vicini che possono quindi rompersi a loro volta.

In corrispondenza dei casi di cui ai punti 2 e 3 non è detto si abbia infiltrazione di acqua in quanto la pezza di ricopimento è a tenuta; nei casi 4 e 5, invece, si ha subito infiltrazione.

Difetti: i difetti che possono costituire l'origine del guasto sono legati, in genere:

- ad un sottodimensionamento del numero dei fissaggi in relazione al carico di vento di progetto, soprattutto in corrispondenza delle fasce perimetrali e negli angoli;
- ad una errata stima della resistenza allo sfilamento del tassello dal supporto, in relazione alla ridotta resistenza a taglio del materiale costituente il supporto.
- ad un errato posizionamento dei fissaggi. Distanze troppo elevate fra di essi implicano elevate aree di competenza e, quindi, elevati carichi di estrazione e di punzonamento sulla membrana che possono rompere il tassello, la sua testa o la membrana;
- ad una ridotta sezione del gambo del tassello, in relazione ad un suo sottodimensionamento statico (ridotta sezione o materiale di caratteristiche meccaniche non adeguate);
- a ridotte caratteristiche meccaniche della testa del tassello, in relazione ad un suo sottodimensionamento statico (ridotta sezione o materiale di caratteristiche meccaniche non adeguate);
- ad una ridotta resistenza a punzonamento della membrana.

Accorgimenti in fase di progetto

In primo luogo, è necessario determinare l'azione del vento, mediante riferimenti normativi (DM 14 gennaio 2008).

Essa dipende, essenzialmente, dalla zona di vento, dall'esposizione dell'edificio al vento, dalla quota della copertura rispetto al piano di campagna, dalla geometria della copertura.

Il secondo passo consiste nel determinare il numero di fissaggi in relazione alle caratteristiche meccaniche (essenzialmente, la resistenza a trazione) della membrana, del tassello e del supporto.

Per quest'ultimo si fa notare che è importante determinare il carico di rottura dovuta alla forza di estrazione del tassello dal supporto mediante prove in sito, dette di pull-off, in quanto, nella maggior parte dei casi, in letteratura tecnica, non vi sono validi riferimenti quantitativi per determinarla.

I principali produttori di membrane forniscono un supporto tecnico alla progettazione del sistema di fissaggio al quale si suggerisce di rivolgersi soprattutto nei casi ritenuti maggiormente critici.

L'adozione di barre di fissaggio anziché di singoli tasselli permette la riduzione del carico puntuale sulla membrana, riducendo le possibilità di una sua lacerazione, anche se non varia le azioni sui tasselli.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo corretta valutazione dell'azione del vento [Rif. Appendice 1 IGLAE]
- Controllo adeguatezza sistema di fissaggio e/o zavorra
- Controllo numero fissaggi in relazione alle caratteristiche meccaniche della membrana, del tassello e del supporto
- Controllo numero e posizionamento dei fissaggi in relazione al carico del vento [soprattutto in corrispondenza delle fasce perimetrali]
- Controllo dimensione sezione del gambo del tassello e testa del tassello
- Controllo resistenza punzonamento membrana
- Controllo resistenza allo sfilamento del tassello dal supporto

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare:
 - che l'elemento di collegamento (rondella - tassello), a corpo composito o a corpo unico, sia configurato in modo tale non da danneggiare il sovrastante elemento di sigillatura in tutte le condizioni di carico d'esercizio previste.
 - che il tassello sia compatibile con il sistema di supporto di ancoraggio
 - che l'elemento di collegamento (rondella - tassello) sia compatibile con gli elementi o strati con cui potrà venire a contatto
- Controllo del corretto/adeguato numero fissaggi in relazione alle caratteristiche meccaniche della membrana, del tassello e del supporto
- Controllo numero e posizionamento dei fissaggi in relazione al carico del vento [soprattutto in corrispondenza delle fasce perimetrali]
- Controllo dimensione sezione del gambo del tassello e testa del tassello
- Controllo resistenza allo sfilamento del tassello dal supporto / Controllo prova di pull-off dei tasselli

[CP 12] LESIONE PER FESSURAZIONE DEL SUPPORTO

La posa di membrane impermeabilizzanti in completa aderenza su supporti non stagionati può portare, anche se in rari casi, a lacerazione della membrana. Nella quasi totalità dei casi, le membrane che sono soggette a questo modo di guasto sono di tipo bituminoso, non armate. Sono quindi membrane utilizzate alcuni anni fa. I tipi di supporto soggetti a fenomeni di fessurazione sono tipicamente quelli realizzati in calcestruzzo gettato in opera. Infatti il calcestruzzo, durante la fase di maturazione, subisce un normale ritiro che può essere accentuato se l'armatura è poco distribuita. Il ritiro produce fessurazioni che possono avere un'ampiezza di alcuni millimetri. Se la posa della membrana avvenisse prima della completa maturazione e fosse in completa aderenza, le tensioni proprie del calcestruzzo si trasferirebbero direttamente sulla membrana sollecitandola a trazione. È quindi possibile raggiungere e superare il limite di rottura soprattutto se la membrana non fosse armata. Il fenomeno non si attiva con membrane posate in indipendenza in quanto non è possibile il trasferimento delle azioni.



Figura 11: [CP 12] lesione per fessurazione del supporto

Difetti: il difetto consiste nell'aver posato in completa aderenza la membrana su di un supporto non ancora completamente stagionato. La presenza di fessure stabilizzate non produce alcun effetto: è la variazione della loro dimensione che induce tensioni nella membrana.

Accorgimenti in fase di esecuzione

Prima di posizionare la membrana è necessario controllare il contenuto di umidità del calcestruzzo che è un buon indicatore dello stato della sua maturazione. In genere è necessario che passino, a secondo delle condizioni climatiche, da circa 10 giorni a circa 20 prima di una buona asciugatura.

Controlli in fase di progettazione

- Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali:
 - controllo dell'esistenza di uno strato di solidarizzazione del supporto (soprattutto per frecce differenziali).
 - controllo dell'esistenza del pontage nelle zone di interfaccia e di larghezza adeguata.
 - controllare che i pannelli, in caso siano strato di supporto, siano solidali e adeguatamente vincolati tra loro
 - controllare la solidarietà tra gli elementi di un supporto discontinuo
 - giunti /o dilatazioni

Controlli in fase di esecuzione

- Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali:
 - controllo dell'esistenza di uno strato di solidarizzazione del supporto (soprattutto per frecce differenziali).
 - controllo dell'esistenza del pontage nelle zone di interfaccia e di larghezza adeguata.
 - controllare che i pannelli, in caso siano strato di supporto, siano solidali e adeguatamente vincolati tra loro
- Controllare la solidarietà tra gli elementi di un supporto discontinuo (ed i rispettivi vincoli)
- Controllare che il supporto sia adeguatamente maturo e asciutto

<p>[CP 13] LESIONE PER MOBILITÀ DEL SUPPORTO</p> <p>La presenza di supporti non stabili dimensionalmente genera sollecitazioni sulla membrana che possono portare a lacerazioni.</p> <p>Un caso tipico consiste nella posa di membrane, in completa aderenza (e, perciò, di tipo bituminoso) su strutture di copertura realizzate con supporti discontinui (tegoli prefabbricati di edifici industriali) non dotati di uno strato superiore di solidarizzazione strutturale.</p> <p>In genere i tegoli hanno una elevata lunghezza ed una ridotta inerzia. Il limite di deformazione è piuttosto ampio e le frecce possono raggiungere anche alcuni centimetri.</p> <p>Il differente movimento di traslazione verticale fra tegoli contigui, dovuto a differenti carichi, a differenti condizioni di irraggiamento o igrotermiche genera una sollecitazione di taglio sulla membrana in corrispondenza del giunto fra tegoli che possono portare alla sua lacerazione.</p> <p>Anche la presenza di pannelli di isolamento termico con elevato coefficiente di dilatazione, non vincolati al supporto, può generare lacerazioni.</p> <p>In particolare lo strato di isolamento termico raggiunge temperature molto elevate quando viene irraggiato, soprattutto se non esistono strati di protezione pesante della membrana. I pannelli si dilatano e, successivamente, si contraggono generando trazioni sulla soprastante membrana, se posata in completa aderenza, che, per cicli successivi, soggetta a fenomeni di fatica, si lacera.</p> <p>Difetti: nel caso di supporto strutturale il difetto consiste nell'assenza di strato di solidarizzazione fra i tegoli.</p> <p>Nel caso di pannelli di isolamento termico, il difetto consiste nell'assenza di vincolo di tali elementi al supporto. La posa di pannelli a giunti sfalsati nei due sensi diminuisce sensibilmente tale fenomeno.</p> <p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>In fase di progetto è necessario verificare se esista la possibilità di avere frecce differenziali. In questo caso è certamente necessario definire uno strato di solidarizzazione. È sempre consigliabile, in assenza di tale strato, la progettazione del pontage, anche con la sola previsione di uno stato di quiete del tegolo in quanto minimi movimenti dello stesso sono sempre possibili. Il pontage consiste nel sezionare la membrana tegolo per tegolo e di creare una zona, contigua al bordo di ogni tegolo, dove la membrana sia posata in completa indipendenza. A cavallo di tegoli contigui viene sovrapposta una striscia di membrana, con larghezza maggiore di quella minima necessaria, in maniera tale da potere assorbire il movimento senza andare in tensione.</p> <p>Accorgimenti di fase di esecuzione</p> <p>In fase di esecuzione si deve fare attenzione alla corretta realizzazione del pontage: assenza di solidarizzazione della fascia di bordo, membrana di sovrapposizione con adeguata larghezza.</p> <p>In riferimento ai pannelli di isolamento termico, la posa deve essere effettuata a giunti sfalsati, con completa aderenza di pannelli contigui e con fissaggio meccanico.</p> <p>Accorgimenti di fase di gestione</p> <p>In caso di variazione di carichi in copertura (ad esempio per posizionamento di nuovi macchinari o per una variazione di posizione di macchinari esistenti) è necessario analizzare le modifiche di comportamento della struttura (variazione della deformata) valutare se esse possano o meno interferire con l'elemento di tenuta.</p> <p>Controlli in fase di esecuzione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllare il sistema di vincolo dei pannelli sia correttamente messo in opera - Controllo della corretta realizzazione dei pontage <p>Controlli in fase di gestione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo del sistema in caso di cambiamento della dislocazione e tipologia dei macchinari
--

[CP 14] LESIONE PER PUNZONAMENTO

La pavimentazione, specie se di colori scuri, subisce a causa dell'irraggiamento solare, aumenti di temperatura che producono variazioni dimensionali (allungamenti).

La temperatura superficiale (detta "aria sole") può arrivare facilmente a 60-70 °C, rispetto a quella dell'aria che si aggira, durante le giornate estive, intorno ai 32-34 °C. Se la pavimentazione fosse posta direttamente su un supporto continuo (massetto), per esempio realizzato in calcestruzzo, posto a sua volta sull'elemento di tenuta, vi sarebbe una evidente continuità fisica tra tutti questi strati. Il movimento dello strato superiore induce un movimento simile sullo strato inferiore.

In genere, a perimetrazione della pavimentazione, così come in corrispondenza di emergenze, quali lucernari o simili, è sempre presente un muretto di contenimento che costituisce, a tutti gli effetti un vincolo rigido.

Sempre in corrispondenza del perimetro, l'impermeabilizzazione risolta verticalmente e raggiunge una quota maggiore di quella della pavimentazione al fine di contenere l'acqua.

La dilatazione della pavimentazione e del suo supporto comporta un'azione di compressione sul risvolto laterale dell'impermeabilizzazione. Essa si trova tra il muro di contenimento e la pavimentazione. Quest'ultima si comporta come un vero e proprio cuneo che comprime la membrana. Quest'ultima si lesiona, soprattutto se è stato realizzato un risvolto a guscia alla base inferiore. Attraverso questa lesione si infila acqua all'interno della costruzione.

In alcuni casi l'azione di dilatazione è talmente di forte entità che può dislocare il muretto, soprattutto se debolmente o totalmente non vincolato al solaio (per esempio, se fosse realizzato in mattoni). Il fenomeno è caratterizzato da ciclicità: la lesione, quindi può nascere anche dopo un certo numero di cicli di dilatazione - contrazione, che provocano fenomeni di fatica sulla membrana.

Il fenomeno viene amplificato anche dalla presenza di barre di armatura (in genere, rete elettrosaldata) presenti nel massetto che, se leggermente fuoriuscenti da questo, possono punzonare anch'esse il risvolto della membrana.

L'azione frenata delle autovetture provoca la stessa fenomenologia: in questo caso la pavimentazione viene spinta direttamente verso il perimetro provocando lo stesso guasto.

Difetti: il difetto può essere dovuto a:

- assenza di giunto di dilatazione/protezione perimetrale della pavimentazione, che possa assorbire la dilatazione;
- sottodimensionamento della larghezza del giunto, che può provocare la stessa situazione del precedente caso, anche se di minore entità;
- ridotta compressibilità del materiale costituente il giunto di dilatazione;
- assenza di giunti nella parte corrente della pavimentazione e del suo supporto che limiterebbero la dilatazione perimetrale, assorbendola internamente;
- presenza di particelle (residui di cantiere, sassolini) che possono occupare l'interspazio del giunto e che vengono spinti contro la membrana, punzonandola.

Accorgimenti in fase di progetto

In fase di progetto è necessario effettuare il calcolo della dilatazione della pavimentazione e del suo supporto. I dati necessari sono il coefficiente di dilatazione termica dei materiali (pavimentazione, supporto), la temperatura aria sole (che dipende da quella dell'aria, dall'irraggiamento solare, dall'esposizione della pavimentazione, dal coefficiente di assorbimento della pavimentazione). Tutti questi dati sono facilmente ricavabili dalla letteratura scientifica. Definita la dilatazione massima della pavimentazione, è così possibile il dimensionamento della larghezza del giunto. Si consiglia di amplificare il dato con un coefficiente di 1.5 per tenere in conto eventi di particolare intensità. Si deve considerare anche l'eventuale presenza di gusce perimetrali di base in quanto la loro particolare geometria le avvicina al bordo laterale del supporto. Il giunto va quindi lasciato in corrispondenza anche della base. Il posizionamento di uno strato di separazione fra il supporto della pavimentazione e l'impermeabilizzazione è sempre consigliato per evitare tensionamenti di quest'ultima anche se non risolve il problema al perimetro. In genere i materiali utilizzati per realizzare il giunto sono ad elevata deformazione sotto carichi di ridotta intensità e sono resistenti all'acqua. È possibile utilizzare polistirene, poliuretano, gomme.

Accorgimenti in fase di esecuzione

Valgono indicazioni simili a quanto indicato per la fase di gestione. L'attenzione deve essere elevata in quanto è normale la presenza di residui di piccola dimensione. Inoltre è necessario che il giunto sia continuo e che copra l'intera altezza della pavimentazione e del suo supporto. Durante la realizzazione dello strato di supporto si deve verificare che la rete elettrosaldata non giunga fino al perimetro e che il giunto sia vincolato in maniera idonea, per non essere dislocato durante il getto.

Accorgimenti in fase di gestione

In fase di gestione è necessario controllare l'integrità del giunto al fine di evitare che, in corrispondenza di lacune che si venissero a creare, possano inserirsi piccoli elementi non compressibili come, per esempio, ciottoli, che ricreano una continuità fisica tra pavimentazione e impermeabilizzazione. La dilatazione della pavimentazione comprime questi verso la membrana, punzonandola.

Controlli in fase di progettazione

- Controllare la presenza di giunti di dilatazione della pavimentazione
- Controllare la presenza di giunti di protezione perimetrale
- Controllare che il dimensionamento dei giunti sia sufficiente
- Controllare la presenza di gusce perimetrali contro il punzonamento
- Controllare idonea compressibilità del materiale costituente il giunto

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare lo stato del supporto , che sia correttamente preparato e pulito
- Controllare la posizione dei giunti
- Controllare la presenza di giunti di protezione perimetrale
- Controllare la posizione dei giunti
- Controllare la corretta esecuzione dei giunti
- Controllare la presenza di gusce perimetrali contro il punzonamento
- Controllare la presenza di giunti di protezione perimetrale
- Controllare la presenza dei giunti di dilatazione della pavimentazione
- Controllare che il dimensionamento dei giunti sia sufficiente come da progetto e/o risponda adeguatamente alla situazione d'uso
- Controllare idonea compressibilità del materiale costituente il giunto
- Controllare che non siano presenti elementi estranei nel giunto che potrebbero causare punzonamenti

Controlli in fase di gestione

- Controllo dell'integrità della sigillatura

[CP 15] LESIONE PER INTERAZIONE CON MACCHINARI

Macchinari (di trattamento aria, di acqua, ecc.) ed attrezzature rappresentano carichi concentrati che possono lesionare la membrana. Tipicamente i supporti di macchinari o di canalizzazioni sono costituiti da basamenti in calcestruzzo, conformati a piastra. La membrana può essere posata sotto il basamento. I processi di formazione delle lesioni possono essere dovuti a:

- cicli di dilatazione e contrazione del basamento per effetto di irraggiamento solare con trasferimento delle sollecitazioni alle membrana, superamento del limite di rottura a trazione e successiva formazione di lesioni della membrana;
- vibrazioni del basamento per effetto del funzionamento dei macchinari e trasferimento delle sollecitazioni alle membrana, con fenomeni di fatica;
- punzonamento, per presenza di supporti di dimensioni non adeguate rispetto al carico;
- schiacciamento, sia localizzato che completo della membrana. Lo schiacciamento localizzato è dovuto all'eccentricità dei carichi presenti. Parti di macchinari particolarmente pesanti (per esempio, i motori) possono creare maggior carico su certe zone rispetto ad altre. In particolare, se esse fossero prossime al bordo e il supporto fosse cedevole (per esempio, isolante termico ad elevata compressibilità) si potrebbero avere deformazioni del basamento che producono lesioni della membrana in corrispondenza dello spigolo dello stesso. Lo schiacciamento completo è dovuto a carichi distribuiti di eccessiva intensità. In questo caso essa viene compressa fra questi e il supporto. Si forma così un'impronta di carico: se il supporto fosse cedevole (per esempio realizzato mediante pannelli di isolamento termico ad elevata deformazione sotto carico), il carico potrebbe essere di intensità tale da lesionare la membrana ai bordi del basamento.

Si deve fare notare che la riparazione è onerosa in quanto, nella maggior parte dei casi, si deve sezionare e delocalizzare il macchinario ed il basamento (se possibile) per ripristinare la continuità della membrana. È anche possibile intervenire con una nuova impermeabilizzazione posta sopra il basamento, collegandola a quella esistente, previa verifica della compatibilità delle caratteristiche meccaniche. Il principale riferimento normativo è UNI EN 12730:2002 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della resistenza al carico statico.

Difetti: i difetti consistono nell'assenza di elementi di desolidarizzazione fra oggetti posti sopra la membrana e membrana stessa: per quanto riguarda il basamento, l'assenza di uno strato, per esempio in TNT di grosso spessore; per quanto riguarda il macchinario, l'assenza di giunti antivibranti.

Accorgimenti in fase di progetto

In fase di progetto è necessario prevedere il posizionamento di uno strato di desolidarizzazione e, in ogni caso, controllare il cedimento del supporto sotto carico massimo. In caso di elevati carichi è consigliabile utilizzare una membrana con classe di punzonamento statico elevata. È consigliabile che la membrana sia posta sopra il basamento e non sotto, in maniera tale da poterla riparare, se del caso, con maggiore facilità.

Per macchinari con parti in vibrazione è necessario installare giunti che assorbano le vibrazioni e non le trasferiscano alla membrana.

Accorgimenti in fase di esecuzione

È necessario verificare che lo strato di desolidarizzazione sporga dal perimetro del basamento per evitare anche il minimo contatto fra questo e la membrana.

Accorgimenti in fase di gestione

A seguito di modifica o installazione di nuovi macchinari si devono riefettuare le verifiche indicate in fase di progetto.

Controlli in fase di progettazione

- Controllare dettagli in corrispondenza di macchinari (giunti antivibranti, basamenti,...):
 - controllare l'interfaccia dell'impermeabilizzazione con i basamenti di allocazione di macchinari.
 - controllare la presenza di giunti antivibranti per desolidarizzare i macchinari dal

pacchetto di impermeabilizzazione

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare la presenza di elementi di desolidarizzazione fra oggetti posti sopra la membrana e membrana stessa
- Controllare il dettaglio di collegamento dell'impermeabilizzazione con i basamenti di allocazione di macchinari.

Controlli in fase di gestione

- Ad ogni modifica dell'impianto dei macchinari:
 - controllare la presenza di elementi di desolidarizzazione fra oggetti posti sopra la membrana e membrana stessa
 - controllare l'interfaccia dell'impermeabilizzazione con i basamenti di allocazione di macchinari.
 - controllare la presenza di giunti antivibranti per de solidarizzare i macchinari dal pacchetto di impermeabilizzazione

[CP 16] LESIONE PER AFFATICAMENTO

La presenza ed il funzionamento proprio dei giunti di dilatazione strutturali prevede traslazioni degli elementi contigui, con continui avvicinamenti ed allontanamenti relativi. In certi casi (per es.: coperture carrabili) vi è la necessità di realizzare il giunto sullo stesso piano della membrana in quanto non vi è la possibilità di realizzare un risalto. L'attraversamento del giunto con membrane posate in completa aderenza sui due bordi degli elementi strutturali, senza soluzioni di continuità, induce su di esse continui movimenti di dilatazione e contrazione,



Figura 12: [CP 16] lesione per affaticamento

provocando alternativamente corrugamenti e dilatazioni con intensità legata alla variazione dimensionale dell'apertura del giunto. Queste continue deformazioni portano ad avere fenomeni di fatica sulla membrana, microfessurazioni e successive lesioni

Difetti: i difetti presenti sono legati all'assenza o al sottodimensionamento del cosiddetto pontage, realizzato mediante un "arricchimento" della membrana (lunghezza maggiore di quella minima necessaria) ed una desolidarizzazione delle due fasce laterali contigue al giunto. Esso consente la libera dilatazione della membrana, senza che essa raggiunga stati tensionali tali da produrre criticità.

Accorgimenti in fase di progetto

In fase di progetto è necessario dimensionare la lunghezza del giunto della membrana (l'"arricchimento") in maniera tale da potere compensare la variazione dimensionale dello stesso a livello strutturale. È consigliabile una amplificazione della lunghezza di circa 1.5 volte rispetto a quella minima necessaria, per potere compensare eventi eccezionali. Il dato del giunto strutturale viene normalmente fornito dal progettista strutturale e si aggira, in genere, intorno a 2-3 cm. Il giunto viene poi protetto superiormente da elementi compressibili orizzontalmente ma con opportuna rigidità in senso verticale, per potere sopportare gli elevati carichi degli autoveicoli. Sono in commercio, a tale proposito, appositi accessori. Il principale riferimento normativo è la UNI 8202-13:1988 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza a fatica su fessura.

Accorgimenti di fase di esecuzione

In fase di esecuzione si deve fare attenzione alla corretta realizzazione del pontage: assenza di solidarizzazione della fascia di bordo, membrana di sovrapposizione con adeguata larghezza.

Controlli in fase di progettazione

- Controllare la presenza di pontage in presenza dei giunti
- Controllare corretto dimensionamento del pontage

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare la presenza di pontage in presenza dei giunti
- Controllare corretto dimensionamento e realizzazione dei pontage:
 - assenza di solidarizzazione della fascia di bordo del pontage
 - membrana di sovrapposizione con adeguata larghezza

<p>[CP 17] DISTACCO DI SCOSSALINA</p> <p>Il ritiro della membrana, dovuto, tipicamente, al fenomeno dell'invecchiamento (cfr. MdA_008) provoca sollecitazioni di trazione in corrispondenza dei punti di vincolo. La scossalina perimetrale (detta anche "banda del sole"), in molti casi, svolge una duplice funzione, quella di collegare la membrana al supporto e quella di proteggere il bordo superiore della stessa evitando infiltrazioni di acqua. La trazione dovuta al ritiro viene quindi ricondotta, perimetralmente, alla scossalina che si può delocalizzare se le forze in gioco sono di notevole entità. Il distacco della scossalina, insieme alla membrana, permette all'acqua di infiltrarsi in corrispondenza del bordo.</p>
<p>Difetti: i difetti possono consistere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nell'utilizzo di membrane non resistenti all'azione dei raggi UV; - nell'assenza di fissaggio alla base del risvolto, per membrane posate in indipendenza, che limita gli effetti del ritiro sul risvolto verticale della membrana.
<p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>La prevenzione del fenomeno del ritiro è possibile sia adottando membrane poco sensibili a tale azione, oppure proteggendo la membrana dall'azione del sole.</p> <p>Nel primo caso è possibile utilizzare membrane non influenzate dall'irraggiamento solare.</p> <p>Nel secondo caso è possibile utilizzare membrane autoprotette, con protezione apportata oppure con protezione pesante (massetti o ghiaia) che evitano il contatto diretto dell'irraggiamento solare con la membrana.</p> <p>È sempre consigliabile posizionare un fissaggio perimetrale alla base del risvolto, in maniera tale da limitare le sollecitazioni in corrispondenza dell'angolo, che tendono a sollevare la membrana, in quanto la forza di aderenza al supporto non compensa le azioni di ritiro.</p>
<p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllare la presenza di fissaggio alla base del risvolto, per membrane posate in indipendenza, che limita gli effetti del ritiro sul risvolto verticale della membrana

[CP 18] DISTACCO DELLA SCOSSALINA PER AZIONI MECCANICHE

Le scossaline metalliche in genere, hanno spessori molto sottili e ridotte caratteristiche meccaniche (bassa inerzia e basso modulo di resistenza) rispetto al loro piano principale. Le azioni meccaniche legate, per esempio, al vento oppure al calpestio possono deformare anche in maniera sensibile questi elementi, fino a provocare rotture. Se fossero presenti vincoli al libero scorrimento longitudinale, le azioni di tipo termico (dilatazioni) possono produrre elevate sollecitazioni di compressione che possono provocare la deformazione della scossalina, il distacco del fissaggio, il suo sfilamento dalla scossalina o, ancora, lo strappo del fissaggio o la rottura della scossalina con conseguente possibilità di infiltrazioni di acqua.

Si tratta a tutti gli effetti di una deformazione dovuta all'impedimento di una libera deformazioni. Si fa notare che la temperatura superficiale raggiunta dalle scossaline, soprattutto se di colore scuro, può essere molto elevata e superare in maniera consistente quella dell'aria. La temperatura superficiale (detta "aria sole") può arrivare facilmente a 60-70 °C, rispetto a quella dell'aria che si aggira, durante le giornate estive, intorno ai 32-34 °C. Questa elevata temperatura provoca elevate dilatazioni sui materiali, soprattutto se metallici, come avviene per la maggior parte delle scossaline.

Difetti: i difetti, per quanto riguarda la deformazione per azione meccanica, possono consistere:

- nella ridotta inerzia della scossalina, rispetto a quella necessaria per la distanza fra gli appoggi, dovuta o ad uno spessore troppo ridotto oppure nell'assenza di risalti di irrigidimento, che permette una deformazione superiore a quella ammissibile;
- nell'eccessivo carico rispetto a quello previsto in progetto. Può capitare, infatti che siano previsti carichi dovuti ad azioni quali vento o neve e non quelli dovuti al calpestio. Occasionalmente e non intenzionalmente può capitare che esse vengano calpestate con conseguenti azioni maggiori di quelle previste.
- in un sottodimensionamento strutturale, rispetto ai carichi possibili.

Il difetto, per quanto riguarda la deformazione per azione termica, può consistere: nella presenza di vincoli al libero movimento della scossalina.

Accorgimenti in fase di progetto

In fase di progetto devono essere definiti i carichi agenti sulla scossalina, in particolare neve, vento, temperatura e dovuti all'uomo. Esse possono essere determinate anche utilizzando quelli riferiti alle strutture (D.M. 14 gennaio 2008). Definiti i carichi è possibile calcolare le sezioni minime necessarie in relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati ed alla massima deformazione ammissibile. La segnalazione e delimitazione dei percorsi per manutenzione, realizzati anche mediante apposite passerelle che non interessano la copertura in sé stessa limita in forte misura i guasti dovuti all'azione umana.

Accorgimenti in fase di gestione

In fase di gestione è necessario controllare che i manutentori seguano i percorsi definiti in progetto. Il percorso deve essere adeguato a seguito di eventuali spostamenti o nuovi posizionamenti di macchinari.

Controlli in fase di progettazione

- Controllare che i movimenti derivati da dilatazione termica siano concessi o che le tensioni indotte possano essere sopportate del sistema
- Controllare il giusto dimensionamento della struttura della scossalina definendo i carichi di neve e vento e anche quelli derivanti da calpestio/urto accidentale

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare l'adeguatezza della struttura della scossalina definendo i carichi di neve e vento e anche quelli derivanti da calpestio/urto accidentale.
- Controllare che i movimenti derivati da dilatazione termica siano concessi o che le tensioni indotte possano essere sopportate del sistema

Controlli in fase di gestione

- Controllare che i manutentori seguano i percorsi definiti in progetto. Il percorso deve essere adeguato a seguito di eventuali spostamenti o nuovi posizionamenti di macchinari.

[CP 19] RISVOLTO INSUFFICIENTE

In corrispondenza dell'intersezione della copertura con altri subsistemi (pareti perimetrali, infissi orizzontali e verticali) l'altezza del risalto risulta fondamentale per evitare infiltrazioni di acqua. Il superamento del risalto può avvenire:

- per innalzamento del livello dell'acqua dovuto ad insufficiente capacità drenante del sistema di smaltimento;
- per rimbalzo di acqua oltre la quota del risalto;
- per un errato sistema di pendenza che convoglia l'acqua, in maniera consistente, verso il risalto;
- per errata sigillatura del risalto all'attacco con la parete/l'infisso;
- per acqua portata da vento;
- per accumulo di neve e successivo suo scioglimento;
- per formazione di nuclei di ghiaccio che innalzano il piano di scorrimento dell'acqua.

Difetti: i difetti sono di vario tipo:

- innalzamento del livello dell'acqua dovuto ad insufficiente capacità drenante del sistema di smaltimento delle acque meteoriche. Il sistema di smaltimento delle acque può essere stato sottodimensionato in fase di progetto, l'evento meteorico può essere di carattere eccezionale, il sistema di smaltimento può essere stato ostruito da foglie, residui in genere o radici.
- rimbalzo di acqua oltre la quota del risalto. L'acqua può superare la quota del risalto rimbalzando su superfici rigide (massetti o simili) soprattutto quando ha una forte velocità.
- errato sistema di pendenza che convoglia l'acqua, in maniera consistente, verso il risalto. In caso di pendenze rivolte verso la zona dove è presente il risalto, l'acqua, soprattutto nel caso di intense precipitazioni, può raggiungere quote elevate, superando il risalto.
- errata sigillatura del risalto all'attacco con la parete/l'infisso. La sigillatura del risalto (protetto o meno da una scossalina) può essere stata realizzata in maniera non adeguata (errata geometria, presenza di vacuità) oppure può essere stato utilizzato materiale con ridotta durabilità (ridotta resistenza agli agenti atmosferici, soprattutto sole).
- acqua portata da vento. Il vento può modificare la traiettoria dell'acqua deviandola anche in maniera significativa verso zone non apparentemente raggiungibili.
- accumulo di neve e successivo suo scioglimento. La quota che può essere raggiunta dalla neve può essere di alcune decine di centimetri a seconda del sito. Il risalto, normalmente, viene progettato in funzione della massima quota raggiungibile dall'acqua (massimo 10-15 cm). Lo scioglimento della neve in prossimità del risalto può quindi provocare infiltrazioni a causa della sua altezza, inferiore rispetto a quella raggiunta dalla neve.
- formazione di nuclei di ghiaccio che innalzano il piano di scorrimento dell'acqua. La formazione di lastre di ghiaccio sulla superficie della copertura innalza il piano di scorrimento dell'acqua. In particolare se vi sono nuclei di ghiaccio in prossimità del risalto, più facilmente si ha il suo superamento, in quanto esso si trova ad una quota minore rispetto a quella di progetto.

Accorgimenti in fase di progetto

La variabilità dei difetti può fare sembrare difficile la prevenzione dei guasti. In realtà essa si può sviluppare secondo i seguenti criteri:

- corretta individuazione dei fenomeni climatici. La valutazione dell'intensità delle precipitazioni, su un periodo di non ritorno adeguato copre da eventi di significativa intensità;
- sistemi di evacuazione di emergenza. La presenza di una tubazione di troppo pieno, posizionata ad una quota inferiore rispetto a quella del risalto, permette l'evacuazione dell'acqua in caso di otturazione delle normali vie di evacuazione;
- sistema di pendenze adeguato. La conformazione geometrica del sistema di pendenze deve essere definita in fase di progetto e non lasciata alla fase esecutiva. Esse devono sempre tendere ad allontanare l'acqua da zone critiche, quali risalti, porte e simili per evitare guasti.
- aumento dell'altezza del risalto in relazione al tipo di superficie. Superfici drenanti (ad esempio, con ghiaia) richiedono una minore altezza; superfici rigide (ad esempio, calcestruzzo) ne richiedono una maggiore.

Accorgimenti in fase di gestione

La corretta gestione di una copertura riguarda, in particolare modo, il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Un controllo stagionale permette di eliminare, se del caso, eventuali oggetti che riducono la funzionalità di bocchettoni o canali di gronda.

Controlli in fase di progettazione

- Controllare che l'altezza dei risalti sia adeguata tenendo presente la possibile formazione di cumuli di neve o stradi di ghiaccio
- Controllare che non vi siano fenomeni di rimbalzo di acqua oltre la quota di risalto (ad esempio per la velocità dell'acqua)
- Controllare il sistema di pendenze, che deve tendere ad allontanare l'acqua da zone critiche, e che questo non convogli l'acqua verso i risalti in maniera consistente
- Controllare il sistema di sigillatura del risalto all'attacco con la parete/l'infisso (anche la durabilità)
- Controllare il corretto dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche
- Controllare che l'eventuale "troppo pieno" sia ad un'altezza inferiore al risalto
- Controllare/valutare se non sia necessaria la presenza di un "troppo pieno" e che sia previsto ove necessario

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare il sistema di pendenze, che deve tendere ad allontanare l'acqua da zone critiche, e che questo non convogli l'acqua verso i risalti in maniera consistente
- Controllare che l'altezza dei risalti sia adeguata tenendo presente la possibile formazione di cumuli di neve o stradi di ghiaccio
- Controllare che non vi siano fenomeni di rimbalzo di acqua oltre la quota di risalto (ad esempio per la velocità dell'acqua)
- Controllare il sistema di sigillatura del risalto all'attacco con la parete/l'infisso (anche la durabilità)
- Controllare il corretto dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche ad esempio 1 pluviale ϕ 100 ogni 100 m² vedi UNI EN 12056-3
- Controllare/Valutare se non sia necessaria la presenza di un "troppo pieno"
- Controllare che l'eventuale "troppo pieno" sia ad un'altezza inferiore al risalto

Controlli in fase di gestione

- Controllo stagionale dello stato, funzionalità e pulizia di bocchettoni o canali di gronda.

<p>[CP 20] MACCHIE D'ACQUA</p>
<p>La realizzazione di elementi portanti realizzati in calcestruzzo con getto in opera presenta la problematica dell'acqua di costruzione.</p> <p>Soprattutto se tali supporti vengono realizzati mediante l'utilizzo di lastre di tipo predalles, essi hanno una ridotta permeabilità all'acqua verso l'intradosso. La realizzazione di una impermeabilizzazione al di sopra della soletta ancora non completamente asciutta costituisce, di fatto, una barriera all'evaporazione di acqua presente nel getto. Essa, quindi, cerca altre vie per fuoriuscire e le può trovare in corrispondenza dei giunti fra tali lastre e/o di lesioni presenti su di esse. Si formano così macchie di umidità, formazione di calcare o, per quantità di acqua più consistenti, vere e proprie infiltrazioni.</p> <p>Un fenomeno simili può accadere anche con posa dell'impermeabilizzazione poco dopo eventi meteorici, e può essere accentuato in presenza di concavità dell'estradosso della soletta che permettono il ristagno di acqua ed il suo assorbimento da parte della soletta con le conseguenze di cui sopra.</p>
<p>Difetti: il difetto consiste nell'aver posizionato prematuramente l'elemento di tenuta con il supporto non ancora completamente asciutto, cosa che realizza un impedimento all'evaporazione dell'acqua. L'acqua può permanere all'interno delle lastre, in particolare nelle zone dove è presente l'alleggerimento (in genere, polistirene riciclato) per un lunghissimo periodo di tempo (anche alcuni anni) prima di uscire completamente. Essa può, alternativamente, trasformarsi in vapore, durante la stagione estiva.</p>
<p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>E' possibile predisporre fori in corrispondenza del supporto prefabbricato ("suola"). In questo caso l'acqua può fuoriuscire durante la fase esecutiva senza creare successivi guasti.</p> <p>Accorgimenti in fase di esecuzione</p> <p>Prima del posizionamento dell'impermeabilizzazione è necessario verificare il contenuto di umidità della soletta, assicurandosi che essa sia asciutta prima di procedere.</p>
<p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllare se non sia necessario predisporre fori in corrispondenza del supporto prefabbricato ("suola") per allontanare l'acqua in eccesso (meteorica o di lavorazione) e non intrappolarla con il sistema di impermeabilizzazione. In alternativa può essere necessario specificare il grado di umidità del supporto prima di procedere a collocarci sopra ulteriori strati <p>Controlli in fase di esecuzione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllare la corretta umidità del supporto prima della posa dell'impermeabilizzazione - Controllare che non sia rimasta intrappolata dell'acqua all'interno del supporto (di lavorazione o meteorica soprattutto nei periodi di elevate precipitazioni)

[CP 21] INFILTRAZIONI DA DIFETTI DI DETTAGLI

In copertura sono normalmente presenti un grande numero di canalizzazioni verticali (di trasporto fluidi, vapori, ecc.) che intersecano la copertura e quindi il suo elemento di tenuta. La tenuta può essere realizzata in vario modo: o mediante un collare ad imbuto rovescio, direttamente saldato alla canalizzazione o mediante un collare che viene stretto attorno alla membrana o, in ultima analisi, mediante semplice sfiammatura della membrana sulle pareti della canalizzazione.

L'acqua può infiltrarsi all'interno dell'edificio dalla zona di collegamento. Il caso è critico in quanto le canalizzazioni possono percorrere molti piani dell'edificio, con la conseguenza che l'acqua può giungere anche in zone molto distanti rispetto alla copertura

Difetti: i difetti possono essere di vario tipo:

- assenza di flangia della canalizzazione con conseguente difficoltà di adesione fra membrana e canalizzazione;
- assenza di collare per il vincolo del risvolto verticale, con conseguente suo rilassamento e delocalizzazione;
- eccessiva rigidità del collare/collegamento, per canalizzazioni con vibrazioni indotte, con conseguente strappo della membrana;
- eccessiva chiusura del collare sulla membrana, con conseguente sua lacerazione.
- incompatibilità fra materiale utilizzato per la canalizzazione e la membrana, che non permette una corretta saldatura.
- geometria di posa non corretta della membrana rispetto a quella della canalizzazione, soprattutto per canalizzazioni di piccola sezione;
- scollamento della membrana per temperatura eccessiva dei fluidi/fumi presenti nella canalizzazione.

La presenza di flangia di idonea conformazione geometrica, realizzata con materiale compatibile a quello dell'elemento di tenuta, garantisce la risoluzione della problematica.

Accorgimenti in fase di progetto

In fase di progetto i criteri di base sono:

- corretta individuazione delle caratteristiche dei fluidi/fumi presenti nella canalizzazione e dei macchinari ad essa collegati, in particolare valutazione della temperatura di esercizio e di possibili vibrazioni;
- progetto di dettaglio del nodo (risvolti e collegamenti a tenuta, sigillature, materiali, protezione della membrana nel caso di non compatibilità con la radiazione solare).

Accorgimenti in fase di esecuzione

In fase di esecuzione è necessario verificare la compatibilità dei materiali utilizzati (membrana, canalizzazioni e "controtubi") ed il loro punto di fusione. Il risvolto verticale della membrana deve essere eseguito secondo quanto indicato dai produttori, in genere è sempre consigliato utilizzare elementi di canalizzazione prefabbricati muniti di flangia (che possono essere anche solamente dei "controtubi") che consentono una migliore saldatura con la membrana in parte corrente.

Accorgimenti in fase di gestione

In fase di gestione è necessario prevedere controlli annuali dello stato delle sigillature (evidenziando screpolature, vuocità o simili) e del serraggio di collari.

Controlli in fase di progettazione

- Controllare corretta individuazione delle caratteristiche dei fluidi/fumi presenti nella canalizzazione e dei macchinari ad essa collegati, in particolare valutazione della temperatura di esercizio e di possibili vibrazioni
- Controllare progetto di dettaglio del nodo (risvolti e collegamenti a tenuta, , materiali e compatibilità, protezione della membrana nel caso di non compatibilità con la radiazione solare)

Controlli in fase di esecuzione

- Controllare la conformità dei materiali a quelli di progetto

- Controllo dell'esecuzione dei particolari secondo quanto indicato dai produttori/progettisti (risvolti e collegamenti a tenuta, sigillature, materiali, protezione della membrana nel caso di non compatibilità con la radiazione solare)

Controlli in fase di gestione

- Controllo annuale dello stato delle sigillature (evidenziando screpolature, vuocità o simili) e del serraggio di collari delle canalizzazioni di copertura.

<p>[CP 22] FILAGGIO DEL BOCCHETTONE</p>
<p>La presenza di un pluviale rappresenta, a tutti gli effetti, un vincolo per l'elemento di tenuta. Nella quasi totalità dei casi, il bocchettone non è ancorato saldamente al pluviale ma è solo infilato a pressione. Se la membrana fosse affetta da fenomeni di ritiro (cfr schede MdA 008) in corrispondenza dei punti di vincolo si attivano tensioni di trazione. Se le tensioni che si generano dovessero superare l'attrito generato dalla pressione, il bocchettone si delocalizza con la conseguente possibilità di fare percolare l'acqua al di fuori dello stesso, cioè al di sotto dell'elemento di tenuta e, da qui, all'interno dell'edificio.</p>
<p>Difetti: il difetto è legato all'invecchiamento della membrana causato dalla sua esposizione alla radiazione solare. La membrana invecchiata subisce un addensamento e quindi un ritiro, attivando tensioni di trazione in corrispondenza dei punti fissi (bocchettone).</p>
<p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>La prevenzione del fenomeno del ritiro è possibile sia adottando materiali poco sensibili a tale azione, oppure proteggendo la membrana dall'azione del sole.</p> <p>Nel primo caso è possibile utilizzare membrane con presenza di adeguata armatura (è possibile valutare la sua presenza in relazione ad una maggiore resistenza a trazione e stabilità dimensionale). Nel secondo caso è possibile utilizzare membrane autoprotette, con protezione apportata oppure con protezione pesante (massetti o ghiaia) che evitano il contatto diretto dell'irraggiamento solare con la membrana.</p>
<p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo della corretta soluzione del nodo di collegamento con i pluviali - Controllo dell'idoneità dei materiali prescelti soprattutto sotto il profilo della durabilità e stabilità rispetto alle sollecitazioni agenti e controllo delle eventuali protezioni applicate

6.6. Coperture a falde

<p>[CF 01] ROTTURA SCOSSALINE</p> <p>Le scossaline di protezione, in corrispondenza del colmo, di converse, di terminazione in genere, sono, nella maggior parte dei casi, realizzate in metallo (rame, alluminio, acciaio, ..) di piccolo spessore (alcuni decimi di millimetro). Esse sono appoggiate al supporto in corrispondenza di staffe, posizionate ad una certa distanza una dall'altra. Un urto, o un carico eccessivo, possono facilmente provocare una sua deformazione o, per casi di maggiore intensità, una rottura.</p> <p>La rottura provoca rapidamente infiltrazioni all'interno, la deformazione può portare, nel tempo, ad una corrosione localizzata per aerazione differenziale in quanto, nell'avvallamento che si crea, può ristagnare acqua creando differenza di potenziale fra zone contigue e innescare il fenomeno.</p> <p>Gli urti o i carichi possono essere dovuti sia ad azioni umane (calpestio, atto vandalico, caduta di oggetti, ..) sia naturali (neve, grandine).</p> <p>Difetti: i difetti possono essere di vario tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ridotte caratteristiche meccaniche delle scossaline, in relazione al loro uso, alla loro vicinanza a zone di passaggio o alle condizioni climatiche (neve, grandine); - assenza di protezioni in corrispondenza di zone di passaggio; - eccessiva distanza fra supporti. <p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>In fase di progetto è importante effettuare una verifica di resistenza delle scossaline in relazione ai carichi su di esse agenti.</p> <p>In particolare devono essere individuati il carico di neve ed il carico di vento in base alle disposizioni ministeriali (DM 14 gennaio 2008). La scossalina può essere considerata come una semplice trave su più appoggi (i supporti) che viene dimensionata con i metodi della scienza delle costruzioni. Devono essere verificate sia le deformazioni che le tensioni. Le variabili da utilizzare sono lo spessore della scossalina oppure la distanza fra i supporti.</p> <p>È necessario prevedere zone di transito ben delimitate dove realizzare o dei rinforzi delle scossaline oppure dei veri e propri passaggi sopraelevati rispetto a queste.</p> <p>Accorgimenti in fase di esecuzione</p> <p>Durante la fase di esecuzione è necessario controllare che le scossaline non vengano calpestate, caricate eccessivamente o urtate.</p> <p>Accorgimenti in fase di gestione</p> <p>In fase di gestione è necessario verificare che ad eventuali modifiche di percorsi dovuti a varie cause (per es.: spostamento di posizione di macchinari in copertura o altro) consegua una riprogettazione delle zone di passaggio con nuovi irrigidimenti o nuove passerelle.</p> <p>Eventuali deformazioni devono essere eliminate mediante ribattitura degli elementi o loro sostituzione.</p> <p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ azioni derivanti da carico da neve e vento in base alle disposizioni ministeriali (DM 14 gennaio 2008) ▪ deformazioni e tensioni della scossalina in relazione all'uso e alla posizione ▪ (presenza di rinforzi in corrispondenza di zone di transito) ▪ distanza supporti <p>Controlli in fase di esecuzione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ protezione scossaline da carichi eccessivi [stoccaggio] ▪ distanza supporti

Controlli in fase di gestione

- Controllo riprogettazione scossalina in caso di variazioni nella disposizione degli elementi in copertura

<p>[CF 02] ROTTURA DEL MANTO PER GRANDINE</p> <p>La grandine produce sul manto di tenuta un'azione di tipo dinamico: l'azione dei chicchi e la criticità del loro impatto sono legate alle dimensioni degli stessi (da alcuni millimetri ad alcuni centimetri) ed alla loro velocità (alcune decine di metri al secondo) che forniscono ad essi una certa energia cinetica che può, in alcuni casi, provocare deformazioni o rotture degli elementi con conseguenti infiltrazioni.</p> <p>I materiali, con ridotta resistenza al punzonamento dinamico, sono molto spesso soggetti a questo tipo di fenomeno. Gli elementi metallici riportano, in genere, solamente deformazioni locali, mentre quelli in laterizio e cemento (questi ultimi molto raramente) riportano direttamente rotture.</p> <p>L'intensità dell'azione è legata, oltre che all'azione della grandine, anche alle caratteristiche del supporto, al punto di impatto ed all'angolo di incidenza della grandine rispetto alla copertura. Maggiori effetti si hanno per urti lontano dalle zone di supporto che producono maggiori tensioni sui materiali e per coperture suborizzontali in quanto pressoché perpendicolari alla direzione dell'azione.</p> <p>Difetti: il difetto consiste nelle ridotte caratteristiche meccaniche dell'elemento di tenuta rispetto all'azione prevedibile della grandine.</p> <p>La distanza fra i supporti non influisce in maniera sensibile l'azione della grandine, soprattutto se si tratta di elementi sintetici in quanto l'urto è localizzato ed influenza un piccolo intorno.</p> <p>In generale sono soprattutto i manti sintetici (policarbonato, polimetimetacrilato, ..) che hanno caratteristiche meccaniche limitate, soprattutto a punzonamento, che possono subire questo tipo di guasto.</p> <p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>La valutazione dell'azione della grandine è fondamentale al fine di individuare le caratteristiche meccaniche dell'elemento di tenuta. A tale proposito si dà come indicazione generale quella di valutare il periodo di non ritorno dell'evento che, per coperture di edifici correnti è di 20 anni.</p> <p>Periodi differenti possono essere utilizzati a seconda delle criticità delle infiltrazioni di acqua all'interno dell'edificio. La presenza di un supporto continuo (nel caso di alcune coperture metalliche) riduce la deformazione dell'elemento colpito e minimizza la possibilità di rotture in quanto la resistenza alla compressione (l'elemento viene compresso sul supporto) dei metalli è molto elevata. Vista la difficoltà di valutare tale azione può inoltre essere utile prevedere il posizionamento di uno strato di controllo alla tenuta dell'acqua posto sotto l'elemento primario di tenuta. Questo non evita la deformazione o la rottura dell'elemento di tenuta ma annulla o, in ogni caso, limita l'infiltrazione di acqua in quanto essa viene trattenuta e condotta all'esterno. Esso può essere realizzato in TNT di poliestere o polipropilene.</p> <p>Accorgimenti in fase di gestione</p> <p>Controlli possono essere effettuati per verificare l'integrità degli elementi di tenuta a seguito di caduta di grandine, soprattutto se di grossa dimensione.</p> <p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ in caso di ridotte caratteristiche meccaniche della scossalina, della presenza di uno strato di tenuta all'acqua posto sotto l'elemento primario di tenuta ▪ caratteristiche meccaniche del manto di tenuta in relazione alle azioni di punzonamento da grandine <p>Controlli in fase di gestione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo integrità elementi di tenuta

[CF 03] INADEGUATEZZA RISVOLTO

In corrispondenza dell'intersezione della copertura con altri subsistemi (pareti perimetrali, infissi orizzontali e verticali) l'altezza del risalto risulta fondamentale per evitare infiltrazioni di acqua. Il superamento del risalto può avvenire:

- per innalzamento del livello dell'acqua dovuto ad insufficiente capacità drenante del sistema di smaltimento delle acque meteoriche;
- per rimbalzo di acqua oltre la quota del risalto;
- per un errato sistema di pendenza che convoglia l'acqua, in maniera consistente, verso il risalto;
- per errata sigillatura del risalto all'attacco con la parete/l'infisso;
- per acqua portata da vento;
- per accumulo di neve e successivo suo scioglimento;
- per formazione di nuclei di ghiaccio che innalzano il piano di scorrimento dell'acqua.

Difetti: i difetti sono di vario tipo:

- innalzamento del livello dell'acqua dovuto ad insufficiente capacità drenante del sistema di smaltimento delle acque meteoriche.
- Il sistema di smaltimento delle acque può essere stato sottodimensionato in fase di progetto, l'evento meteorico può essere di carattere eccezionale, il sistema di smaltimento può essere stato ostruito da foglie, residui in genere o radici. Per coperture discontinue questo modo di guasto si attua soprattutto in corrispondenza del canale di gronda che si riempie e tracima.
- rimbalzo di acqua oltre la quota del risalto. L'acqua può superare la quota del risalto rimbalzando su superfici rigide (l'elemento di tenuta) soprattutto quando ha una forte velocità.
- errato sistema di pendenza che convoglia l'acqua, in maniera consistente, verso il risalto. In caso di pendenze rivolte verso la zona dove è presente il risalto, l'acqua, soprattutto nel caso di intense precipitazioni, può raggiungere quote elevate, superando il risalto.
- errata sigillatura del risalto all'attacco con la parete/l'infisso. La sigillatura del risalto (protetto o meno da una scossalina) può essere stata realizzata in maniera non adeguata (errata geometria, presenza di vacuità) oppure può essere stato utilizzato materiale con ridotta durabilità (ridotta resistenza agli agenti atmosferici, soprattutto sole).
- acqua portata da vento. Il vento può modificare la traiettoria dell'acqua deviandola anche in maniera significativa verso zone non apparentemente raggiungibili.
- accumulo di neve e successivo suo scioglimento. La quota che può essere raggiunta dalla neve può essere di alcune decine di centimetri a seconda del sito. Il risalto, normalmente, viene progettato in funzione della massima quota raggiungibile dall'acqua (massimo 10-15 cm). Lo scioglimento della neve in prossimità del risalto può quindi provocare infiltrazioni a causa della sua altezza, inferiore rispetto a quella raggiunta dalla neve.
- formazione di nuclei di ghiaccio che innalzano il piano di scorrimento dell'acqua. La formazione di lastre di ghiaccio sulla superficie della copertura innalza il piano di scorrimento dell'acqua. In particolare se vi sono nuclei di ghiaccio in prossimità del risalto, più facilmente si ha il suo superamento, in quanto esso si viene a trovare ad una quota minore rispetto a quella di progetto.

Accorgimenti in fase di progetto

La variabilità dei difetti può fare sembrare difficile la prevenzione dei guasti. In realtà essa si può sviluppare secondo i seguenti criteri:

- corretta individuazione dei fenomeni climatici. La valutazione dell'intensità delle precipitazioni, su un periodo di non ritorno adeguato copre da eventi di significativa intensità;
- sistema di pendenze adeguato. La conformazione geometrica del sistema di pendenze deve essere definita in fase di progetto e non lasciata alla fase esecutiva. Esse devono sempre tendere ad allontanare l'acqua da zone critiche, quali risalti, porte e simili per evitare guasti.
- aumento dell'altezza del risalto in presenza di superfici rigide.

Accorgimenti in fase di gestione

La corretta gestione di una copertura riguarda, in particolare modo, il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Un controllo stagionale permette di eliminare eventuali oggetti che riducono la funzionalità di bocchettoni o canali di gronda.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo:
 - corretta individuazione dei fenomeni climatici
 - sistema di pendenze adeguato all'allontanamento dell'acqua da zone critiche
 - altezza del risalto in corrispondenza di superfici rigide
 - capacità drenante del sistema di smaltimento delle acque meteoriche
 - effetti del rimbalzo d'acqua oltre la quota del risalto
 - eccessiva pendenza manto in corrispondenza del risalto
 - sigillatura del risalto all'attacco con la parete/l'infisso
 - altezza del risalto in relazione all'accumulo di neve e il conseguente scioglimento

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo sigillatura del risalto all'attacco con la parete/l'infisso

Controlli in fase di gestione

- Controllo:
 - stagionale del sistema di raccolta delle acque meteoriche
 - altezza del risalto in relazione all'accumulo di neve e il conseguente scioglimento
 - formazioni di ghiaccio nelle vicinanze del risalto che possano abbassare la distanza con la quota massima di questo

<p>[CF 04] ROTTURA MANTO PER CARICO ECCESSIVO</p> <p>Gli elementi di tenuta all'acqua, come, per esempio, tegole in laterizio, cemento, elementi metallici o lastre sintetiche, non appoggiano per l'intera loro superficie sul supporto. Infatti, nella maggior parte dei casi, essi sono supportati da listelli in legno o metallo, posti in prossimità di due dei loro estremi. Sotto l'azione di carichi agenti su di essi, dovuti, per esempio, al pedonamento per operazioni di manutenzione oppure alla neve, essi si comportano a tutti gli effetti, come delle travi o piccole piastre appoggiate. Sono quindi soggetti a flessione ed a taglio. Qualora l'azione fosse superiore alla reazione si ha direttamente rottura (elementi con comportamento fragile, quali quelli in laterizio o cemento) o prima deformazione e poi, eventualmente rottura (elementi in metallo e lastre sintetiche). La rottura provoca infiltrazioni di acqua al loro intradosso e, di conseguenza, all'interno dell'edificio.</p> <p>Difetti: il difetto consiste nelle minori resistenze meccaniche degli elementi di tenuta rispetto a quelle necessarie e/o ad una distanza eccessiva fra gli elementi di supporto che provocano sollecitazioni non ammissibili.</p> <p>È possibile anche una sottostima in fase di progetto delle azioni oppure azioni di tipo eccezionale.</p> <p>È possibile che il cedimento della lastra sia accompagnato anche da quello della struttura secondaria o primaria.</p> <p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>In fase di progetto è necessario effettuare un dimensionamento statico degli elementi di tenuta in relazione ai carichi (neve e vento, in particolare) su di essi agenti. La valutazione del carico agente su di essi viene effettuato in base al DM 14 gennaio 2008.</p> <p>In particolare ciò vale soprattutto per gli elementi a lastra (metallici o sintetici) dove le sollecitazioni sono maggiori in quanto, normalmente, le distanze fra i supporti sono elevate.</p> <p>Può inoltre essere utile prevedere il posizionamento di uno strato di controllo alla tenuta dell'acqua posto sotto l'elemento primario di tenuta. Questo non evita la deformazione o la rottura dell'elemento di tenuta ma annulla o, in ogni caso, limita l'infiltrazione di acqua in quanto essa viene trattenuta e condotta all'esterno. Esso può essere realizzato in TNT di poliestere o polipropilene.</p> <p>Una particolare attenzione deve essere posta anche sulle azioni dovute a carichi permanenti (macchinari condizionamento, ecc.). In genere non è consigliabile posizionare tali carichi su elementi di tenuta realizzati in lastre.</p> <p>Accorgimenti in fase di esecuzione</p> <p>Durante la fase di esecuzione è necessario controllare che le lastre non vengano caricate eccessivamente con attrezzature, prodotti o macchinari.</p> <p>Accorgimenti in fase di gestione</p> <p>In fase di gestione è consigliabile effettuare verifiche con periodicità annuale, anche solamente di tipo visivo, del corretto funzionamento della copertura. È possibile verificare se si siano create deformazioni o delocalizzazioni del manto. In questi casi è necessario intervenire con una riqualificazione degli elementi deformati.</p> <p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo dimensionamento statico degli elementi di tenuta <p>Controlli in fase di esecuzione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo protezione elementi di tenuta da carichi eccessivi [stoccaggio] <p>Controlli in fase di gestione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo annuale del corretto funzionamento della copertura
--

<p>[CF 05] INFILTRAZIONI DA CANALIZZAZIONI NON A TENUTA</p> <p>In copertura sono normalmente presente un grande numero di canalizzazioni verticali (di trasporto fluidi, vapori, ecc.) che la intersecano. La tenuta può essere realizzata in vari modi: mediante un collare ad imbuto rovescio, direttamente saldato alla canalizzazione (grembiule) che copre elementi in risalto sporgenti dalla copertura; .</p> <p>L'acqua può infiltrarsi all'interno dell'edificio dalla zona di collegamento. Il caso è critico in quanto le canalizzazioni possono percorrere molti piani dell'edificio, con la conseguenza che l'acqua può giungere anche in zone molto distanti rispetto alla copertura.</p> <p>Difetti: i difetti possono essere di vario tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - assenza di flangia della canalizzazione con conseguente difficoltà di corretto collegamento fra elementi di copertura e canalizzazione; - assenza di collare del risvolto verticale, con conseguente suo rilassamento e delocalizzazione; - eccessiva rigidità del collare/collegamento, per canalizzazioni con vibrazioni indotte, con conseguente strappo della membrana. <p>La presenza di flangia di idonea conformazione geometrica, realizzata con materiale compatibile a quello dell'elemento di tenuta, garantisce la risoluzione della problematica.</p> <p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>E' necessario un attento progetto del dettaglio, non lasciandolo alla fase esecutiva.</p> <p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo dettagli di progetto: <ul style="list-style-type: none"> ▪ presenza di flangia della canalizzazione per corretto collegamento fra gli elementi di copertura e canalizzazioni ▪ presenza del collare del risvolto verticale ▪ rigidità del collare/collegamento per canalizzazioni con vibrazioni indotte <p>Controlli in fase di esecuzione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo corretta posa in opera in corrispondenza di punti critici: <ul style="list-style-type: none"> ▪ conpluvi ▪ displuvi ▪ foripassanti ▪ colmo
--

[CF 06] ROTTURA LASTRE PER GELO E DISGELO

Gli elementi di tenuta all'acqua, come, per esempio, tegole in laterizio, cemento, elementi metallici o lastre sintetiche, sono posati a secco sugli elementi di supporto con o senza fissaggi meccanici. In genere la presenza del fissaggio meccanico dipende dalla pendenza, dal carico di vento e dal rapporto fra peso e superficie dell'elemento di tenuta (tipicamente gli elementi in laterizio e di cemento non sono quasi mai vincolati, mentre gli elementi metallici e le lastre sintetiche lo sono).

In presenza di vento, agisce su di essi una azione di estrazione che tende a sollevare tali elementi, in relazione alla massa superficiale che l'elemento di tenuta possiede: una maggiore massa superficiale tende a ridurre il fenomeno, il contrario una massa superficiale più ridotta. Le masse superficiali sono di qualche kilogrammo al metro quadrato per le lastre sintetiche e di qualche decina di kilogrammi per le tegole in cemento. L'azione del vento può essere da alcune decine di kilogrammi-forza al metro quadrato fino a un centinaio.

Una distanza eccessiva fra i fissaggi provoca movimenti continui degli elementi e conseguente intensificazione dell'azione del vento.

Il fenomeno è tanto più intenso quanto più il vento ha possibilità di agire anche all'intradosso di tali elementi, aumentando in maniera significativa la sua azione. In questo caso la pressione agente all'intradosso si somma alla depressione dell'estradosso, potenziando in maniera sensibile l'azione. È possibile anche un effetto "vela" quando l'elemento è di grandi dimensioni (come lo sono le lastre) e il vento agisce anche all'intradosso. L'effetto è particolarmente intenso e può sollevare ampie superfici della copertura. La delocalizzazione dell'elemento di tenuta provoca una sollecitazione di trazione sull'elemento di fissaggio e sul suo supporto.

Si hanno quindi varie possibilità:

- rottura dell'elemento di fissaggio per superamento del limite di trazione o di flessione;
- sfilamento dell'elemento di fissaggio per superamento del limite di attrito (fra fissaggio e supporto);
- rottura di parte dell'elemento di supporto per superamento del limite di taglio.

Difetti: il difetto consiste nel sottodimensionamento meccanico del sistema di fissaggio, in relazione alle azioni su di esso agenti.

Si deve fare attenzione all'azione sul singolo fissaggio: ad ogni fissaggio compete una certa area di influenza e, di conseguenza un certo carico. Un'area eccessiva provoca:

- eccessiva azione di punzonamento del fissaggio sull'elemento di tenuta in relazione alle caratteristiche meccaniche;
- eccessiva azione di estrazione del fissaggio, in relazione alle forze di attrito fra fissaggio e sua sede;
- eccessiva azione di trazione sul fissaggio, in relazione alle sue caratteristiche meccaniche.

Accorgimenti in fase di progetto

In fase di progetto è necessario effettuare un dimensionamento statico degli elementi di tenuta in relazione ai carichi (vento, in particolare) su di essi agenti. La valutazione del carico viene effettuato in base al DM 14 gennaio 2008.

Le verifiche devono essere effettuate soprattutto per gli elementi a lastra (metallici o sintetici) per i quali le sollecitazioni sono maggiori in quanto, normalmente, le distanze fra i supporti sono elevate.

La verifica viene normalmente effettuata definendo il diametro del fissaggio. In realtà è opportuno anche verificare l'azione di punzonamento del fissaggio sull'elemento di tenuta (soprattutto se si tratta di lastre sintetiche) e quella di estrazione.

In quest'ultimo caso è consigliabile effettuare prove di pull-off per definire la resistenza massima di attrito fra gli elementi in gioco. Può inoltre essere utile prevedere il posizionamento di uno strato di controllo alla tenuta dell'acqua posto sotto l'elemento primario di tenuta. Questo annulla o, in ogni caso, limita l'infiltrazione di acqua in quanto essa viene trattenuta e condotta all'esterno. Esso può essere realizzato in TNT di poliestere o polipropilene.

Accorgimenti in fase di gestione

A seguito di eventi ventosi di forte intensità è consigliabile effettuare un controllo generale dei sistemi di

fissaggio per individuare elementi deteriorati o rotti.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo dimensionamento statico degli elementi di fissaggio
[Effettuare prove di pull-off per definire la resistenza massima di attrito fra gli elementi in gioco]

Controlli in fase di gestione

- Controllo stato dei fissaggi a seguito di eventi ventosi di forte intensità

[CF 07] ROTTURA PER FISSAGGIO PER CORROSIONE

Gli elementi di tenuta all'acqua, come, per esempio, tegole in laterizio, cemento, elementi metallici o lastre sintetiche, sono posati a secco sugli elementi di supporto e possono essere collegati ad esso mediante vincoli meccanici. In genere la presenza del fissaggio meccanico dipende dalla pendenza, dal carico di vento e dal rapporto fra peso e superficie dell'elemento di tenuta. Gli elementi di fissaggio sono, nella maggior parte dei casi, in metallo, in relazione alla necessità di possedere buone proprietà meccaniche.

Essi, se non adeguatamente trattati, sono quindi soggetti al fenomeno della corrosione (cfr MdA_007). Il fenomeno può essere maggiormente veloce in relazione alle caratteristiche del metallo utilizzato, al trattamento di protezione ed alle caratteristiche del sito (atmosfera ossidanti). L'ossidazione porta inizialmente ad una riduzione della sezione trasversale degli elementi di fissaggio. Quando tale sezione non è più in grado di resistere alle sollecitazioni su di essa agenti (trazione e flessione per azione di vento, taglio per azione dei carichi propri o variabili), il fissaggio si rompe. La rottura del fissaggio può portare, in tempi più o meno rapidi, alla delocalizzazione dell'elemento di tenuta, con conseguenti infiltrazioni. L'ossidazione del fissaggio può avvenire anche per contatto di questi con altro elemento in metallo (per esempio l'elemento di tenuta stesso) con il quale si possa instaurare una differenza di potenziale (corrosione galvanica). Il fenomeno procede con le stesse modalità indicate precedentemente.

Difetti: Il difetto consiste nella ridotta resistenza all'ossidazione dell'elemento di vincolo rispetto alle condizioni climatiche esistenti.

Si può trattare di una valutazione non corretta oppure di sue modifiche avvenute nel corso del tempo. Si fa presente che ogni materiale ha una propria vita utile. È evidente che se il fenomeno della corrosione avviene dopo un lungo periodo (alcuni decenni) non si può parlare di un difetto proprio del materiale ma piuttosto di una ridotta o assente manutenzione che non ha riportato le prestazioni dell'oggetto a quelle necessarie.

Accorgimenti: in fase di progetto è necessario conoscere le condizioni climatiche esistenti in maniera tale da potere definire il grado di protezione del metallo. I trattamenti possibili dipendono dal metallo utilizzato. Esistono alcuni metalli che formano in maniera naturale uno strato di protezione (passivazione) che li mette in uno stato di quiete rispetto all'atmosfera.

Può inoltre essere utile prevedere il posizionamento di uno strato di controllo alla tenuta dell'acqua posto sotto l'elemento primario di tenuta. Questo annulla o, in ogni caso, limita l'infiltrazione di acqua in quanto essa viene trattenuta e condotta all'esterno. Esso può essere realizzato in TNT di poliestere o polipropilene.

Accorgimenti in fase di gestione

In fase di gestione è importante verificare, anche solo visivamente, lo stato dei fissaggi: se esistono ossidi (in genere di colore rosso scuro) la corrosione è iniziata. Il controllo può anche essere fatto a campione in quanto si può supporre che il comportamento sia omogeneo.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo grado di resistenza all'ossidazione dei fissaggi metallici in base alle condizioni climatiche esistenti

Controlli in fase di gestione

- Controllo presenza corrosione nei fissaggi

<p>[CF 08] INFILTRAZIONI PER ROTTURA PER GELO E DISGELO</p>
<p>Gli elementi in laterizio e cemento, per loro stessa natura, sono caratterizzati da una certa porosità superficiale.</p> <p>Essa favorisce l'assorbimento di acqua di origine meteorica che, con basse temperature, può gelare esercitando un'azione espandente sulle superfici del poro. Si ricorda che l'acqua, trasformandosi in ghiaccio, aumenta il proprio volume di circa il 9%. Cicli di questo tipo possono portare all'esfoliazione di parti superficiali dell'elemento di tenuta. Lo spessore si riduce sempre più fino a determinare la rottura dell'elemento. Questo fenomeno può portare ad infiltrazioni di acqua all'interno dell'edificio.</p>
<p>Difetti: in difetto consiste nell'aver utilizzato elementi di tenuta non adeguatamente resistenti alle azioni del gelo.</p>
<p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>In fase di progetto è necessario richiedere la resistenza al gelo dell'elemento di tenuta. Può inoltre essere utile prevedere il posizionamento di uno strato di controllo alla tenuta dell'acqua posto sotto l'elemento primario di tenuta. Questo annulla o, in ogni caso, limita l'infiltrazione di acqua in quanto essa viene trattenuta e condotta all'esterno. Esso può essere realizzato in TNT di poliestere o polipropilene.</p>
<p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo resistenza al gelo dell'elemento di tenuta

<p>[CF 09] DIFETTI DELLE SCOSSALINE</p>
<p>La tenuta all'acqua della copertura è garantita, in maniera importante, anche da tutto il sistema di scossaline (colmo, conversa, bordo) presente. Esso è realizzato, nella maggior parte dei casi, con elementi in metallo che vengono giustapposti fra di loro e sopra gli elementi correnti di tenuta, posizionati con una certa sovrapposizione.</p> <p>Una difettosità, anche puntuale provoca infiltrazioni di acqua all'interno.</p> <p>Le zone di entrata possono essere molteplici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fra elementi contigui, per percolazione diretta oppure per spinta del vento; - attraverso sigillature, per percolazione diretta oppure per spinta del vento; - attraverso fissaggi, per percolazione diretta oppure per spinta del vento; - attraverso vacuità presenti nelle guarnizioni; - per superamento di risalti.
<p>Difetti: i difetti possibili sono molteplici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ridotta sovrapposizione fra elementi contigui ed assenza di loro sigillatura che permette, per capillarità o per spinta del vento, di superare zone a tenuta; - assenza di sigillatura di testa fra elementi contigui, che permette, per capillarità o per spinta del vento di superare zone a tenuta; - presenza di sigillatura a vista, non resistente all'azione dell'irraggiamento solare; - utilizzo di fissaggi passanti e successiva rottura delle guarnizioni o delle sigillature per invecchiamento dovuto all'azione del sole (cfr MdA_008); - vincoli al contorno che impediscono alla scossalina di dilatarsi liberamente sotto l'azione del sole, deformandola e portandola a rottura; - ridotta resistenza all'invecchiamento di elementi di guarnizione, per azione del sole; - errata conformazione geometrica del giunto di dilatazione (inadeguatezza del risalto); - ridotta elasticità delle guarnizioni in relazione alla necessità di assorbimento i movimenti degli elementi di tenuta provocati dall'azione dell'irraggiamento solare.
<p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>In fase di progetto è necessario una attento progetto del sistema di scossaline, non lasciandolo alla fase esecutiva. In particolare devono essere definiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - il sistema di attacco al supporto, in modo tale da permettere la libera dilatazione delle scossaline; - i giunti di dilatazione, in relazione alla temperatura di progetto massima e minima raggiungibili ed al materiale di cui esse sono costituite; - le sovrapposizioni con gli elementi di tenuta in relazione all'azione del vento che tende a fare risalire l'acqua anche in contropendenza; - i risalti in corrispondenza di giunti, bordi o simili, di adeguata altezza in relazione alla possibile massima quota raggiungibile dall'acqua in condizioni di malfunzionamento di bocchettoni, per rimbalzo o per azione del vento; - la resistenza dei materiali agli agenti atmosferici (in particolare, il sole).
<p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ sistema di attacco delle scossaline in modo da permettere la libera dilatazione ▪ caratteristiche dei giunti di dilatazione ▪ sovrapposizioni con gli elementi di tenuta in corrispondenza di punti critici ▪ altezza e fissaggio del risalto ▪ resistenza all'irraggiamento dei materiali <p>Controlli in fase di esecuzione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ corretta posa del sistema di attacco della scossalina al supporto ▪ corretta larghezza sovrapposizione fra elementi contigui e loro sigillatura ▪ sigillatura di testa fra elementi contigui

<p>[CF 10] ECCESSIVA DEFORMAZIONE LASTRE</p> <p>Gli elementi di tenuta in metallo sono vincolati rigidamente, in più punti, agli elementi di supporto. Essi sono realizzati mediante fogli di piccolo spessore (alcuni decimi di millimetro) che possono o meno essere piegati per fornire maggiore inerzia (lastre grecate). La loro esposizione all'irraggiamento solare li porta a raggiungere temperature superficiali molto elevate (temperatura aria sole), in relazione alla temperatura dell'aria esterna, alla loro esposizione alla radiazione solare ed al loro colore (colori più scuri permettono il raggiungimento di temperature superficiali più alte).</p> <p>Per azione della temperatura essi subiscono variazioni dimensionali: tale deformazione è, tuttavia, impedita dai vincoli (deformazione impedita). Si instaurano, quindi, all'interno degli elementi di tenuta, elevate sollecitazioni che, visto il ridotto spessore, provocano la loro deformazione. Essa può essere di debole o forte intensità, fino a provocare la loro rottura, soprattutto a causa di fenomeni ripetuti (fatica). È possibile anche la rottura o la deformazione degli elementi di vincolo. Questo fenomeno può portare ad infiltrazioni di acqua all'interno dell'edificio.</p> <p>Difetti: i difetti possono consistere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nell'assenza di un giunto di dilatazione fra vincolo ed elemento di tenuta - nella ridotta inerzia degli elementi di tenuta (assenza di lesene o simili). <p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>La realizzazione della libera dilatazione fra elemento di tenuta e di vincolo si può ottenere mediante l'utilizzo di viti o chiodi di sezione inferiore a quella del foro presente sull'elemento di tenuta con guarnizioni che evitano infiltrazioni di acqua.</p> <p>La deformazione si può limitare aumentando l'inerzia dell'elemento di tenuta. In questo caso è necessario conoscere la temperatura aria sole e la massima escursione di temperatura di progetto. Conoscendo la geometria del manto di tenuta è poi possibile determinare le sollecitazioni e le deformazioni, tramite i normali metodi della scienza e tecnica delle costruzioni e verificare che queste siano compatibili con la funzionalità del sistema. Può inoltre essere utile prevedere il posizionamento di uno strato di controllo alla tenuta dell'acqua posto sotto l'elemento primario di tenuta. Questo annulla o, in ogni caso, limita l'infiltrazione di acqua in quanto essa viene trattenuta e condotta all'esterno. Esso può essere realizzato in TNT di poliestere o polipropilene.</p> <p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo libera dilatazione fra l'elemento di tenuta e di vincolo

<p>[CF 11] DELOCALIZZAZIONE</p> <p>Gli elementi di tenuta all'acqua, come, per esempio, tegole in laterizio, cemento, elementi metallici o lastre sintetiche, sono posati a secco sugli elementi di supporto e possono essere collegati ad esso mediante fissaggi meccanici.</p> <p>In presenza di azioni dinamiche agisce su di essi una forza di estrazione che tende a sollevare tali elementi, parzialmente o totalmente, in relazione alla massa superficiale che l'elemento di tenuta possiede: una maggiore massa superficiale tende a ridurre il fenomeno, il contrario una massa superficiale più ridotta.</p> <p>L'azione dinamica può anche essere collegata, al passaggio a bassa quota degli aeroplani (fasi di decollo o atterraggio), quindi in vicinanza di aeroporti. La delocalizzazione dell'elemento di tenuta provoca una sollecitazione di trazione sull'elemento di fissaggio e sul suo supporto.</p> <p>Si hanno quindi varie possibilità:</p> <ul style="list-style-type: none"> - parziale sollevamento e successiva ricaduta dell'elemento di tenuta senza entrata di acqua; - delocalizzazione dell'elemento di tenuta; - rottura dell'elemento di fissaggio per superamento del limite di trazione o di flessione; - sfilamento dell'elemento di fissaggio per superamento del limite di attrito (fra fissaggio e supporto).
<p>Difetti: il difetto consiste nell'assenza o sottodimensionamento di fissaggi dell'elemento di tenuta al supporto in presenza di azioni di questo tipo, ma è possibile anche l'attivazione di rotte aeree nell'immediato intorno territoriale, che modificano le azioni in campo.</p>
<p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>In fase di progetto è necessario valutare l'eventuale presenza o previsione di presenza di aeroporti. Le azioni dinamiche sono difficili da valutare. È quindi consigliabile prevedere sempre un fissaggio meccanico sovradimensionato.</p> <p>Può inoltre essere utile prevedere il posizionamento di uno strato di controllo alla tenuta dell'acqua posto sotto l'elemento primario di tenuta. Questo annulla o, in ogni caso, limita l'infiltrazione di acqua in quanto essa viene trattenuta e condotta all'esterno. Esso può essere realizzato in TNT di poliestere o polipropilene.</p>
<p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo presenza e dimensionamento dei fissaggi dell'elemento di tenuta al supporto

[CF 12] DELOCALIZZAZIONE MANTO PER ACCUMOLO DI NEVE
<p>Gli elementi di tenuta all'acqua, come, per esempio, tegole in laterizio, cemento, elementi metallici, possono essere posati a secco, senza fissaggio meccanico. In occasione di precipitazioni nevose la forza di gravità provoca un continuo scivolamento delle masse di neve verso le parti a minore quota. Tali masse tendono a trascinare anche gli elementi di tenuta, provocandone la loro delocalizzazione. Il trascinamento è tanto più elevato quanto più è elevato l'attrito fra la neve o il ghiaccio e l'elemento di tenuta. Esso dipende dalla porosità, dall'irregolarità superficiale e dalla geometria dell'elemento di tenuta. Prodotti che subiscono in misura maggiore questo fenomeno sono elementi in laterizio ed in cemento.</p>
<p>Difetti: il difetto consiste nell'assenza di elementi fermaneve sulla copertura e /o da assenza di fissaggio meccanico degli elementi di tenuta.</p>
<p>Accorgimenti in fase di progetto In fase di progetto è necessario valutare le caratteristiche nivometeorologiche dell'area di progetto. In genere la presenza di fermaneve è necessaria per coperture con pendenze superiore al 30%. La loro progettazione implica anche la definizione della distribuzione degli elementi fermaneve.</p>
<p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo presenza elemento fermaneve sulla copertura e/o del fissaggio meccanico degli elementi di tenuta [Con pendenze superiori al 30% la presenza del fermaneve è necessaria]

<p>[CF 13] INFILTRAZIONI DELL'ELEMENTO DI FISSAGGIO</p> <p>Gli elementi di tenuta all'acqua, come, per esempio, lastre metalliche o sintetiche, vengono, di solito, posate mediante fissaggi a vista, muniti di guarnizioni. I fissaggi e le guarnizioni sono esposti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - all'azione del sole (temperatura, raggi UV), che provoca sia dilatazioni e contrazioni degli elementi di tenuta sia infragilimento delle guarnizioni, realizzate, in genere, in materiali sintetici. Nel primo caso si possono avere o allentamenti dei fissaggi o loro rotture, nel secondo caso rotture delle guarnizioni. In ciascuno dei due casi, si ha la formazione di una soluzione di continuità nella tenuta all'acqua della copertura, con successive infiltrazioni. - all'azione del vento, che provoca continue azioni di compressione ed estrazione sugli elementi di tenuta, con conseguenti azioni sui vincoli. Essi, come nel primo caso, possono allentarsi (accentuando sempre di più il fenomeno) e, di conseguenza, non garantiscono più la tenuta all'acqua della copertura.
<p>Difetti: il difetto consiste nell'utilizzo di guarnizioni non idonee all'esposizione solare o ad assenza di manutenzione, con controllo periodico del serraggio e dello stato dei fissaggi.</p>
<p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>Si deve prevedere l'utilizzo di guarnizioni resistenti all'azione del sole. È anche possibile utilizzare sistemi di copertura senza fissaggio meccanico a vista o con fissaggio a scatto. Nel primo caso viene eliminata l'interazione fra agente (sole) e fissaggio; nel secondo caso si ha sia un vantaggio in termini di eliminazione dei fissaggi sia di possibilità di dilatazione non contrastata.</p> <p>Può inoltre essere utile prevedere il posizionamento di uno strato di controllo alla tenuta dell'acqua posto sotto l'elemento primario di tenuta. Questo annulla o, in ogni caso, limita l'infiltrazione di acqua in quanto essa viene trattenuta e condotta all'esterno. Esso può essere realizzato in TNT di poliestere o polipropilene.</p>
<p>Accorgimenti in fase di gestione</p> <p>Con periodicità annuale è consigliabile effettuare un controllo (anche a campione) dei fissaggi verificando anche lo stato delle guarnizioni.</p>
<p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo utilizzo guarnizioni idonee all'esposizione solare
<p>Controlli in fase di gestione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo con periodicità annuale a campione dei fissaggi e delle guarnizioni

<p>[CF 14] DELOCALIZZAZIONE MANTO PER ROTTURA DEI SUPPORTI</p> <p>Gli elementi di tenuta all'acqua, sono, in genere, posati su supporto secondari in legno o di acciaio, a loro volta poggiati o su un elemento strutturale primario continuo (struttura in laterocemento, ad esempio), o discontinuo (travi in legno o acciaio).</p> <p>In quest'ultimo caso, gli elementi secondari si comportano, a tutti gli effetti, come delle travi, soggette ai carichi derivanti dal peso proprio e dalle azioni del vento, della neve, dell'uomo e di macchinari. Un carico maggiore di quello previsto in fase di progetto provoca modifiche del sistema delle pendenze della copertura o riduzione del loro valore al di sotto di quello minimo necessario a garantire la tenuta all'acqua, soprattutto in caso di vento, con successive infiltrazioni.</p> <p>Difetti: il difetto consiste in un sottodimensionamento meccanico degli elementi secondari di supporto strutturale della copertura.</p> <p>È possibile avere o una ridotta sezione o eccessiva luce o eccessivo passo che provocano, dapprima, deformazioni e, successivamente rotture.</p> <p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>Il progetto del sistema strutturale primario e secondario viene effettuato secondo quanto previsto dal DM 14 gennaio 2008. In esso sono indicati i carichi e sovraccarichi da utilizzare per le coperture. Il dimensionamento prevede la definizione delle sezioni degli elementi di supporto in relazione alle caratteristiche meccaniche ed alle deformazioni ammissibili. Per quanto riguarda quest'ultimo punto è importante che esse vengano valutate in relazione alla funzionalità del sistema di copertura e, quindi, in primo luogo, alla sua tenuta all'acqua.</p> <p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo dimensionamento delle sezioni degli elementi di supporto in relazione alle caratteristiche meccaniche ed alle deformazioni ammissibili

[CF 15] INDEBOLIMENTO DELLA STRUTTURA

Gli elementi di tenuta all'acqua, sono, spesso, posati su supporto secondari in legno. Essi sono soggetto a fenomeni di marcescenza dovuti ad assorbimento di umidità (presente nell'atmosfera) o ad assorbimento di acqua. (proveniente da rotture di elementi di tenuta o di elementi del sistema di smaltimento delle acque meteoriche). In entrambi i casi, il fenomeno è intensificato dall'assenza di ventilazione che permetterebbe una essiccazione più rapida degli elementi. La presenza di umidità provoca la riduzione delle caratteristiche meccaniche del legno e la rottura degli elementi di supporto.

Difetti: il difetto consiste nell'assenza di trattamenti contro l'assorbimento di acqua degli elementi secondari di supporto strutturale della copertura.

Accorgimenti in fase di progetto

In fase di progetto è utile prevedere uno strato di ventilazione che interessi gli elemento di supporti secondario. In alternativa è possibile prevedere un trattamento a secondo della classe di rischio.

Il CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione) attraverso la Norma Europea EN 335 "Definizione delle classi di rischio di attacco biologico" parti 1, 2, e 3 ha individuato 5 classi di rischio che si distinguono in base all'umidità a cui è sottoposto il legno nelle diverse condizioni d'impiego. Tanto più il rischio è alto, tanto maggiore è la necessità di aumentare la naturale resistenza del legno con dei trattamenti di impregnazione.

- Classe di rischio 1: situazione in cui il legno o il prodotto a base di legno è riparato, completamente protetto dagli agenti atmosferici e non esposto all'umidità.
- Classe di rischio 2: situazione in cui il legno o il prodotto di legno è riparato e completamente protetto dagli agenti atmosferici, ma in cui un'elevata umidità ambientale può determinare umidificazione occasionale ma non persistente.
- Classe di rischio 3: situazione in cui il legno o il prodotto di legno non è riparato e non si trova a contatto con il terreno. Esso
 - si trova continuamente esposto agli agenti atmosferici oppure, pur essendo protetto contro gli stessi, è soggetto a umidificazione frequente.
- Classe di rischio 4: situazione in cui il legno o il prodotto di legno si trova a contatto con il terreno o con acqua dolce ed è, pertanto, permanentemente esposto all'umidificazione.
- Classe di rischio 5: situazione in cui il legno o il prodotto di legno risulta permanentemente esposto all'acqua salata.

In base a questa classificazione è possibile definire, per tipo di specie legnosa, il trattamento necessario.

Accorgimenti in fase di esecuzione

Il fase di esecuzione è necessario controllare attentamente la perfetta ricopertura del legno con il trattamento previsto.

Accorgimenti in fase di gestione

È consigliabile effettuare il controllo dello stato ogni cinque anni, per evidenziare eventuali inizi di degrado.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo:
 - corretta definizione del trattamento di protezione in base alla classe di rischio di attacco biologico del legno secondo la EN 335
 - presenza di trattamenti contro l'assorbimento di acqua degli elementi di supporto strutturale della copertura

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo ricopertura perfetta del legno con il trattamento previsto

Controlli in fase di gestione

- Controllo ogni cinque anni dello stato dello strato di protezione del legno

[CF 16] DISTACCO SCOSSALINA PER AZIONI MECCANICHE

Le scossaline metalliche in genere, hanno spessori molto sottili e ridotte caratteristiche meccaniche (bassa inerzia e basso modulo di resistenza) rispetto al loro piano principale. Le azioni meccaniche legate, per esempio, al vento oppure al calpestio possono deformare anche in maniera sensibile questi elementi, fino a provocare rotture.

Se fossero presenti vincoli al libero scorrimento longitudinale, le azioni di tipo termico (dilatazioni) possono produrre elevate sollecitazioni di compressione che possono provocare la deformazione della scossalina, il distacco del fissaggio, il suo sfilamento dalla scossalina o, ancora, lo strappo del fissaggio o la rottura della scossalina con conseguente possibilità di infiltrazioni di acqua.

Si tratta a tutti gli effetti di una deformazione dovuta all'impedimento di una libera deformazioni. Si fa notare che la temperatura superficiale raggiunta dalle scossaline, soprattutto se di colore scuro, può essere molto elevata e superare in maniera consistente quella dell'aria. La temperatura superficiale (detta "aria sole") può arrivare facilmente a 60-70 °C, rispetto a quella dell'aria che si aggira, durante le giornate estive, intorno ai 32-34 °C. Questa elevata temperatura provoca elevate dilatazioni sui materiali, soprattutto se metallici, come avviene per la maggior parte delle scossaline.

Difetti: i difetti, per quanto riguarda la deformazione per azione meccanica, possono consistere:

- nella ridotta inerzia della scossalina, rispetto a quella necessaria per la distanza fra gli appoggi, dovuta o ad uno spessore troppo ridotto oppure nell'assenza di risalti di irrigidimento, che permette una deformazione superiore a quella ammissibile;
- nell'eccessivo carico rispetto a quello previsto in progetto. Può capitare, infatti che siano previsti carichi dovuti ad azioni quali vento o neve e non quelli dovuti al calpestio. Occasionalmente e non intenzionalmente può capitare che esse vengano calpestate con conseguenti azioni maggiori di quelle previste.
- in un sottodimensionamento strutturale, rispetto ai carichi possibili

Il difetto, per quanto riguarda la deformazione per azione termica, può consistere nella presenza di vincoli al libero movimento della scossalina.

Accorgimenti in fase di progetto

In fase di progetto devono essere definiti i carichi agenti sulla scossalina, in particolare neve, vento, temperatura e dovuti all'uomo.

Esse possono essere determinate anche utilizzando quelli riferiti alle strutture (D.M. 14 gennaio 2008).

Definiti i carichi è possibile calcolare le sezioni minime necessarie in relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati ed alla massima deformazione ammissibile.

La segnalazione e delimitazione dei percorsi per manutenzione, realizzati anche mediante apposite passerelle che non interessano la copertura in sé stessa limita in forte misura i guasti dovuti all'azione umana.

In riferimento all'azione termica è possibile creare un sistema di scossaline posizionato a scatto su staffe. In questo modo è permessa la libera dilatazione di un elemento (la scossalina) sull'altro (la staffa).

Le scossaline metalliche in genere, hanno spessori molto sottili e ridotte caratteristiche meccaniche (bassa inerzia e basso modulo di resistenza) rispetto al loro piano principale. Le azioni meccaniche legate, per esempio, al vento oppure al calpestio possono deformare anche in maniera sensibile questi elementi, fino a provocare rotture.

Se fossero presenti vincoli al libero scorrimento longitudinale, le azioni di tipo termico (dilatazioni) possono produrre elevate sollecitazioni di compressione che possono provocare la deformazione della scossalina, il distacco del fissaggio, il suo sfilamento dalla scossalina o, ancora, lo strappo del fissaggio o la rottura della scossalina con conseguente possibilità di infiltrazioni di acqua.

Si tratta a tutti gli effetti di una deformazione dovuta all'impedimento di una libera deformazioni. Si fa notare che la temperatura superficiale raggiunta dalle scossaline, soprattutto se di colore scuro, può essere molto elevata e superare in maniera consistente quella dell'aria. La temperatura superficiale (detta "aria sole") può arrivare facilmente a 60-70 °C, rispetto a quella dell'aria che si aggira, durante le giornate estive, intorno ai 32-34 °C. Questa elevata temperatura provoca elevate dilatazioni sui materiali, soprattutto se metallici, come avviene per la maggior parte delle scossaline.

Accorgimenti in fase di gestione

In fase di gestione è necessario controllare che i manutentori seguano i percorsi definiti in progetto. Il percorso deve essere adeguato a seguito di eventuali spostamenti o nuovi posizionamenti di macchinari.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo:
 - carichi di progetto agenti sulla scossalina
 - delle sezioni minime necessarie della scossalina in relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati ed alla massima deformazione ammissibile
 - segnalazione e delimitazione dei percorsi per manutenzione

Controlli in fase di gestione

- Controllare che i manutentori seguano i percorsi definiti in progetto. Il percorso deve essere adeguato a seguito di eventuali spostamenti o nuovi posizionamenti di macchinari

6.7. Pareti controterra

[PC 01] MACCHIE SU PARETE	
<p>Il passaggio di acqua liquida da un materiale poroso – quale il terreno – ad un altro materiale poroso a contatto con il primo – quale quello che costituisce una parete controterra non impermeabilizzata – è un processo praticamente inevitabile, che si attiva anche se l'acqua non è in pressione e anche se il terreno non è saturo. L'acqua liquida presente nel terreno, anche se non in pressione, bagna la superficie controterra della parete e di qui si muove verso gli ambienti interni, a cui viene ceduta sotto forma di vapore.</p> <p>Dal momento che qualsiasi terreno lontano da zone desertiche è sempre interessato da precipitazioni meteoriche, quindi, qualsiasi muro controterra non impermeabilizzato è interessato da un flusso di acqua liquida, nonché da un quasi costante flusso di vapore verso l'ambiente interno, a meno che, nel suo percorso verso la superficie interna, non si incontri uno strato impermeabile o a permeabilità molto bassa. La quantità di acqua – liquida o sotto forma di vapore – che lo attraversa varia al variare della disponibilità di acqua nel primo mezzo e della porosità del secondo mezzo, dove per porosità si intende quella determinata sia dai capillari aperti del materiale costituente la parete, sia e soprattutto dalle sue eventuali discontinuità (fessure da ritiro, per esempio, o altre singolarità geometriche che determinano una soluzione di continuità del materiale).</p> <p>Quando il flusso complessivo è superiore al potenziale evaporativo della superficie interna (questo dipende fondamentalmente dall'umidità relativa dell'ambiente), l'acqua liquida appare sulla superficie interna bagnandola, ovvero formando, con una distribuzione più o meno regolare, delle macchie di umido. Nel suo flusso dal terreno verso la superficie interna, l'acqua trasporta i sali solubili incontrati nel terreno o nel materiale costituente la parete, tra cui anche gli eventuali ossidi di ferro prodotti dalla stessa acqua e dall'ossigeno dell'aria. Succede così che alle macchie di umidità si aggiungono ruggine, colature ed efflorescenze e in corrispondenza delle zone più umide si formano colonie di muschi, alghe ed altri microrganismi.</p>	
<p>Difetti: quando una parete contro terra si trova al di sopra della quota di falda, essa può non essere impermeabilizzata con sistemi a barriera impermeabile, in grado di interrompere i canali capillari annullando il trasporto sia di acqua liquida che di vapore dal terreno all'ambiente interno. Questa scelta è ammissibile se e solo se si verificano condizioni tali da poter trascurare il rischio apporti di acqua alla parete:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la permeabilità del terreno, rapportata alla piovosità del sito, è così grande tale e tanto uniforme da rendere praticamente impossibile la formazione di "falde appese" - il rischio di risalita, anche temporanea della falda, può essere trascurato - le tecnologie utilizzate per la realizzazione delle pareti controterra minimizzano la loro permeabilità all'acqua sia in sezione corrente, sia, soprattutto, il rischio di discontinuità significative¹ - i danni all'opera (struttura e finiture interne) e alle cose connessi ad eventuali infiltrazioni sono confrontabili con i costi di impermeabilizzazione. <p>Il passaggio di acqua liquida da un materiale poroso – quale il terreno – ad un altro materiale poroso a contatto con il primo – quale quello che costituisce una parete controterra non impermeabilizzata – è un processo praticamente inevitabile, che si attiva anche se l'acqua non è in pressione e anche se il terreno non è saturo. L'acqua liquida presente nel terreno, anche se non in pressione, bagna la superficie controterra della parete e di qui si muove verso gli ambienti interni, a cui viene ceduta sotto forma di vapore.</p> <p>Dal momento che qualsiasi terreno lontano da zone desertiche è sempre interessato da precipitazioni meteoriche, quindi, qualsiasi muro controterra non impermeabilizzato è interessato da un flusso di acqua liquida, nonché da un quasi costante flusso di vapore verso l'ambiente interno, a meno che, nel suo percorso verso la superficie interna, non si incontri uno strato impermeabile o a permeabilità molto bassa. Infiltrazioni attraverso pareti controterra non impermeabilizzate attraverso le discontinuità prodotte dai distanziatori.</p>	

Accorgimenti in fase di progetto

Premesso che conviene sempre attrezzare la superficie esterna della parete controterra – ove possibile – con un sistema di impermeabilizzazione continuo, le precauzioni che si devono adottare, in fase di progetto, qualora si non voglia o non si possa realizzare tale strato protettivo si devono basare su:

- la valutazione della permeabilità del terreno circostante la chiusura e, al contempo, della massima piovosità del sito;
- il rischio di eventuali apporti di acqua concentrati proveniente dai sistemi di raccolta e smaltimento delle acque piovane;
- la minimizzazione di eventuali soluzioni di continuità della parete, per esempio a causa del ritiro delle malte e dei conglomerati cementizi, per rotture o cedimenti di vario genere, per inclusione di elementi che mettono in contatto le due superfici della parete, come una connessione tra i casseri di un muro in CA, i distanziatori e quant'altro.
- l'eventuale protezione offerta da pavimentazioni esterne.

Accorgimenti in fase di cantiere

Durante la realizzazione dell'opera, quale che sia la tecnologia utilizzata, la conduzione delle lavorazioni deve minimizzare il rischio che si generino delle discontinuità nella parete, anche per riprese di getto.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo:
 - permeabilità terreno e della massima piovosità del sito
 - presenza di eventuali apporti di acqua concentrati proveniente dai sistemi di raccolta e smaltimento delle acque piovane
 - livello falda [spinta idraulica o...]

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo che la conduzione delle lavorazioni minimizzi il rischio che si generino delle discontinuità nella parete, anche per riprese di getto [controllo fessurazione e/o cavillatura]
- Controllo assenza di soluzioni di continuità della parete a causa del ritiro delle malte e dei conglomerati cementizi
- Controllo del corretto dimensionamento dello smaltimento acqua e dei drenaggi in relazione permeabilità terreno e della massima piovosità del sito

Controlli in fase di gestione

- Controllo del corretto funzionamento dello smaltimento acqua e dei drenaggi

[PC 02] INFILTRAZIONI SU PARETE CONTROTERRA NON IMPERMEABILIZZATA DA SACCHE D'ACQUA PIOVANA IN PRESSIONE

La presenza costante d'acqua a ridosso di una parete controterra rappresenta una condizione di forte rischio per il corretto funzionamento, in termini di tenuta idrica, della porzione di involucro edile posta sotto il piano campagna. Come è noto la forza orizzontale esercitata dall'acqua contro una superficie verticale è funzione della pressione della colonna di liquido che localmente staziona a ridosso della stessa. La pressione dipende dall'altezza del liquido, ragion per cui maggiore è l'affondamento della costruzione interrata nell'acqua, maggiore è l'intensità della relativa sollecitazione meccanica agente.

La quantità d'acqua che per naturale permeabilità del materiale costituente la parete tende ad attraversare la stessa dipende dalla pressione esercitata.

All'interno di un terreno la presenza costante di acqua, stagnante o in moto, è condizione tutt'altro che rara e può avere diverse origini. Si riportano, a seguire, i casi di acqua in pressione in cui si può incorrere.

- acqua di falda: il naturale livello delle risorse idriche sotterranee si presenta a livelli prossimi a quello del piano campagna o comunque ad una profondità che costruzioni sotterranee ordinariamente raggiungono (-15÷20 m). Va ricordato che il livello della falda può subire oscillazioni anche di diversi metri in funzione degli apporti idrici forniti dall'acqua piovana e, all'opposto, degli emungimenti (prelevamenti) che eseguono produzioni industriali poste nei dintorni del sito in esame. Può dunque accadere che al momento della costruzione dell'opera edile sotterranea non vi sia presenza in cantiere di acqua di falda, ma che a distanza di pochi anni (o anche di una stagione) la stessa si manifesti in luogo.
- Acqua proveniente da corsi fluviali adiacenti: la presenza di un fiume nelle vicinanze (anche non immediate) porta un apporto idrico costante ai terreni della zona; ciò è funzione del grado di permeabilità da un lato dell'alveo fluviale e dall'altro dei materiali costituenti gli adiacenti appezzamenti di terreno. Particolare attenzione va posta alla vicinanza di corsi d'acqua prevalentemente secchi con carattere torrentizio di riempimento. Si ricorda altresì il caso di canali artificiali per l'irrigazione che nella stragrande maggioranza dei periodi dell'anno sono vuoti, ma che una o più volte a stagione vengono riempiti per fornire acqua alle piantagioni.
- Acqua proveniente da tubazioni poste a ridosso della parete: da giunzioni mal eseguite di tubazioni interrate o da rotture accidentali delle stesse può provenire un apporto idrico costante e rilevante che, combinato a caratteristiche di bassa permeabilità del terreno, determina locali ristagni di acqua in pressione.
- Acqua di diversa natura stagnante causa lenti di argilla nel terreno poste a quote intermedie: ogni sito di costruzione il più delle volte presenta una stratigrafia geologica che varia nella composizione. Se in terreni prevalentemente sabbiosi (quindi a forte capacità drenante) vi sono strati intermedi (anche di piccolo spessore) di argilla (materiale a bassa permeabilità) l'acqua piovana che normalmente percola dall'alto verso il basso incomincia a ristagnare su queste lenti di argilla e non è escludibile che si formino delle vere e proprie sacche d'acqua che lambiscono per lunghi periodi la parete interrata.

Difetti: premesso che qualsiasi studio di progetto non può esimere da un rilievo geologico della quota del livello di falda presente e da una valutazione del suo andamento nel tempo (in caso di mancanza di informazioni o dubbi un apposito strato di tenuta risulta obbligatorio), principalmente occorre far sì che l'acqua non arrivi mai a lambire la parte esterna della costruzione interrata.

Accorgimenti in fase di progetto

Tra le tecniche progettuali di prevenzione si citano:

- formazione di uno strato drenante a ridosso della parete, così che, indipendentemente dal tipo di terreno presente, l'acqua trovi sempre dei naturali canali da cui percolare verso il basso anziché stagnare a metà altezza (l'impiego di uno strato di ghiaia adeguatamente confinato da un geotessuto per evitare l'intasamento nel tempo da parte del terreno può fungere a tale funzione; si citano altresì materassini geocompositi drenanti); tale strato dovrebbe sempre essere accompagnato da un tubo drenante di raccolta dell'acqua posto lungo la fondazione della parete in considerazione, così da consentire all'acqua percolata di allontanarsi una volta raggiunto il fondo (che verosimilmente è sempre meno permeabile);

- formazione, attorno all'edificio, di canali drenanti (sub -orizzontali o sub-verticali) per convogliare l'acqua di corsi fluviali o altro su un percorso esterno al perimetro della costruzione;
- impiego, per la costruzione della parete controterra di un calcestruzzo a bassa porosità, eventualmente aggiungendo specifici additivi.

Accorgimenti in fase di esecuzione

Occorre controllare che durante la realizzazione degli strati drenanti riporti di terra o piccoli franamenti non vadano ad intasare lo strato drenante. In tale ottica la presenza sia laterale che superiore di un tessuto non tessuto può portare maggiori garanzie sulle modalità di realizzazione.

Per ciò che riguarda la stessa parete controterra vanno evitate tutte le operazioni che portano discontinuità alla stessa, riducendo ad esempio il numero delle riprese di getto (l'impiego di grossi casseri e il pompaggio di grossi quantitativi di calcestruzzo premiscelato in betoniere aiutano in tal senso); non va dimenticata la vibrazione dell'impasto in opera, così da ridurre ai minimi termini eventuali sacche d'aria rimaste; altresì ogni qualvolta si riprende il lavoro di costruzione dopo un periodo anche giornaliero di sosta, è opportuno predisporre lungo tutti i perimetri di getto appositi cordoli waterstop (prodotti che riducono la permeabilità di detti punti critici).

Accorgimenti in fase di gestione

In fasi periodiche può essere controllato l'intasamento degli eventuali percorsi drenanti realizzati attorno all'edificio; altresì, qualora lungo la parete assestamenti della costruzione abbiano causato fessure passanti (indi naturali percorsi preferenziali di futuro ingresso dell'acqua) apposite malte a bassa permeabilità possono essere applicate per sigillare le lesioni.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo presenza di almeno una delle seguenti opzioni:
 - formazioni di uno strato drenante a ridosso della parete
 - formazione, attorno all'edificio, di canali drenanti per convogliare l'acqua di corsi fluviali o altro su un percorso esterno al perimetro della costruzione
 - impiego, per la costruzione della parete controterra di un calcestruzzo a bassa porosità, eventualmente aggiungendo specifici additivi

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo presenza di almeno una delle seguenti opzioni:
 - formazione, attorno all'edificio, di canali drenanti per convogliare l'acqua di corsi fluviali o altro su un percorso esterno al perimetro della costruzione e formazioni di uno strato drenante a ridosso della parete
 - impiego, per la costruzione della parete controterra di un calcestruzzo a bassa porosità, eventualmente aggiungendo specifici additivi [vedi sistema tipo drytech]
- Controllo pulizia strato drenante
- Controllo assenza operazioni che possano portare discontinuità sulla parete controterra
- Controllo vibrazione impasto onde evitare sacche d'aria

Controlli in fase di gestione

- Controllo del corretto funzionamento dello smaltimento acqua e dei drenaggi
- Controllo dell'intasamento degli eventuali percorsi drenanti realizzati attorno all'edificio
- Controllo presenza di fessure passanti lungo la parete derivanti da assestamenti della costruzione [installazione di malte a bassa permeabilità per la sigillatura]

<p>[PC 03] INFILTRAZIONI SU PARETE CONTROTERRA PER DIFETTI DI REALIZZAZIONE MEMBRANA</p>
<p>Per evitare la presenza di infiltrazioni all'interno dell'opera edile l'aggiunta di uno specifico manto di tenuta all'acqua esterno alle pareti portanti diviene sempre la soluzione che offre maggiori garanzie di successo; ciò, ovviamente, se e solo se difetti di realizzazione e ancor prima, di progetto del manto, non compromettano il lavoro finale.</p> <p>La tenuta dell'involucro edile va progettata: non è sufficiente apporre uno strato impermeabile.</p> <p>Qualora il sistema impermeabilizzazione presenta difetti di realizzazione spesso si manifesta un fenomeno subdolo, che inganna l'utente che si appresta ad intervenire sulla zona degradata per un intervento di ripristino.</p> <p>Quando infatti l'acqua dell'ambiente esterno (piovana o di falda o di altra sorgente), superando la membrana impermeabile si viene a trovare a ridosso dell'elemento portante della costruzione ecco che incontra un ostacolo mediamente impermeabile (il setto o la piastra di fondazione in calcestruzzo armato: il materiale oppone una resistenza al passaggio in funzione della propria porosità); non potendo penetrare direttamente l'acqua incomincia a muoversi in aderenza alla superficie esterna dell'opera edile. Se nel suo cammino e nel suo diffondersi l'acqua incontra punti della parete a non perfetta tenuta ecco che da questi incomincia a penetrare all'interno dei locali (di conseguenza anche in un punto diverso da dove l'eventuale impermeabilizzazione esterna è danneggiata)</p>
<p>Accorgimenti: non si acquista una membrana impermeabile, bensì si progetta il "sistema impermeabile": è questa la mentalità con cui il progettista deve affrontare la questione tenuta all'acqua. Il progettista, attraverso particolari costruttivi e riflessioni progettuali riportate su apposite tavole grafiche deve fornire ai posatori della membrana (e lo si ripete: anche alle squadre di lavoro che operano in cantiere prima e dopo la posa della membrana) indicazioni sui punti critici del progetto. Si citano, ad esempio perché comuni a più progetti, punti a rischio quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - giunti di ripresa dei getti in calcestruzzo della parete o della piastra di fondazione (sia verticali che orizzontali, con particolare attenzione alle linee d'intersezione tra piani orizzontali e piani verticali); - giunti di dilatazione (sia orizzontali che verticali) appositamente previsti per i diversi movimenti delle strutture; - zone delle pareti controterra dove rimangono in opera i distanziatori necessari per il getto dell'elemento portante in calcestruzzo; - intersezioni con tubazioni o tiranti.
<p>Accorgimenti in fase di esecuzione</p> <p>Moltissimi prodotti commerciali di impermeabilizzazione presentano delle premarcature indicanti la fascia minima con cui sovrapporre ogni manto: il controllo di tale sovrapposizione è il primo punto di verifica attuabile dal direttore dei lavori.</p> <p>Le saldature possono essere controllate, a campione, mediante apposite campane di controllo che realizzano depressioni in corrispondenza delle unioni.</p> <p>Fondamentale è il garantire delle superfici di posa regolari e senza spigoli taglienti; prima della posa del prodotto impermeabile vanno realizzate gusce di malta negli spigoli murari piuttosto che riempiti avvallamenti o smussati angoli vivi.</p>
<p>Accorgimenti in fase di gestione</p> <p>Il sistema impermeabile diviene praticamente irraggiungibile ad opera edile conclusa, ragion per cui sono difficilmente attuabili interventi di manutenzione; si segnala al lettore la possibilità di adottare, in fase di progetto, manti impermeabili settorializzati, ovvero sistemi che agiscono mediante la realizzazione di "compartimentazioni" della superficie controterra: attraverso tubi di collegamento interni alla controparete è possibile verificare (con sistemi a pressione) la tenuta di ogni settore e, se occorre, sigillare lo stesso con apposite iniezioni.</p>
<p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo dettagli impermeabilizzazione in corrispondenza di:

- giunti di ripresa dei getti in calcestruzzo della parete o della piastra di fondazione
- giunti di dilatazione appositamente previsti per i diversi movimenti delle strutture
- zone delle pareti controterra dove rimangono in opera i distanziatori necessari per il getto dell'elemento portante in calcestruzzo
- intersezioni con tubazioni o tiranti

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo dettagli impermeabilizzazione in corrispondenza di:
 - giunti di ripresa dei getti in calcestruzzo della parete o della piastra di fondazione
 - giunti di dilatazione appositamente previsti per i diversi movimenti delle strutture
 - zone delle pareti controterra dove rimangono in opera i distanziatori necessari per il getto dell'elemento portante in calcestruzzo
 - intersezioni con tubazioni o tiranti
- Controllo a campione delle saldature
- Controllo installazione del manto su superfici regolari senza spigoli taglienti[realizzazione di gusce di malta negli spigoli murari]

Controlli in fase di gestione

- Controllo del corretto funzionamento dei dettagli di impermeabilizzazione in corrispondenza di:
 - giunti di ripresa dei getti in calcestruzzo della parete o della piastra di fondazione
 - giunti di dilatazione appositamente previsti per i diversi movimenti delle strutture
 - intersezioni con tubazioni o tiranti

[PC 04] INFILTRAZIONI SU PARETE CONTROTERRA PER LESIONI DELLA MEMBRANA

La realizzazione di uno strato di tenuta all'acqua "perfetto" in termini di prodotto scelto, di posa e seguente tutte le indicazioni di progetto è condizione necessaria, ma non sufficiente per ottenere un'altrettanta perfetta tenuta idrica della costruzione finale. A collaudo della membrana impermeabile avvenuto, lesioni di cantiere dovute ad un comportamento maldestro degli operatori che seguono nell'esecuzione delle opere edili possono vanificare ogni sforzo.

Rispetto agli altri strati lo strato di tenuta è sempre uno strato delicato e quindi, dopo la sua posa, bisogna evitare che oggetti contundenti, azioni di punzonamento anche transitorie di cantiere o sollecitazioni di dilatazioni in esercizio lo lesionino. Il problema vale anche per impermeabilizzazioni bentonitiche, perché in tali prodotti la tenuta è assicurata se l'espansione della bentonite non è eccessiva o infinita (eccessivi allontanamenti dei lembi della lesione di parecchi centimetri corrispondono ad una non tenuta).

Accorgimenti in fase di progetto

Il problema di cantiere va sempre gestito a progetto, perché si progetta il sistema impermeabile (impermeabilizzazione + strati complementari posti prima e dopo) e non si posa semplicemente uno strato di tenuta.

Per ovviare al modo di guasto qui presentato occorre innanzi tutto impiegare una membrana impermeabile di caratteristiche fisiche diverse rispetto a quelle di un analogo prodotto per coperture fuori terra. Lo spessore, ad esempio, deve essere maggiore.

Altresì è possibile prevedere l'impiego di strati complementari quali ad esempio tessuti non tessuti da posare immediatamente dopo la messa in opera del manto o di geocompositi più articolati. L'impiego di una membrana autoprotetta può essere un'ulteriore via risolutiva, così come da non sottovalutare la possibilità di impiego di una doppia membrana. Anche per i prodotti bentonitici si può puntare verso prodotti che inglobano la bentonite all'interno di geotessuti e non ne permettono un facile disgregamento in caso di azione lacerante esterna.

Accorgimenti in fase di esecuzione

Occorre evitare le seguenti situazioni di cantiere:

- reinterro con terra o, peggio, con materiale di scarto di cantiere, direttamente a fianco della parete impermeabilizzata;
- appoggio diretto (anche momentaneo) tramite la gru, di pacchi di materiali edili pesanti, cassoni metallici o movimentazione con parziale strisciamento di prefabbricati in c.a, piuttosto che appoggio di attrezzi contundenti;
- abbandono di chiodi o di lamine metalliche taglienti sulla superficie prima del getto del calcestruzzo dell'eventuale controparete;
- getto con eccessiva pressione e concentrato del calcestruzzo della controparete o della soletta;
- eventuale camminamento sul manto con scarpe con tacco prima della posa;
- impiego nei pressi dello strato di tenuta posato o non ancora posato, di attrezzi che producono scintille;
- abbandono dei rotoli in cantiere, senza alcuna protezione, per diverso tempo;
- foratura in cantiere del manto per esigenze impreviste o situazioni provvisorie, con rappezzo dello strato di tenuta in sito senza una riflessione progettuale preventiva su carta a tavolino.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo protezione membrana da corpi contundenti che possano lesionarla

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo presenza protezione membrana da corpi contundenti che possano lesionarla
- Controllo assenza delle seguenti situazioni:
 - reinterro con terra o, peggio, con materiale di scarto di cantiere, direttamente a fianco della parete impermeabilizzata
 - appoggio diretto tramite la gru, di pacchi di materiali edili pesanti, cassoni metallici o movimentazione con parziale strisciamento di prefabbricati in c.a, piuttosto che appoggio di attrezzi contundenti

- abbandono di chiodi o di lamine metalliche taglienti sulla superficie prima del getto del calcestruzzo dell'eventuale controparete
- getto con eccessiva pressione e concentrato del calcestruzzo della controparete o della soletta
- eventuale camminamento sul manto con scarpe con tacco prima della posa
- impiego nei pressi dello strato di tenuta posato o non ancora posato, di attrezzi che producono scintille
- abbandono dei rotoli in cantiere, senza alcuna protezione, per diverso tempo
- foratura in cantiere del manto e rappezzo dello strato di tenuta in sito senza una riflessione progettuale preventiva su carta a tavolino

Controlli in fase di gestione

- Controllo presenza protezione membrana da corpi contundenti che possano lesionarla

[PC 05] INFILTRAZIONI SU PARETE CONTROTERRA PER DIFETTI DI IDRATAZIONE BENTONITE

La bentonite secca sodica deve le proprie caratteristiche di tenuta alla formazione di un gel impermeabile ottenuto con l'espansione della stessa a contatto con acqua pura. In taluni terreni, a causa della presenza di particolari sostanze presenti, può capitare che l'acqua di falda o piovana che filtra nel terreno si trovi in condizioni chimiche differenti da quelle auspiccate.

A contatto con la bentonite le sostanze disciolte nell'acqua creano un effetto inibitore, impedendo un'agevole e completa espansione del materiale di base, venendo quindi meno la capacità di tenuta all'acqua dello strato. L'involucro edile si ritrova pertanto in condizioni analoghe a quelle di una parete non impermeabilizzata e non è escludibile che in qualche zona della parete si instaurino fenomeni infiltrativi.

Tra le sostanze che alterano il comportamento della bentonite si citano i più comuni ioni di zinco, magnesio, calcio, sali di ammonio; altresì specifici pesticidi, diserbanti o fertilizzanti piuttosto che inquinanti possono provocare analoghi effetti..

Accorgimenti in fase di progetto

Si consiglia di far eseguire, prima di qualsiasi impiego, un prelievo in sito di un apposito quantitativo di acqua e successivamente un'analisi chimica di laboratorio con controllo della compatibilità del prodotto con le sostanze chimiche disciolte nell'acqua nel proprio specifico sito, così da poter valutare le scelte progettuali più adatte e/o predisporre tutti gli accorgimenti del caso concordati con l'azienda produttrice.

La preidratazione parziale del prodotto con acqua a caratteristiche controllate e l'aggiunta preventiva di specifici polimeri consente di ovviare al problema.

Accorgimenti in fase di esecuzione

Si suggerisce di verificare, prima della messa in opera, l'espansione di alcuni campioni con l'acqua del sito. Altresì è fondamentale richiedere all'azienda produttrice una certificazione del funzionamento del prodotto con la tipologia di sostanze presenti nell'area, verificando che tutti i lotti di prodotti che arrivano in cantiere corrispondano alle richieste di progetto.

Accorgimenti in fase di gestione

Allo stato attuale non si può ovviare al problema ad opera edile realizzata, se non cercando di allontanare la causa che non permette alla bentonite di espandersi adeguatamente.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo compatibilità della membrana con le sostanze chimiche disciolte nell'acqua nel proprio specifico sito

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo compatibilità della membrana con le sostanze chimiche disciolte nell'acqua nel proprio specifico sito
- Controllo certificazione del funzionamento del prodotto con la tipologia di sostanze presenti nell'area verificando che tutti i lotti di prodotti che arrivano in cantiere corrispondano alle richieste di progetto

Controlli in fase di gestione

- Controllo compatibilità della membrana con le sostanze chimiche disciolte nell'acqua nel proprio specifico sito

[PC 06] INFILTRAZIONI SU PARETE CONTROTERRA PER DILAVAMENTO BENTONITE

La tenuta all'acqua del gel bentonitico avviene se e solo se il prodotto è debitamente confinato. Vi è infatti da ricordare che i granuli di bentonite si espandono a contatto con l'acqua (acqua che viene inizialmente inglobata) formando per appunto un gel, ma se l'espansione è pressoché libera da un lato la stessa prosegue in teoria all'infinito. Paradossalmente si ottiene l'effetto opposto: eccessiva espansione significa disperdimento del materiale nell'acqua e quindi perdita della capacità di tenuta allorché una minima fluttuazione dell'acqua allontana le singole parti del gel (non più compatto, per l'appunto). Si dunque all'espansione, ma purché la stessa sia debitamente confinata.

Accorgimenti in fase di progetto

L'impiego di prodotti che in fase di messa in opera, grazie a sistemi di agugliature o di microsettori (ottenuti con accoppiamento con altri materiali) impediscono alla bentonite secca di muoversi liberamente (anche in caso di forte azione accidentali che portano a lesioni o di messa in opera in verticale) sono da preferire rispetto a sistemi che permettono accumuli accidentali di prodotto in grumi; altrettanto la semitrasparenza dell'involucro del prodotto commerciale favorisce un rapido controllo di ogni singolo elemento di tenuta.

Accorgimenti in fase di esecuzione

Si segnalano i casi edili più a rischio da evitare; prodotti bentonitici semplici nella composizione possono perdere le proprie capacità di tenuta se a ridosso:

- vi sono dei vuoti di dimensioni significative (buche ed incavi locali del piano di posa in magrone per le chiusure orizzontali; fenditure significative tra una struttura e l'altra o incavi di tiranti per le chiusure verticali);
- si eseguono reinterri con materiale ghiaioso o anche con terreno poco compatto in genere, direttamente posti sullo strato di tenuta senza altro elemento di confinamento nel mezzo;

Il problema si ripresenta allorché a posteriore si eseguono dei fori nello strato di tenuta per il passaggio di impianti o armature metalliche: se il foro è eccessivamente più grande del tubo che verrà messo, il raccordo potrebbe richiedere un'eccessiva espansione incontrollata alla bentonite: raddoppi di strati o cordoli bentonitici sono sempre consigliabili in detti punti.

Se dunque il prodotto di base impiegato non possiede già uno strato di confinamento permanente in altro materiale (strato che eventualmente si ancora alla struttura in c.a.) occorre che in opera ve ne venga posato uno successivamente alla posa dello strato di tenuta.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo impiego di prodotti che impediscano alla bentonite secca di muoversi liberamente

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo impiego di prodotti che impediscano alla bentonite secca di muoversi liberamente
- Controllo assenza delle seguenti situazioni:
 - vuoti di dimensioni significative
 - reinterri con materiale ghiaioso o anche con terreno poco compatto in genere, direttamente posti sullo strato di tenuta senza altro elemento di confinamento nel mezzo
 - fori nello strato di tenuta per il passaggio di impianti o armature metalliche di dimensioni maggiori rispetto al necessario

[PC 07] INFILTRAZIONI SU PARETE CONTROTERRA NEL DETTAGLIO PASSAGGIO DI TUBAZIONI

Il collegamento dell'ambiente interno dell'opera interrata con l'ambiente esterno mediante un tubo che attraversa l'involucro edile rappresenta un punto critico importante, perché inevitabilmente si viene a creare una discontinuità fisica di tenuta all'acqua.

Allorché sull'attraversamento impiantistico non sono previsti idonei fazzoletti di raccordo con la membrana impermeabile adiacente l'acqua che percola dall'alto o che giunge sul luogo in pressione tende a poco a poco a sollevare i lembi di estremità dello strato di tenuta e si insinua tra questo e la parete portante, ne più e ne meno come nei casi di non perfetta saldatura dei manti. Vi è altresì da evidenziare che data la particolare forma dell'elemento di attraversamento e il suo posizionamento in punti non sempre agevoli da un punto di vista cantieristico, una perfetta saldatura della stessa membrana coprente la parete risulta operazione poco agevole. Difficilmente la saldatura è uniformemente eseguita. Non va poi dimenticato che il tubo, muovendosi nel carotaggio eseguito, fornisce alla non tenuta del manto delle linee preferenziali di ingresso dell'acqua nell'edificio.

L'esecuzione di attraversamenti impiantistici in tempi successivi alla realizzazione del manto comporta tagli dell'involucro impermeabile che mastici sigillanti difficilmente riescono a chiudere.

Accorgimenti in fase di progetto

Si deve da un lato evitare l'ingresso di acqua mediante la realizzazione di raccordi valutati a tavolino e dall'altro ridurre ai minimi termini le linee preferenziali di infiltrazione che l'inevitabile differenza tra i diametri del carotaggio e del condotto lasciano.

Per un raccordo continuo l'abbinamento di fazzoletti impermeabili con sistemi meccanici di serraggio appaiono sistemi collaudati che offrono buone garanzie di tenuta. L'elemento meccanico stringe il raccordo e per pressione impedisce ingresso d'acqua.

L'impiego di cordoli idroespansivi posti attorno al tubo permette di sigillare il gioco di movimento tra struttura ed attraversamento impiantistico.

Accorgimenti in fase di esecuzione

Qualora si faccia impiego di flange o elementi metallici di raccordo occorre verificarne il serraggio.

A strato di tenuta realizzato, prima del reinterro definitivo dell'opera, occorre verificare che successive squadre di operatori non abbiano realizzato successivi carotaggi senza una successiva messa in opera di fazzoletti impermeabili con tutte le avvertenze sopracitate.

Accorgimenti in fase di gestione

Qualora non si è convinti sulla tenuta idrica del raccordo con il tubo è possibile, dal lato interno della parete portante, sigillare il perimetro dello stesso con apposite malte a bassa permeabilità. Si evidenzia che ciò non è detto che preservi da eventuali infiltrazioni in altre zone della parete.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo :
 - adeguata progettazione raccordi
 - assenza ingresso acqua mediante la realizzazione di raccordi valutati a tavolino
 - assenza di linee preferenziali di infiltrazione che l'inevitabile differenza tra i diametri del carotaggio e del condotto lasciano

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo assenza ingresso acqua mediante la realizzazione di raccordi valutati a tavolino
- Controllo assenza di linee preferenziali di infiltrazione che l'inevitabile differenza tra i diametri del carotaggio e del condotto lasciano
- Controllo serraggio di flange o elementi metallici di raccordo

Controlli in fase di gestione

- Controllare per oggetti attraversanti l'impermeabilizzazione il buono stato dei raccordi e delle sigillature (vacuità, screpolature...)
- Controllo assenza di linee preferenziali di infiltrazione che l'inevitabile differenza tra i diametri del

carotaggio e del condotto lasciano

[PC 08] INFILTRAZIONI ALL'INTRADOSSO DI SOLAIO INTERNO DA ACQUA INFILTRATA ATTRAVERSO LE PARETI CONTROTERRA CONFINANTI

In moltissimi interventi di opere edili nel sottosuolo si realizza una prima struttura verticale di sostegno del terreno (paratie, berlinese di micropali o anche una semplice parete in calcestruzzo) e poi si procede alla realizzazione di solai mediante l'impiego di elementi prefabbricati in c.a. con alleggerimenti interni (tipo predalle).

Per scelte di progetto (di cui qui non se ne discute l'adeguatezza) si decide di non procedere lungo tutto il perimetro all'aggiunta di un vero e proprio strato di tenuta all'acqua, in quanto si fa riferimento al grado di tenuta della sola parete contro terra portante.

Allorché per l'appunto non si esegue la posa di un manto impermeabile a ridosso delle opere di sostegno del terreno si è soliti far appoggiare in aderenza od incastrare (per esigenze strutturali di contrasto delle spinte orizzontali) i solai alle opere verticali di sostegno del terreno. Se ciò avviene senza l'inserimento di un fazzoletto impermeabile può accadere che se l'opera verticale perde di tenuta (da giunti o da fessure o per eccessiva porosità combinata alla formazione non prevista di sacche d'acqua battente sulla superficie esterna della parete) acqua arrivi a lambire la zona di intersezione con il solaio. Il solaio del piano intermedio tende a comportarsi come una spugna e assorbire gradualmente l'acqua. Paradossalmente la parete laterale appare asciutta, ma il fenomeno di degrado è in atto. L'acqua, inzuppato il cordolo laterale, nella sua penetrazione incontra le zone con alleggerimenti e vuoti, vere e proprie corsie preferenziali perfettamente libere. Se la parte inferiore del solaio in calcestruzzo offre un minimo di resistenza al passaggio dell'acqua, quest'ultima non cola subito in verticale nel locale (vicino alla parete), ma si diffonde a macchia d'olio per tutto il solaio, sfruttando gli spazi vuoti sopraccitati.

Allorché l'acqua incontra delle fessure, dei giunti o delle zone a bassa permeabilità del solaio, ecco che incomincia a gocciolare dal soffitto nel locale, ma a questo punto ciò può avvenire anche ad una distanza ragguardevole di diversi metri dalla parete laterale incriminata.

Accorgimenti in fase di progetto

La necessità di creare una perfetta aderenza tra struttura verticale di sostegno del terreno ed impalcato orizzontale è praticamente condizione obbligatoria in quanto l'elemento orizzontale deve fungere da contrasto alle spinte del terreno allorché i tiranti delle opere verticali perdono di efficacia.

Contrasto strutturale non significa necessariamente impossibilità a realizzare una perfetta tenuta idrica. In fase di progetto è infatti possibile definire un dettaglio costruttivo che preveda l'interposizione tra le due strutture di un adeguato fazzoletto impermeabile.

Accorgimenti in fase di esecuzione

Qualora si proceda con l'inserimento di un fazzoletto impermeabile tra l'impalcato orizzontale e la parete verticale occorre assicurarsi che la sede di posa del fazzoletto non presenti zone eccessivamente rugose in grado di far generare azioni di punzonamento o di taglio sull'elemento di tenuta. Analogo discorso di protezione deve essere fatto per la fase di appoggio di eventuali prefabbricati o in generale per la creazione della struttura orizzontale; se sono previste delle barre passanti orizzontali di collegamento è opportuno assicurarsi che attorno ad ogni barra sia realizzata una sigillatura con apposito prodotto waterstop.

Accorgimenti in fase di gestione

Qualora ad opera completata il progettista - manutentore rimane dubbioso sull'efficacia di tenuta idrica di tale punto critico in maniera semplice (per evitare la propagazione del fenomeno, dei danni relativi e per non appesantire i solai, ma non per impedire il fenomeno di infiltrazione) è possibile in ogni elemento prefabbricato in c.a. eseguire un piccolo foro nei pressi della zona di appoggio. In caso di manifestazione del modo di guasto l'acqua trova un punto di sfogo (e percola al piano inferiore in detto preciso punto) e non si diffonde in maniera casuale in tutto il solaio (con tutti i rischi che un fenomeno casuale può portare). In maniera preventiva, sotto l'asse dei fori dell'impalcato orizzontale è possibile posizionare un piccolo canale di raccolta per il convogliamento dell'acqua in un apposito tubo di scarico. Con tale sistema preventivo non si elimina il problema (lo si ripete: per tale intento vi sono altre vie risolutive), ma ci si preserva contro eventuali ingenti danni futuri.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo perfetta aderenza tra struttura verticale di sostegno del terreno ed impalcato orizzontale e interposizione tra le strutture di un adeguato fazzoletto impermeabile

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo perfetta aderenza tra struttura verticale di sostegno del terreno ed impalcato orizzontale e interposizione tra le strutture di un adeguato fazzoletto impermeabile

Controlli in fase di gestione

- Controllo presenza e funzionamento di vie preferenziali di sfogo dell'acqua che penetra all'interno

[PC 09] UMIDITÀ DELL'ARIA NEI LOCALI PER APPORTI DAL TERRENO

Il terreno, trovandosi in situazione d'equilibrio termico ed idrico notevolmente diverse da quelle dell'ambiente di superficie, tende giornalmente a rilasciare vapore acqueo nel luogo interrato o nell'abitato al piano campagna, oltreché sottrae calore a quanto di riscaldato presente in adiacenza ad esso.

In assenza di una vera e propria barriera al vapore (come possono essere ad esempio alcuni prodotti impermeabili), i materiali da costruzione usati per gli elementi tecnici tendono a farsi oltrepassare dal vapore in funzione ciascuno di un proprio coefficiente di permeabilità. La quantità di vapore che attraversa ogni giorno l'involucro edile controterra è funzione delle condizioni ambientali al contorno (terreno secco o prevalentemente bagnato) e della sequenza di strati presenti; il relativo fenomeno di trasmissione è rappresentabile mediante il noto diagramma di Glaser.

A questo naturale fenomeno di migrazione del vapore si aggiungono più volte fenomeni di risalita capillare: i materiali da costruzione tradizionali (con particolare riferimento alle murature in laterizio) lentamente "risucchiano" acqua (attraverso i propri capillari) dal terreno sottostante e di conseguenza, nel tempo, la parete incomincia ad inumidirsi; Se attraverso la naturale ventilazione della parete (ventilazione sia interna che esterna) la quantità d'acqua sottratta sotto forma di vapore è minore della quantità entrante nella parete, la stessa si inzuppa d'acqua. Una parete perennemente bagnata che non trova sfogo di ventilazione sul lato esterno, rilasciando vapore tende ad aumentare la percentuale di umidità nel locale interrato o al piano terra.

A titolo di completezza si evidenzia che la presenza di acqua piovana che arriva a lambire la parete interrata costituisce un ulteriore fattore di rischio per l'assorbimento (e quindi poi la trasmissione all'interno) di vapore.

Accorgimenti in fase di progetto

A livello di progetto si può agire con tre strategie:

- allontanando dalle pareti (ma anche dall'elemento tecnico orizzontale, perché spesso è da questo che si innesta il modo di guasto) la causa principale (acqua di qualsiasi natura): In tale ottica si può intervenire impermeabilizzando tutto l'involucro esterno e realizzando un riempimento laterale con materiale granulare (drenaggio naturale o con materiali artificiali) anziché semplice terra.
- Riducendo la permeabilità al vapore dell'involucro edile: l'impiego di materiali poco porosi con alta resistenza al passaggio del vapore è una fondamentale condizione di verifica a livello di progetto; la stessa impermeabilizzazione, differente da quella di copertura, può fungere da barriera al vapore oltre che all'acqua. La previsione di una controparete (ad esempio in mattoni forati) staccata dalla parete perimetrale crea comfort termico e nel contempo migliora notevolmente le condizioni igrometriche del locale.
- Aumentando la ventilazione esterna della parete e del solaio controterra: il vapore d'acqua che raggiunge l'involucro edile o che da esso viene assorbito deve essere espulso in tempi brevi. In tale direzione la previsione a progetto di vespai (aerati, quindi collegati con l'esterno al piano terra) costituisce il fattore determinante per disperdere all'esterno l'umido in eccesso. Tale strategia può essere attuata per i solai controterra, ma anche per le chiusure verticali (è possibile progettare delle vere e proprie trincee con copertura superiore – quindi non visibili- su tutto il perimetro, dando poi all'aria, a livello del piano campagna attraverso dei fori, la possibilità di essere ricambiata.

Controlli in fase di progettazione

- Controllo:
 - allontanamento acqua dalle pareti
 - riduzione permeabilità al vapore dell'involucro edile
 - aumento ventilazione esterna della parete e del solaio contro terra
 - gas

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo ricopertura perfetta del legno con il trattamento previsto
 - allontanamento acqua dalle pareti

- riduzione permeabilità al vapore dell'involucro edile
- aumento ventilazione esterna della parete e del solaio controterra
- Controllo posa di un fazzoletto impermeabile tra l'impalcato orizzontale e la parete verticale

<p>[PC 10] CONCENTRAZIONE ECCESSIVA DI GAS RADON</p> <p>Si premette che il gas radon non lo si riscontra ovunque, ma solo in alcuni tipi di terreni (parti dell'Italia incluse). Questo fatto comporta che, senza rilievi sperimentali o consultazioni di mappe specifiche, a priori in fase progettuale conviene sempre supporre che nel terreno vi sia la presenza di tale gas.</p> <p>Laddove è presente il gas radon per fenomeni pressoché naturali, in funzione della diversa temperatura e della pressione dell'aria tra interno ed esterno, lo stesso è richiamato per effetto camino dal suolo verso l'interno dell'edificio. Attraverso fessure della costruzione, porosità dei materiali, raccordi non perfetti con tubazioni impiantistiche passanti il gas entra nei locali e incomincia a saturarli, mettendo a repentaglio la salute di chi frequenta o permane a lungo in detti ambienti (gli isotopi di gas radon sono considerati una delle cause frequenti di tumore al polmone).</p> <p>Difetti: si premette che prima di qualsiasi intervento edile è auspicabile la ricerca, da parte del progettista, di mappe con aree a rischio radon eventualmente prodotte dalla Regione in cui intende eseguire l'opera (se la stessa ha proceduto in tale direzione).</p> <p>Accorgimenti in fase di progetto</p> <p>Vi sono alcune situazioni edili che favoriscono la concentrazione di gas radon. Si citano:</p> <ul style="list-style-type: none"> - assenza di uno strato continuo (su tutto l'involucro a contatto con il terreno) con funzione di barriera al gas radon (alcuni prodotti impermeabili all'acqua fungono anche da barriera agli isotopi di detto gas); - impiego di materiali edili per rivestimenti interni a forte emissione di gas radon (si rimanda a specifici testi per un elenco dei materiali usualmente emissivi). - assenza di un vespaio aerato (per i solai controterra anche al piano terra); - assenza di un'adeguata ventilazione naturale od artificiale del locale (in tale ottica, se non sono previste finestre, anche un semplice camino connesso alle canne fumarie dello stabile, può aiutare a migliorare la naturale ventilazione). <p>Tutte le strategie progettuali atte a sopperire alle mancanze progettuali sopra elencate migliorano la situazione in termini di prevenzione contro tumori al polmone.</p> <p>Accorgimenti in fase di esecuzione</p> <p>La presenza di fessure di assestamento e di tubi passanti non ben raccordati con la parte edile portanti favoriscono l'ingresso di gas radon. Allorché ci si accorge di tali difetti costruttivi conviene procedere a sigillare ogni fessura anche se questa non comporta problemi edili di umidità o quant'altro visibili ad occhio nudo. La sigillatura deve essere svolta altresì su tutti gli spigoli di intersezione tra parete verticale ed orizzontale (generalmente linee di non perfetta aderenza).</p> <p>In ogni caso si suggerisce di eseguire giornalmente un ricambio d'aria dei locali aprendo le finestre presenti; se trattasi di locali al piano interrato direttamente collegati al piano terra e di cui se ne fa uso saltuario è consigliabile di tenere le porte di separazione sempre chiuse, aprendole solo quando c'è una reale esigenza di uso.</p> <p>Accorgimenti in fase di gestione</p> <p>La presenza di fessure di assestamento e di tubi passanti non ben raccordati con la parte edile portanti favoriscono l'ingresso di gas radon. Allorché ci si accorge di tali difetti costruttivi conviene procedere a sigillare ogni fessura anche se questa non comporta problemi edili di umidità o quant'altro visibili ad occhio nudo. La sigillatura deve essere svolta altresì su tutti gli spigoli di intersezione tra parete verticale ed orizzontale (generalmente linee di non perfetta aderenza).</p> <p>In ogni caso si suggerisce di eseguire giornalmente un ricambio d'aria dei locali aprendo le finestre presenti; se trattasi di locali al piano interrato direttamente collegati al piano terra e di cui se ne fa uso saltuario è consigliabile di tenere le porte di separazione sempre chiuse, aprendole solo quando c'è una reale esigenza di uso.</p> <p>Controlli in fase di progettazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controllo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ presenza di uno strato continuo con funzione di barriera al gas radon ▪ assenza di materiali edili per rivestimenti interni a forte emissione di gas radon
--

- presenza di un vespaio aerato
- presenza di un'adeguata ventilazione naturale od artificiale del locale

Controlli in fase di esecuzione

- Controllo ricopertura perfetta del legno con il trattamento previsto
 - presenza di uno strato continuo con funzione di barriera al gas radon
 - assenza di materiali edili per rivestimenti interni a forte emissione di gas radon
 - presenza di un vespaio aerato
 - presenza di un'adeguata ventilazione naturale od artificiale del locale
- In caso di installazione di una vera e propria barriera al radon bisogna controllare che l'involucro impermeabile sia continuo

Controlli in fase di gestione

- Controllo assenza di assestamento e di tubi passanti non ben raccordati con la parte edile

7. Caso di studio

Per finalizzare l'argomento oggetto di questa tesi ed applicarlo in un contesto lavorativo, abbiamo effettuato un periodo di tirocinio presso la società Qualitech, che offre servizi di tipo ispettivo nel settore delle costruzioni, a tutti i livelli ed a favore di tutti gli operatori. La Società ha sede a Milano in Via Bruno Cassinari 4/6 ove si concentrano l'attività commerciale, amministrativa e tecnica della Società.

Qualitech è stata fondata nel 2009 da un gruppo di specialisti con esperienza pluriennale:

- nel controllo tecnico;
- nella certificazione;
- nello studio delle patologie edilizie;
- nella gestione e nel controllo della qualità, della sicurezza e dei costi della costruzione;
- nella valutazione e nel monitoraggio dei rischi tecnici, economici e finanziari.

Gli esperti di Qualitech provengono da società di controllo internazionali, dalla libera professione, dal mondo accademico e della ricerca applicata.

Qualitech opera nei settori:

- edile e civile infrastrutturale
- industriale
- recupero edilizio
- urbanistica e ambiente

Per conto e nell'interesse di committenti pubblici e privati, società di promozione immobiliare, assicuratori/istituti di credito, progettisti, società di ingegneria, imprese di costruzione e produttori di materiali e componenti per le costruzioni.

Qualitech agisce in veste di organismo d'ispezione conformemente alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17020:2005 e alla norma UNI 10721:1998 operando come terza parte indipendente.

In particolare le attività ispettive possono riguardare progetti, prodotti, e sistemi in conformità alle norme applicabili e ai contratti stipulati con i clienti per le seguenti tipologie d'ispezione:

Nell'ambito delle tipologie di ispezione sopra citate, per iniziative di costruzione di opere edili, industriali e infrastrutturali, QUALITECH fornisce i seguenti servizi (con l'asterisco (*) sono stati precisati quelli oggetto di processo di accreditamento ACCREDIA):

Servizi finalizzati al rilascio di garanzie assicurative	
*	Controllo tecnico della Qualità del Progetto e delle Opere ai fini del rilascio di garanzie assicurative (C.A.R. , polizze fidejussorie, e postume decennali indennitarie o risarcitorie)
*	Controllo del Progetto e monitoraggio della qualità dei tempi e dei costi di realizzazione
	Verifica della capacità tecnico organizzativa delle Imprese di costruzioni
Servizi di controllo e monitoraggio e servizi complementari	
	Due diligence
	Verifica del quadro autorizzativo e dell'impatto ambientale
	Verifica dei documenti contrattuali
	Analisi e verifica delle procedure di accettazione in fase di consegna delle opere
Servizi complementari	
	Controllo e monitoraggio di servizi di manutenzione e gestione di patrimoni immobiliari (Global Service)
	Perizie, misure, prove in sito, controlli non distruttivi
	Verifica di valutazioni immobiliari
	Supervisione all'attività di collaudo

Tabella 7: servizi offerti dalla società Qualitech

Nella società, il nostro compito è stato quello di sviluppare alcune schede di controllo tecnico per delle tipologie di subsistemi edilizi. Il controllo sulle strutture era un tema già sviluppato sia in azienda che nella bibliografia esistente (il controllo tecnico sulle strutture, infatti, è ampiamente utilizzato vista anche la necessità del collaudo delle opere regolarmente e obbligatoriamente richiesta da molto tempo). Le schede di controllo sulle strutture presenti in società erano già state comprovate in validità e imprescindibilità per effettuare un controllo il più completo possibile e che raggiungesse quel livello di obiettività e validità a prescindere da quelle che possono essere la professionalità, l'esperienza e le conoscenze proprie del professionista chiamato ad operare come ispettore.

Per questo motivo ci è stata fatta la proposta di sviluppare alcuni temi che la società reputava i maggiormente necessari allo sviluppo delle proprie competenze e procedure, affinché si venissero a coprire quei settori delle lavorazioni edili, che maggiormente richiedono, sul mercato, un controllo tecnico; sia a causa della loro importanza e significatività rispetto all'utilizzo dell'intero organismo, sia per la necessità di verificare la corretta esecuzione delle opere per il rilascio delle coperture assicurative richieste.

Quindi, l'attenzione del nostro lavoro si è focalizzata sullo sviluppo delle schede di controllo dei sistemi di tenuta delle coperture e dell'impermeabilizzazione degli interrati.

7.1. Analisi del metodo

Molto spesso l'ideazione, la progettazione e i lavori iniziano con le migliori prospettive, ma frequentemente vanno ad infrangersi contro la moltitudine di problematiche che emergono durante tutte le fasi del processo, e che non permettono all'organismo edilizio di raggiungere quegli obiettivi che si erano prefissati.

Ad ogni passaggio le prestazioni di elementi e soluzioni tecniche tendono a diminuire a causa del sovrapporsi di errori e difetti.

Infatti su 100 casi di patologia rilevati, una media tra 50 o 60 è attribuibile a errori o ad omissioni (decisioni non prese o trascurate) in fase di progetto. Tra le altre cause, una metà (20 - 25%) è attribuibile a errori di esecuzione o a scostamenti ingiustificati dal progetto avvenuti in fase esecutiva. Infine nei rimanenti casi (il restante 20 - 25%) le cause sono da ritrovare in errori di gestione o manutenzione, comprendendo i mancati interventi ispettivi o di manutenzione semplice che avrebbero evitato l'insorgere di più gravi episodi patologici, o di difetti nei prodotti utilizzati.

La qualità e le prestazioni tendono quindi a scemare progressivamente. Si ottiene che l'edificio, già prima di incominciare ad assolvere le proprie funzioni, risulta esserne deficitario e non adeguato. Ed è qui che si riscontra l'importanza e la necessità dei controlli. Si può così verificare che lo sviluppo del processo edilizio avvenga rispettando quegli obiettivi prefissati e nel caso questi subiscano un calo si può tempestivamente intervenire correggendo eventuali errori o difetti, riuscendo a monitorare l'andamento mantenendone un corretto sviluppo e prevedendo cattive sorprese.

Per riuscire a realizzare le schede di controllo è stato quindi implementato un metodo che potesse essere impiegato ripetutamente da tutti coloro che vorranno creare check-list per la verifica/realizzazione di progetti. Questo sistema può essere utilizzato per sviluppare lo strumento "scheda di controllo" sfruttabile sia nella fase progettuale, sia nella fase esecutiva, sia nella fase gestionale/manutentiva.

Attraverso l'analisi del modello funzionale dei vari elementi tecnici considerati, si è schematizzato sia la struttura funzionale della soluzione, cioè i vari luoghi funzionali, la loro posizione, le loro reciproche relazioni (modello funzionale), sia la struttura fisica della soluzione stessa, cioè i vari strati - elementi funzionali - componenti, la loro posizione e le loro reciproche relazioni (modello oggettivo).

Il modello funzionale individua il "luoghi" ai quali sono attribuite le specifiche funzioni che caratterizzano il subsistema o l'elemento tecnico (funzioni connotanti).

Lo studio del sub sistema preso in esame individua quelle che sono le funzioni che svolge o che lo caratterizzano; normalmente ciascuna classe o sottoclasse di elementi tecnici è caratterizzata da un peculiare programma di funzioni ovvero un raggruppamento di funzioni, al quale deve corrispondere un insieme di requisiti tecnologici che ne definisce il comportamento, requisiti connotanti della soluzione tecnica. Per alcune classi e sottoclassi di elementi tecnici, questo lavoro era già stato realizzato e normalizzato dagli organismi normativi esistenti (UNI, ISO) e può essere facilmente rintracciabile in letteratura.

Invece, per tutte quelle classi di elementi tecnici carenti di informazioni specifiche, si è effettuato un'analisi per individuare i suddetti requisiti, cioè le esigenze funzionali rapportate ai possibili agenti sul sistema tecnologico. Noti infine i requisiti tecnologici dovranno essere individuate quelle che sono le specificazioni, cioè i limiti di comportamento richiesti all'elemento. Teoricamente questo processo dovrebbe aver avuto luogo a priori, durante la fase di metaprogettazione, quindi in caso sia stato fatto sarà solo necessario andare a ricercare i dati negli elaborati esistenti. Altrimenti sarà necessario effettuare un'analisi a posteriori, come indicato in figura 13.

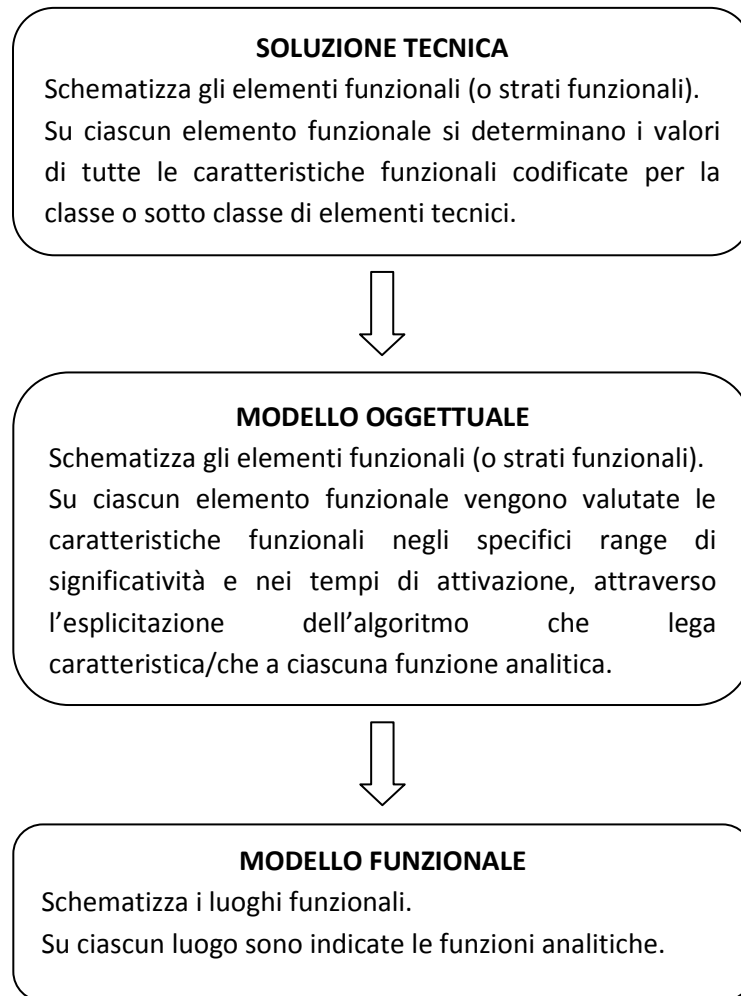


Figura 13: schema dell'analisi metaprogettuale di una soluzione tecnica

Ottenuto ciò è necessario effettuare un'analisi funzionale dell'elemento tecnico: per ogni classe (o sottoclasse) di elementi tecnici, di cui si è individuato precedentemente le funzioni connotanti (funzioni basi), direttamente connesse a quelli che sono i requisiti tecnologici (anche questi connotanti) devono essere individuate le funzioni analitiche in cui si articola ogni funzione base. Ogni funzione analitica concorre infatti all'espletamento della funzione base da cui discende. Le funzioni analitiche devono essere individuate sia per identità qualitativa, sia per parametri di significatività cioè per intensità di contributo allo svolgimento delle funzioni base, ottenendo in tal modo le caratteristiche-proprietà che ogni parte della soluzione tecnica deve avere per poi ottenere la prestazioni tecnologiche di partenza, queste sono chiamate caratteristiche funzionali. Si andrà ora a individuare i collegamenti tra funzioni analitiche, caratteristiche funzionali e i luoghi funzionali così da individuare le caratteristiche e proprietà che ogni strato o componente deve possedere (passaggio dal modello funzionale a quello oggettuale).

Sinotticamente si potrebbe dire che si sono esplicitati quelli che sono i "meccanismi" di funzionamento di ogni pacchetto

Arrivati a questo punto si introduce l'utilizzo di strumenti di indagine diagnostica come gli alberi di guasto e la fmea. Considerando tali mezzi di analisi, si sono individuati i motivi di perdita di prestazione quindi le inadempienze delle funzioni del pacchetto tecnologico. Si riesce così a determinare la soglia funzionale, il punto o la situazione per cui uno strato o componente del pacchetto perdendo o modificando le proprie caratteristiche fa sì che tutto l'elemento tecnico non sia più funzionale ovvero si trovi in situazione di guasto. Infine considerando il tipo e le modalità delle sollecitazioni esterne alle quali la soluzione tecnica

del dato repertorio di una classe di elementi tecnici si ipotizza convenzionalmente sottoposta, si imputano le classi di tempo di attivazione.

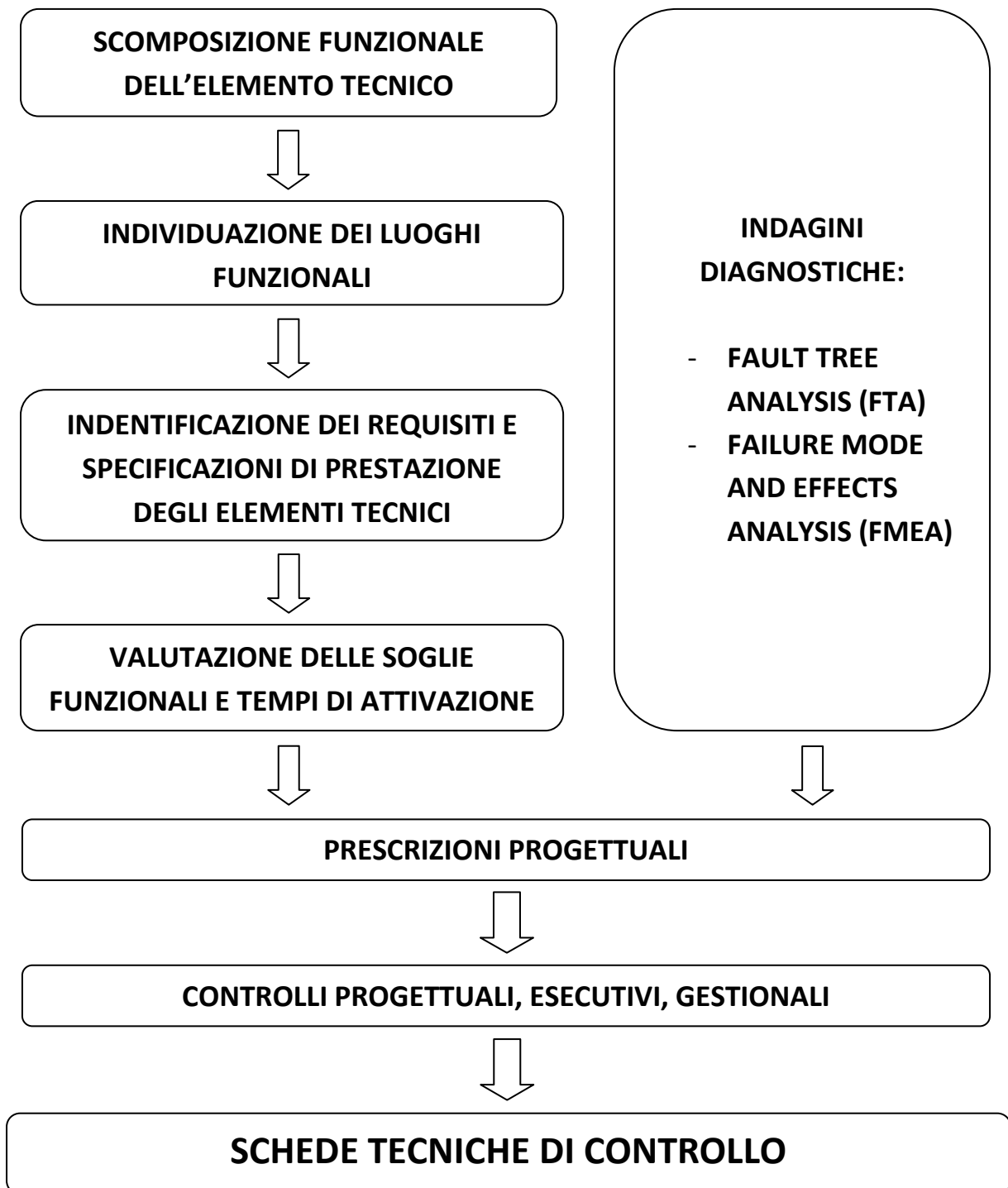


Figura 14: descrizione della metodologia per la realizzazione di schede tecniche di controllo

Normalmente questi strumenti di valutazione vengono utilizzati a posteriori rispetto al guasto in maniera tale da non tralasciare nessuna possibile causa che abbia portato a tale situazione: una volta che il guasto si è manifestato il professionista utilizza l'albero di guasto per vagliare ogni possibile causa e scegliere con cognizione di causa su cosa e come intervenire. In questo caso, invece, l'albero viene impiegato a priori rispetto alla manifestazione del problema: conoscendo tutti i possibili modi per arrivare al guasto correlati a

un cattivo funzionamento della soluzione tecnica per perdita di alcune caratteristiche, si possono mettere in evidenza tutti i passaggi e identificare tutti i fattori che giocano un ruolo fondamentale in questo processo e le loro criticità.

Le criticità sono quindi il punto di partenza per studiare una soluzione che mi permetta di ridurre il rischio di guasto attraverso l'introduzione di indicazioni progettuali capaci di aumentare l'affidabilità del sistema poiché fanno sì che questa sia influenzabile da un minor numero di agenti scatenanti, o che questi agenti abbiano una possibilità di manifestarsi inferiore.

Si passa così a normalizzare il rischio introducendo prescrizioni progettuali che dovranno poi essere verificati o applicati al mio pacchetto tecnologico. Da queste prescrizioni hanno origine una serie di controlli che in devono essere organizzati e dettagliati.

In primo luogo si suddividono i controlli nelle seguenti fasi:

- progettazione
- esecuzione
- manutenzione

Suddivisi a loro volta per "parti" del pacchetto tecnologico o per "fasi" di realizzazione. Questo risulta particolarmente importante per la corretta esecuzione dei controlli: in progettazione si possono effettuare controlli sulle diverse tavole (strutturali, architettoniche, impiantistiche, ecc..) in maniera razionale e accurata senza creare buchi di comunicazione o dimenticanze, per non vanificare l'accuratezza e la sistematicità delle schede. Lo stesso vale per la fase di esecuzione: il professionista incaricato dell'ispezione potrà essere in grado di verificare e controllare ordinatamente e parallelamente all'esecuzione dei lavori l'opera, riuscendo a sviluppare in toto le potenzialità dello strumento scheda.

7.2. Schede controllo tecnico

Le schede di controllo tecnico sono finalizzate ad accertare che i requisiti prestazionali dell'opera costruita siano conformi alle specifiche progettuali, nell'ottica di fornire opportune garanzie in ordine alla congruenza tra gli sforzi tecnici intrapresi e la qualità delle opere realizzate, in termini di prestazioni tecnico-funzionali e relative ripercussioni sulla collettività e sull'ambiente; questo con l'obiettivo di acquisire apposita certificazione sulla qualità dell'opera costruita al fine di attestarne il valore e garantire l'utilizzatore finale.

Il format e il grado di articolazione delle schede di controllo sono stati sviluppati in maniera tale che lo strumento "check-list", portato in cantiere dall'ispettore, risultasse sicuramente preciso, puntuale e articolato, ma anche snello e maneggevole. Questo in modo tale da non ingabbiare l'ispettore a un ruolo di "turista" dell'opera che effettua un controllo meramente formale e puntuale seguendo la scheda, bensì utilizzi le proprie conoscenze e capacità con senso critico contestualizzandole alla situazione in cui la check-list debba essere una guida che omogeneizzi il controllo e ne indichi i parametri indicando quelli che sono i punti critici sorgenti di guasto per il subsistema o l'organismo edilizio.

Il risultato finale del lavoro presso la società Qualitech è stato la stilatura delle seguenti schede di controllo tecnico del sistema edilizio:

Schede di controllo tecnico - Progettazione

- Coperture piane (con guaine bituminose e plastiche)
- Coperture inclinate:
 - elementi di piccole dimensioni (tegole in laterizio e cemento)
 - elementi di grandi dimensioni (lastre metalliche, pannelli coibentati)
- Impermeabilizzazioni pareti contro terra

Schede di controllo tecnico - Esecuzione

- Coperture piane (con guaine bituminose e plastiche)
- Coperture inclinate:
 - elementi di piccole dimensioni (tegole in laterizio e cemento)
 - elementi di grandi dimensioni (lastre metalliche, pannelli coibentati)
- Impermeabilizzazioni pareti contro terra

La funzione primaria di tali schede di controllo tecnico è quella di ricordare di effettuare tutti i controlli necessari alla verifica di una corretta progettazione e posa in opera non tralasciando elementi o particolari, che normalmente per la loro bassa influenza, in termini estensivi/quantitativi sulla totalità dell'opera, tendono ad essere dimenticati; tali elementi spesso rappresentano le criticità maggiori, e invece che essere adeguatamente dettagliati sono per la maggiore parte lasciati alle capacità e alle volte alla "fantasia" degli operatori di cantiere. Le schede, oltre a ricordare di verificarne l'adeguatezza, forniscono quelli che sono i valori minimi richiesti e/o le tolleranze massime accettabili, indicando, a volte e dove può essere utile a capirne la motivazione, qual è lo scopo del controllo o cosa avverrebbe se questo avesse un esito non conforme; questo avviene anche perchè nel campo dell'edilizia normalmente non si utilizzano pacchetti standard realizzati in serie e/o semplicemente da assemblare in cantiere ma al contrario sul luogo avvengono vere e proprie lavorazioni che modificano aspetto e caratteristiche dei semilavorati e dei materiali.

Il compito del controllo è quindi quello di ricordare all'ispettore quali sono gli elementi di criticità e fornire le linee guida delle risoluzioni, indicandone i limiti minimi di accettazione. Così, non potendone controllare la standardizzazione, l'ispettore avrà il compito, guidato dalle informazioni fornite dalle schede e supportato dalle proprie conoscenze, esperienze e professionalità, di verificare e valutare il corretto funzionamento del sistema o della soluzione messa in opera.

La scheda porta quindi a normalizzare e omogeneizzare quelli che sono i parametri di valutazione, in maniera tale che il controllo, così come il suo risultato, possa essere condiviso, oggettivo e non risultare variabile in funzione di chi lo effettua, ovvero essere prova e riscontro del controllo tecnico.

L'organizzazione della scheda è stata restituita in maniera tale da essere agevole e di supporto all'ispettore, semplice e veloce di comprensione e di compilazione.

In generale si è suddiviso le schede di progettazione ed esecuzione in "macrofasi" in modo che possano essere utilizzate o consultate a seconda dei vari momenti della progettazione e/o della posa in opera:

- pacchetto generale
- strato di supporto
- strato di tenuta
- punti singolari
- smaltimento delle acque meteoriche

Nel *pacchetto generale* si sono specificate, per la progettazione, le metodologie di calcolo dei carichi strutturali per gli strati di supporto e/o per gli strati di zavorra in funzione anche dei possibili sistemi di fissaggio adottati; per l'esecuzione, le condizioni di fornitura, stoccaggio e prestazioni di elementi e materiali.

Nella sezione *strato di supporto* si controlla, per la progettazione, la compatibilità dello strato di supporto con gli elementi soprastanti e/o la corretta progettazione di eventuali giunti strutturali; per l'esecuzione, l'integrità del supporto, la contiguità di posa, la planarità di posa, l'assenza di residui sul piano di posa.

Nella sezione *strato di tenuta* si richiede, per la progettazione, il corretto calcolo della superficie di impermeabilizzazione e delle pendenze in relazione al deflusso delle acque meteoriche, la idonea protezione dello strato di tenuta; per l'esecuzione, il rispetto delle modalità di posa delle membrane in relazione alle specifiche del produttore.

Per i *punti singolari* si è cercato di analizzare il maggior numero di situazioni critiche fornendo delle indicazioni di corretta progettazione ed esecuzione di risvolti, giunti, sfianti e aeratori, posizionamento di macchinari e fasci tubieri, scossaline.

Nella sezione *smaltimento delle acque meteoriche* si sono specificati, per la progettazione, le metodologie per il corretto dimensionamento del sistema, il corretto posizionamento e necessità del “troppo pieno”; per l’esecuzione, la corretta posa in opera del sistema, la presenza di griglie o filtri di protezione alle bocche di efflusso per evitare l’ingresso di terra e terriccio nel sistema di scarico della copertura.

Per il controlli delle fasi di esecuzione si sono suddivise le schede per elementi funzionali o fasi di lavoro in modo tale da permettere all’ispettore che arriva in cantiere di controllare agevolmente e velocemente le lavorazioni in atto (posa dello strato di supporto o di tenuta, realizzazione dei risvolti o di altri punti singolari).

La scheda di controllo fornita agli operatori è suddivisa, inoltre, in sette colonne aventi ognuna la funzione descritta qui di seguito:

Colonna	Descrizione
CODICE	codifica assegnata al controllo
CONTROLLO	descrizione del controllo da effettuare con possibili valori accettabili e riferimenti normativi o ad appendice
NA	colonna cui effettuare un segno di spunta in caso non sia stato possibile effettuare il controllo
E	colonna cui effettuare un segno di spunta in caso il controllo sia stato realizzato
OGGETTO DEL CONTROLLO	eventuali osservazioni in merito al controllo effettuato
ESITO DEL CONTROLLO	a sua volta suddiviso in Conforme e Non Conforme da spuntare a seconda dell’esito del controllo

Tabella 8: descrizione suddivisione schede

APPENDICI

Sono state, inoltre, allegate alle schede di controllo delle appendici contenenti tutte quelle indicazioni che, se inserite all’interno dei controlli, ne inficerebbero la snellezza e praticità. Corrispondono ad informazioni dettagliate, misure ed ordini di grandezza rispetto ai limiti di accettazione o al comportamento di materiali o semilavorati, utilizzabili nel caso in cui fosse necessario avere ulteriori approfondimenti o dati di confronto, immediatamente consultabili senza la necessità di tornare in studio per reperire materiali, regolamenti e normative.

7.3. Controlli in esecuzione coperture piane

IMPERMEABILIZZAZIONI DELLE COPERTURE PIANE – CONTROLLI IN FASE DI ESECUZIONE

(CHECK-LIST di registrazione dei controlli svolti nel corso del sopralluogo dall'ispettore/esperto QUALITECH)

Contratto

Riferimento RVO n.

Data del sopralluogo

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x		C	NC
A	Pacchetto coperture in generale					
A.1	Controllare - rispondenza alle indicazioni del progetto esecutivo					
A.2	- rispondenza alle schede tecniche del materiale					
A.3	- certificazioni dei materiali (resistenza meccanica, punzonamento, compatibilità chimica)					
A.4	- corretto stoccaggio dei materiali					
A.5	- corretta movimentazione dei materiali					
A.6	Controllare presenza/realizzazione di adeguati (per caratteristiche morfologiche e meccaniche) percorsi pedonali per ispezione/manutenzione e che questi siano protetti da elementi idonei					
B	Strato di supporto					
B.1	Controllare integrità del supporto, contiguità di posa, planarità di posa, assenza di residui sul piano di posa, assenza di asperità significative e adeguata maturazione e/o asciugamento del cls					
B.2	Controllare che il supporto strutturale di base non contenga al suo interno alleggerimenti o vuoti precostituiti che possano trattenere o ancor peggio assorbire acqua durante le fasi di getto e/o prima della posa del sistema di copertura continuo, a causa di precipitazioni atmosferiche					
B.3	Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali, controllare: - esistenza di uno strato di solidarizzazione del supporto (soprattutto per frecce differenziali).					
B.4	- esistenza del pontage nelle zone di interfaccia e di larghezza adeguata.					
B.5	- che i pannelli nel caso in cui costituiscano lo strato di supporto, siano solidali e adeguatamente vincolati tra loro					
B.6	- che i pannelli isolanti siano adeguatamente ancorati allo strato strutturale, con particolare riferimento al caso in cui la copertura non sia zavorrata e adeguata in funzione dell'uso previsto (copertura carrabile,.....) come da progetto					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
B.7	<p>Nel caso di posa a caldo di membrane in bitume modificato su superficie cementizia, controllare che il piano di posa sia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - asciutto - non gelato - non polveroso - non granuloso - non incoerente - non pellicolato (distacco superficiale dello strato di boiaccia cementizia superiore, spesso tipica dei massetti alleggeriti) - uniformemente planare 					
B.8	<p>Nel caso di imprimitura del piano di posa cementizio prima dell'applicazione di una membrane in bitume modificato, controllare che</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'imprimitura penetri nella superficie cementizia, fissando la polvere, non creando assolutamente una pellicola continua [controllo visivo] - l'imprimitura sia completamente essiccata, prima della posa degli strati superiori 					
C	Strato di tenuta – controlli generali					
C.1	Controllare rispetto delle pendenze di progetto					
C.2	<p>Controllare che i materiale non entrino a contatto con le seguenti sostanze:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sintetiche no benzine, grassi o oli - bituminose no idrocarburi 					
C.3	Controllare conformità dei metodi di posa con le specifiche del produttore					
C.4	Controllare che al momento della posa la temperatura non sia inferiore a 5°C, non piova, non nevichi, e l'umidità relativa non sia elevata					
C.5	Controllare corretto lato di posa della membrana					
C.6	Controllo protezione della membrana nel periodo che intercorre tra la posa di questa e degli eventuali strati posti superiormente affinché la membrana non venga punzonata/deteriorata					
C.7	Nel caso di sistemi di copertura con isolamento termico a "Tetto Caldo" o a "Tetto Sandwich", controllare che la direzione di posa delle membrane dell'elemento di tenuta, in bitume modificato, sia trasversale alla direzione di posa dei pannelli dell'elemento termoisolante					
	Per BPP e BPE					
C.8	<p>Controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - difetti di rettilinearità dei bordi in senso longitudinale > ± 100 mm, calcolati su una base di misura di lunghezza = 5 m [Rif. UNI EN 1848 – Parte 1] 					
C.9	- larghezza del sormonto di giunzione laterale ≥ 100 mm, con almeno 60 mm in adesione effettiva					
C.10	- larghezza del sormonto di giunzione di testa per membrane con e senza autoprotezione ≥ 150 mm, con almeno 100 mm in adesione effettiva					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
C.11	- nel caso di membrane fissate meccanicamente sulle giunzioni i valori sopra espressi dovranno essere maggiorati dell'ampiezza dell'elemento di fissaggio nel suo complesso					
C.12	- in corrispondenza dei perimetri esterni e dei corpi emergenti l'elemento di tenuta dovrà essere sempre totalmente incollato per almeno un metro in orizzontale sul piano di posa e, sempre e comunque, sui risvolti verticali					
C.13	Controllare che le giunzioni di testa tra i teli siano realizzate sfalsando il posizionamento dei teli in senso longitudinale di almeno 100 cm					
C.14	Controllare che non siano presenti giunzioni di testa con sovrapposizione di tre e quattro teli					
C.15	Nel caso di membrane in bitume modificato, controllare che durante lo stoccaggio gli imballi siano posizionati verticalmente, sotto pensiline o in ambienti chiusi [protezione raggi UV e acqua]					
C.16	Controllare assenza di scaglie di ardesia in corrispondenza delle saldatura					
C.17	Controllare composizione delle protezioni per coperture piane accessibili ai pedoni con riferimento ai valori riportati in appendice [Rif. Appendice B – Punto B3]					
	Per PVC-P e TPO					
C.18	Controllare rispondenza alle indicazione di progetto in relazione a: - numero di fissaggi - posizione dei fissaggi - tipologia di fissaggio - profondità foratura [≥ 5 mm nello strato di supporto] - trattamento anticorrosione					
C.19	Controllare: - difetti di rettilinearità dei bordi in senso longitudinale $> \pm 100$ mm, calcolati su una base di misura di lunghezza = 5 m [Rif. UNI EN 1848 – Parte 1]					
C.20	- larghezza del sormonto di giunzione laterale che di testa ≥ 50 mm, con almeno 20 mm in adesione effettiva con termosaldatura in automatico e con almeno 30 mm in adesione effettiva con termosaldatura manuale o a solvente					
C.21	- nel caso di membrane fissate meccanicamente sulle giunzioni i valori sopra espressi dovranno essere maggiorati dell'ampiezza dell'elemento di fissaggio nel suo complesso					
C.22	- in corrispondenza dei perimetri esterni e dei corpi emergenti l'elemento di tenuta dovrà essere sempre totalmente incollato per almeno un metro in orizzontale sul piano di posa e, sempre e comunque, sui risvolti verticali					
C.23	Controllare che le giunzioni di testa tra i teli siano realizzate sfalsando il posizionamento dei teli in senso longitudinale di almeno 100 cm					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
C.24	Controllare che non siano presenti giunzioni di testa con sovrapposizione di tre e quattro teli					
D	Strato di zavorra					
D.1	Controllare caratteristiche delle protezioni per coperture carrabili in riferimento ai valori riportati in appendice [Rif. Appendice B – Punto B4]					
	Strato di protezione in GHIAIA					
D.2	Controllare che: - l'elemento di protezione sia posato sempre previa interposizione di idonei strati separatori e/o filtrati					
D.3	- nel caso di coperture con isolamento termico a tetto sandwich o rovescio, lo spessore ed il peso minimo dello strato di ghiaia siano corrispondenti alle indicazioni di progetto secondo o indicazioni riportate in appendice [Rif. IGLAE – Capitolo 5]					
	Strato di protezione in TERRA (tetto giardino)					
D.4	Controllare che: - la terra utilizzata sia esente da materiali estranei (macerie, elementi metallici,.....)					
D.5	- l'elemento di protezione sia posato sempre previa interposizione di idonei strati separatori e/o drenanti					
D.6	- l'elemento di tenuta abbia caratteristiche antiradice o sia protetto da strato resistente alla perforazione da radici (doppio strato separatore in film di polietilene con spessore $\geq 20+20/100$ mm e cappa cementizia con spessore ≥ 60 mm)					
D.7	- sopra l'elemento di tenuta sia posato ulteriore elemento di protezione meccanica secondo le indicazioni di progetto. Dovrà essere collocato all'estradosso dell'elemento di tenuta, tra lo strato di separazione e gli strati soprastanti					
	Strato di protezione in QUADROTTI					
D.8	Strato di protezione in quadrotti o altri elementi assimilabili, controllare che la posa avvenga in uno dei seguenti metodi: - su sostegni, con eventuale interposizione di idonei strati separatori e/o di ripartizione dei carichi					
D.9	- su strato di allettamento dello spessore indicato in progetto, previa interposizione di idonei strati separatori e/o filtranti sotto lo strato di allettamento					
D.10	- diretta su elemento termoisolante in pannelli in polistirene espanso estruso (XPS) o polistirene espanso sinterizzato stampato (EPS) o altro materiale indicato in progetto previa interposizione di idonei strati separatori e/o filtranti					
	Strato di protezione in ELEMENTI AUTOBLOCCANTI					
D.11	Strato di protezione in elementi autobloccanti o cubetti, controllare che: - la posa avvenga sempre su uno strato di allettamento dello spessore indicato in progetto, previa interposizione di idonei strati separatori drenanti (geocompositi drenanti) e/o filtranti sotto lo strato di allettamento					
	Strato di protezione in CAPPE IN CLS e/o MASSETTI DI RIPARTIZIONE					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.12	Controllare che: - la posa della cappa avvenga previa interposizione di idonei strati separatori e protettivi, i quali dovranno risalire lungo i perimetri per un'altezza pari allo spessore della cappa stessa					
D.13	- al piede dei risvolti verticali impermeabili, per lo spessore della cappa e/o di altra pavimentazione pesante fissa, sia posato un elemento comprimibile di adeguato spessore (≥ 20 mm, in polistirene o polietilene espanso o neoprene o altro materiale idoneo), avente la funzione di assorbire le dilatazioni termiche lineari della protezione pesante fissa, evitando tensioni e compressioni alla base dei risvolti verticali impermeabili					
D.14	- l'eventuale armatura in barre o reti sia mantenuta arretrata di almeno 15 cm rispetto al bordo della cappa, per evitare danneggiamenti, per punzonamento, al piede dei risvolti verticali					
E	Punti singolari					
E.1	Controllare l'esecuzione dei particolari secondo quanto indicato dai produttori/progettisti (risvolti e collegamenti a tenuta, sigillature, materiali, protezione della membrana nel caso di non compatibilità con la radiazione solare)					
	RISVOLTI:					
E.2	[monostrato a salire] Controllare che le quote minime misurate lungo le linee di displuvio dall'estradosso dell'ultimo elemento o strato a vista siano maggiori di 10 cm. [Rif. Appendice A – Punto A5]					
E.3	Controllare caratteristiche della protezione dei risvolti a seconda della destinazione d'uso in riferimento ai valori riportati in appendice [Rif. Appendice B – Punto B2]					
	FISSAGGIO E SIGILLATURA DEI RISVOLTI DELL'ELEMENTO DI TENUTA					
	con membrane in bitume modificato					
E.4	con risvolto a salire (contenimento) nel caso che l'elemento di tenuta termini sulla parete piana superiore di un elemento di contenimento e/o coronamento controllare che la protezione venga assicurata da: - copertina sagomata in cemento, o altro materiale compatibile, munita di appositi gocciolatoi					
E.5	- scossalina sagomata a cappello					
E.6	- con opportune cautele incollaggio su una scossalina costituente gocciolatoio al perimetro esterno di contenimento o coronamento con sezione piana di incollaggio della scossalina ≥ 8 cm					
	con membrane polimeriche					
E.7	con risvolto a salire (contenimento) controllare che: - la membrana orizzontale sia fissata meccanicamente al piede di tutti i risvolti verticali con apposite barre metalliche pressopiegate preforate o appositi gruppi di fissaggio					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
E.8	- quando l'altezza dei risvolti verticali dovesse superare i 30 cm, sia realizzato un incollaggio o un fissaggio meccanico della membrana sulla superficie verticale ad intervalli regolari \leq alla larghezza del telo (o diversamente indicato dal produttore)					
E.9	con risvolto a scendere (spiovere) controllare che il bloccaggio avvenga: - meccanicamente per incollaggio (\geq 8 cm) su un profilo in lamiera zincata, inox o rame					
E.10	- per saldatura (\geq 3 cm) su un profilo in lamiera zincata rivestita con membrana simile e compatibile con quella dell'elemento di tenuta					
	BOCCHETTONI:					
	Bocchettoni di scarico					
E.11	Controllare compatibilità dei materiali tra l'elemento di tenuta e il bocchettone					
E.12	Controllare pendenza maggiore in corrispondenza dei bocchettoni					
E.13	Controllare che la flangia (di forma quadrata o circolare) sia realizzata con un piano di ancoraggio \geq 10 cm radialmente al perimetro del foro del tronchetto					
E.14	Controllare corretta saldatura della flangia all'elemento di tenuta					
E.15	Controllare che l'inserimento del tronchetto all'interno del raccordo del pluviale abbia con pluviali aventi diametro \leq 12 una profondità d'innesto libero \geq 20 cm, mentre con pluviali aventi diametro $>$ 12 cm una profondità d'innesto libero pari ad almeno 2 volte la dimensione del diametro del pluviale stesso.					
E.16	Solo in presenza di elemento di tenuta in membrane in bitume modificato, controllare che: - in corrispondenza dei bocchettoni muniti di flangia per il collegamento all'elemento di tenuta sia presente una contro-flangia, a contatto con il piano di posa, realizzata con la stessa membrana dell'elemento di tenuta, avente dimensione di almeno 10 cm eccedente in ogni lato quella della sovrastante flangia, e posata in totale aderenza. - l'elemento di tenuta sia successivamente incollato alla flangia e alla parte debordante della contro-flangia.					
	Bocchettoni di collegamento tubazioni attraversanti l'elemento di tenuta					
E.17	Controllare che la tubazione passante sia vincolata al supporto attraversato in modo da non trasmettere alla fasciatura di tenuta eventuali movimenti a scorrere del tubo passante					
E.18	Controllare che la tubazione passante sia in materiale compatibile con la membrana utilizzata per l'elemento di tenuta e/o con la metodologia di fasciatura adottata					
E.19	Controllare che i tubi passanti siano posizionati ad almeno 20 cm da pareti o solette d'ingombro, per permettere un'agevole lavorabilità					
E.20	Controllare che i tubi passanti presentino un tratto rettilineo di almeno 30 cm dalla parte planare dell'elemento di tenuta					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
	SFIATI E AERATORI					
E.21	Controllare che essi siano costituiti da un tronchetto di adeguata lunghezza e da una flangia, contornante tutto il tronchetto, per collegare l'elemento di tenuta costituente corpo unico (per saldatura o stampo) con il tronchetto stesso ≥ 12 cm					
E.22	Controllare che la flangia (di forma quadrata o circolare) sia realizzata con un piano di ancoraggio ≥ 12 cm radialmente al perimetro del foro del tronchetto					
E.23	Controllare che il corpo integro del tronchetto superi il piano finito di copertura di almeno 15 cm					
E.24	Controllare che il tronchetto sia munito superiormente di un adeguato elemento terminale di protezione per gli agenti atmosferici					
E.25	Se in presenza di uno strato di barriera o schermo al vapore controllare che sia adottato un elemento di sfianto o aeratore a doppio corpo, coassiale, di cui quello interno sar� collegato allo strato di barriera o schermo al vapore. - controllare che il vano libero tra i due corpi costituisca corona circolare di almeno 4 mm					
	MACCHINARI e FASCI TUBIERI					
E.26	[solo macchinari] Controllare che gli impianti tecnologici siano sollevati dall'estradosso dell'ultimo elemento o strato costituente il sistema di copertura per un'altezza ≥ 80 cm					
E.27	[solo fasci tubieri] Controllare che i fasci tubieri siano sollevati dall'estradosso dell'ultimo elemento o strato costituente il sistema di copertura per un'altezza ≥ 70 cm per facilitare la manutenzione					
E.28	Controllare che il sistema di appoggio sia disposto in modo tale da permettere comunque l'accesso per eventuali manutenzioni ed il corretto scorrimento delle acque meteoriche					
E.29	Controllare che l'elemento di tenuta rivesta in continuo il sistema di supporto					
	GIUNTO DI DILATAZIONE:[Rif. Appendice A – Punto A6]					
	Giunto di dilatazione piatto					
E.30	Controllare che l'alloggiamento del giunto di dilatazione sia sopraelevato e non ostacoli il corretto deflusso delle acque					
E.31	Controllare che l'elemento di tenuta sia sempre fissato sui cordoli o sul supporto di base ai lati della linea di giunto - per membrane in bitume modificato controllare che il vincolo avvenga per incollaggio - per membrane polimeriche controllare che il vincolo avvenga per incollaggio a caldo su appositi profili rivestiti di film di membrana identica a quella dell'elemento di tenuta					
E.32	Nel caso di sistema di copertura con protezione pesante fissa controllare che sia prevista anche l'adozione di un giunto a pavimento che non dovr� in nessun modo interferire n� con il giunto impermeabile n� con l'elemento di tenuta impermeabile					
	Giunto di dilatazione in rilevato					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
E.33	Nel caso di giunto protetto da scossalina a cappellotto opportunamente sagomata, controllare che questa sia fissata meccanicamente ad uno solo dei due elementi di contenimento (ed eventualmente contrastata all'azione del vento sull'altro lato, tramite staffe che permettano comunque lo scorrimento del cappellotto)					
	Giunto di dilatazione a parete, in rilevato					
E.34	Nel caso di giunto protetto da scossalina a cappellotto opportunamente sagomata, controllare che la tenuta all'acqua del bordo superiore della scossalina a parete sia ottenuta con materiale sigillante estruso allocato in apposita sagomatura a beccuccio o mediante inserimento del labbro superiore sotto intonaco					
E.35	Controllare che il fissaggio meccanico di questa scossalina sia realizzato solo sulla parete, in modo tale da non essere sottoposta a tensioni dovute al movimento del giunto di dilatazione					
E.36	Controllare condizioni di frazionamento nelle diverse tipologie di protezione dura con riferimento ai valori riportati in appendice [Rif. Appendice B – Punto B1]					
	GRIGLIATI					
E.37	Controllare che l'elemento di tenuta non sia mai collegato per la tenuta perimetrale sul bordo del telaio di sostegno del grigliato e/o sul grigliato stesso					
E.38	Controllare che l'elemento di tenuta non termini in piano in prossimità dello spigolo del vano dei grigliati, ma risvolti per almeno 4 cm oltre il bordo del vano stesso					
	SCOSSALINA:					
E.39	Controllare corretto sistema di giunzione e sigillatura tra gli elementi della scossalina e di adeguati giunti per permettere i movimenti derivanti dalle dilatazioni di origine termica					
E.40	Controllare che il sistema di attacco della scossalina al supporto sia conforme al progetto					
F	Smaltimento acque meteoriche [Rif. UNI EN 12056-3]					
F.1	Controllare che le coperture piane con parapetti siano come minimo provviste di due bocche di efflusso per ogni superficie di raccolta (oppure una bocca di efflusso e uno sfioratore di sicurezza).					
F.2	Controllare che siano previste delle griglie o dei filtri alla bocca di efflusso per evitare l'ingresso di terra e terriccio nel sistema di scarico della copertura.					
F.3	Quando un pluviale scarica su una copertura più bassa o su un'area pavimentata, controllare che sia prevista una scarpa (preferibilmente antispruzzo) per allontanare l'acqua dall'edificio. In corrispondenza dello scarico della scarpa controllare che sia previsto un rinforzo					
F.4	Controllare presenza di un "troppo pieno", salvo diversamente indicato in progetto					
F.5	Controllare che l'eventuale "troppo pieno" sia ad un'altezza inferiore al risalto e ai corpi emergenti (sfianti e aeratori)					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
F.6	Controllare che la spaziatura massima tra le staffe sia di 50 cm nel caso delle grondaie pendenti e di 40 cm nel caso delle grondaie "all'inglese"					
F.7	Controllare che il materiale dei ganci sia compatibile con quello della grondaia (per evitare fenomeni elettrolitici)					
	Ganci	Grondaia				
	Acciaio zincato	Zinco				
	Rame	Rame				
	Acciaio zincato o inossidabile	Acciaio inossidabile				
Note / Osservazioni / Rilievi						

7.4. Controlli in progettazione coperture piane

IMPERMEABILIZZAZIONI DELLE COPERTURE PIANE – CONTROLLI IN FASE DI PROGETTAZIONE

(CHECK-LIST di registrazione dei controlli svolti nel corso del sopralluogo dall'ispettore/esperto QUALITECH)

Contratto

Riferimento RVO n.

Data del sopralluogo

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x		C	NC
A	Pacchetto coperture in generale					
A.1	Controllo calcolo del valore del carico d'estrazione da vento [Rif. Appendice 1 – Parte prima, IGLAE]					
A.2	Controllo calcolo del carico di neve [Rif. DM 14/01/2008]					
A.3	Controllo progettazione del sistema di fissaggio meccanico dello strato di supporto e/o dello strato di tenuta in relazione a: <ul style="list-style-type: none"> - numero fissaggio - posizione fissaggi - caratteristiche geometriche, fisiche, meccaniche e chimiche dei tasselli - compatibilità del tassello con il supporto di ancoraggio [Rif. Appendice 1 – Parte prima, IGLAE]					
A.4	Controllo progettazione di adeguati (per caratteristiche morfologiche e meccaniche) percorsi pedonali per ispezione/manutenzione e che questi siano protetti da elementi idonei					
A.5	Controllare corretta destinazione d'uso della copertura in riferimento all'inclinazione [Rif. Appendice A – Punti A1, A2, A3, A4]					
B	Strato di supporto					
B.1	Controllo corretto dimensionamento strutturale dello strato di supporto in relazione ai carichi permanenti e sovraccarichi accidentali [Rif. DM 14/01/2008]					
B.2	Controllare che il piano di posa sia compatibile con gli strati o elementi sovrastanti					
B.3	Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali, controllare: <ul style="list-style-type: none"> - esistenza di uno strato di solidarizzazione del supporto (soprattutto per frecce differenziali) 					
B.4	<ul style="list-style-type: none"> - esistenza del pontage nelle zone di interfaccia e di larghezza adeguata 					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
B.5	Controllare se non sia necessario predisporre fori in corrispondenza del supporto prefabbricato ("suola") per allontanare l'acqua in eccesso (meteorica o di lavorazione) e non intrappolarla con il sistema di impermeabilizzazione. In alternativa può essere necessario specificare il grado di umidità del supporto prima di procedere a collocarci sopra ulteriori strati					
B.6	Controllare che il supporto strutturale di base non contenga al suo interno alleggerimenti o vuoti precostituiti che possano trattenere o ancor peggio assorbire acqua durante le fasi di getto e/o prima della posa del sistema di copertura continuo, a causa di precipitazioni atmosferiche					
B.7	Nel caso di adozione di lamiere di acciaio zincato, controllare che lo spessore minimo sia $\geq 0,75$ mm					
C	Strato di tenuta					
C.1	In riferimento al calcolo della superficie di impermeabilizzazione, controllare: - lo sviluppo effettivo dell'elemento di tenuta nelle sue parti correnti e non correnti, detraendo dalla superficie misurata i vuoti ≥ 2 m ² e mentre quelli < 2 m ² saranno considerati "vuoto per pieno", considerando a parte ed in aggiunta i relativi risvolti. [Rif. Appendice 1 – Parte terza, IGLAE]					
C.2	- che le opere accessorie siano quantificate a parte secondo i valori di misurazione di riferimento [Rif. Appendice 1 – Parte terza, IGLAE]					
C.3	Controllo idonea scelta del sistema di protezione dello strato di tenuta e sua capacità di durare fino al primo intervallo di manutenzione (anche in relazione all'azione dei raggi UV).					
C.4	Controllo calcolo pendenze in relazione a deflusso delle acque meteoriche e dello schema di copertura adottato					
C.5	Controllo idoneità e progettazione del giunto di dilatazione perimetrale (caratteristiche meccaniche, dimensionamento, pulizia, accoppiamento)					
D	Strato di zavorra					
D.1	Controllare caratteristiche delle protezioni per coperture carrabili in riferimento ai valori riportati in appendice [Rif. Appendice B – Punto B4]					
D.2	Strato di protezione in ghiaia , controllare che: - l'elemento di protezione sia interposto da idonei strati separatori e/o filtrati					
D.3	- lo spessore e il peso minimo dello strato di ghiaia siano stati calcolati per garantire una resistenza all'azione dell'estrazione del vento [Rif. Appendice 1 – Parte prima, IGLAE]					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo																					
					C	NC																				
		x	x																							
D.4	<p>- nel caso di coperture con isolamento termico a tetto sandwich o rovescio, lo spessore ed il peso minimo dello strato di ghiaia siano calcolati secondo la seguente tabella</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Spessore pannelli materiale isolante</th> <th>Spessore min. della ghiaia necessaria per lo zavorramento</th> <th>Peso teorico minimo dello zavorramento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fino a 30 mm</td> <td>40 mm</td> <td>60 kg/m²</td> </tr> <tr> <td>da 40 a 50 mm</td> <td>50 mm</td> <td>75 kg/m²</td> </tr> <tr> <td>da 60 a 70 mm</td> <td>60 mm</td> <td>90 kg/m²</td> </tr> <tr> <td>80 mm</td> <td>70 mm</td> <td>105 kg/m²</td> </tr> <tr> <td>90 mm</td> <td>80 mm</td> <td>120 kg/m²</td> </tr> <tr> <td>100 mm</td> <td>85 mm</td> <td>128 kg/m²</td> </tr> </tbody> </table> <p>[Rif. Capitolo 5, IGLAE]</p>	Spessore pannelli materiale isolante	Spessore min. della ghiaia necessaria per lo zavorramento	Peso teorico minimo dello zavorramento	fino a 30 mm	40 mm	60 kg/m ²	da 40 a 50 mm	50 mm	75 kg/m ²	da 60 a 70 mm	60 mm	90 kg/m ²	80 mm	70 mm	105 kg/m ²	90 mm	80 mm	120 kg/m ²	100 mm	85 mm	128 kg/m ²				
Spessore pannelli materiale isolante	Spessore min. della ghiaia necessaria per lo zavorramento	Peso teorico minimo dello zavorramento																								
fino a 30 mm	40 mm	60 kg/m ²																								
da 40 a 50 mm	50 mm	75 kg/m ²																								
da 60 a 70 mm	60 mm	90 kg/m ²																								
80 mm	70 mm	105 kg/m ²																								
90 mm	80 mm	120 kg/m ²																								
100 mm	85 mm	128 kg/m ²																								
D.5	<p>Strato di protezione in terra, controllare che:</p> <p>- l'elemento di protezione sia posato sempre previa interposizione di idonei strati separatori e/o filtrati</p>																									
D.6	<p>- l'elemento di tenuta abbia caratteristiche antiradice od essere protetto da strato resistente alla perforazione da radici (doppio strato separatore in film di polietilene con spessore $\geq 20+20/100$ mm e cappa cementizia con spessore ≥ 60 mm)</p>																									
D.7	<p>- sopra l'elemento di tenuta sia previsto ulteriore elemento di protezione meccanica sufficientemente resistente da contrastare le sollecitazioni previste durante le successive lavorazioni o durante l'uso della copertura. Dovrà essere collocato all'estradosso dell'elemento di tenuta, tra lo strato di separazione e gli strati soprastanti</p>																									
D.8	<p>Strato di protezione in quadrotti o altri elementi assimilabili, controllare che la posa avvenga con uno dei seguenti metodi:</p> <p>- su sostegni; verificare correttamente la reazione al carico al fine di evitare fenomeni di punzonamento ed incisione degli elementi o strati sottostanti, con eventuale interposizione di idonei strati separatori e/o di ripartizione dei carichi</p>																									
D.9	<p>- su strato di allettamento di idoneo spessore in sabbia vagliata di fiume o ghiaietto con granulometria 5-10 mm, previa interposizione di idonei strati separatori e/o filtranti sotto lo strato di allettamento</p>																									
D.10	<p>- diretta su elemento termoisolante in pannelli in polistirene espanso estruso (XPS) o polistirene espanso sinterizzato stampato (EPS) o altro materiale idoneo, previa interposizione di idonei strati separatori e/o filtranti</p>																									
D.11	<p>- posa su speciali sostegni in materiale plastico termoformato posizionati a loro volta su strati o elementi separatori con funzione antiaderente</p>																									

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.12	<p>Strato di protezione in elementi autobloccati o cubetti, controllare che:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la posa avvenga sempre su uno strato di allettamento di idoneo spessore, in sabbia grossa vagliata di fiume o pietrischetto pulito a pezzatura piccola, sempre lavata di fiume, previa interposizione di idonei strati separatori drenanti (geocompositi drenanti) e/o filtranti sotto lo strato di allettamento 					
D.13	<p>Strato di protezione in cappe in cls con o senza armatura o in piastrellature allettate su malta cementizia, controllare che:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la cappa sia interposta ad idonei strati separatori e protettivi, i quali dovranno risalire lungo i perimetri per un'altezza pari allo spessore della cappa stessa 					
D.14	<ul style="list-style-type: none"> - al piede dei risvolti verticali impermeabili, per lo spessore della cappa e/o di altra pavimentazione pesante fissa, sia progettato un elemento comprimibile di adeguato spessore (≥ 20 mm, in polistirene o polietilene espanso o neoprene o altro materiale idoneo), avente la funzione di assorbire le dilatazioni termiche lineari della protezione pesante fissa, evitando tensioni e compressioni alla base dei risvolti verticali impermeabili 					
D.15	<ul style="list-style-type: none"> - l'eventuale armatura in barre o reti sia mantenuta arretrata di almeno 15 cm rispetto al bordo della cappa, per evitare danneggiamenti, per punzonamento al piede dei risvolti verticali 					
E	Punti singoli					
	RISVOLTI: [Rif. Appendice A – Punto A5]					
E.1	<p>Controllare caratteristiche della protezione dei risvolti a seconda della destinazione d'uso in riferimento ai valori riportati in appendice</p> <p>[Rif. Appendice B – Punto B2]</p>					
E.2	<p>[monostrato a salire] Controllare che le quote minime misurate lungo le linee di displuvio dall'estradosso dell'ultimo elemento o strato a vista non siano inferiori a:</p> <p>[Rif. Appendice A – Punto A5]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 15 cm, con elemento di tenuta a vista (senza protezione, con autoprotezione o con protezione leggera) 					
E.3	- 12 cm, con protezione pesante mobile in terra					
E.4	- 10 cm, con protezione pesante fissa					
E.5	- 7 cm, con protezione pesante mobile in ghiaia, in quadrotti o in autobloccanti					
E.6	[monostrato a scendere] Controllare che lo strato di tenuta termini ad una quota ≤ 10 cm, rispetto alla quota imposta del solaio o dell'intradosso della trave di bordo					
E.7	[doppio strato a salire o scendere] Nel caso di utilizzo di elemento di tenuta in membrana a base di bitume modificato, i risvolti a salire o a scendere dovranno essere mantenuti in doppio strato per l'altezza minima indicata ai punti E.1, E.2, E.3, E.4, E.5. Oltre la quota richiesta si potrà proseguire il rivestimento del risvolto fino alla quota richiesta con un singolo strato di membrana.					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
E.8	- nel caso il risvolto verticale sia isolato termicamente l'elemento di tenuta dovrà proseguire in doppio strato almeno fino alla quota interessata dall'isolamento termico					
	FISSAGGIO E SIGILLATURA DEI RISVOLTI DELL'ELEMENTO DI TENUTA					
	con membrane in bitume modificato					
E.9	con risvolto a salire (contenimento) nel caso che l'elemento di tenuta termini sulla parete piana superiore di un elemento di contenimento e/o coronamento controllare che la protezione sia assicurata da: - copertina sagomata in cemento, o altro materiale compatibile, munita di appositi gocciolatoi					
E.10	- scossalina sagomata a cappello					
E.11	- con opportune cautele incollaggio su una scossalina costituente gocciolatoio al perimetro esterno di contenimento o coronamento con sezione piana di incollaggio della scossalina ≥ 8 cm					
E.12	con risvolto a salire (contenimento) nel caso che l'elemento di tenuta termini contro una parete in elevazione, controllare che sia progettato l'incollaggio alla medesima, e che sia protetto al filo superiore con una delle seguenti soluzioni: - posizionamento sotto intonaco armato con rete					
E.13	- posa di scossalina sagomata a gocciolatoio, fissata a parete con materiale sigillante estruso allocato in apposita sagomatura a beccuccio					
E.14	- posa di scossalina sagomata a gocciolatoio inserita con l'aletta superiore nell'intonaco della parete					
E.15	con risvolto a scendere (spiovere) controllare che l'elemento di tenuta non termini solo con la semplice sigillatura del bordo inferiore del medesimo, ma con l'inserimento di una scossalina sagomata a gocciolatoio, fissata meccanicamente alla parete su cui verrà incollato l'elemento di tenuta. La sezione piana dell'incollaggio della scossalina dovrà essere ≥ 8 cm					
E.16	Controllare composizione delle protezioni per coperture piane accessibili ai pedoni con riferimento ai valori riportati in appendice [Rif. Appendice B – Punto B3]					
	con membrane polimeriche					
E.17	con risvolto a salire (contenimento) controllare che: - la membrana orizzontale sia fissata meccanicamente al piede di tutti i risvolti verticali con apposite barre metalliche pressopiegate preforate o appositi gruppi di fissaggio					
E.18	- quando l'altezza dei risvolti verticali dovesse superare i 30 cm, sia realizzato un incollaggio o un fissaggio meccanico della membrana sulla superficie verticale ad intervalli regolari \leq alla larghezza del telo (o diversamente indicato dal produttore)					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
E.19	quando l'elemento di tenuta termina sulla parete piana superiore di un elemento di contenimento e/o coronamento, controllare che il fissaggio dell'elemento di tenuta sia realizzato con una delle seguenti soluzioni: - incollaggio diretto sul supporto					
E.20	- saldatura su appositi profili sagomati ad "L", avente funzione di antivento e gocciolatoio, con senza protezione superiore in lattomeria sagomata a cappello o copertina presagomata in materiale compatibile. Il sormonto della membrana su tale profilo dovrà essere ≥ 4 cm con saldatura effettiva di almeno 3 cm. Sotto la parete piana del profilo è consigliabile inserire un'opportuna guarnizione avente funzione di ostacolare l'ingresso dell'aria sotto l'elemento di tenuta					
E.21	- mediante apposito profilo, in lamiera, sagomato ad "L" avente funzione di antivento posizionato sopra l'elemento di tenuta e fissato meccanicamente sulla testata dell'elemento di contenimento con protezione superiore in lattomeria sagomata a cappello o copertina presagomata in materiale compatibile. Sotto la parete piana del profilo è consigliabile inserire un'opportuna guarnizione avente funzione di ostacolare l'ingresso dell'aria sotto l'elemento di tenuta					
E.22	quando l'elemento di tenuta termina contro una parete in elevazione, controllare che sia fissato alla medesima in prima fase mediante incollaggio e mediante un apposito profilo di bloccaggio al perimetro superiore. [vedi punti E.19, E.20, E.21] La tenuta all'acqua del bordo superiore del profilo potrà essere ottenuta con materiale sigillante estruso allocato in apposita sagomatura a beccuccio					
E.23	con rivolto a scendere (spiovere) controllare che il bloccaggio avvenga: - meccanicamente per incollaggio (≥ 8 cm) su un profilo in lamiera zincata, inox o rame					
E.24	- per saldatura (≥ 3 cm) su un profilo in lamiera zincata rivestita con membrana simile e compatibile con quella dell'elemento di tenuta					
	BOCCHETTONI:					
	Bocchettoni di scarico					
E.25	Controllo compatibilità dei materiali tra l'elemento di tenuta e il bocchettone					
E.26	Controllare che la flangia (di forma quadrata o circolare) sia realizzata con un piano di ancoraggio ≥ 10 cm radialmente al perimetro del foro del tronchetto					
E.27	Controllare che l'inserimento del tronchetto all'interno del raccordo del pluviale sia, con pluviali aventi diametro ≤ 12 una profondità d'innesto libero ≥ 20 cm, mentre con pluviali aventi diametro > 12 cm una profondità d'innesto libero pari ad almeno 2 volte la dimensione del diametro del pluviale stesso.					
	Bocchettoni di collegamento tubazioni attraversanti l'elemento di tenuta					
E.28	Controllare che la tubazione passante sia vincolata al supporto attraversato in modo da non trasmettere alla fasciatura di tenuta eventuali movimenti a scorrere del tubo passante					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
E.29	Controllare che la tubazione passante sia in materiale compatibile con la membrana utilizzata per l'elemento di tenuta e/o con la metodologia di fasciatura adottata					
E.30	Controllare che i tubi passanti siano posizionati ad almeno 20 cm da pareti o solette d'ingombro, per permettere un'agevole lavorabilità					
E.31	Controllare che i tubi passanti presentino un tratto rettilineo di almeno 30 cm dalla parte planare dell'elemento di tenuta					
	SFIATI E AERATORI					
E.32	Gli sfiati e gli aeratori dovranno essere realizzati con materiali compatibili con l'elemento di tenuta adottato					
E.33	Controllare che essi siano costituiti da un tronchetto di adeguata lunghezza e da una flangia, contornante tutto il tronchetto, per collegare l'elemento di tenuta costituente corpo unico (per saldatura o stampo) con il tronchetto stesso					
E.34	Controllare che la flangia (di forma quadrata o circolare) sia realizzata con un piano di ancoraggio ≥ 12 cm radialmente al perimetro del foro del tronchetto					
E.35	Controllare che il corpo integro del tronchetto superi il piano finito di copertura di almeno: - 15 cm in caso di elementi di tenuta senza protezione, - 12 cm in caso di protezione mobile in terra - 10 cm in caso di protezione pesante fissa - 7 cm con protezione pesante mobile					
E.36	Controllare che il tronchetto sia munito superiormente di un adeguato elemento terminale di protezione per gli agenti atmosferici					
E.37	Se in presenza di uno strato di barriera o schermo al vapore controllare che sia adottato un elemento di sfiato o aeratore a doppio corpo, coassiale, di cui quello interno sarà collegato allo strato di barriera o schermo al vapore.					
E.38	- controllare che il vano libero tra i due corpi costituisca corona circolare di almeno 4 mm					
E.39	Controllare che nei caminetti di sfiato il tubo di adduzione penetri all'interno del tronchetto principale per almeno 8 cm oltre il livello dell'elemento di tenuta					
	MACCHINARI e FASCI TUBIERI					
E.40	[solo macchinari] Controllare che gli impianti tecnologici siano sollevati dall'estradosso dell'ultimo elemento o strato costituente il sistema di copertura per un'altezza ≥ 80 cm					
E.41	[solo fasci tubieri] Controllare che i fasci tubieri siano sollevati dall'estradosso dell'ultimo elemento o strato costituente il sistema di copertura per un'altezza ≥ 70 cm					
E.42	Controllare che il sistema di appoggio sia disposto in modo tale da permettere comunque l'accesso per eventuali manutenzioni ed il corretto scorrimento delle acque meteoriche					
E.43	Controllare che l'elemento di tenuta rivesta in continuo il sistema di supporto					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
E.44	[solo fasci tubieri] Nel caso fossero presenti in adiacenza più fasci tubieri, controllare che essi siano mantenuti ad una distanza effettiva libera ≥ 100 cm, e che abbiano larghezza totale d'ingombro per singolo fascio tubiero ≤ 200 cm					
E.45	Controllare che sul terminale dei muretti o dei pilastri sia posizionato un apposito elemento di appoggio, opportunamente conformato, sia per costituire sgrondo che per proteggere l'elemento di tenuta e per permettere l'appoggio e/o il fissaggio della sovrastante impiantistica.					
	GIUNTO DI DILATAZIONE: [Rif. Appendice A – Punto A6]					
	Giunto di dilatazione piatto					
E.46	Nel caso in cui non vi siano specifici impedimenti dovuti all'andamento delle pendenze e al deflusso dell'acque controllare che l'alloggiamento del giunto di dilatazione sia sopraelevato con dei piccoli cordoli di malta, realizzati direttamente sul supporto di base, in modo da creare campiture separate tra le superfici di copertura interessate dal giunto. L'altezza di questi cordoli dovrà essere tale da sopraelevare l'attacco del giunto impermeabile di almeno 3 cm oltre la quota della parte corrente dell'elemento di tenuta, mentre la larghezza sarà calcolata in funzione del tipo di materiale e/o metodologia usata per la realizzazione del giunto					
E.47	Controllare che l'elemento di tenuta sia sempre fissato sui cordoli o sul supporto di base ai lati della linea di giunto per definire fisicamente un preciso spazio e direzione di movimento del giunto					
E.48	Nel caso di sistema di copertura con protezione pesante fissa controllare che sia prevista anche l'adozione di un giunto a pavimento che non dovrà in nessun modo interferire né con il giunto impermeabile né con l'elemento di tenuta impermeabile né con l'elemento di tenuta del sistema di copertura					
	Giunto di dilatazione in rilevato					
E.49	Nel caso di giunto protetto da scossalina a cappellotto opportunamente sagomata, controllare che questa sia fissata meccanicamente ad uno solo dei due elementi di contenimento (ed eventualmente contrastata all'azione del vento sull'altro lato, tramite staffe che permettano comunque lo scorrimento del cappellotto)					
	Giunto di dilatazione a parete, in rilevato					
E.50	Nel caso di giunto protetto da scossalina a cappellotto opportunamente sagomata, controllare che la tenuta all'acqua del bordo superiore della scossalina a parete sia ottenuto con materiale sigillante estruso allocato in apposita sagomatura a beccuccio o mediante inserimento del labbro superiore sotto intonaco					
E.51	Controllare che il fissaggio meccanico di questa scossalina sia realizzato solo sulla parete, in modo tale da non essere sottoposta a tensioni dovute al movimento del giunto di dilatazione					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
E.52	Controllare condizioni di frazionamento nelle diverse tipologie di protezione dura con riferimento ai valori riportati in appendice [Rif. Appendice B – Punto B1]					
	GRIGLIATI					
E.53	Controllare che l'elemento di tenuta non sia mai collegato per la tenuta perimetrale sul bordo del telaio di sostegno del grigliato e/o sul grigliato stesso					
E.54	Controllare che l'elemento di tenuta non termini in piano in prossimità dello spigolo del vano dei grigliati, ma risvolti per almeno 4 cm oltre il bordo del vano stesso					
	SCOSSALINA:					
E.55	Controllo della corretta definizione dei carichi di progetto agenti sulla scossalina					
E.56	Controllo delle sezioni minime necessarie della scossalina in relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati ed alla massima deformazione ammissibile					
E.57	Controllo corretto sistema di giunzione tra gli elementi della scossalina e di adeguati giunti per permettere i movimenti derivanti dalle dilatazioni di origine termica					
F	Smaltimento acque meteoriche [Rif. UNI EN 12056-3]					
F.1	Controllare corretto dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche in relazione a: - intensità di precipitazione - area effettiva della copertura - portata d'acqua [Rif. UNI EN 12056-3] - dal grado di protezione necessario correlato al rischio di danni per tracimazione, in relazione alla tipologia ed alla destinazione d'uso dell'edificio. [Rif. UNI EN 10724]					
F.2	Controllare che il collaudo degli impianti di scarico delle acque meteoriche sia conforme alle prescrizioni contenute nella UNI EN 12056-3.					
F.3	Controllare/valutare se non sia necessaria la presenza di un "troppo pieno"					
F.4	Controllare che l'eventuale "troppo pieno" sia ad un'altezza inferiore al risalto					
F.5	Controllare che siano state considerate le tolleranze di costruzione e di assestamento allo scopo di evitare contro-pendenze e ristagni d'acqua che possono diminuire la durabilità.					
F.6	Controllare che le coperture piane con parapetti siano come minimo provviste di due bocche di efflusso per ogni superficie di raccolta (oppure una bocca di efflusso e uno sfioratore di sicurezza).					
F.7	Controllare che in un sistema di drenaggio delle coperture con giardini pensili consenta l'ispezione e l'accesso alla bocca di efflusso.					
F.8	Controllare che siano previste delle griglie o dei filtri alla bocca di efflusso evitare l'ingresso di terra e terriccio nel sistema di scarico della copertura.					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
F.9	Quando è prevista l'installazione di griglie in corrispondenza delle bocche di efflusso, controllare che sia stata considerata la riduzione della capacità di tali sbocchi poiché l'installazione di griglie nelle bocche di efflusso, anche se pulite, può influenzare negativamente e in modo significativo la capacità della bocca di efflusso					
F.10	Controllare che l'accesso per effettuare ispezioni, pulizia ed eventuali prove sia installato alla base di una colonna di scarico per acque meteoriche e in corrispondenza dei cambi di direzione quando c'è rischio di ostruzione. Se i pluviali terminano con una scarpa, tale uscita è considerata un accesso adeguato.					
F.11	Nelle connessioni di scarico orizzontali o quasi orizzontali, controllare che gli incrementi dimensionali siano previsti in modo da garantire la continuità dell'intradosso così da prevenire la formazione di sacche d'aria.					
F.12	Controllare che quando attraversano le pareti esterne dell'edificio, i tubi siano resi impermeabili all'acqua.					
F.13	Quando un pluviale scarica su una copertura più bassa o su un'area pavimentata, controllare che sia prevista una scarpa (preferibilmente antispruzzo) per allontanare l'acqua dall'edificio. In corrispondenza dello scarico della scarpa controllare che sia previsto un rinforzo					
F.14	Quando un condotto scarica in un pozzetto, controllare che esso termini al di sotto della griglia del pozzetto ma sopra alla tenuta idraulica, preferibilmente tramite un ingresso sul lato posteriore					
	Note / Osservazioni / Rilievi					

7.5. Controlli in esecuzione coperture inclinate a piccoli elementi (laterizio)

IMPERMEABILIZZAZIONI DELLE COPERTURE INCLINATE A PICCOLI ELEMENTI (LATERIZIO) – CONTROLLI IN FASE DI ESECUZIONE

(CHECK-LIST di registrazione dei controlli svolti nel corso del sopralluogo dall'ispettore/esperto QUALITECH)

Contratto

Riferimento RVO n.

Data del sopralluogo

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
A	Pacchetto coperture in generale					
A.1	Controllare - rispondenza alle indicazioni del progetto esecutivo					
A.2	- rispondenza alle schede tecniche del materiale					
A.3	- certificazioni dei materiali (resistenza meccanica, punzonamento, compatibilità chimica)					
A.4	- corretto stoccaggio dei materiali					
A.5	- corretta movimentazione dei materiali					
A.6	- condizioni di accettazione dei materiali: <ul style="list-style-type: none"> ▪ per tegole di laterizio [Rif. Appendice C – Punto C3] ▪ per tegole di calcestruzzo [Rif. Appendice C – Punto C4] 					
B	Strato di supporto					
B.1	Controllare integrità del supporto, contiguità di posa, planarità di posa, assenza di residui sul piano di posa e assenza di asperità significative e adeguata maturazione e/o asciugamento del cls					
B.2	Controllare che il supporto strutturale di base non contenga al suo interno alleggerimenti o vuoti precostituiti che possano trattenere o ancor peggio assorbire acqua durante le fasi di getto e/o prima della posa del sistema di copertura continuo, a causa di precipitazioni atmosferiche					
B.3	Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali, controllare: <ul style="list-style-type: none"> - controllare che i pannelli isolanti siano adeguatamente ancorati allo strato strutturale, adeguata in funzione dell'uso previsto (come da progetto) 					
	LISTELLI O CORDOLI: [Rif. UNI 9460]					
B.4	Controllare interasse del valore uguale al passo delle tegole					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
B.5	Controllare orizzontalità listelli (cordoli)					
B.6	Solo nel caso di listelli posati direttamente sull'elemento portante continuo, controllare presenza interruzione 10 mm – 20 mm, almeno ogni 4 m (listelli di legno) o 2 m (cordoli in malta)					
B.7	Controllare, prima della posa delle tegole, che il cordolo sia completamente asciutto					
B.8	Controllare che i cordoli non siano perfettamente continui, bensì interrotti ogni 4 m, circa, per permettere lo scorrimento di eventuali acque di infiltrazione e la necessaria microventilazione					
	Listellature in legno					
B.9	Controllare dimensione listelli di legno: se fissati a struttura continua sono dell'ordine di 3 cm – 4 cm o 4 cm – 4 cm					
B.10	Controllare presenza interruzione di 2 ÷ 3 cm ogni 150-200 cm per favorire la microventilazione (indispensabile al corretto funzionamento del tetto). È opportuno che le interruzioni siano allineate nel verso della massima pendenza di falda					
B.11	Controllare che l'altezza del primo listello di gronda superi quella degli altri di un valore idoneo a consentire alla prima fila di tegole di avere la stessa pendenza delle altre: <ul style="list-style-type: none"> - per le tegole di laterizio tale maggiore altezza è di circa 2 cm - per le tegole di cemento 2,5 cm (per compensare la mancanza dell'elemento inferiore) 					
B.12	Controllare che la distanza del listello di gronda da quello di falda più vicino (generalmente minore di quella tra gli altri listelli di falda) permetta la sporgenza della prima fila di tegole di un valore di circa 1/3 della bocca del canale di gronda e comunque non maggiore di 7 cm					
B.13	Controllare che la specie legnosa utilizzata nella copertura soddisfi le condizioni di: <ul style="list-style-type: none"> - stabilità dimensionale e resistenza meccanica soddisfacenti in relazione all'uso 					
B.14	- qualità estetiche se richieste					
B.15	- durabilità naturale o conferita da trattamenti adeguati (impregnazioni, ecc.), alle azioni chimico-biologiche (acqua, insetti, ecc.)					
	[CONIFERE E LATIFOGLIE]					
B.16	Non sono accettate: <ul style="list-style-type: none"> - alterazioni biologiche (funghi e insetti) 					
B.17	- presenza di fenditure tali da compromettere la stabilità (assenza di lesioni, ecc.)					
	PANNELLI ISOLANTI PRESAGOMATI: [Rif. UNI 9460]					
B.18	Controllare complanarità, eventuale correzione dei disassamenti					
B.19	Controllare ortogonalità rispetto all'asse delle tegole					
B.20	Controllare corretto incastro dei pannelli					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
B.21	Controllare coincidenza dei canali di ventilazione con gli assi delle tegole					
B.22	Controllare presenza della tavola fine falda al fine di sostenere la prima fila di pannelli presagomati e come supporto delle staffe reggi gronda					
B.23	Controllare spessore tavola fine falda come indicato in progetto, lo spessore deve essere determinato tenendo conto della sua funzione di sostegno della prima fila di pannelli e di non ostruire i canali di ventilazione					
C	Strato di tenuta – controlli generali					
C.1	Controllare rispetto delle pendenze di progetto in riferimento all'appendice [Rif. Appendice C – Punto C1]					
C.2	Controllare rispetto distanza supporti di progetto					
C.3	Controllare fissaggio tegole con piedini di aggancio in battuta su listello e corretto accoppiamento tegola-tegola					
C.4	Controllare parallelismo tra assi e file verticali e che gli assi file/verticali siano coincidenti con linee di massima pendenza					
C.5	Controllare necessità di elementi fermaneve: necessari per pendenze comprese tra il 36% e il 176% cioè 20° e 60° [Rif. norma UNI 9640 par. 9.5]					
C.6	Controllare posizionamento di elementi fermaneve a monte di elementi che costituiscono soluzione di continuità del manto (lucernari, camini, ecc.)					
C.7	Se la copertura è fortemente esposta al vento controllare che tutti gli elementi del manto siano fissati in corrispondenza dei bordi della falda, della linea di gronda e di colmo					
C.8	Controllare lunghezza massima di falda 10 m. [Rif. Appendice C – Punto C2] Oltre queste lunghezze è necessario inserire un'interruzione di falda con un canale di raccolta intermedio					
C.9	Controllare assenza di difetti nei semilavorati tali da ridurre sensibilmente la resistenza statica nel tempo					
C.10	Controllare ortogonalità dell'asse delle tegole rispetto all'asse dei listelli					
C.11	Controllare che la lunghezza di sovrapposizione sia maggiore di quella consigliata dal produttore - 10,5 cm per pendenze minori del 36% (distanza tra i listelli di 31,5) - 10,5 cm - 7,5 cm per pendenze maggiori [Rif. Appendice C – Punto C5]					
C.12	Controllare fissaggio delle tegole poste lungo le linee di gronda e di bordo					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
C.13	Controllare messa in opera degli elementi di copertura in laterizio dalla linea di gronda verso il colmo: - per file orizzontali parallele alla linea di gronda (tegole tipo "marsigliese"); - per file in direzione di massima pendenza (coppi)					
	BITUMI					
C.14	Controllare che i materiali non entrino a contatto con le seguenti sostanze: - sintetiche no benzine, grassi o oli - bituminose no idrocarburi					
C.15	Nel caso di membrane in bitume modificato, controllare che durante lo stoccaggio siano posizionate verticalmente, sotto pensiline o in ambienti chiusi [protezione raggi UV e acqua]					
C.16	Controllare conformità dei metodi di posa con le specifiche del produttore					
C.17	Controllare che al momento della posa la temperatura non sia inferiore a 5°C, non piova, non nevichi, e l'umidità relativa non sia elevata					
D	Punti singoli					
D.1	Controllare l'esecuzione dei particolari secondo quanto indicato dai produttori/progettisti (risvolti e collegamenti a tenuta, sigillature, materiali, protezione della membrana nel caso di non compatibilità con la radiazione solare)					
D.2	Controllare per strato di tenuta all'aria, schermo al vapore, barriera al vapore, strato impermeabilizzante traspirante di: - sormonte - raccordi Prevedere almeno 10 cm di sormonto					
	RISVOLTO: [Rif. Appendice A – Punto A5]					
D.3	Controllare altezza del risvolto in corrispondenza all'attacco con la parete o l'infisso secondo quanto indicato in progetto					
D.4	Controllare sigillatura del risvolto in corrispondenza all'attacco con la parete o l'infisso secondo quanto indicato in progetto					
D.5	Controllare corretta lunghezza del risvolto a scendere secondo quanto indicato in progetto					
	COLMI					
D.6	Controllare che nella realizzazione dei colmi gli elementi siano posizionati in modo che la sovrapposizione protegga dalla eventuale pioggia di stravento					
D.7	Controllare che ogni elemento di colmo sia fissato ad un listello sottostante mediante appositi ganci ferma colmo o altri dispositivi					
D.8	Controllare che la linea di colmo, se ventilata, sia realizzata posando gli elementi di colmo sopra un sottocolmo. Tale sottocolmo (fornito in profilo e in rotoli) è munito di bande laterali adattabili al profilo delle tegole e deve garantire una buona ventilazione sottotegola e contemporaneamente impedire infiltrazioni d'acqua.					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.9	Controllare posizione del listello corrente tale da sostenere gli elementi di colmo senza che questi poggino sulle tegole					
D.10	Controllare posa sottocolmi aerati tale da permettere l'uscita dell'aria dal sottomanto ed evitare infiltrazioni d'acqua, neve e polvere					
D.11	Controllare fissaggio degli elementi di colmo mediante l'uso di appositi sistemi di ancoraggio per ogni elemento e assenza di malta di fissaggio					
	SCOSSALINA:					
D.12	Controllare corretto sistema di giunzione e sigillatura tra gli elementi della scossalina e di adeguati giunti per permettere i movimenti derivanti dalle dilatazioni di origine termica					
D.13	Controllare che il sistema di attacco della scossalina al supporto sia conforme al progetto					
	COMPLUVI					
D.14	Controllare realizzazione raccordi con le pareti verticali, di formazioni di compluvi, in modo da: - evitare infiltrazioni verso la copertura mediante una conversa che garantisca l'impermeabilità estendendola sufficientemente sotto la prima fila di tegole					
D.15	- evitare infiltrazioni verso la parete verticale risvoltando il bordo della conversa di una altezza sufficiente e garantendo la tenuta tra conversa e parete mediante apposita scossalina di protezione.					
D.16	Controllare dimensionamento conversa in relazione ad un possibile accumulo di neve					
D.17	Controllare possibili differenti dilatazioni termiche tra la conversa e gli elementi di fissaggio					
D.18	Controllare presenza specifico strato di tenuta all'acqua (conversa) realizzato in lamiera di spessore pari ad almeno 8/10 di mm e con bordi rialzati di almeno 15mm e che raggiunga lateralmente almeno il primo listello di supporto al manto					
D.19	Controllare presenza al di sotto della conversa di un ulteriore strato di tenuta all'acqua (ad esempio membrana bituminosa o TNT) che si inoltri sotto il manto per minimo 50 cm nelle 2 direzioni					
D.20	Verificare assenza di problematiche infiltrative a seguito di fenomeni meteorici, con particolare riferimento in corrispondenza dei punti singolari quali bocchettoni, antenne, canne fumarie compluvi etc					
D.21	Controllare dimensioni converse tali da poter essere posizionate in parte anche sotto le tegole per evitare tracimazioni d'acqua					
	BOCCHETTONI:					
D.22	Controllare che il faldale si prolunghi al di sotto della prima fila di tegole a monte e sormonti la prima fila di tegole a valle					
E	Smaltimento acque meteoriche [Rif. UNI EN 12056-3]					
	LINEE DI GRONDA					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
E.1	Controllare che la realizzazione delle linee di gronda sia tale che: - l'acqua piovana sia convogliata verso la gronda (se esiste) o verso il suolo senza che vi siano ritorni d'acqua o comunque si bagnino parti della copertura o della parte sottostante non previste;					
E.2	- gli eventuali blocchi di neve, se previsti, possano scivolare dalla copertura senza danneggiare la gronda;					
E.3	- sia garantita la microventilazione e, se prevista, la ventilazione.					
E.4	Eccetto quando sono utilizzati dispositivi frangi-neve o altre precauzioni, nelle regioni in cui la neve si accumula sulle coperture, controllare che il bordo superiore del canale di gronda non superi la linea di scivolamento della copertura.					
E.5	Controllare che siano previste delle griglie o dei filtri alla bocca di efflusso per evitare l'ingresso di terra e terriccio nel sistema di scarico della copertura.					
E.6	Quando un pluviale scarica su una copertura più bassa o su un'area pavimentata, controllare che sia prevista una scarpa (preferibilmente antispruzzo) per allontanare l'acqua dall'edificio. In corrispondenza dello scarico della scarpa controllare che sia previsto un rinforzo					
E.7	Controllare presenza di un "troppo pieno", salvo diversamente indicato in progetto					
E.8	Controllare che la spaziatura massima tra le staffe sia di 50 cm nel caso delle grondaie pendenti e di 40 cm nel caso delle grondaie "all'inglese"					
E.9	Controllare che il materiale dei ganci sia compatibile con quello della grondaia (per evitare fenomeni elettrolitici)					
	Ganci	Grondaia				
	Acciaio zincato	Zinco				
	Rame	Rame				
	Acciaio zincato o inossidabile	Acciaio inossidabile				
E.10	Controllare che il bordo esterno della gronda sia più basso del bordo interno					
Note / Osservazioni / Rilievi						

7.6. Controlli in progettazione coperture inclinate a piccoli elementi (laterizio)

IMPERMEABILIZZAZIONI DELLE COPERTURE INCLINATE A PICCOLI ELEMENTI (LATERIZIO) – CONTROLLI IN FASE DI PROGETTAZIONE

(CHECK-LIST di registrazione dei controlli svolti nel corso del sopralluogo dall'ispettore/esperto QUALITECH)

Contratto

Riferimento RVO n.

Data del sopralluogo

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x		C	NC
A	Pacchetto coperture in generale					
A.1	Controllo calcolo del valore del carico d'estrazione da vento [Rif. Appendice 1 – Parte prima, IGLAE]					
A.2	Controllo calcolo del carico di neve [Rif. DM 14/01/2008]					
A.3	Controllo progettazione del sistema di fissaggio meccanico dello strato di supporto e/o dello strato di tenuta in relazione a: <ul style="list-style-type: none"> - numero fissaggio - posizione fissaggi - caratteristiche geometriche, fisiche, meccaniche e chimiche dei tasselli - compatibilità del tassello con il supporto di ancoraggio [Rif. Appendice 1 – Parte prima, IGLAE]					
A.4	Controllo aggressività dell'atmosfera, piovosità dell'area interessata, situazione di esposizione locale (sito protetto, sito normale, sito esposto) e pendenza delle falde [Rif. UNI 9460, prospetti 1 – 2]					
A.5	Controllare corretta destinazione d'uso della copertura in riferimento all'inclinazione [Rif. Appendice A – Punti A1, A2, A3, A4]					
A.6	Controllo progettazione di adeguati (per caratteristiche morfologiche e meccaniche) percorsi pedonali per ispezione/manutenzione e che questi siano protetti da elementi idonei					
A.7	Controllo caratteristiche fisico-meccaniche degli elementi di tenuta secondo le norme UNI EN 1304, 490, 491					
A.8	Controllo per elementi di supporto in legno di sezioni/spessori, proprietà meccaniche, protezioni particolari (fungicida, insetticida, ignifuga, ecc.) secondo le indicazioni di progetto e richieste in contratto. Verificare anche assenza difetti che riducano sensibilmente la resistenza statica dell'elemento di tenuta					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
A.9	<p>Controllo per gli elementi di supporto in pannelli isolanti presagomati di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiale componente - Resistenza termica - Presenza della microventilazione o ventilazione, se richiesta - Resistenza a compressione - Spessori - Densità - Permeabilità al vapore acqueo - Assorbimento d'acqua per immersione - Resistenza al fuoco <p>in corrispondenza ai valori di progetto e secondo le norme UNI EN ISO 1923 e UNI 10351. Verificare anche assenza difetti che riducano sensibilmente la resistenza statica dell'elemento di tenuta</p>					
A.10	<p>Controllo per materiali per lo strato di tenuta all'aria, schermo al vapore, barriera al vapore, strato impermeabilizzante traspirante di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiale componente - Spessore - Massa per m² - Permeabilità al vapore acqueo - Resistenza a trazione - Lacerazione al chiodo - Resistenza al fuoco <p>in corrispondenza ai valori di progetto</p>					
A.11	<p>Controllo per materiali per lo strato di isolamento termico di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiale componente - Spessore - Densità - Conducibilità termica - Resistenza a compressione - Permeabilità al vapore acqueo - Resistenza al fuoco - Resistenza agli UV <p>in corrispondenza ai valori di progetto</p>					
A.12	<p>Controllo per materiali per il sistema di raccolta e convogliamento delle acque di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiale componente - Spessore - Verifica della rispondenza alle norme <p>in corrispondenza ai valori di progetto e secondo le norme UNI EN 607 e 612</p>					
A.13	<p>Controllo per listelli e cordoli di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sezione, base analoga al listello di falda ed altezza superiore di 20 mm – 25 mm - Proprietà meccaniche - Protezioni particolari (fungicida, insetticida, ignifuga, ecc.) - Classe di cemento e granulometria della sabbia <p>in corrispondenza ai valori di progetto e come richiesto dalle indicazioni di contratto. Verificare anche assenza difetti che riducano sensibilmente la resistenza statica dell'elemento di tenuta. [Rif. Punto 8.3.2.3 UNI 9460]</p>					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
A.14	Controllo per sistema aerazione/antivolatile della forma/caratteristiche come indicato in progetto					
A.15	Controllo per sistema di aerazione di: <ul style="list-style-type: none"> - Forma/caratteristiche - Massa volumica - Conducibilità termica - Resistenza a compressione - Permeabilità al vapore acqueo - Diffusione al vapore acqueo - Resistenza al fuoco - Resistenza agli UV in corrispondenza a quanto descritto in progetto					
B	Strato di supporto					
B.1	Controllo corretto dimensionamento strutturale dello strato di supporto in relazione ai carichi permanenti e sovraccarichi accidentali [Rif. DM 14/01/2008]					
B.2	Controllare compatibilità piano di posa con gli strati o elementi sovrastanti					
B.3	Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali, controllare: <ul style="list-style-type: none"> - esistenza di uno strato di solidarizzazione del supporto (soprattutto per frecce differenziali). 					
B.4	<ul style="list-style-type: none"> - esistenza del pontage nelle zone di interfaccia e di larghezza adeguata. 					
B.5	Controllare se non sia necessario predisporre fori in corrispondenza del supporto prefabbricato ("suola") per allontanare l'acqua in eccesso (meteorica o di lavorazione) e non intrappolarla con il sistema di impermeabilizzazione. In alternativa può essere necessario specificare il grado di umidità del supporto prima di procedere a collocarci sopra ulteriori strati					
B.6	Controllare che il supporto strutturale di base non contenga al suo interno alleggerimenti o vuoti precostituiti che possano trattenere o ancor peggio assorbire acqua durante le fasi di getto e/o prima della posa del sistema di copertura continuo, a causa di precipitazioni atmosferiche					
B.7	Nel caso di adozione di lamiere di acciaio zincato, controllare che lo spessore minimo sia $\geq 0,75$ mm					
	LISTELLI O CORDOLI: [Rif. UNI 9460]					
B.8	Controllo interasse del valore uguale al passo delle tegole					
B.9	Solo nel caso di listelli posati direttamente sull'elemento portante continuo, controllo presenza interruzione 10 mm – 20 mm, almeno ogni 4 m (listelli di legno) o 2 m (cordoli in malta)					
B.10	Controllo che i cordoli non siano perfettamente continui, bensì interrotti ogni 4 m, circa, per permettere lo scorrimento di eventuali acque di infiltrazione e la necessaria microventilazione					
	PANNELLI ISOLANTI PRESAGOMATI: [Rif. UNI 9460]					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo							
					C	NC						
		x	x									
B.11	Controllo coincidenza dei canali di ventilazione con gli assi delle tegole											
B.12	Controllo presenza della tavola fine falda al fine di sostenere la prima fila di pannelli presagomati e come supporto delle staffe reggi gronda											
B.13	Controllo spessore tavola fine falda, lo spessore dovrà essere determinato tenendo conto della sua funzione di sostegno della prima fila di pannelli e di non ostruire i canali di ventilazione											
B.14	Controllo presenza del sistema antivolatile											
	CHIODI, VITI, ECC. per fissaggio di tegole											
B.15	Controllo che le graffe usate per le tegole siano dimensionate in relazione alle dimensioni della tegola e del tipo di elemento di supporto (listelli, pannelli, ecc.)											
	LISTELLATURE DI LEGNO											
B.16	Controllare che la specie legnosa utilizzata nella copertura soddisfa le condizioni di: - stabilità dimensionale e resistenza meccanica soddisfacenti in relazione all'uso											
B.17	- qualità estetiche se richieste											
B.18	- durabilità naturale o conferita da trattamenti adeguati (impregnazioni, ecc.), alle azioni chimico-biologiche (acqua, insetti, ecc.)											
B.19	Controllo presenza interruzione di 2 ÷ 3 cm ogni 150-200 cm per favorire la microventilazione (indispensabile al corretto funzionamento del tetto). È opportuno che le interruzioni siano allineate nel verso della massima pendenza di falda											
B.20	Controllo che le dimensioni dei listelli, in caso poggino su struttura discontinua, siano in relazione alla luce libera tra gli appoggi, ai carichi di esercizio della copertura ed ai sovraccarichi accidentali (neve e vento). In zone di altitudini non maggiori di 500 m s.l.m.: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">per luci fino a 0,80 m</td> <td style="padding: 2px;">listelli di 4 cm – 4 cm</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">per luci tra 0,80 m e 1 m</td> <td style="padding: 2px;">listelli di 5 cm – 5 cm</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">per luci comprese tra 1 m e 1,40 m</td> <td style="padding: 2px;">listelli di 5 cm – 7 cm</td> </tr> </table>	per luci fino a 0,80 m	listelli di 4 cm – 4 cm	per luci tra 0,80 m e 1 m	listelli di 5 cm – 5 cm	per luci comprese tra 1 m e 1,40 m	listelli di 5 cm – 7 cm					
per luci fino a 0,80 m	listelli di 4 cm – 4 cm											
per luci tra 0,80 m e 1 m	listelli di 5 cm – 5 cm											
per luci comprese tra 1 m e 1,40 m	listelli di 5 cm – 7 cm											
B.21	Controllo che l'altezza del primo listello di gronda superi quella degli altri di un valore idoneo a consentire alla prima fila di tegole di avere la stessa pendenza delle altre: - per le tegole di laterizio tale maggiore altezza è di circa 2 cm - per le tegole di cemento 2,5 cm (per compensare la mancanza dell'elemento inferiore)											
B.22	Controllo che la distanza del listello di gronda da quello di falda più vicino (generalmente minore di quella tra gli altri listelli di falda) permetta la sporgenza della prima fila di tegole di un valore di circa 1/3 della bocca del canale di gronda e comunque non maggiore di 7 cm											
C	Strato di tenuta											

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
C.1	Fissaggio delle tegole: - coperture con falda ad elevata pendenza: fissare le tegole con chiodi o viti, i valori limite delle pendenze oltre le quali occorrono i fissaggi sono riportati nel prospetto 1 UNI 9460					
C.2	- coperture esposte ai venti: fissare con appositi ganci (o staffe) e fermategola o con altri dispositivi					
C.3	- copertura ad elevata pendenza esposte ai venti: si devono valutare opportunamente entrambi gli effetti					
C.4	Controllo corretto dimensionamento statico degli elementi di tenuta rispetto sia alle azioni derivanti dagli agenti atmosferici, sia alla pedonabilità per manutenzione (se prevista), considerando anche il numero di appoggi					
C.5	Controllo compatibilità di materiali e componenti edilizi con gli altri materiali e componenti edilizi con cui vengono a contatto, diretto o indiretto					
C.6	In riferimento al calcolo della superficie di impermeabilizzazione, controllare: - lo sviluppo effettivo dell'elemento di tenuta nelle sue parti correnti e non correnti, detraendo dalla superficie misurata i vuoti $\geq 2 \text{ m}^2$ e mentre quelli $< 2 \text{ m}^2$ saranno considerati "vuoto per pieno", considerando a parte ed in aggiunta i relativi risvolti. - che le opere accessorie siano quantificate a parte secondo i valori di misurazione di riferimento [Rif. Appendice 1 – Parte terza, IGLAE]					
C.7	Controllo idonea scelta del sistema di protezione dello strato di tenuta e sua capacità di durare fino al primo intervallo di manutenzione (anche in relazione all'azione dei raggi UV).					
C.8	Controllo calcolo pendenze in relazione a deflusso delle acque meteoriche e dello schema di copertura adottato in riferimento all'appendice [Rif. Appendice C – Punto C1]					
C.9	Controllo idoneità e progettazione del giunto di dilatazione perimetrale (caratteristiche meccaniche, dimensionamento, pulizia, accoppiamento)					
C.10	Controllare la capacità del manto di copertura di resistere alle oscillazioni di temperatura, all'azione dei cicli gelo-disgelo, ai raggi UV e a possibili sostanze aggressive presenti nell'ambiente [Rif. UNI 8627 punto 7.1.7]					
C.11	Controllare che l'acqua piovana venga convogliata verso la gronda (se esiste) o verso il suolo senza che vi siano ritorni d'acqua o comunque si bagnino parti della copertura o della parte sottostante non previste					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo													
					C	NC												
		x	x															
C.12	Se la copertura è fortemente esposta al vento è opportuno fissare anche tutti gli elementi del manto in corrispondenza dei bordi della falda, della linea di gronda e di colmo:																	
	<table border="1"> <tr> <td>se $a < 30m$</td> <td>$F = a/8$</td> <td>e comunque $1m < F < 2m$</td> </tr> <tr> <td>se $a \geq 30m$</td> <td>$F = a/8$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>se $0,50m < b' \leq 2m$</td> <td>$F' = 1m$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>se $b' > 2m$</td> <td>$F' = b'/2$</td> <td>e comunque $1m < F' < 2m$</td> </tr> </table>	se $a < 30m$	$F = a/8$	e comunque $1m < F < 2m$	se $a \geq 30m$	$F = a/8$		se $0,50m < b' \leq 2m$	$F' = 1m$		se $b' > 2m$	$F' = b'/2$	e comunque $1m < F' < 2m$					
	se $a < 30m$	$F = a/8$	e comunque $1m < F < 2m$															
	se $a \geq 30m$	$F = a/8$																
se $0,50m < b' \leq 2m$	$F' = 1m$																	
se $b' > 2m$	$F' = b'/2$	e comunque $1m < F' < 2m$																
<p>F = zona di fissaggio all'estremità della falda a = lato minore della figura ottenuta proiettando il tetto sul piano orizzontale F' = zona di fissaggio di contorno ai corpi emergenti b' = lato maggiore dei corpi emergenti</p>																		
C.13	Controllo lunghezza massima di falda 10 m [Rif. Appendice C – Punto C2] Oltre queste lunghezze è necessario inserire un'interruzione di falda con un canale di raccolta intermedio																	
	Particolari per tegole di calcestruzzo																	
C.14	Per evitare le traslocazioni dovute al vento controllo fissaggio tramite appositi ganci laterali.																	
C.15	Controllo fissaggio in corrispondenza delle fasce lungo i bordi ed il colmo del tetto e intorno ai camini o altre emergenze; in situazioni particolari oltre alle fasce citate devono essere fissate le tegole della rimanente superficie di falda [Rif. UNI 9460 – Figura 44]																	
C.16	Controllo che la larghezza delle fasce interessate dal fissaggio delle tegole segua lo schema di riferimento [Rif. UNI 9460 – Figura 46]																	
	Particolari per tegole di laterizio																	
C.17	Per posa su falde ad elevata pendenza controllo che il fissaggio avvenga con 1 tegola ogni 5, oppure con fissaggio di tutte le tegole secondo la pendenza e, se trattasi di tegole oppure coppi, mediante chiodo o vite [Rif. UNI 9460 – Prospetto 1]																	
C.18	In zone a precipitazione meteorica elevata controllare che il foro passante nelle tegole per il chiodo di fissaggio sia sigillato mediante guarnizione o silicone per evitare possibili infiltrazioni																	
C.19	Per evitare la traslocazione per azione del vento controllare che il fissaggio delle tegole interessi anche le zone lungo i bordi della falda, quelle lungo la gronda e lungo il colmo, nonché quelle intorno alle emergenze, mediante apposito gancio fermategola o con altri dispositivi																	
D	Punti singolari																	
D.1	Controllo dilatazioni termiche tra i vari materiali utilizzati																	

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.2	Controllare che sia sempre prevista la microventilazione e, se prevista, la ventilazione					
D.3	Controllo compatibilità di materiali e componenti edilizi con gli altri materiali e componenti edilizi con cui vengono a contatto, diretto o indiretto					
D.4	Controllo necessità di elementi fermaneve: necessari per pendenze comprese tra il 36% e il 176% cioè 20° e 60° [Rif. UNI 9640 – Paragrafo 9.5]					
D.5	Controllo posizionamento di elementi fermaneve a monte di elementi che costituiscono soluzione di continuità del manto (lucernari, camini, ecc.)					
D.6	Controllare che le tegole paraneve siano fissate al listello di supporto mediante opportuno ancoraggio e siano distribuite sulla falda a scacchiera o in file parallele alla linea di gronda [Rif. UNI 9460 – Figura 57]					
D.7	Controllare che gli eventuali blocchi di neve, se previsti, possano scivolare dalla copertura senza danneggiare la gronda					
D.8	Controllo per strato di tenuta all'aria, schermo al vapore, barriera al vapore, strato impermeabilizzante traspirante di: - sormonte - raccordi Prevedere almeno 10 cm di sormonto In caso di interruzioni di falda (sfiate, camini, ...) i raccordi devono essere accuratamente risolti					
D.9	Controllo per elementi di supporto in pannelli isolanti presagomati di: - ortogonalità rispetto all'asse delle tegole - coincidenza dei canali di ventilazione con gli assi delle tegole - tavola fine falda, per sostenere la prima fila di pannelli presagomati e come supporto delle staffe reggi gronda - spessore tavola fine falda, determinato tenendo conto della sua funzione di sostegno della prima fila di pannelli e di non ostruire i canali di ventilazione - coincidenza dei canali di ventilazione con gli assi delle tegole					
	RISVOLTO: [Rif. Appendice A – Punto A5]					
D.10	Controllo altezza del risvolto in corrispondenza all'attacco con la parete o l'infisso secondo quanto indicato in progetto					
D.11	Controllo corretta lunghezza del risvolto a scendere					
	SCOSSALINA:					
D.12	Controllo della corretta definizione dei carichi di progetto agenti sulla scossalina					
D.13	Controllo delle sezioni minime necessarie della scossalina in relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati ed alla massima deformazione ammissibile					
D.14	Controllo corretto sistema di giunzione tra gli elementi della scossalina e di adeguati giunti per permettere i movimenti derivanti dalle dilatazioni di origine termica					
	COLMI					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.15	Controllare che nella realizzazione dei colmi gli elementi siano posizionati in modo che la sovrapposizione protegga dagli eventuali venti di pioggia dominante					
D.16	Controllare che la linea di colmo, se ventilata, sia realizzata posando gli elementi di colmo sopra un sottocolmo					
D.17	Controllare che ogni l'elemento di colmo sia fissato ad un listello sottostante mediante appositi ganci ferma colmo o altri dispositivi					
	COMPLUVI					
D.18	Nel caso si prevedano abbondanti nevicate controllare che si sia tenuto conto dell'accumulo di neve					
D.19	Controllo presenza al di sotto della conversa di un ulteriore strato di tenuta all'acqua (ad esempio membrana bituminosa o TNT) che si inoltri sotto il manto per minimo 50 cm nelle 2 direzioni					
D.20	Per raccordi con le pareti verticali, controllare che: - una conversa garantisca l'impermeabilità estendendola sufficientemente sotto la prima fila di tegole verso la copertura					
D.21	- il bordo della conversa risvolti di una altezza sufficiente sulla parete verticale e la tenuta tra conversa e parete sia garantita mediante apposita scossalina di protezione					
D.22	Controllare dimensionamento conversa in relazione ad un possibile accumulo di neve					
D.23	Controllare possibili differenti dilatazioni termiche tra la conversa e gli elementi di fissaggio					
E	Smaltimento acque meteoriche [Rif. UNI EN 12056-3]					
E.1	Controllare corretto dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche in relazione a: - intensità di precipitazione - area effettiva della copertura - portata d'acqua [Rif. UNI EN 12056-3] - dal grado di protezione necessario correlato al rischio di danni per tracimazione, in relazione alla tipologia ed alla destinazione d'uso dell'edificio. [Rif. UNI EN 10724]					
E.2	Controllare che il collaudo degli impianti di scarico delle acque meteoriche sia conforme alle prescrizioni contenute nella UNI EN 12056-3.					
	LINEE DI GRONDA					
E.3	Controllo che la realizzazione delle linee di gronda sia tale che: - l'acqua piovana venga convogliata verso la gronda (se esiste) o verso il suolo senza che vi siano ritorni d'acqua o comunque si bagnino parti della copertura o della parte sottostante non previste;					
E.4	- gli eventuali blocchi di neve, se previsti, possano scivolare dalla copertura senza danneggiare la gronda;					
E.5	- sia garantita la microventilazione e, se prevista, la ventilazione.					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
E.6	Controllo presenza, se previsto da progetto per evitare infiltrazioni d'acqua in corrispondenza della linea di gronda, di uno strato impermeabile che, posizionato sotto la prima fila di tegole, giunga a coprire l'imbocco del canale di gronda ed a convogliarvi l'acqua eventualmente infiltrata.					
E.7	Controllare che i canali di gronda progettati come orizzontali o nominalmente orizzontali siano installati con un gradiente nominale compreso tra 1 mm/m e 3 mm/m.					
E.8	Controllare/valutare se non sia necessaria la presenza di un "troppo pieno"					
E.9	Controllare che l'eventuale "troppo pieno" sia ad un'altezza inferiore al risalto					
E.10	Controllare che siano state considerate le tolleranze di costruzione e di assestamento allo scopo di evitare contro-pendenze e ristagni d'acqua che possono diminuire la durabilità.					
E.11	Eccetto quando sono utilizzati dispositivi frangi-neve o altre precauzioni, nelle regioni in cui la neve si accumula sulle coperture, controllare che il bordo superiore del canale di gronda non superi la linea di scivolamento della copertura.					
E.12	Controllare che le coperture piane con parapetti siano come minimo provviste di due bocche di efflusso per ogni superficie di raccolta (oppure una bocca di efflusso e uno sfioratore di sicurezza).					
E.13	Controllare che in un sistema di drenaggio delle coperture con giardini pensili consenta l'ispezione e l'accesso alla bocca di efflusso.					
E.14	Controllare che siano previste delle griglie o dei filtri alla bocca di efflusso evitare l'ingresso di terra e terriccio nel sistema di scarico della copertura.					
E.15	Quando è prevista l'installazione di griglie in corrispondenza delle bocche di efflusso, controllare che sia stata considerata la riduzione della capacità di tali sbocchi poiché l'installazione di griglie nelle bocche di efflusso, anche se pulite, può influenzare negativamente e in modo significativo la capacità della bocca di efflusso					
E.16	Controllare che quando attraversano le pareti esterne dell'edificio, i tubi siano resi impermeabili all'acqua.					
E.17	Quando un pluviale scarica su una copertura più bassa o su un'area pavimentata, controllare che sia prevista una scarpa (preferibilmente antispruzzo) per allontanare l'acqua dall'edificio. In corrispondenza dello scarico della scarpa controllare che sia previsto un rinforzo					
Note / Osservazioni / Rilievi						

7.7. Controlli in esecuzione coperture inclinate a grandi elementi (metallo)

IMPERMEABILIZZAZIONI DELLE COPERTURE INCLINATE CON ELEMENTI DI GRANDI DIMENSIONI (METALLICI) – CONTROLLI IN FASE DI ESECUZIONE

(CHECK-LIST di registrazione dei controlli svolti nel corso del sopralluogo dall'ispettore/esperto QUALITECH)

Contratto

Riferimento RVO n.

Data del sopralluogo

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x		C	NC
A	Pacchetto coperture in generale					
A.1	Controllare - rispondenza alle indicazioni del progetto esecutivo					
A.2	- rispondenza alle schede tecniche del materiale					
A.3	- certificazioni dei materiali (resistenza meccanica, punzonamento, compatibilità chimica)					
A.4	- corretto stoccaggio dei materiali					
A.5	- corretta movimentazione dei materiali					
A.6	- verifica della conformità dei prodotti al capitolato (spessore e tipo di materiali, isolamento termico, strato separatore, ecc.);					
A.7	Controllare corretta installazione dell'impianto di protezione contro i fulmini secondo norme UNI e CEI.					
A.8	Controllare presenza/realizzazione di adeguati (per caratteristiche morfologiche e meccaniche) percorsi pedonali per ispezione/manutenzione e che questi siano protetti da elementi idonei					
B	Strato di supporto					
B.1	Controllare integrità del supporto, contiguità di posa, planarità di posa, assenza di residui sul piano di posa e privo di asperità significative e adeguata maturazione e/o asciugamento del cls					
B.2	Controllare corrispondenza alle prescrizioni di progetto e assenza di difetti che riducano sensibilmente le prestazioni.					
B.3	Controllare che i piani di appoggio siano allineati come da progetto					
B.4	Controllare che le superfici dei sostegni che verranno a contatto con la lamiera del tetto siano protetti da possibili corrosioni per effetto elettrochimico.					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
B.5	Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali, controllare: - esistenza di uno strato di solidarizzazione del supporto (soprattutto per frecce differenziali).					
B.6	- che i pannelli nel caso in cui costituiscano lo strato di supporto, siano solidali e adeguatamente vincolati tra loro					
B.7	- che i pannelli isolanti siano adeguatamente ancorati allo strato strutturale					
	Elemento di supporto in calcestruzzo					
B.8	Verificare che la superficie di posa abbia la pendenza richiesta e sia piana con scostamenti locali dal piano teorico che non impediscano il regolare posizionamento degli elementi di supporto delle lastre (listelli, ecc.).					
	Elemento di supporto metallico					
B.9	Controllare che sia evitato il contatto diretto tra elementi metallici di diversa natura, tale da poter causare fenomeni di corrosione galvanica.					
	Elementi di supporto in legno o metallo (listelli, tavolato)					
B.10	Controllare: - interasse - allineamento - planarità - fissaggi In particolare, gli errori di planarità non devono compromettere la funzionalità.					
B.11	Controllare che la specie legnosa utilizzata nella copertura soddisfi le seguenti condizioni: - stabilità dimensionale e resistenza meccanica soddisfacenti in relazione all'uso; - qualità estetiche se richieste; - durabilità naturale o conferita da trattamenti adeguati (impregnazioni, ecc.) alle azioni chimico biologiche					
B.12	Controllare che al momento della fornitura il legno possieda una umidità lievemente minore di quella di equilibrio rispetto all'ambiente di applicazione, mediante adeguato periodo di stagionatura naturale o essiccazione artificiale, e comunque non maggiore del 18%.					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
B.13	<p>Controllare che i semilavorati non presentino difetti che riducono sensibilmente la resistenza statica nel tempo;</p> <ul style="list-style-type: none"> - per i segati di conifere si può fare riferimento alla UNI 8198 - per le conifere stesse e per le latifoglie non sono accettati in particolare i seguenti difetti: <ul style="list-style-type: none"> ▪ alterazioni biologiche (funghi e insetti); ▪ difetti localizzati (nodi, sacche di resina, cipollature, ecc.) che isolatamente o per il fatto che sono raggruppati, riducono la sezione resistente per più di 1/3; ▪ inclinazione della direzione delle fibre non maggiore di 1/4 rispetto all'asse geometrico degli elementi lignei; ▪ presenza di fenditure tali da compromettere la stabilità (assenza di lesioni, ecc.). 					
B.14	<p>Strato di tenuta all'aria, schermo al vapore, barriera, al vapore Controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sormonti - raccordi <p>Prevedere almeno 10 cm di sormonto</p>					
B.15	<p>Strato di isolamento termico Controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - posizione - battentatura 					
B.16	Controllare compatibilità chimica con i materiali posti a contatto					
	Materiali e componenti per lo strato separatore					
B.17	<p>Controllare che il cartonfeltro bitumato sia posato per file parallele alla linea di gronda e il bordo inferiore di ogni foglio delle file successive alla prima sormontati di almeno 10 cm il bordo superiore di quello montato in precedenza, così da coprire la zona di chiodatura. In alternativa i foglio di polietilene possono essere posati termosaldando i bordi dei fogli.</p>					
B.18	Controllare che i prodotti dello strato separatore non aderiscano né alla lamiera di copertura né al supporto al fine di agevolare il loro movimento reciproco					
C	Strato di tenuta – controlli generali					
C.1	<p>Controllare rispetto delle pendenze di progetto, in relazione a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - altezza della greca - presenza giunti di testa - esposizione al vento - sistema di fissaggio, aggraffatura <p>[Rif. Appendice D – Punto D1, D3]</p>					
C.2	<p>Controllare che le lastre siano posate secondo la linea di massima pendenza, salvo differenti indicazioni progettuali, verificandone l'allineamento e la stabilità</p> <p>[Rif. Appendice D – Punto D6]</p>					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo									
					C	NC								
		x	x											
C.3	<p>In caso di giunti intermedi di testa controllare il valore delle sovrapposizioni, i valori minimi di sovrapposizione in condizioni normali</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pendenza in %</th> <th>Sovrapposizione in mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7 < P ≤ 10</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>10 < P ≤ 15</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>15 < P</td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table> <p>[Rif. Appendice D – Punto D2]</p>	Pendenza in %	Sovrapposizione in mm	7 < P ≤ 10	250	10 < P ≤ 15	200	15 < P	150					
Pendenza in %	Sovrapposizione in mm													
7 < P ≤ 10	250													
10 < P ≤ 15	200													
15 < P	150													
C.4	Nel caso di sovrapposizione elementi limitata ad una sola greca, controllare che la sovrapposizione sia effettuata nel senso dei venti dominanti													
C.5	<p>Per i manti di copertura realizzati con nastri metallici piani utilizzando la tecnica di giunzione a doppia aggraffatura o a tassello, normalmente, controllare che siano rispettate le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lunghezze di falda <6 m, non sono necessarie particolari precauzioni; - lunghezze di falda >6 m, si può utilizzare sia la tecnica di segmentazione del nastro con idonea giunzione delle lastre successive, sia il fissaggio per mezzo di linguette di ancoraggio di tipo scorrevole. 													
C.6	Controllare corretta esecuzione delle aggraffature													
C.7	<p>Per le coperture utilizzando lamiera nervate, grecate o pannelli compositi, controllare che siano adottate le seguenti indicazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lunghezze di falda <6 m, nessuna particolare prescrizione se il fissaggio della lastra avviene in corrispondenza della parte alta della nervatura; in tal caso l'elasticità dell'elemento di fissaggio consente di assorbire le dilatazioni; - lunghezze di falda >6 m, in funzione del coefficiente di dilatazione del materiale costituente la lastra, del tipo e del coefficiente di dilatazione del materiale costituente la struttura portante, dello schema della copertura (ventilata, non ventilata, ecc.) e del tipo di fissaggio occorre verificare la necessità di eseguire ancoraggi scorrevoli o adottare altri adeguati accorgimenti. Nel caso che non sia possibile compensare le dilatazioni è necessario segmentare le lastre. 													
C.8	Controllare conformità dei metodi di posa con le specifiche del produttore													
	LASTRE E PANNELLI													
C.9	Controllare corretta chiusura delle viti di fissaggio													
C.10	Controllare aderenza tra le lastre ed assenza fessure in corrispondenza delle sovrapposizioni													
C.11	Controllare allineamento lastre in riferimento alle nervature													
C.12	Controllare allineamento estremi delle lastre lungo il bordo (gronda, ecc.).													

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
C.13	Controllare eventuale piegatura della estremità delle lastre per realizzare il gocciolatoio in gronda o il risvolto al di sotto del colmo					
C.14	Verifica della tenuta all'acqua, soprattutto nelle zone più complesse per effetto di raccordi, sormonti, scossaline, ecc					
C.15	Controllare pulizia generale ed accurata del tetto mediante l'asportazione dei materiali residui, con particolare attenzione ai trucioli metallici provenienti dalle forature, che ossidandosi causano un rapido deterioramento della superficie					
C.16	Quando con una lamiera grecata si realizza un giunto di testa, controllare che il fissaggio sia eseguito su ogni greca per mezzo di viti con cappellotto di lamiera e guarnizione che ripete la sagoma della grecatura.					
	FISSAGGI					
C.17	Fissaggio su carpenteria metallica Controllare che il fissaggio sia realizzato per mezzo di: - viti autofilettanti (generalmente su supporto di spessore fino a 3 mm); - viti autoformanti (generalmente su supporto di spessore maggiore di 3 mm); - viti autoperforanti; - ganci filettati con dado.					
C.18	Fissaggio su strutture di conglomerato cementizio armato Per il fissaggio su strutture di conglomerato cementizio armato controllare che gli idonei elementi di supporto di acciaio, legno o altro materiale, ancorati alla struttura portante siano adeguatamente fissati con elementi idonei rispetto al conglomerato cementizio					
C.19	Fissaggio su carpenteria di legno Controllare che il fissaggio sia realizzato per mezzo di: - viti a legno; - ganci filettati. Non possono essere utilizzate viti autoformanti.					
C.20	Fissaggi di cucitura Per i fissaggi delle lamiere tra loro, lungo il bordo parallelo alle nervature, controllare che siano utilizzati, ove necessario, i seguenti prodotti: - rivetti di diametro minimo 3,8 mm; - viti apposite di diametro minimo 4,2 mm. La distanza dei fissaggi di cucitura non deve essere maggiore di 1 000 mm.					
C.21	Controllare che i fissaggi siano stati determinati correttamente allorché le lastre profilate siano utilizzate anche come controventatura.					
C.22	Controllare che lungo le linee del colmo, della gronda e dei compluvi, delle sovrapposizioni e delle parti aggettanti dal perimetro della costruzione, siano intensificati i fissaggi					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo				
					C	NC			
		x	x						
C.23	Qualora per giustificati motivi si adottino fissaggi situati nella parte bassa della greca delle lastre si deve controllare, oltre la resistenza del fissaggio, se esistano pericoli di sollevamento della copertura in caso di sforzi di depressione e di sfilamento della lamiera dalla testa delle viti ed evitare infiltrazioni di acqua								
C.24	Controllare corretto diametro del foro pilota.								
C.25	Controllare che i fori pilota siano trapanati e non punzonati.								
C.26	Controllare la perpendicolarità degli elementi di fissaggio rispetto agli elementi di supporto, per non indurre sollecitazioni nell'elemento stesso, nella struttura, nell'elemento fissato, ed assicurare il buon punzonamento della rosetta.								
C.27	Controllare le dimensioni ed il tipo di rosetta ed eventuale cappello adeguati al carico;								
C.28	Controllare le dimensioni ed il tipo della guarnizione per la tenuta all'acqua come indicato in progetto								
C.29	Controllare la coppia di serraggio (per gli elementi di collegamento filettati) indicata dal fornitore, per evitare deformazioni dell'elemento di tenuta.								
C.30	Ventilazione (se prevista) Per una copertura ventilata controllare che sia prevista, al di sotto dell'elemento di supporto dell'elemento di tenuta, una intercapedine destinata ad assicurare il libero passaggio dell'aria.								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">altezza minima di 4 cm</td> <td style="width: 50%;">per falda di lunghezza fino a 12 m</td> </tr> <tr> <td>minima di 6 cm</td> <td>per falde di lunghezza maggiore</td> </tr> </table> <p>Il flusso d'aria di ventilazione deve essere assicurato mediante colmo ventilato, aperture lungo la gronda ed eventuali bocchette di aerazione.</p>	altezza minima di 4 cm	per falda di lunghezza fino a 12 m	minima di 6 cm	per falde di lunghezza maggiore				
altezza minima di 4 cm	per falda di lunghezza fino a 12 m								
minima di 6 cm	per falde di lunghezza maggiore								
D	Punti singoli								
D.1	Controllare l'esecuzione dei particolari secondo quanto indicato dai produttori/progettisti (collegamenti a tenuta, sigillature, materiali)								
D.2	Controllare che l'elemento di colmo sia realizzato in modo da tener conto delle dilatazioni termiche. [Rif. Appendice D – Punto D4, D5]								
D.3	Controllare che le scossaline siano realizzate in modo da assorbire le eventuali tolleranze esistenti tra le misure teoriche e quelle che si hanno in cantiere.								
D.4	Controllare che le scossaline in generale siano disposte in modo tale che la pioggia battente su di esse venga convogliata sul tetto piuttosto che all'esterno e defluisca quindi sicuramente in un canale di raccolta								
	Linea di gronda								
	Sistema areazione/antivolatile								

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.5	Al fine di sostenere la prima fila di pannelli presagomati e come supporto delle staffe reggi gronda controllare che lo spessore sia determinato tenendo conto della sua funzione di sostegno della prima fila di pannelli e di non ostruire i canali di ventilazione per una corretta posa delle tegole al fine di evitare ostruzioni dei canali di ventilazione					
D.6	Controllare che sia permesso l'ingresso dell'aria nel sottanto ed impedito l'ingresso di volatili.					
	Lastra finale di gronda					
D.7	Controllare sporgenza di gronda secondo progetto, tale da permettere il corretto deflusso delle acque verso la gronda e tale che non siano superati i valori di sicurezza della lunghezza di sbalzo dall'ultimo arcareccio.					
	Linea di colmo					
	Scossalina/lastra di colmo					
D.8	Controllo corrispondenza alle prescrizioni di progetto e assenza di difetti che riducano sensibilmente le prestazioni, in relazione a: - posizionamento - fissaggio					
	Sistema di areazione					
D.9	Controllare che sia permessa l'uscita dell'aria dal sottanto ed evitata l'infiltrazioni di acqua, neve e polvere, oltre che impedito l'ingresso di volatili.					
	Elementi passanti					
D.10	Verificare che siano utilizzati gli appositi faldali e controllare la corretta esecuzione delle sigillature					
E	Smaltimento acque meteoriche [Rif. UNI EN 12056-3]					
E.1	Controllare corrispondenza alle prescrizioni di progetto e assenza di difetti che riducano sensibilmente le prestazioni					
E.2	Controllare che la realizzazione delle linee di gronda sia tale che: - l'acqua piovana sia convogliata verso la gronda (se esiste) o verso il suolo senza che vi siano ritorni d'acqua o comunque si bagnino parti della copertura o della parte sottostante non previste;					
E.3	- gli eventuali blocchi di neve, se previsti, possano scivolare dalla copertura senza danneggiare la gronda;					
E.4	Eccetto quando sono utilizzati dispositivi frangi-neve o altre precauzioni, nelle regioni in cui la neve si accumula sulle coperture, controllare che il bordo superiore del canale di gronda non superi la linea di scivolamento della copertura.					
E.5	Controllare che siano previste delle griglie o dei filtri alla bocca di efflusso per evitare l'ingresso di terra e terriccio nel sistema di scarico della copertura.					
E.6	Quando un pluviale scarica su una copertura più bassa o su un'area pavimentata, controllare che sia prevista una scarpa (preferibilmente antispruzzo) per allontanare l'acqua dall'edificio. In corrispondenza dello scarico della scarpa controllare che sia previsto un rinforzo					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
E.7	Controllare presenza di un "troppo pieno", salvo diversamente indicato in progetto					
E.8	Controllare che l'eventuale "troppo pieno" sia ad un'altezza inferiore al risalto					
E.9	Controllare che la spaziatura massima tra le staffe sia di 50 cm nel caso delle grondaie pendenti e di 40 cm nel caso delle grondaie "all'inglese"					
E.10	Controllare che il materiale dei ganci sia compatibile con quello della grondaia (per evitare fenomeni elettrolitici)					
	Ganci	Grondaia				
	Acciaio zincato	Zinco				
	Rame	Rame				
	Acciaio zincato o inossidabile	Acciaio inossidabile				
Note / Osservazioni / Rilievi						

7.8. Controlli in progettazione coperture inclinate a grandi elementi (metallo)

IMPERMEABILIZZAZIONI DELLE COPERTURE INCLINATE CON ELEMENTI DI GRANDI DIMENSIONI (METALLICI) – CONTROLLI IN FASE DI PROGETTAZIONE

(CHECK-LIST di registrazione dei controlli svolti nel corso del sopralluogo dall'ispettore/esperto QUALITECH)

Contratto

Riferimento RVO n.

Data del sopralluogo

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x		C	NC
A	Pacchetto generale					
A.1	Controllo calcolo del valore del carico d'estrazione da vento [Rif. Appendice 1 – Parte prima, IGLAE]					
A.2	Controllo calcolo del carico di neve [Rif. DM 14/01/2008]					
A.3	Controllo progettazione del sistema di fissaggio meccanico dello strato di supporto e/o dello strato di tenuta in relazione a: <ul style="list-style-type: none"> - numero fissaggio - posizione fissaggi - caratteristiche geometriche, fisiche, meccaniche e chimiche dei tasselli - compatibilità del tassello con il supporto di ancoraggio [Rif. IGLAE – Parte prima, appendice 1]					
A.4	Controllo aggressività dell'atmosfera, piovosità dell'area interessata, situazione di esposizione locale (sito protetto, sito normale, sito esposto) e pendenza delle falde [Rif. UNI 9460 – Prospetti 1, 2]					
A.5	Controllare corretta destinazione d'uso della copertura in riferimento all'inclinazione [Rif. Appendice A – Punti A1, A2, A3, A4]					
A.6	Controllo progettazione di adeguati (per caratteristiche morfologiche e meccaniche) percorsi pedonali per ispezione/manutenzione e che questi siano protetti da elementi idonei					
A.7	Controllo caratteristiche fisico-meccaniche degli elementi di tenuta secondo le norme UNI EN 506, 508-1-2-3.					
A.8	Controllo per materiali per il sistema di raccolta e convogliamento delle acque di: <ul style="list-style-type: none"> - Materiale componente - Spessore - Verifica della rispondenza alle norme in corrispondenza ai valori di progetto e secondo le norme UNI EN 607 e 612					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
A.9	<p>Controllo per materiali per lo strato di tenuta all'aria, schermo al vapore, barriera al vapore, strato impermeabilizzante traspirante di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiale componente - Spessore - Massa per m² - Permeabilità al vapore acqueo - Resistenza a trazione - Lacerazione al chiodo - Resistenza al fuoco <p>in corrispondenza ai valori di progetto</p>					
A.10	<p>Controllo per materiali per lo strato di isolamento termico di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiale componente - Spessore - Densità - Conducibilità termica - Resistenza a compressione - Permeabilità al vapore acqueo - Resistenza al fuoco - Resistenza agli UV <p>in corrispondenza ai valori di progetto</p>					
A.11	Controllo dei valori degli allungamenti relativi tra copertura e struttura portante, si deve tenere conto dei diversi coefficienti di dilatazione della struttura portante e della copertura e della loro differenza di temperatura.					
A.12	Controllo progettazione dell'impianto di protezione contro i fulmini secondo norme UNI e CEI.					
B	Strato di supporto					
B.1	Controllo corretto dimensionamento strutturale dello strato di supporto in relazione ai carichi permanenti e sovraccarichi accidentali [Rif. DM 14/01/2008]					
B.2	Controllare compatibilità piano di posa con gli strati o elementi sovrastanti					
B.3	<p>Controllare se non sia necessario predisporre fori in corrispondenza del supporto prefabbricato ("suola") per allontanare l'acqua in eccesso (meteorica o di lavorazione) e non intrappolarla con il sistema di impermeabilizzazione.</p> <p>In alternativa può essere necessario specificare il grado di umidità del supporto prima di procedere a collocarci sopra ulteriori strati</p>					
B.4	Controllare che il supporto strutturale di base non contenga al suo interno alleggerimenti o vuoti precostituiti che possano trattenere o ancor peggio assorbire acqua durante le fasi di getto e/o prima della posa del sistema di copertura continuo, a causa di precipitazioni atmosferiche					
B.5	Nel caso di adozione di lamiera di acciaio zincato, controllare che lo spessore minimo sia $\geq 0,75$ mm					
B.6	Controllare che le superfici dei sostegni che verranno a contatto con la lamiera del tetto siano protetti da possibili corrosioni per effetto elettrochimico.					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
B.7	Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali, controllare: - esistenza di uno strato di solidarizzazione del supporto (soprattutto per frecce differenziali).					
B.8	- controllare la solidarietà tra gli elementi di un supporto discontinuo (ed i rispettivi vincoli)					
	Elemento di supporto metallico					
B.9	Controllare che sia evitato il contatto diretto tra elementi metallici di diversa natura, tale da poter causare fenomeni di corrosione galvanica.					
B.10	Gli arcarecci di acciaio al carbonio devono essere adeguatamente protetti dalla corrosione con un ciclo di protezione idoneo allo specifico ambiente nel quale saranno installati. [Rif. UNI 8627 – Punto 7.1.7]					
	Elementi di supporto di legno o metallo (listelli, tavolato)					
B.11	Controllo: - interasse - allineamento - planarità - fissaggi In particolare, gli errori di planarità non devono compromettere la funzionalità.					
B.12	Controllare che la specie legnosa utilizzata soddisfi le condizioni di: - stabilità dimensionale e resistenza meccanica soddisfacenti in relazione all'uso					
B.13	- qualità estetiche se richieste					
B.14	- durabilità naturale o conferita da trattamenti adeguati (impregnazioni, ecc.), alle azioni chimico-biologiche (acqua, insetti, ecc.)					
B.15	Strato di tenuta all'aria, schermo al vapore, barriera, al vapore Controllo: - sormonti - raccordi:					
B.16	Strato di isolamento termico Controllo: - posizione - battentatura					
B.17	Controllo compatibilità chimica con i materiali posti a contatto					
C	Strato di tenuta					
C.1	Controllo corretta progettazione delle lastre grecate o nervate delle seguenti caratteristiche: - adeguato momento d'inerzia - tenuta all'acqua - portata di carichi uniformemente distribuiti - pedonabilità per manutenzione.					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo									
					C	NC								
		x	x											
C.2	<p>Controllo rispetto delle pendenze di progetto, in relazione a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - altezza della greca - presenza giunti di testa - esposizione al vento - sistema di fissaggio, aggraffatura <p>[Rif. UNI 10372 – Paragrafo 5.3.1.1 fig.3, par. 5.3.2 fig.4]</p>													
C.3	<p>Controllare che la portata, che viene definita come la capacità di una lastra di sopportare carichi uniformemente distribuiti, quali soprattutto la neve ed il vento, sia commisurata ai seguenti fattori:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la zona climatica che determina la forza del vento e il livello delle precipitazioni nevose; - la distanza e la resistenza degli arcarecci di sostegno o la resistenza dell'elemento di supporto continuo; - la pendenza delle falde di tetto. 													
C.4	<p>Controllare che lo strato di supporto rispetti le prescrizioni del DM 14/01/2008, in relazione alla sicurezza, ai carichi e sovraccarichi.</p> <p>In particolare tutte le coperture non accessibili, indipendentemente dal materiale costituente devono essere tali da sopportare un sovraccarico verticale concentrato da 1,20 kN applicato su un'impronta di 50 x 50 mm.</p>													
C.5	<p>Controllare la capacità del manto di copertura di resistere alle oscillazioni di temperatura, all'azione dei cicli gelo-disgelo, ai raggi UV e a possibili sostanze aggressive presenti nell'ambiente [Rif. UNI 8627 punto 7.1.7]</p>													
C.6	<p>In caso di giunti intermedi di testa controllare il valore delle sovrapposizioni: Valori minimi di sovrapposizione in condizioni normali</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Pendenza in %</th> <th>Sovrapposizione in mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7 < P ≤ 10</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>10 < P ≤ 15</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>15 < P</td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table>	Pendenza in %	Sovrapposizione in mm	7 < P ≤ 10	250	10 < P ≤ 15	200	15 < P	150					
Pendenza in %	Sovrapposizione in mm													
7 < P ≤ 10	250													
10 < P ≤ 15	200													
15 < P	150													
C.7	<p>Nel caso di sovrapposizione elementi limitata ad una sola greca, controllare che la sovrapposizione sia progettata nel senso dei venti dominanti</p>													
C.8	<p>Per i manti di copertura realizzati con nastri metallici piani utilizzando la tecnica di giunzione a doppia aggraffatura o a tassello, normalmente, controllare che siano rispettate le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lunghezze di falda <6 m, non sono necessarie particolari precauzioni; - lunghezze di falda >6 m, si può utilizzare sia la tecnica di segmentazione del nastro con idonea giunzione delle lastre successive, sia il fissaggio per mezzo di linguette di ancoraggio di tipo scorrevole. 													

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
C.9	<p>Per le coperture utilizzanti lamiere nervate, grecate o pannelli compositi, controllare che siano adottate le seguenti indicazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lunghezze di falda <6 m, nessuna particolare prescrizione se il fissaggio della lastra avviene in corrispondenza della parte alta della nervatura; in tal caso l'elasticità dell'elemento di fissaggio consente di assorbire le dilatazioni; - lunghezze di falda >6 m, in funzione del coefficiente di dilatazione del materiale costituente la lastra, del tipo e del coefficiente di dilatazione del materiale costituente la struttura portante, dello schema della copertura (ventilata, non ventilata, ecc.) e del tipo di fissaggio occorre verificare la necessità di eseguire ancoraggi scorrevoli o adottare altri adeguati accorgimenti. Nel caso che non sia possibile compensare le dilatazioni è necessario segmentare le lastre. 					
C.10	<p>Controllo rispondenza alle indicazione di progetto in relazione a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - numero di fissaggi - posizione dei fissaggi - tipologia di fissaggio - profondità foratura [≥ 5 mm nello strato di supporto] - trattamento anticorrosione 					
C.11	<p>Fissaggio su carpenteria metallica Controllare che il fissaggio sia realizzato per mezzo di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - viti autofilettanti (generalmente su supporto di spessore fino a 3 mm); - viti autoformanti (generalmente su supporto di spessore maggiore di 3 mm); - viti autoperforanti; - ganci filettati con dado. 					
C.12	<p>Fissaggio su strutture di conglomerato cementizio armato Per il fissaggio su strutture di conglomerato cementizio armato occorre controllare che gli idonei elementi di supporto di acciaio, legno o altro materiale, ancorati alla struttura portante siano adeguatamente fissati con elementi idonei rispetto al conglomerato cementizio</p>					
C.13	<p>Fissaggio su carpenteria di legno Controllare che il fissaggio sia realizzato per mezzo di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - viti a legno; - ganci filettati. <p>Non possono essere utilizzate viti autoformanti.</p>					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo					
					C	NC				
		x	x							
C.14	<p>Fissaggi di cucitura Per i fissaggi delle lamiere tra loro, lungo il bordo parallelo alle nervature, controllare che siano utilizzati, ove necessario, i seguenti prodotti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rivetti di diametro minimo 3,8 mm - viti apposite di diametro minimo 4,2 mm. <p>La distanza dei fissaggi di cucitura non deve essere maggiore di 1000 mm. [Rif. UNI 10372 – Paragrafo 8]</p>									
C.15	Controllare che i fissaggi siano stati determinati correttamente allorché le lastre profilate siano utilizzate anche come controventatura.									
C.16	Controllare che lungo le linee del colmo, della gronda e dei compluvi, delle sovrapposizioni e delle parti aggettanti dal perimetro della costruzione, siano intensificati i fissaggi									
C.17	Controllare le dimensioni ed il tipo di rosetta ed eventuale cappellotto adeguati al carico;									
C.18	Controllare le dimensioni ed il tipo della guarnizione per la tenuta all'acqua									
C.19	Controllare la coppia di serraggio (per gli elementi di collegamento filettati) indicata dal fornitore, per evitare deformazioni dell'elemento di tenuta.									
C.20	<p>Ventilazione (se prevista) Per una copertura ventilata controllare che sia prevista, al di sotto dell'elemento di supporto dell'elemento di tenuta, una intercapedine destinata ad assicurare il libero passaggio dell'aria.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">altezza minima di 4 cm</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">per falda di lunghezza fino a 12 m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">minima di 6 cm</td> <td style="text-align: center;">per falde di lunghezza maggiore</td> </tr> </table> <p>Il flusso d'aria di ventilazione deve essere assicurato mediante colmo ventilato, aperture lungo la gronda ed eventuali bocchette di aerazione.</p>	altezza minima di 4 cm	per falda di lunghezza fino a 12 m	minima di 6 cm	per falde di lunghezza maggiore					
altezza minima di 4 cm	per falda di lunghezza fino a 12 m									
minima di 6 cm	per falde di lunghezza maggiore									
D	Punti singolari									
D.1	Controllo dilatazioni termiche tra i vari materiali utilizzati									
D.2	Controllare che le scossaline siano progettate in modo da assorbire le eventuali tolleranze esistenti tra le misure teoriche e quelle che si hanno in cantiere.									
D.3	Controllare che le scossaline in generale siano disposte in modo tale che la pioggia battente su di esse venga convogliata sul tetto piuttosto che all'esterno e defluisca quindi sicuramente in un canale di raccolta									
	Linea di gronda									
	Sistema areazione/antivolatile									
D.4	Al fine di sostenere la prima fila di pannelli presagomati e come supporto delle staffe reggi gronda controllare che lo spessore sia determinato tenendo conto della sua funzione di sostegno della prima fila di pannelli e di non ostruire i canali di ventilazione per una corretta posa delle tegole al fine di evitare ostruzioni dei canali di ventilazione									

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.5	Controllare che sia permesso l'ingresso dell'aria nel sottomanto ed impedito l'ingresso di volatili.					
	Lastra finale di gronda					
D.6	Controllare dimensionamento sporgenza di gronda, tale da permettere il corretto deflusso delle acque verso la gronda e tale che non siano superati i valori di sicurezza della lunghezza di sbalzo dall'ultimo arcareccio.					
	Linea di colmo					
	Sistema di areazione					
D.7	Controllare che sia permessa l'uscita dell'aria dal sottomanto ed evitata l'infiltrazioni di acqua, neve e polvere, oltre che impedito l'ingresso di volatili.					
	Elementi passanti					
D.8	Verificare che siano utilizzati gli appositi faldali					
E	Smaltimento acque meteoriche [Rif. UNI EN 12056-3]					
E.1	Controllare corretto dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche in relazione a: - intensità di precipitazione - area effettiva della copertura - portata d'acqua [Rif. UNI EN 12056-3] - dal grado di protezione necessario correlato al rischio di danni per tracimazione, in relazione alla tipologia ed alla destinazione d'uso dell'edificio. [Rif. UNI EN 10724]					
E.2	Controllare che il collaudo degli impianti di scarico delle acque meteoriche sia conforme alle prescrizioni contenute nella UNI EN 12056-3.					
	LINEE DI GRONDA					
E.3	Controllo che la realizzazione delle linee di gronda sia tale che: - l'acqua piovana venga convogliata verso la gronda (se esiste) o verso il suolo senza che vi siano ritorni d'acqua o comunque si bagnino parti della copertura o della parte sottostante non previste;					
E.4	- gli eventuali blocchi di neve, se previsti, possano scivolare dalla copertura senza danneggiare la gronda;					
E.5	- sia garantita la microventilazione e, se prevista, la ventilazione.					
E.6	Controllo presenza, se previsto da progetto per evitare infiltrazioni d'acqua in corrispondenza della linea di gronda, di uno strato impermeabile che, posizionato sotto la prima fila di tegole, giunga a coprire l'imbocco del canale di gronda ed a convogliarvi l'acqua eventualmente infiltrata.					
E.7	Controllare che i canali di gronda progettati come orizzontali o nominalmente orizzontali siano installati con un gradiente nominale compreso tra 1 mm/m e 3 mm/m.					
E.8	Controllare/valutare se non sia necessaria la presenza di un "troppo pieno"					
E.9	Controllare che l'eventuale "troppo pieno" sia ad un'altezza inferiore al risalto					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
E.10	Controllare che siano state considerate le tolleranze di costruzione e di assestamento allo scopo di evitare contro-pendenze e ristagni d'acqua che possono diminuire la durabilità.					
E.11	Eccetto quando sono utilizzati dispositivi frangi-neve o altre precauzioni, nelle regioni in cui la neve si accumula sulle coperture, controllare che il bordo superiore del canale di gronda non superi la linea di scivolamento della copertura.					
E.12	Controllare che le coperture piane con parapetti siano come minimo provviste di due bocche di efflusso per ogni superficie di raccolta (oppure una bocca di efflusso e uno sfioratore di sicurezza).					
E.13	Controllare che in un sistema di drenaggio delle coperture con giardini pensili consenta l'ispezione e l'accesso alla bocca di efflusso.					
E.14	Controllare che siano previste delle griglie o dei filtri alla bocca di efflusso evitare l'ingresso di terra e terriccio nel sistema di scarico della copertura.					
E.15	Quando è prevista l'installazione di griglie in corrispondenza delle bocche di efflusso, controllare che sia stata considerata la riduzione della capacità di tali sbocchi poiché l'installazione di griglie nelle bocche di efflusso, anche se pulite, può influenzare negativamente e in modo significativo la capacità della bocca di efflusso					
E.16	Controllare che quando attraversano le pareti esterne dell'edificio, i tubi siano resi impermeabili all'acqua.					
E.17	Quando un pluviale scarica su una copertura più bassa o su un'area pavimentata, controllare che sia prevista una scarpa (preferibilmente antispruzzo) per allontanare l'acqua dall'edificio. In corrispondenza dello scarico della scarpa controllare che sia previsto un rinforzo					
E.18	Quando un condotto scarica in un pozzetto, controllare che esso termini al di sotto della griglia del pozzetto ma sopra alla tenuta idraulica, preferibilmente tramite un ingresso sul lato posteriore					
Note / Osservazioni / Rilievi						

7.9. Controlli in esecuzione pareti controterra

IMPERMEABILIZZAZIONI DELLE PARETI CONTROTERRA – CONTROLLI IN FASE DI ESECUZIONE

(CHECK-LIST di registrazione dei controlli svolti nel corso del sopralluogo dall'ispettore/esperto QUALITECH)

Contratto

Riferimento RVO n.

Data del sopralluogo

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x		C	NC
A	Pacchetto generale					
A.1	Controllare: - rispondenza alle indicazioni del progetto esecutivo:					
A.2	- rispondenza alle schede tecniche del materiale					
A.3	- certificazioni dei materiali (resistenza meccanica, punzonamento, compatibilità chimica)					
A.4	- corretto stoccaggio dei materiali					
A.5	- corretta movimentazione dei materiali					
A.6	- permeabilità terreno e della massima piovosità del sito					
A.7	- presenza di eventuali apporti di acqua concentrati proveniente dai sistemi di raccolta e smaltimento delle acque piovane					
A.8	- livello falda [spinta idraulica o...]					
A.9	- allontanamento acqua dalle pareti					
A.10	- riduzione permeabilità al vapore dell'involucro edile					
A.11	- aumento ventilazione esterna della parete e del solaio contro terra					
A.12	- presenza gas estranei					
A.13	Controllare che la conduzione delle lavorazioni minimizzi il rischio che si generino delle discontinuità nella parete, anche per riprese di getto [controllo fessurazione e/o cavillatura]					
A.14	Controllare corretto dimensionamento dello smaltimento acqua e dei drenaggi in relazione alla permeabilità terreno e della massima piovosità del sito					
A.15	Controllare assenza delle seguenti situazioni: - reinterro con terra o, peggio, con materiale di scarto di cantiere, direttamente a fianco della parete impermeabilizzata					
A.16	- appoggio diretto tramite la gru, di pacchi di materiali edili pesanti, cassoni metallici o movimentazione con parziale strisciamento di prefabbricati in c.a, piuttosto che appoggio di attrezzi contundenti					
A.17	- abbandono di chiodi o di lamine metalliche taglienti sulla superficie prima del getto del calcestruzzo dell'eventuale controparete					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
A.18	- getto con eccessiva pressione e concentrato del calcestruzzo della controparete o della soletta					
A.19	- eventuale camminamento sul manto con scarpe con tacco prima della posa					
A.20	- impiego nei pressi dello strato di tenuta posato o non ancora posato, di attrezzi che producono scintille					
A.21	- abbandono dei rotoli in cantiere, senza alcuna protezione, per diverso tempo					
A.22	- foratura in cantiere del manto e rappezzo dello strato di tenuta in sito senza una riflessione progettuale preventiva su carta a tavolino					
A.23	- vuoti di dimensioni significative					
A.24	- reinterri con materiale ghiaioso o anche con terreno poco compatto in genere, direttamente posti sullo strato di tenuta senza altro elemento di confinamento nel mezzo					
A.25	- fori nello strato di tenuta per il passaggio di impianti o armature metalliche di dimensioni maggiori rispetto al necessario					
A.26	Controllare certificazione del funzionamento del prodotto con la tipologia di sostanze presenti nell'area verificando che tutti i lotti di prodotti che arrivano in cantiere corrispondano alle richieste di progetto					
A.27	Controllare presenza di almeno una delle seguenti opzioni: <ul style="list-style-type: none"> - formazione, attorno all'edificio, di canali drenanti per convogliare l'acqua di corsi fluviali o altro su un percorso esterno al perimetro della costruzione e formazioni di uno strato drenante a ridosso della parete - impiego, per la costruzione della parete controterra di un calcestruzzo a bassa porosità, eventualmente aggiungendo specifici additivi [vedi sistema tipo drytech] 					
B	Strato di supporto					
B.1	Controllare assenza di soluzioni di continuità della parete a causa del ritiro delle malte e dei conglomerati cementizi					
B.2	Controllare assenza di fessure passanti lungo la parete derivanti da assestamenti della costruzione [installazione di malte a bassa permeabilità per la sigillatura]					
B.3	Controllare che il piano di posa sia compatibile con gli strati o elementi sovrastanti					
B.4	Controllare integrità del supporto, contiguità di posa, planarità di posa, assenza di residui sul piano di posa e assenza di asperità significative					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
B.6	<p>Nel caso di posa a caldo di membrane in bitume modificato su superficie cementizia, controllare che il piano di posa sia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - asciutto - non gelato - non polveroso - non granuloso - non incoerente - non pellicolato (distacco superficiale dello strato di boiaccia cementizia superiore, spesso tipica dei massetti alleggeriti) - uniformemente planare 					
B.7	<p>Nel caso di imprimitura del piano di posa cementizio prima dell'applicazione di una membrane in bitume modificato, controllare che</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'imprimitura penetri nella superficie cementizia, fissando la polvere, non creando assolutamente una pellicola continua [controllo visivo] 					
B.8	<ul style="list-style-type: none"> - l'imprimitura sia completamente essiccata, prima della posa degli strati superiori 					
C	Strato di tenuta – controlli generali					
C.1	Controllare che tutte le superfici di posa siano lisce a frattazzo, tutti gli angoli ed i raccordi tra piani siano raccordati con raggio di curvatura di almeno 5 cm					
C.2	Controllare presenza protezione membrana da corpi contundenti che possano lesionarla					
C.3	<p>Controllare che i materiale non entrino a contatto con le seguenti sostanze:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sintetiche no benzine, grassi o oli - bituminose no idrocarburi 					
C.4	Controllare conformità dei metodi di posa con le specifiche del produttore					
C.5	Controllare che al momento della posa la temperatura non sia inferiore a 5°C, non piova, non nevischi, e l'umidità relativa non sia elevata					
C.6	Controllare perfetta aderenza tra struttura verticale di sostegno del terreno ed impalcato orizzontale e interposizione tra le strutture di un adeguato fazzoletto impermeabile					
C.7	Controllare posa di un fazzoletto impermeabile tra l'impalcato orizzontale e la parete verticale					
C.8	Controllare idonea scelta del sistema di protezione dello strato di tenuta e sua capacità di durare fino al primo intervallo di manutenzione (anche in relazione all'azione dei raggi UV).					
	Per BPP e BPE					
C.9	<p>Controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - difetti di rettilinearità dei bordi in senso longitudinale $> \pm 100$ mm, calcolati su una base di misura di lunghezza = 5 m [Rif. UNI EN 1848 – Parte 1] 					
C.10	<ul style="list-style-type: none"> - larghezza del sormonto di giunzione laterale ≥ 100 mm, con almeno 60 mm in adesione effettiva 					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
C.11	- larghezza del sormonto di giunzione di testa per membrane con e senza autoprotezione ≥ 150 mm, con almeno 100 mm in adesione effettiva					
C.12	- nel caso di membrane fissate meccanicamente sulle giunzioni i valori sopra espressi dovranno essere maggiorati dell'ampiezza dell'elemento di fissaggio nel suo complesso					
C.13	- in corrispondenza dei perimetri esterni e dei corpi emergenti l'elemento di tenuta dovrà essere sempre totalmente incollato per almeno un metro in orizzontale sul piano di posa e, sempre e comunque, sui risvolti verticali					
C.14	Controllare che le giunzioni di testa tra i teli siano realizzate sfalsando il posizionamento dei teli in senso longitudinale di almeno 100 cm					
C.15	Controllare che non siano presenti giunzioni di testa con sovrapposizione di quattro teli					
	Per PVC-P e TPO					
C.16	Controllare rispondenza alle indicazione di progetto in relazione a: - numero di fissaggi - posizione dei fissaggi - tipologia di fissaggio - profondità foratura [≥ 5 mm nello strato di supporto] - trattamento anticorrosione					
C.17	Controllare: - difetti di rettilinearità dei bordi in senso longitudinale $> \pm 100$ mm, calcolati su una base di misura di lunghezza = 5 m [Rif. UNI EN 1848 – Parte 1]					
C.18	- larghezza del sormonto di giunzione laterale che di testa ≥ 50 mm, con almeno 20 mm in adesione effettiva con termosaldatura in automatico e con almeno 30 mm in adesione effettiva con termosaldatura manuale o a solvente					
C.19	- nel caso di membrane fissate meccanicamente sulle giunzioni i valori sopra espressi dovranno essere maggiorati dell'ampiezza dell'elemento di fissaggio nel suo complesso					
C.20	- in corrispondenza dei perimetri esterni e dei corpi emergenti l'elemento di tenuta dovrà essere sempre totalmente incollato per almeno un metro in orizzontale sul piano di posa e, sempre e comunque, sui risvolti verticali					
C.21	Controllare che le giunzioni di testa tra i teli siano realizzate sfalsando il posizionamento dei teli in senso longitudinale di almeno 100 cm					
C.22	Controllare che non siano presenti giunzioni di testa con sovrapposizione di quattro teli					
C.23	[SOLO rivestimento cementizio] controllare: - assenza di efflorescenze, parti friabili, sporcizie, residui olii disarmanti, bitumi, grassi, pitture sulla superficie di posa					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
C.24	- assenza di difetti: ghiaia, protuberanze, cavità, fessure, riprese di getto, ferri distanziatori (questi devono essere scalpellati fino a cls sano almeno 20 mm e reintegrare con malta impermeabile strutturale)					
C.25	- modo di applicazione secondo scheda tecnica (spazzola, frattazzo, spolvero ed elicotteratura, spruzzo)					
C.26	- mantenimento umidità per almeno 5 giorni: <ul style="list-style-type: none"> ▪ bagnare regolarmente ▪ coprire con strati di protezione: teli, pannelli umidi, sabbia bagnata 					
C.27	- protezione dalla pioggia per almeno 24h					
C.28	- protezione dal gelo per almeno 5 giorni					
C.29	- attesa prima del tinteggio almeno 4 settimane					
C.30	- per superfici esistenti: bagnare fino a rifiuto ed eliminare acqua in eccesso					
	Bentonitici					
C.31	Controllare che il supporto si privo di grosse asperità: cavità o protuberanze, soprattutto nelle zone di sormonto					
C.32	Controllare il corretto lato di posa					
C.33	Controllare che i sormonti siano di almeno 10cm					
C.34	Controllare che i giunti siano sfalsati (no a punti tripli)					
C.35	Controllare un il corretto fissaggio (deve essercene uno almeno ogni 30cm e deve possedere una rondella)					
C.36	Controllare che le sovrapposizioni tra i teli siano distanziate di almeno 25 cm da ogni ripresa di getto.					
C.37	Controllare che i teli non risultino danneggiati o che in caso di danneggiamento sia stato correttamente riparato (se possibile e secondo scheda tecnica produttore)					
C.38	Controllare che getti di calcestruzzo eseguiti a contatto con il telo bentonitico risultino compatti ed omogenei					
D	Punti singoli					
D.1	Controllare l'esecuzione dei particolari secondo quanto indicato dai produttori/progettisti (risvolti e collegamenti a tenuta, sigillature, materiali, protezione della membrana nel caso di non compatibilità con la radiazione solare)					
D.2	Controllare compatibilità della membrana con le sostanze chimiche disciolte nell'acqua nel proprio specifico sito					
D.3	Controllare impiego di prodotti che impediscano alla bentonite secca di muoversi liberamente					
D.4	Controllare assenza linee preferenziali di infiltrazione che l'inevitabile differenza tra i diametri del carotaggio e del condotto lasciano					
	Protezione dal gas radon					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.5	Controllare: <ul style="list-style-type: none"> - presenza di uno strato continuo con funzione di barriera al gas radon - assenza di materiali edili per rivestimenti interni a forte emissione di gas radon - presenza di un vespaio aerato - presenza di un'adeguata ventilazione naturale od artificiale del locale 					
D.6	In caso di installazione di una vera e propria barriera al radon bisogna controllare che l'involucro impermeabile sia continuo					
	RISVOLTI: [Rif. Appendice A – Punto A5]					
D.7	Controllare che i risvolti continuino fuori terra per un'altezza minima di 15 cm					
	Strato di protezione drenante e filtrante bugnato					
	[su terreni drenanti o umidi]					
D.8	Controllare che: <ul style="list-style-type: none"> - il foglio ricopra tutto il rivestimento impermeabile e abbia lo spessore delle cuspidi di almeno 8 mm. e sia applicato con la faccia ricoperta dal "non tessuto" rivolta verso la terra di riempimento e con sovrapposizione tra i teli di 10 cm ca. ottenuto per incastro delle bugne tra loro 					
D.9	<ul style="list-style-type: none"> - la sommità dei teli ricopra la parte emergente fuori terra del manto impermeabile dove deve essere fissata meccanicamente e deve essere protetta utilizzando l'apposito profilo in plastica 					
D.10	<ul style="list-style-type: none"> - al piede del muro controterra, il tessuto non tessuto sia sfogliato dal foglio bugnato per 40÷50 cm e sia risvoltato sul tubo di drenaggio perimetrale al fine di evitarne l'intasamento causato dalle parti più fini della terra di riempimento. 					
	FISSAGGIO E SIGILLATURA DEI RISVOLTI DELL'ELEMENTO DI TENUTA					
	con membrane in bitume modificato					
D.11	con risvolto a salire (contenimento) nel caso che l'elemento di tenuta termini sulla parete piana superiore di un elemento di contenimento e/o coronamento controllare che la protezione sia assicurata da: <ul style="list-style-type: none"> - copertina sagomata in cemento, o altro materiale compatibile, munita di appositi gocciolatoi 					
D.12	<ul style="list-style-type: none"> - scossalina sagomata a cappello 					
D.13	<ul style="list-style-type: none"> - con opportune cautele incollaggio su una scossalina costituente gocciolatoio al perimetro esterno di contenimento o coronamento con sezione piana di incollaggio della scossalina ≥ 8 cm 					
	con membrane polimeriche					
D.14	con risvolto a salire (contenimento) controllare che: <ul style="list-style-type: none"> - la membrana orizzontale sia fissata meccanicamente al piede di tutti i risvolti verticali con apposite barre metalliche pressopiegate preforate o appositi gruppi di fissaggio 					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.15	- quando l'altezza dei risvolti verticali dovesse superare i 30 cm, sia realizzato un incollaggio o un fissaggio meccanico della membrana sulla superficie verticale ad intervalli regolari \leq alla larghezza del telo (o diversamente indicato dal produttore)					
D.16	con risvolto a scendere (spiovere) controllare che il bloccaggio avvenga: - meccanicamente per incollaggio (\geq 8 cm) su un profilo in lamiera zincata , inox o rame					
D.17	- per saldatura (\geq 3 cm) su un profilo in lamiera zincata rivestita con membrana simile e compatibile con quella dell'elemento di tenuta					
	BOCCHETTONI:					
	Bocchettoni di collegamento tubazioni attraversanti l'elemento di tenuta					
D.18	Controllare che la tubazione passante sia vincolata al supporto attraversato in modo da non trasmettere alla fasciatura di tenuta eventuali movimenti a scorrere del tubo passante					
D.19	Controllare che la tubazione passante sia in materiale compatibile con la membrana utilizzata per l'elemento di tenuta e/o con la metodologia di fasciatura adottata					
D.20	Controllare che i tubi passanti siano posizionati ad almeno 20 cm da pareti o solette d'ingombro, per permettere un'agevole lavorabilità					
D.21	Controllare che i tubi passanti presentino un tratto rettilineo di almeno 30 cm dalla parte planare dell'elemento di tenuta					
D.22	Controllare serraggio di flange o elementi metallici di raccordo					
	GRIGLIATI					
D.23	Controllare che l'elemento di tenuta non sia mai collegato per la tenuta perimetrale sul bordo del telaio di sostegno del grigliato e/o sul grigliato stesso					
D.24	Controllare che l'elemento di tenuta non termini in piano in prossimità dello spigolo del vano dei grigliati, ma risvolti per almeno 4 cm oltre il bordo del vano stesso					
	SCOSSALINA:					
D.25	Controllare che il sistema di attacco della scossalina al supporto sia conforme al progetto					
D.26	Controllare corretto sistema di giunzione tra gli elementi della scossalina e di adeguati giunti per permettere i movimenti derivanti dalle dilatazioni di origine termica					
	Note / Osservazioni / Rilievi					

7.10. Controlli in progettazione pareti controterra

IMPERMEABILIZZAZIONI DELLE PARETI CONTROTERRA – CONTROLLI IN FASE DI PROGETTAZIONE

(CHECK-LIST di registrazione dei controlli svolti nel corso del sopralluogo dall'ispettore/esperto QUALITECH)

Contratto

Riferimento RVO n.

Data del sopralluogo

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x		C	NC
A	Pacchetto coperture in generale					
A.1	Controllo: - permeabilità terreno e della massima piovosità del sito - presenza di eventuali apporti di acqua concentrati proveniente dai sistemi di raccolta e smaltimento delle acque piovane - livello falda [spinta idraulica o...]					
A.2	Controllo : - allontanamento acqua dalle pareti - riduzione permeabilità al vapore dell'involucro edile - aumento ventilazione esterna della parete e del solaio contro terra - gas					
A.3	Controllo che la conduzione delle lavorazioni minimizzi il rischio che si generino delle discontinuità nella parete, anche per riprese di getto [controllo fessurazione e/o cavillatura]					
A.4	Controllo del corretto dimensionamento dello smaltimento acqua e dei drenaggi in relazione permeabilità terreno e della massima piovosità del sito					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
A.5	<p>Controllo assenza delle seguenti situazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - reinterro con terra o, peggio, con materiale di scarto di cantiere, direttamente a fianco della parete impermeabilizzata - appoggio diretto tramite la gru, di pacchi di materiali edili pesanti, cassoni metallici o movimentazione con parziale strisciamento di prefabbricati in c.a, piuttosto che appoggio di attrezzi contundenti - abbandono di chiodi o di lamine metalliche taglienti sulla superficie prima del getto del calcestruzzo dell'eventuale controparete - getto con eccessiva pressione e concentrato del calcestruzzo della controparete o della soletta - eventuale camminamento sul manto con scarpe con tacco prima della posa - impiego nei pressi dello strato di tenuta posato o non ancora posato, di attrezzi che producono scintille - abbandono dei rotoli in cantiere, senza alcuna protezione, per diverso tempo - foratura in cantiere del manto e rappezzo dello strato di tenuta in sito senza una riflessione progettuale preventiva su carta a tavolino 					
A.6	Controllo certificazione del funzionamento del prodotto con la tipologia di sostanze presenti nell'area verificando che tutti i lotti di prodotti che arrivano in cantiere corrispondano alle richieste di progetto					
A.7	<p>Controllo assenza delle seguenti situazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vuoti di dimensioni significative - reinterri con materiale ghiaioso o anche con terreno poco compatto in genere, direttamente posti sullo strato di tenuta senza altro elemento di confinamento nel mezzo - fori nello strato di tenuta per il passaggio di impianti o armature metalliche di dimensioni maggiori rispetto al necessario 					
A.8	<p>Controllo :</p> <ul style="list-style-type: none"> - allontanamento acqua dalle pareti - riduzione permeabilità al vapore dell'involucro edile - aumento ventilazione esterna della parete e del solaio controterra 					
A.9	<p>Controllo presenza di almeno una delle seguenti opzioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - formazione, attorno all'edificio, di canali drenanti per convogliare l'acqua di corsi fluviali o altro su un percorso esterno al perimetro della costruzione e formazioni di uno strato drenante a ridosso della parete - impiego, per la costruzione della parete controterra di un calcestruzzo a bassa porosità, eventualmente aggiungendo specifici additivi [vedi sistema tipo drytech] 					
A.10	Controllo progettazione di adeguati (per caratteristiche morfologiche e meccaniche) percorsi pedonali per ispezione/manutenzione e che questi siano protetti da elementi idonei					
B	Strato di supporto					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
B.1	Controllo corretto dimensionamento strutturale dello strato di supporto in relazione ai carichi permanenti e sovraccarichi accidentali [Rif. DM 14/01/2008]					
B.2	Controllare che il piano di posa sia compatibile con gli strati o elementi sovrastanti					
B.3	Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali, controllare: - esistenza di uno strato di solidarizzazione del supporto (soprattutto per frecce differenziali)					
B.4	- esistenza del pontage nelle zone di interfaccia e di larghezza adeguata					
B.5	Controllare che il supporto strutturale di base non contenga al suo interno alleggerimenti o vuoti precostituiti che possano trattenere o ancor peggio assorbire acqua durante le fasi di getto e/o prima della posa del sistema di copertura continuo, a causa di precipitazioni atmosferiche					
C	Strato di tenuta					
C.1	Controllo presenza di uno strato di sacrificio per la protezione della membrana da corpi contundenti che possano lesionarla					
C.2	Controllo perfetta aderenza tra struttura verticale di sostegno del terreno ed impalcato orizzontale e interposizione tra le strutture di un adeguato fazzoletto impermeabile					
C.3	Controllo presenza di un fazzoletto impermeabile tra l'impalcato orizzontale e la parete verticale					
C.4	In riferimento al calcolo della superficie di impermeabilizzazione, controllare: - lo sviluppo effettivo dell'elemento di tenuta nelle sue parti correnti e non correnti, detraendo dalla superficie misurata i vuoti $\geq 2 \text{ m}^2$ e mentre quelli $< 2 \text{ m}^2$ saranno considerati "vuoto per pieno", considerando a parte ed in aggiunta i relativi risvolti. [Rif. IGLAE – Appendice 1, parte terza]					
C.5	- che le opere accessorie siano quantificate a parte secondo i valori di misurazione di riferimento [Rif. IGLAE – Appendice 1, parte terza]					
C.6	Controllo idonea scelta del sistema di protezione dello strato di tenuta e sua capacità di durare fino al primo intervallo di manutenzione (anche in relazione all'azione dei raggi UV).					
D	Punti singolari					
D.1	Controllo compatibilità della membrana con le sostanze chimiche disciolte nell'acqua nel proprio specifico sito					
D.2	Controllo impiego di prodotti che impediscano alla bentonite secca di muoversi liberamente					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.3	Controllo : - adeguata progettazione raccordi - assenza ingresso acqua mediante la realizzazione di raccordi valutati a tavolino - assenza di linee preferenziali di infiltrazione che l'inevitabile differenza tra i diametri del carotaggio e del condotto lasciano					
D.4	Controllo: - presenza di uno strato continuo con funzione di barriera al gas radon - assenza di materiali edili per rivestimenti interni a forte emissione di gas radon - presenza di un vespaio aerato - presenza di un'adeguata ventilazione naturale od artificiale del locale					
D.5	In caso di installazione di una vera e propria barriera al radon bisogna controllare che l'involucro impermeabile sia continuo					
	RISVOLTI: [Rif. Appendice A – Punto A5]					
D.6	[monostrato a salire] Controllare che le quote minime misurate lungo le linee di displuvio dall'estradosso dell'ultimo elemento o strato a vista non siano inferiori a: - 15 cm, con elemento di tenuta a vista (senza protezione, con autoprotezione o con protezione leggera)					
D.7	- 12 cm, con protezione pesante mobile in terra					
D.8	- 10 cm, con protezione pesante fissa					
D.9	- 7 cm, con protezione pesante mobile in ghiaia, in quadrotti o in autobloccanti					
D.10	[doppio strato a salire] Nel caso di utilizzo di elemento di tenuta in membrana a base di bitume modificato, i risvolti a salire o a scendere dovranno essere mantenuti in doppio strato per l'altezza minima indicata ai punti E.1, E.6, E.7, E.8, E.9. Oltre la quota richiesta si potrà proseguire il rivestimento del risvolto fino alla quota richiesta con un singolo strato di membrana.					
D.11	- nel caso il risvolto verticale sia isolato termicamente l'elemento di tenuta dovrà proseguire in doppio strato almeno fino alla quota interessata dall'isolamento termico					
	FISSAGGIO E SIGILLATURA DEI RISVOLTI DELL'ELEMENTO DI TENUTA					
	con membrane in bitume modificato					
D.12	con risvolto a salire (contenimento) nel caso che l'elemento di tenuta termini sulla parete piana superiore di un elemento di contenimento e/o coronamento controllare che la protezione sia assicurata da: - copertina sagomata in cemento, o altro materiale compatibile, munita di appositi gocciolatoi					
D.13	- scossalina sagomata a cappellotto					
D.14	- con opportune cautele incollaggio su una scossalina costituente gocciolatoio al perimetro esterno di contenimento o coronamento con sezione piana di incollaggio della scossalina ≥ 8 cm					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.15	con risvolto a salire (contenimento) nel caso che l'elemento di tenuta termini contro una parete in elevazione, controllare che sia progettato l'incollaggio alla medesima, e che sia protetto al filo superiore con una delle seguenti soluzioni: - posizionamento sotto intonaco armato con rete					
D.16	- posa di scossalina sagomata a gocciolatoio, fissata a parete con materiale sigillante estruso allocato in apposita sagomatura a beccuccio					
D.17	- posa di scossalina sagomata a gocciolatoio inserita con l'aletta superiore nell'intonaco della parete					
	con membrane polimeriche					
D.18	con risvolto a salire (contenimento) controllare che: - la membrana orizzontale sia fissata meccanicamente al piede di tutti i risvolti verticali con apposite barre metalliche pressopiegate preforate o appositi gruppi di fissaggio					
D.19	- quando l'altezza dei risvolti verticali dovesse superare i 30 cm, sia realizzato un incollaggio o un fissaggio meccanico della membrana sulla superficie verticale ad intervalli regolari \leq alla larghezza del telo (o diversamente indicato dal produttore)					
D.20	quando l'elemento di tenuta termina sulla parete piana superiore di un elemento di contenimento e/o coronamento, controllare che il fissaggio dell'elemento di tenuta sia realizzato con una delle seguenti soluzioni: - incollaggio diretto sul supporto					
D.21	- saldatura su appositi profili sagomati ad "L", avente funzione di antivento e gocciolatoio, con senza protezione superiore in lattineria sagomata a cappello o copertina presagomata in materiale compatibile. Il sormonto della membrana su tale profilo dovrà essere \geq 4 cm con saldatura effettiva di almeno 3 cm. Sotto la parete piana del profilo è consigliabile inserire un'opportuna guarnizione avente funzione di ostacolare l'ingresso dell'aria sotto l'elemento di tenuta					
D.22	- mediante apposito profilo, in lamiera, sagomato ad "L" avente funzione di antivento posizionato sopra l'elemento di tenuta e fissato meccanicamente sulla testata dell'elemento di contenimento con protezione superiore in lattineria sagomata a cappello o copertina presagomata in materiale compatibile. Sotto la parete piana del profilo è consigliabile inserire un'opportuna guarnizione avente funzione di ostacolare l'ingresso dell'aria sotto l'elemento di tenuta					
D.23	quando l'elemento di tenuta termina contro una parete in elevazione, controllare che sia fissato alla medesima in prima fase mediante incollaggio e mediante un apposito profilo di bloccaggio al perimetro superiore. [vedi punti E.20, E.21, E.22] La tenuta all'acqua del bordo superiore del profilo potrà essere ottenuta con materiale sigillante estruso allocato in apposita sagomatura a beccuccio					
	BOCCHETTONI:					
	Bocchettoni di collegamento tubazioni attraversanti l'elemento di tenuta					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.24	Controllare che la tubazione passante sia vincolata al supporto attraversato in modo da non trasmettere alla fasciatura di tenuta eventuali movimenti a scorrere del tubo passante					
D.25	Controllare che la tubazione passante sia in materiale compatibile con la membrana utilizzata per l'elemento di tenuta e/o con la metodologia di fasciatura adottata					
D.26	Controllare che i tubi passanti siano posizionati ad almeno 20 cm da pareti o solette d'ingombro, per permettere un'agevole lavorabilità					
D.27	Controllare che i tubi passanti presentino un tratto rettilineo di almeno 30 cm dalla parte planare dell'elemento di tenuta					
	GIUNTO DI DILATAZIONE					
	Giunto di dilatazione piatto					
D.28	Nel caso in cui non vi siano specifici impedimenti dovuti all'andamento delle pendenze e al deflusso dell'acque controllare che l'alloggiamento del giunto di dilatazione sia sopraelevato con dei piccoli cordoli di malta, realizzati direttamente sul supporto di base, in modo da creare campiture separate tra le superfici di copertura interessate dal giunto. L'altezza di questi cordoli dovrà essere tale da sopraelevare l'attacco del giunto impermeabile di almeno 3 cm oltre la quota della parte corrente dell'elemento di tenuta, mentre la larghezza sarà calcolata in funzione del tipo di materiale e/o metodologia usata per la realizzazione del giunto					
D.29	Controllare che l'elemento di tenuta sia sempre fissato sui cordoli o sul supporto di base ai lati della linea di giunto per definire fisicamente un preciso spazio e direzione di movimento del giunto					
D.30	Nel caso di sistema di copertura con protezione pesante fissa controllare che sia prevista anche l'adozione di un giunto a pavimento che non dovrà in nessun modo interferire né con il giunto impermeabile né con l'elemento di tenuta impermeabile né con l'elemento di tenuta del sistema di copertura					
	Giunto di dilatazione in rilevato					
D.31	Nel caso di giunto protetto da scossalina a cappellotto opportunamente sagomata, controllare che questa sia fissata meccanicamente ad uno solo dei due elementi di contenimento (ed eventualmente contrastata all'azione del vento sull'altro lato, tramite staffe che permettano comunque lo scorrimento del cappellotto)					
	Giunto di dilatazione a parete, in rilevato					
D.32	Nel caso di giunto protetto da scossalina a cappellotto opportunamente sagomata, controllare che la tenuta all'acqua del bordo superiore della scossalina a parete sia ottenuto con materiale sigillante estruso allocato in apposita sagomatura a beccuccio o mediante inserimento del labbro superiore sotto intonaco					

cod	CONTROLLI	N.A	E	Oggetto di controllo	Esito controllo	
					C	NC
		x	x			
D.33	Controllare che il fissaggio meccanico di questa scossalina sia realizzato solo sulla parete, in modo tale da non essere sottoposta a tensioni dovute al movimento del giunto di dilatazione					
	GRIGLIATI					
D.34	Controllare che l'elemento di tenuta non sia mai collegato per la tenuta perimetrale sul bordo del telaio di sostegno del grigliato e/o sul grigliato stesso					
D.35	Controllare che l'elemento di tenuta non termini in piano in prossimità dello spigolo del vano dei grigliati, ma risvolti per almeno 4 cm oltre il bordo del vano stesso					
	SCOSSALINA:					
D.36	Controllo della corretta definizione dei carichi di progetto agenti sulla scossalina					
D.37	Controllo delle sezioni minime necessarie della scossalina in relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati ed alla massima deformazione ammissibile					
D.38	Controllo corretto sistema di giunzione tra gli elementi della scossalina e di adeguati giunti per permettere i movimenti derivanti dalle dilatazioni di origine termica					
E	Smaltimento acque meteoriche [Rif. UNI EN 12056-3]					
E.1	Controllare corretto dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche in relazione a: <ul style="list-style-type: none"> - intensità di precipitazione - area effettiva della copertura - portata d'acqua [Rif. UNI EN 12056-3] <ul style="list-style-type: none"> - dal grado di protezione necessario correlato al rischio di danni per tracimazione, in relazione alla tipologia ed alla destinazione d'uso dell'edificio. [Rif. UNI EN 10724]					
	Note / Osservazioni / Rilievi					

8. Analisi del percorso inverso: dai controlli tecnici ai modi di guasto

Dopo la stesura delle schede di controllo tecnico si è effettuato un'utile analisi sul percorso a ritroso che mettesse in relazione ogni controllo con uno o più modi di guasto. Infatti, l'iter seguito per la ricerca dei vari controlli è partito proprio dall'analisi dei modi di guasto tramite indagini di tipo FMEA e/o alberi dei guasti. Quindi è sembrato opportuno cercare una corrispondenza che mettesse in luce il legame inverso di questo procedimento. Si è notata l'assenza, per la maggior parte dei controlli, di una corrispondenza biunivoca tra modi di guasto e verifiche da effettuare. Questo perché il sistema edilizio si comporta come un elemento in continua evoluzione e dove tutte le sue parti costituenti sono interconnesse in modo imprescindibile, quindi risulta molto improbabile che un singolo difetto provochi un unico modo di guasto e viceversa.

Inoltre, conoscere quali sono i guasti correlati ai controlli permette di implementare il sistema informativo aziendale; attraverso i report è possibile stilare una "classifica" dei guasti che hanno una maggiore frequenza, così da evidenziare i controlli maggiormente significativi e rettificarli secondo bisogno in maniera tale da aumentarne l'efficacia e l'efficienza.

8.1. Correlazioni controlli – modi di guasto

8.1.1. Coperture piane in fase di esecuzione

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
A	Pacchetto coperture in generale	
A.1	Controllare - rispondenza alle indicazioni del progetto esecutivo:	
A.2	- rispondenza alle schede tecniche del materiale	
A.3	- certificazioni dei materiali (resistenza meccanica, punzonamento, compatibilità chimica)	
A.4	- corretto stoccaggio dei materiali	
A.5	- corretta movimentazione dei materiali	
A.6	Controllare presenza/realizzazione di adeguati (per caratteristiche morfologiche e meccaniche) percorsi pedonali per ispezione/manutenzione e che questi siano protetti da elementi idonei	
B	Strato di supporto	
B.1	Controllare integrità del supporto, contiguità di posa, planarità di posa, assenza di residui sul piano di posa, assenza di asperità significative e adeguata maturazione e/o asciugamento del cls	[CP 08] Foratura per errori o per atti vandalici [CP 14] Lesione per punzonamento
B.2	Controllare che il supporto strutturale di base non contenga al suo interno alleggerimenti o vuoti precostituiti che possano trattenere o ancor peggio assorbire acqua durante le fasi di getto e/o prima della posa del sistema di copertura continuo, a causa di precipitazioni atmosferiche	[CP 20] Macchie d'acqua [CP 23] Umidità all'intradosso
B.3	Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali, controllare: - esistenza di uno strato di solidarizzazione del supporto (soprattutto per frecce differenziali).	[CP 12] Lesione per fessurazione del supporto [CP 13] Lesione per mobilità del supporto
B.4	- esistenza del pontage nelle zone di interfaccia e di larghezza adeguata.	[CP 13] Lesione per mobilità del supporto [CP 16] Lesione per affaticamento [CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
B.5	- che i pannelli nel caso in cui costituiscano lo strato di supporto, siano solidali e adeguatamente vincolati tra loro	[CP 13] Lesione per mobilità del supporto
B.6	- che i pannelli isolanti siano adeguatamente ancorati allo strato strutturale, con particolare riferimento al caso in cui la copertura non sia zavorrata e adeguata in funzione dell'uso previsto (copertura carrabile,...) come da progetto	[CP 13] Lesione per mobilità del supporto
B.7	Nel caso di posa a caldo di membrane in bitume modificato su superficie cementizia, controllare che il piano di posa sia:	

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
B.7.1	- asciutto	[CP 06] Distacco per difetti di saldatura [CP 20] Macchie d'acqua [CP 23] Umidità all'intradosso [CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione
B.7.2	- non gelato	[CP 06] Distacco per difetti di saldatura [CP 20] Macchie d'acqua [CP 23] Umidità all'intradosso [CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione
B.7.3	- non polveroso	[CP 06] Distacco per difetti di saldatura [CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione
B.7.4	- non granuloso	[CP 14] Lesione per punzonamento [CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione
B.7.5	- non incoerente	[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione
B.7.6	- non pellicolato (distacco superficiale dello strato di boiaccia cementizia superiore, spesso tipica dei massetti alleggeriti)	[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione
B.7.7	- uniformemente planare	[CP 14] Lesione per punzonamento
B.8	Nel caso di imprimitura del piano di posa cementizio prima dell'applicazione di una membrana in bitume modificato, controllare che: - l'imprimitura penetri nella superficie cementizia, fissando la polvere, non creando assolutamente una pellicola continua [controllo visivo] - l'imprimitura sia completamente essiccata, prima della posa degli strati superiori	[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione
C	Strato di tenuta – controlli generali	
C.1	Controllare rispetto delle pendenze di progetto	[CP 25] Accumulo idrico
C.2	Controllare che il materiale non entri a contatto con le seguenti sostanze: - sintetiche no benzine, grassi o oli - bituminose no idrocarburi	[CP 02] Alterazione della membrana per agenti chimici
C.3	Controllare conformità dei metodi di posa con le specifiche del produttore	[CP 04] Lesione da corrugamento [CP 06] Distacco per difetti di saldatura [CP 08] Foratura per errori o per atti vandalici

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
C.4	Controllare che al momento della posa la temperatura non sia inferiore a 5°C, non piova, non nevichi, e l'umidità relativa non sia elevata	<p>[CP 20] Macchie d'acqua</p> <p>[CP 23] Umidità all'intradosso</p> <p>[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione</p>
C.5	Controllare corretto lato di posa della membrana	<p>[CP 01] Lesione membrana infragilita per invecchiamento</p> <p>[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione</p>
C.6	Controllo protezione della membrana nel periodo che intercorre tra la posa di questa e degli eventuali strati posti superiormente affinché la membrana non venga punzonata/deteriorata	<p>[CP 08] Foratura per errori o per atti vandalici</p> <p>[CP 07] Foratura per calpestio</p>
C.7	Nel caso di sistemi di copertura con isolamento termico a "Tetto Caldo" o a "Tetto Sandwich", controllare che la direzione di posa delle membrane dell'elemento di tenuta, in bitume modificato, sia trasversale alla direzione di posa dei pannelli dell'elemento termoisolante	
	Per BPP e BPE	
C.8	Controllare: <ul style="list-style-type: none"> - difetti di rettilinearità dei bordi in senso longitudinale $> \pm 100$ mm, calcolati su una base di misura di lunghezza = 5 m [Rif. UNI EN 1848 – Parte 1] 	
C.9	<ul style="list-style-type: none"> - larghezza del sormonto di giunzione laterale ≥ 100 mm, con almeno 60 mm in adesione effettiva 	<p>[CP 06] Distacco per difetti di saldatura</p> <p>[CP 11] Lesione per azione del vento</p> <p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p> <p>[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione</p>
C.10	<ul style="list-style-type: none"> - larghezza del sormonto di giunzione di testa per membrane con e senza autoprotezione ≥ 150 mm, con almeno 100 mm in adesione effettiva 	<p>[CP 06] Distacco per difetti di saldatura</p> <p>[CP 11] Lesione per azione del vento</p> <p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p> <p>[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione</p>
C.11	<ul style="list-style-type: none"> - nel caso di membrane fissate meccanicamente sulle giunzioni i valori sopra espressi dovranno essere maggiorati dell'ampiezza dell'elemento di fissaggio nel suo complesso 	<p>[CP 06] Distacco per difetti di saldatura</p> <p>[CP 11] Lesione per azione del vento</p> <p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p> <p>[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione</p>
C.12	<ul style="list-style-type: none"> - in corrispondenza dei perimetri esterni e dei corpi emergenti l'elemento di tenuta dovrà essere sempre totalmente incollato per almeno un metro in orizzontale sul piano di posa e, sempre e comunque, sui risvolti verticali 	<p>[CP 06] Distacco per difetti di saldatura</p> <p>[CP 11] Lesione per azione del vento</p> <p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p> <p>[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione</p>

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
C.13	Controllare che le giunzioni di testa tra i teli siano realizzate sfalsando il posizionamento dei teli in senso longitudinale di almeno 100 cm	<p>[CP 06] Distacco per difetti di saldatura</p> <p>[CP 11] Lesione per azione del vento</p> <p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p> <p>[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione</p>
C.14	Controllare che non siano presenti giunzioni di testa con sovrapposizione di tre e quattro teli	<p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p> <p>[CP 25] Accumulo idrico</p>
C.15	Nel caso di membrane in bitume modificato, controllare che durante lo stoccaggio gli imballi siano posizionati verticalmente, sotto pensiline o in ambienti chiusi [protezione raggi UV e acqua]	
C.16	Controllare assenza di scaglie di ardesia in corrispondenza delle saldatura	<p>[CP 06] Distacco per difetti di saldatura</p> <p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p>
C.17	Controllare composizione delle protezioni per coperture piane accessibili ai pedoni con riferimento ai valori riportati in appendice [Rif. Appendice B – Punto B3]	
	Per PVC-P e TPO	
C.18	Controllare rispondenza alle indicazione di progetto in relazione a: <ul style="list-style-type: none"> - numero di fissaggi - posizione dei fissaggi - tipologia di fissaggio - profondità foratura [≥ 5 mm nello strato di supporto] - trattamento anticorrosione 	<p>[CP 11] Lesione per azione del vento</p> <p>[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione</p>
C.19	Controllare: <ul style="list-style-type: none"> - difetti di rettilinearità dei bordi in senso longitudinale $> \pm 100$ mm, calcolati su una base di misura di lunghezza = 5 m [Rif. UNI EN 1848 – Parte 1]	
C.20	<ul style="list-style-type: none"> - larghezza del sormonto di giunzione laterale che di testa ≥ 50 mm, con almeno 20 mm in adesione effettiva con termosaldatura in automatico e con almeno 30 mm in adesione effettiva con termosaldatura manuale o a solvente 	<p>[CP 06] Distacco per difetti di saldatura</p> <p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p> <p>[CP 24] distacco membrana e delocalizzazione</p>
C.21	<ul style="list-style-type: none"> - nel caso di membrane fissate meccanicamente sulle giunzioni i valori sopra espressi dovranno essere maggiorati dell'ampiezza dell'elemento di fissaggio nel suo complesso 	<p>[CP 06] Distacco per difetti di saldatura</p> <p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p> <p>[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione</p>
C.22	<ul style="list-style-type: none"> - in corrispondenza dei perimetri esterni e dei corpi emergenti l'elemento di tenuta dovrà essere sempre totalmente incollato per almeno un metro in orizzontale sul piano di posa e, sempre e comunque, sui risvolti verticali 	<p>[CP 06] Distacco per difetti di saldatura</p> <p>[CP 11] Lesione per azione del vento</p> <p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p> <p>[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione</p>

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
C.23	Controllare che le giunzioni di testa tra i teli siano realizzate sfalsando il posizionamento dei teli in senso longitudinale di almeno 100 cm	<p>[CP 06] Distacco per difetti di saldatura</p> <p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p> <p>[CP 24] Distacco membrana e delocalizzazione</p>
C.24	Controllare che non siano presenti giunzioni di testa con sovrapposizione di tre e quattro teli	<p>[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli</p> <p>[CP 25] Accumulo idrico</p>
D	Strato di zavorra	
D.1	Controllare caratteristiche delle protezioni per coperture carrabili in riferimento ai valori riportati in appendice [Rif. Appendice B – Punto B4]	
	Strato di protezione in GHIAIA	
D.2	<p>Controllare che:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'elemento di protezione sia posato sempre previa interposizione di idonei strati separatori e/o filtrati 	<p>[CP 14] Lesione per punzonamento</p> <p>[CP 25] Accumulo idrico</p>
D.3	<ul style="list-style-type: none"> - nel caso di coperture con isolamento termico a tetto sandwich o rovescio, lo spessore ed il peso minimo dello strato di ghiaia siano corrispondenti alle indicazioni di progetto secondo o indicazioni riportate in appendice [Rif. IGLAE – Capitolo 5] 	
	Strato di protezione in TERRA (tetto giardino)	
D.4	<p>Controllare che:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la terra utilizzata sia esente da materiali estranei (macerie, elementi metallici,.....) 	[CP 14] Lesione per punzonamento
D.5	<ul style="list-style-type: none"> - l'elemento di protezione sia posato sempre previa interposizione di idonei strati separatori e/o drenanti 	<p>[CP 14] Lesione per punzonamento</p> <p>[CP 16] Lesione per affaticamento</p> <p>[CP 25] Accumulo idrico</p>
D.6	<ul style="list-style-type: none"> - l'elemento di tenuta abbia caratteristiche antiradice o sia protetto da strato resistente alla perforazione da radici (doppio strato separatore in film di polietilene con spessore $\geq 20+20/100$ mm e cappa cementizia con spessore ≥ 60 mm) 	[CP 10] Lesione per azioni delle radici
D.7	<ul style="list-style-type: none"> - sopra l'elemento di tenuta sia posato ulteriore elemento di protezione meccanica secondo le indicazioni di progetto. Dovrà essere collocato all'estradosso dell'elemento di tenuta, tra lo strato di separazione e gli strati soprastanti 	
	Strato di protezione in QUADROTTI	
D.8	<p>Strato di protezione in quadrotti o altri elementi assimilabili, controllare che la posa avvenga in uno dei seguenti metodi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - su sostegni, con eventuale interposizione di idonei strati separatori e/o di ripartizione dei carichi 	[CP 14] Lesione per punzonamento
D.9	<ul style="list-style-type: none"> - su strato di allettamento dello spessore indicato in progetto, previa interposizione di idonei strati separatori e/o filtranti sotto lo strato di allettamento 	<p>[CP 14] Lesione per punzonamento</p> <p>[CP 16] Lesione per affaticamento</p>
D.10	<ul style="list-style-type: none"> - diretta su elemento termoisolante in pannelli in polistirene espanso estruso (XPS) o polistirene espanso sinterizzato stampato (EPS) o altro materiale indicato in progetto previa interposizione di idonei strati separatori e/o filtranti 	<p>[CP 14] Lesione per punzonamento</p> <p>[CP 16] Lesione per affaticamento</p>
	Strato di protezione in ELEMENTI AUTOBLOCCANTI	

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
D.11	Strato di protezione in elementi autobloccanti o cubetti, controllare che: - la posa avvenga sempre su uno strato di allettamento dello spessore indicato in progetto, previa interposizione di idonei strati separatori drenanti (geocompositi drenanti) e/o filtranti sotto lo strato di allettamento	
	Strato di protezione in CAPPE IN CLS e/o MASSETTI DI RIPARTIZIONE	
D.12	Controllare che: - la posa della cappa avvenga previa interposizione di idonei strati separatori e protettivi, i quali dovranno risalire lungo i perimetri per un'altezza pari allo spessore della cappa stessa	[CP 14] Lesione per punzonamento [CP 16] Lesione per affaticamento
D.13	- al piede dei risvolti verticali impermeabili, per lo spessore della cappa e/o di altra pavimentazione pesante fissa, sia posato un elemento comprimibile di adeguato spessore (≥ 20 mm, in polistirene o polietilene espanso o neoprene o altro materiale idoneo), avente la funzione di assorbire le dilatazioni termiche lineari della protezione pesante fissa, evitando tensioni e compressioni alla base dei risvolti verticali impermeabili	[CP 14] Lesione per punzonamento [CP 16] Lesione per affaticamento
D.14	- l'eventuale armatura in barre o reti sia mantenuta arretrata di almeno 15 cm rispetto al bordo della cappa, per evitare danneggiamenti, per punzonamento, al piede dei risvolti verticali	[CP 14] Lesione per punzonamento
E	Punti singoli	
E.1	Controllare l'esecuzione dei particolari secondo quanto indicato dai produttori/progettisti (risvolti e collegamenti a tenuta, sigillature, materiali, protezione della membrana nel caso di non compatibilità con la radiazione solare)	
	RISVOLTI:	
E.2	[monostrato a salire] Controllare che le quote minime misurate lungo le linee di displuvio dall'estradosso dell'ultimo elemento o strato a vista siano maggiori di 10 cm. [Rif. Appendice A – Punto A5]	[CP 19] Risalto insufficiente
E.3	Controllare caratteristiche della protezione dei risvolti a seconda della destinazione d'uso in riferimento ai valori riportati in appendice [Rif. Appendice B – Punto B2]	
	FISSAGGIO E SIGILLATURA DEI RISVOLTI DELL'ELEMENTO DI TENUTA	
	con membrane in bitume modificato	
E.4	con risvolto a salire (contenimento) nel caso che l'elemento di tenuta termini sulla parete piana superiore di un elemento di contenimento e/o coronamento controllare che la protezione venga assicurata da: - copertina sagomata in cemento, o altro materiale compatibile, munita di appositi gocciolatoi	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
E.5	- scossalina sagomata a cappello	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
E.6	- con opportune cautele incollaggio su una scossalina costituente gocciolatoio al perimetro esterno di contenimento o coronamento con sezione piana di incollaggio della scossalina ≥ 8 cm	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
	con membrane polimeriche	
E.7	con risvolto a salire (contenimento) controllare che: - la membrana orizzontale sia fissata meccanicamente al piede di tutti i risvolti verticali con apposite barre metalliche pressopiegate preforate o appositi gruppi di fissaggio	[CP 05] Distacco del risvolto per ritiro

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
E.8	- quando l'altezza dei risvolti verticali dovesse superare i 30 cm, sia realizzato un incollaggio o un fissaggio meccanico della membrana sulla superficie verticale ad intervalli regolari \leq alla larghezza del telo (o diversamente indicato dal produttore)	[CP 05] Distacco del risvolto per ritiro
E.9	con risvolto a scendere (spiovere) controllare che il bloccaggio avvenga: - meccanicamente per incollaggio (\geq 8 cm) su un profilo in lamiera zincata, inox o rame	[CP 05] Distacco del risvolto per ritiro [CP 11] Lesione per azione del vento
E.10	- per saldatura (\geq 3 cm) su un profilo in lamiera zincata rivestita con membrana simile e compatibile con quella dell'elemento di tenuta	[CP 05] Distacco del risvolto per ritiro [CP 11] Lesione per azione del vento
BOCCHETTONI:		
Bocchettoni di scarico		
E.11	Controllare compatibilità dei materiali tra l'elemento di tenuta e il bocchettone	
E.12	Controllare pendenza maggiore in corrispondenza dei bocchettoni	[CP 25] Accumulo idrico
E.13	Controllare che la flangia (di forma quadrata o circolare) sia realizzata con un piano di ancoraggio \geq 10 cm radialmente al perimetro del foro del tronchetto	[CP 22] Filaggio del bocchettone
E.14	Controllare corretta saldatura della flangia all'elemento di tenuta	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
E.15	Controllare che l'inserimento del tronchetto all'interno del raccordo del pluviale abbia con pluviali aventi diametro \leq 12 una profondità d'innesto libero \geq 20 cm, mentre con pluviali aventi diametro $>$ 12 cm una profondità d'innesto libero pari ad almeno 2 volte la dimensione del diametro del pluviale stesso.	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli [CP 22] Filaggio del bocchettone
E.16	Solo in presenza di elemento di tenuta in membrane in bitume modificato, controllare che: - in corrispondenza dei bocchettoni muniti di flangia per il collegamento all'elemento di tenuta sia presente una contro-flangia, a contatto con il piano di posa, realizzata con la stessa membrana dell'elemento di tenuta, avente dimensione di almeno 10 cm eccedente in ogni lato quella della sovrastante flangia, e posata in totale aderenza. - l'elemento di tenuta sia successivamente incollato alla flangia e alla parte debordante della contro-flangia.	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli [CP 22] Filaggio del bocchettone
Bocchettoni di collegamento tubazioni attraversanti l'elemento di tenuta		
E.17	Controllare che la tubazione passante sia vincolata al supporto attraversato in modo da non trasmettere alla fasciatura di tenuta eventuali movimenti a scorrere del tubo passante	[CP 13] Lesione per mobilità del supporto [CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
E.18	Controllare che la tubazione passante sia in materiale compatibile con la membrana utilizzata per l'elemento di tenuta e/o con la metodologia di fasciatura adottata	[CP 02] Alterazione della membrana per agenti chimici [CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
E.19	Controllare che i tubi passanti siano posizionati ad almeno 20 cm da pareti o solette d'ingombro, per permettere un'agevole lavorabilità	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
E.20	Controllare che i tubi passanti presentino un tratto rettilineo di almeno 30 cm dalla parte planare dell'elemento di tenuta	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
SFIATI E AERATORI		

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
E.21	Controllare che essi siano costituiti da un tronchetto di adeguata lunghezza e da una flangia, contornante tutto il tronchetto, per collegare l'elemento di tenuta costituente corpo unico (per saldatura o stampo) con il tronchetto stesso ≥ 12 cm	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
E.22	Controllare che la flangia (di forma quadrata o circolare) sia realizzata con un piano di ancoraggio ≥ 12 cm radialmente al perimetro del foro del tronchetto	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
E.23	Controllare che il corpo integro del tronchetto superi il piano finito di copertura di almeno 15 cm	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
E.24	Controllare che il tronchetto sia munito superiormente di un adeguato elemento terminale di protezione per gli agenti atmosferici	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
E.25	Se in presenza di uno strato di barriera o schermo al vapore controllare che sia adottato un elemento di sfianto o aeratore a doppio corpo, coassiale, di cui quello interno sar� collegato allo strato di barriera o schermo al vapore. - controllare che il vano libero tra i due corpi costituisca corona circolare di almeno 4 mm	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
MACCHINARI e FASCI TUBIERI		
E.26	[solo macchinari] Controllare che gli impianti tecnologici siano sollevati dall'estradosso dell'ultimo elemento o strato costituente il sistema di copertura per un'altezza ≥ 80 cm	
E.27	[solo fasci tubieri] Controllare che i fasci tubieri siano sollevati dall'estradosso dell'ultimo elemento o strato costituente il sistema di copertura per un'altezza ≥ 70 cm per facilitare la manutenzione	
E.28	Controllare che il sistema di appoggio sia disposto in modo tale da permettere comunque l'accesso per eventuali manutenzioni ed il corretto scorrimento delle acque meteoriche	
E.29	Controllare che l'elemento di tenuta rivesta in continuo il sistema di supporto	
GIUNTO DI DILATAZIONE		
Giunto di dilatazione piatto		
E.30	Controllare che l'alloggiamento del giunto di dilatazione sia sopraelevato e non ostacoli il corretto deflusso delle acque	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli [CP 25] Accumulo idrico
E.31	Controllare che l'elemento di tenuta sia sempre fissato sui cordoli o sul supporto di base ai lati della linea di giunto - per membrane in bitume modificato controllare che il vincolo avvenga per incollaggio - per membrane polimeriche controllare che il vincolo avvenga per incollaggio a caldo su appositi profili rivestiti di film di membrana identica a quella dell'elemento di tenuta	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
E.32	Nel caso di sistema di copertura con protezione pesante fissa controllare che sia prevista anche l'adozione di un giunto a pavimento che non dovr� in nessun modo interferire n� con il giunto impermeabile n� con l'elemento di tenuta impermeabile	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
Giunto di dilatazione in rilevato		
E.33	Nel caso di giunto protetto da scossalina a cappellotto opportunamente sagomata, controllare che questa sia fissata meccanicamente ad uno solo dei due elementi di contenimento (ed eventualmente contrastata all'azione del vento sull'altro lato, tramite staffe che permettano comunque lo scorrimento del cappellotto)	[CP 17] Distacco di scossalina
Giunto di dilatazione a parete, in rilevato		

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO								
E.34	Nel caso di giunto protetto da scossalina a cappello opportunamente sagomata, controllare che la tenuta all'acqua del bordo superiore della scossalina a parete sia ottenuta con materiale sigillante estruso allocato in apposita sagomatura a beccuccio o mediante inserimento del labbro superiore sotto intonaco	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli								
E.35	Controllare che il fissaggio meccanico di questa scossalina sia realizzato solo sulla parete, in modo tale da non essere sottoposta a tensioni dovute al movimento del giunto di dilatazione	[CP 17] Distacco di scossalina								
E.36	Controllare condizioni di frazionamento nelle diverse tipologie di protezione dura con riferimento ai valori riportati in appendice [Rif. Appendice B – Punto B1]									
	GRIGLIATI									
E.37	Controllare che l'elemento di tenuta non sia mai collegato per la tenuta perimetrale sul bordo del telaio di sostegno del grigliato e/o sul grigliato stesso	[CP 13] Lesione per mobilità del supporto [CP 14] Lesione per punzonamento								
E.38	Controllare che l'elemento di tenuta non termini in piano in prossimità dello spigolo del vano dei grigliati, ma risvolti per almeno 4 cm oltre il bordo del vano stesso	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli								
	SCOSSALINA:									
E.39	Controllare corretto sistema di giunzione e sigillatura tra gli elementi della scossalina e di adeguati giunti per permettere i movimenti derivanti dalle dilatazioni di origine termica	[CP 17] Distacco di scossalina								
E.40	Controllare che il sistema di attacco della scossalina al supporto sia conforme al progetto	[CP 17] Distacco di scossalina								
F	Smaltimento acque meteoriche [Rif. UNI EN 12056-3]									
F.1	Controllare che le coperture piane con parapetti siano come minimo provviste di due bocche di efflusso per ogni superficie di raccolta (oppure una bocca di efflusso e uno sfioratore di sicurezza).	[CP 25] accumulo idrico								
F.2	Controllare che siano previste delle griglie o dei filtri alla bocca di efflusso per evitare l'ingresso di terra e terriccio nel sistema di scarico della copertura.	[CP 25] Accumulo idrico								
F.3	Quando un pluviale scarica su una copertura più bassa o su un'area pavimentata, controllare che sia prevista una scarpa (preferibilmente antispruzzo) per allontanare l'acqua dall'edificio. In corrispondenza dello scarico della scarpa controllare che sia previsto un rinforzo									
F.4	Controllare presenza di un "troppo pieno", salvo diversamente indicato in progetto									
F.5	Controllare che l'eventuale "troppo pieno" sia ad un'altezza inferiore al risalto e ai corpi emergenti (sfiati e aeratori)	[CP 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli								
F.6	Controllare che la spaziatura massima tra le staffe sia di 50 cm nel caso delle grondaie pendenti e di 40 cm nel caso delle grondaie "all'inglese"	[CP 17] Distacco di scossalina								
F.7	Controllare che il materiale dei ganci sia compatibile con quello della grondaia (per evitare fenomeni elettrolitici) <table border="1" data-bbox="236 1854 746 2018"> <thead> <tr> <th data-bbox="236 1854 491 1888">Ganci</th> <th data-bbox="491 1854 746 1888">Grondaia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="236 1888 491 1921">Acciaio zincato</td> <td data-bbox="491 1888 746 1921">Zinco</td> </tr> <tr> <td data-bbox="236 1921 491 1955">Rame</td> <td data-bbox="491 1921 746 1955">Rame</td> </tr> <tr> <td data-bbox="236 1955 491 2018">Acciaio zincato o inossidabile</td> <td data-bbox="491 1955 746 2018">Acciaio inossidabile</td> </tr> </tbody> </table>	Ganci	Grondaia	Acciaio zincato	Zinco	Rame	Rame	Acciaio zincato o inossidabile	Acciaio inossidabile	
Ganci	Grondaia									
Acciaio zincato	Zinco									
Rame	Rame									
Acciaio zincato o inossidabile	Acciaio inossidabile									

8.1.2. Coperture inclinate a piccoli elementi in fase di esecuzione (laterizio)

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
A	Pacchetto coperture in generale	
A.1	Controllare - rispondenza alle indicazioni del progetto esecutivo	
A.2	- rispondenza alle schede tecniche del materiale	
A.3	- certificazioni dei materiali (resistenza meccanica, punzonamento, compatibilità chimica)	
A.4	- corretto stoccaggio dei materiali	
A.5	- corretta movimentazione dei materiali	
A.6	- condizioni di accettazione dei materiali: <ul style="list-style-type: none"> ▪ per tegole di laterizio [Rif. Appendice C – Punto C3] ▪ per tegole di calcestruzzo [Rif. Appendice C – Punto C4] 	[CF 08] Infiltrazioni per rottura per gelo e disgelo
B	Strato di supporto	
B.1	Controllare integrità del supporto, contiguità di posa, planarità di posa, assenza di residui sul piano di posa e assenza di asperità significative e adeguata maturazione e/o asciugamento del cls	
B.2	Controllare che il supporto strutturale di base non contenga al suo interno alleggerimenti o vuoti precostituiti che possano trattenere o ancor peggio assorbire acqua durante le fasi di getto e/o prima della posa del sistema di copertura continuo, a causa di precipitazioni atmosferiche	
B.3	Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali, controllare: <ul style="list-style-type: none"> - controllare che i pannelli isolanti siano adeguatamente ancorati allo strato strutturale, adeguata in funzione dell'uso previsto (come da progetto) 	[CF 04] Rottura manto per carico eccessivo [CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti
	LISTELLI O CORDOLI: [Rif. UNI 9460]	
B.4	Controllare interasse del valore uguale al passo delle tegole	
B.5	Controllare orizzontalità listelli (cordoli)	
B.6	Solo nel caso di listelli posati direttamente sull'elemento portante continuo, controllare presenza interruzione 10 mm – 20 mm, almeno ogni 4 m (listelli di legno) o 2 m (cordoli in malta)	[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti
B.7	Controllare, prima della posa delle tegole, che il cordolo sia completamente asciutto	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
B.8	Controllare che i cordoli non siano perfettamente continui, bensì interrotti ogni 4 m, circa, per permettere lo scorrimento di eventuali acque di infiltrazione e la necessaria microventilazione	
	Listellature in legno	
B.9	Controllare dimensione listelli di legno: se fissati a struttura continua sono dell'ordine di 3 cm – 4 cm o 4 cm – 4 cm	[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti
B.10	Controllare presenza interruzione di 2 ÷ 3 cm ogni 150-200 cm per favorire la microventilazione (indispensabile al corretto funzionamento del tetto). È opportuno che le interruzioni siano allineate nel verso della massima pendenza di falda	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
B.11	Controllare che l'altezza del primo listello di gronda superi quella degli altri di un valore idoneo a consentire alla prima fila di tegole di avere la stessa pendenza delle altre: <ul style="list-style-type: none"> - per le tegole di laterizio tale maggiore altezza è di circa 2 cm - per le tegole di cemento 2,5 cm (per compensare la mancanza dell'elemento inferiore) 	[CF 19] Riduzione o inadeguatezza della pendenza
B.12	Controllare che la distanza del listello di gronda da quello di falda più vicino (generalmente minore di quella tra gli altri listelli di falda) permetta la sporgenza della prima fila di tegole di un valore di circa 1/3 della bocca del canale di gronda e comunque non maggiore di 7 cm	
B.13	Controllare che la specie legnosa utilizzata nella copertura soddisfi le condizioni di: <ul style="list-style-type: none"> - stabilità dimensionale e resistenza meccanica soddisfacenti in relazione all'uso 	[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti
B.14	<ul style="list-style-type: none"> - qualità estetiche se richieste 	
B.15	<ul style="list-style-type: none"> - durabilità naturale o conferita da trattamenti adeguati (impregnazioni, ecc.), alle azioni chimico-biologiche (acqua, insetti, ecc.) 	[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti [CF 15] Indebolimento della struttura
[CONIFERE E LATIFOGLIE]		
B.16	Non sono accettate: <ul style="list-style-type: none"> - alterazioni biologiche (funghi e insetti) 	[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti [CF 15] Indebolimento della struttura
B.17	<ul style="list-style-type: none"> - presenza di fenditure tali da compromettere la stabilità (assenza di lesioni, ecc.) 	[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti [CF 15] Indebolimento della struttura
PANNELLI ISOLANTI PRESAGOMATI: [Rif. UNI 9460]		
B.18	Controllare complanarità, eventuale correzione dei disassamenti	[CF 18] Lesione del manto per mobilità del supporto
B.19	Controllare ortogonalità rispetto all'asse delle tegole	[CF 19] Riduzione o inadeguatezza della pendenza
B.20	Controllare corretto incastro dei pannelli	[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti [CF 18] Lesione del manto per mobilità del supporto
B.21	Controllare coincidenza dei canali di ventilazione con gli assi delle tegole	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
B.22	Controllare presenza della tavola fine falda al fine di sostenere la prima fila di pannelli presagomati e come supporto delle staffe reggi gronda	[CF 01] Rottura scossaline [CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti [CF 18] Lesione del manto per mobilità del supporto
B.23	Controllare spessore tavola fine falda come indicato in progetto, lo spessore deve essere determinato tenendo conto della sua funzione di sostegno della prima fila di pannelli e di non ostruire i canali di ventilazione	
C	Strato di tenuta – controlli generali	

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
C.1	Controllare rispetto delle pendenze di progetto in riferimento all'appendice [Rif. Appendice C – Punto C1]	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso [CF 19] Riduzione o inadeguatezza della pendenza
C.2	Controllare rispetto distanza supporti di progetto	[CF 04] Rottura manto per carico eccessivo [CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti
C.3	Controllare fissaggio tegole con piedini di aggancio in battuta su listello e corretto accoppiamento tegola-tegola	[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti
C.4	Controllare parallelismo tra assi e file verticali e che gli assi file/verticali siano coincidenti con linee di massima pendenza	[CF 19] Riduzione o inadeguatezza della pendenza
C.5	Controllare necessità di elementi fermaneve: necessari per pendenze comprese tra il 36% e il 176% cioè 20° e 60° [Rif. UNI 9640 – Paragrafo 9.5]	[CF 12] Delocalizzazione manto per accumulo di neve [CF 16] Distacco scossalina per azioni meccaniche
C.6	Controllare posizionamento di elementi fermaneve a monte di elementi che costituiscono soluzione di continuità del manto (lucernari, camini, ecc.)	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
C.7	Se la copertura è fortemente esposta al vento controllare che tutti gli elementi del manto siano fissati in corrispondenza dei bordi della falda, della linea di gronda e di colmo	[CF 11] Delocalizzazione [CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti
C.8	Controllare lunghezza massima di falda 10 m. [Rif. Appendice C – Punto C2] Oltre queste lunghezze è necessario inserire un'interruzione di falda con un canale di raccolta intermedio	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
C.9	Controllare assenza di difetti nei semilavorati tali da ridurre sensibilmente la resistenza statica nel tempo	[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti [CF 15] Indebolimento della struttura
C.10	Controllare ortogonalità dell'asse delle tegole rispetto all'asse dei listelli	
C.11	Controllare che la lunghezza di sovrapposizione sia maggiore di quella consigliata dal produttore - 10,5 cm per pendenze minori del 36% (distanza tra i listelli di 31,5) - 10,5 cm - 7,5 cm per pendenze maggiori [Rif. Appendice C – Punto C5]	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
C.12	Controllare fissaggio delle tegole poste lungo le linee di gronda e di bordo	[CF 11] Delocalizzazione
C.13	Controllare messa in opera degli elementi di copertura in laterizio dalla linea di gronda verso il colmo: - per file orizzontali parallele alla linea di gronda (tegole tipo "marsigliese"); - per file in direzione di massima pendenza (coppi)	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso [CF 19] Riduzione o inadeguatezza della pendenza
	BITUMI	
C.14	Controllare che i materiali non entrino a contatto con le seguenti sostanze: - sintetiche no benzine, grassi o oli - bituminose no idrocarburi	

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
C.15	Nel caso di membrane in bitume modificato, controllare che durante lo stoccaggio siano posizionate verticalmente, sotto pensiline o in ambienti chiusi [protezione raggi UV e acqua]	
C.16	Controllare conformità dei metodi di posa con le specifiche del produttore	
C.17	Controllare che al momento della posa la temperatura non sia inferiore a 5°C, non piova, non nevichi, e l'umidità relativa non sia elevata	
D	Punti singoli	
D.1	Controllare l'esecuzione dei particolari secondo quanto indicato dai produttori/progettisti (risvolti e collegamenti a tenuta, sigillature, materiali, protezione della membrana nel caso di non compatibilità con la radiazione solare)	
D.2	Controllare per strato di tenuta all'aria, schermo al vapore, barriera al vapore, strato impermeabilizzante traspirante di: - sormonte - raccordi Prevedere almeno 10 cm di sormonte	
	RISVOLTO: [Rif. Appendice A – Punto A5]	
D.3	Controllare altezza del risvolto in corrispondenza all'attacco con la parete o l'infitto secondo quanto indicato in progetto	[CF 03] Inadeguatezza risalto
D.4	Controllare sigillatura del risvolto in corrispondenza all'attacco con la parete o l'infitto secondo quanto indicato in progetto	
D.5	Controllare corretta lunghezza del risvolto a scendere secondo quanto indicato in progetto	[CF 03] Inadeguatezza risalto
	COLMI	
D.6	Controllare che nella realizzazione dei colmi gli elementi siano posizionati in modo che la sovrapposizione protegga dalla eventuale pioggia di stravento	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
D.7	Controllare che ogni elemento di colmo sia fissato ad un listello sottostante mediante appositi ganci ferma colmo o altri dispositivi	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
D.8	Controllare che la linea di colmo, se ventilata, sia realizzata posando gli elementi di colmo sopra un sottocolmo. Tale sottocolmo (fornito in profilo e in rotoli) è munito di bande laterali adattabili al profilo delle tegole e deve garantire una buona ventilazione sottotegola e contemporaneamente impedire infiltrazioni d'acqua.	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
D.9	Controllare posizione del listello corrente tale da sostenere gli elementi di colmo senza che questi poggino sulle tegole	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
D.10	Controllare posa sottocolmi aerati tale da permettere l'uscita dell'aria dal sottomanto ed evitare infiltrazioni d'acqua, neve e polvere	[CF 11] Delocalizzazione
D.11	Controllare fissaggio degli elementi di colmo mediante l'uso di appositi sistemi di ancoraggio per ogni elemento e assenza di malta di fissaggio	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
	SCOSSALINA:	
D.12	Controllare corretto sistema di giunzione e sigillatura tra gli elementi della scossalina e di adeguati giunti per permettere i movimenti derivanti dalle dilatazioni di origine termica	[CF 01] Rottura scossaline [CF 16] Distacco scossalina per azioni meccaniche

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO
D.13	Controllare che il sistema di attacco della scossalina al supporto sia conforme al progetto	[CF 01] Rottura scossaline [CF 16] Distacco scossalina per azioni meccaniche
	COMPLUVI	
D.14	Controllare realizzazione raccordi con le pareti verticali, di formazioni di compluvi, in modo da: - evitare infiltrazioni verso la copertura mediante una conversa che garantisca l'impermeabilità estendendola sufficientemente sotto la prima fila di tegole	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
D.15	- evitare infiltrazioni verso la parete verticale risvoltando il bordo della conversa di una altezza sufficiente e garantendo la tenuta tra conversa e parete mediante apposita scossalina di protezione.	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
D.16	Controllare dimensionamento conversa in relazione ad un possibile accumulo di neve	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
D.17	Controllare possibili differenti dilatazioni termiche tra la conversa e gli elementi di fissaggio	[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti
D.18	Controllare presenza specifico strato di tenuta all'acqua (conversa) realizzato in lamiera di spessore pari ad almeno 8/10 di mm e con bordi rialzati di almeno 15mm e che raggiunga lateralmente almeno il primo listello di supporto al manto	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
D.19	Controllare presenza al di sotto della conversa di un ulteriore strato di tenuta all'acqua (ad esempio membrana bituminosa o TNT) che si inoltri sotto il manto per minimo 50 cm nelle 2 direzioni	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
D.20	Verificare assenza di problematiche infiltrative a seguito di fenomeni meteorici, con particolare riferimento in corrispondenza dei punti singolari quali bocchettoni, antenne, canne fumarie compluvi etc	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
D.21	Controllare dimensioni converse tali da poter essere posizionate in parte anche sotto le tegole per evitare tracimazioni d'acqua	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
	BOCCHETTONI:	
D.22	Controllare che il faldale si prolunghi al di sotto della prima fila di tegole a monte e sormonti la prima fila di tegole a valle	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
E	Smaltimento acque meteoriche [Rif. UNI EN 12056-3]	
	LINEE DI GRONDA	
E.1	Controllare che la realizzazione delle linee di gronda sia tale che: - l'acqua piovana sia convogliata verso la gronda (se esiste) o verso il suolo senza che vi siano ritorni d'acqua o comunque si bagnino parti della copertura o della parte sottostante non previste;	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso [CF 19] Riduzione o inadeguatezza della pendenza
E.2	- gli eventuali blocchi di neve, se previsti, possano scivolare dalla copertura senza danneggiare la gronda;	
E.3	- sia garantita la microventilazione e, se prevista, la ventilazione.	
E.4	Eccetto quando sono utilizzati dispositivi frangi-neve o altre precauzioni, nelle regioni in cui la neve si accumula sulle coperture, controllare che il bordo superiore del canale di gronda non superi la linea di scivolamento della copertura.	

cod	CONTROLLI	MODI DI GUASTO								
E.5	Controllare che siano previste delle griglie o dei filtri alla bocca di efflusso per evitare l'ingresso di terra e terriccio nel sistema di scarico della copertura.									
E.6	Quando un pluviale scarica su una copertura più bassa o su un'area pavimentata, controllare che sia prevista una scarpa (preferibilmente antispruzzo) per allontanare l'acqua dall'edificio. In corrispondenza dello scarico della scarpa controllare che sia previsto un rinforzo									
E.7	Controllare presenza di un "troppo pieno", salvo diversamente indicato in progetto									
E.8	Controllare che la spaziatura massima tra le staffe sia di 50 cm nel caso delle grondaie pendenti e di 40 cm nel caso delle grondaie "all'inglese"									
E.9	Controllare che il materiale dei ganci sia compatibile con quello della grondaia (per evitare fenomeni elettrolitici)									
	<table border="1" data-bbox="236 792 746 837"> <thead> <tr> <th data-bbox="236 792 491 837">Ganci</th> <th data-bbox="491 792 746 837">Grondaia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="236 837 491 860">Acciaio zincato</td> <td data-bbox="491 837 746 860">Zinco</td> </tr> <tr> <td data-bbox="236 860 491 882">Rame</td> <td data-bbox="491 860 746 882">Rame</td> </tr> <tr> <td data-bbox="236 882 491 958">Acciaio zincato o inossidabile</td> <td data-bbox="491 882 746 958">Acciaio inossidabile</td> </tr> </tbody> </table>		Ganci	Grondaia	Acciaio zincato	Zinco	Rame	Rame	Acciaio zincato o inossidabile	Acciaio inossidabile
	Ganci		Grondaia							
	Acciaio zincato		Zinco							
Rame	Rame									
Acciaio zincato o inossidabile	Acciaio inossidabile									
E.10	Controllare che il bordo esterno della gronda sia più basso del bordo interno									

8.1.3. Coperture inclinate a grandi elementi in fase di esecuzione (metallico)

cod	CONTROLLI	MODI DI GASTO
A	Pacchetto coperture in generale	
A.1	Controllare - rispondenza alle indicazioni del progetto esecutivo	
A.2	- rispondenza alle schede tecniche del materiale	
A.3	- certificazioni dei materiali (resistenza meccanica, punzonamento, compatibilità chimica)	
A.4	- corretto stoccaggio dei materiali	
A.5	- corretta movimentazione dei materiali	
A.6	- verifica della conformità dei prodotti al capitolato (spessore e tipo di materiali, isolamento termico, strato separatore, ecc.);	
A.7	Controllare corretta installazione dell'impianto di protezione contro i fulmini secondo norme UNI e CEI.	
A.8	Controllare presenza/realizzazione di adeguati (per caratteristiche morfologiche e meccaniche) percorsi pedonali per ispezione/manutenzione e che questi siano protetti da elementi idonei	
B	Strato di supporto	
B.1	Controllare integrità del supporto, contiguità di posa, planarità di posa, assenza di residui sul piano di posa e privo di asperità significative e adeguata maturazione e/o asciugamento del cls	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
B.2	Controllare corrispondenza alle prescrizioni di progetto e assenza di difetti che riducano sensibilmente le prestazioni.	
B.3	Controllare che i piani di appoggio siano allineati come da progetto	[CF 10] Eccessiva deformazione lastre
B.4	Controllare che le superfici dei sostegni che verranno a contatto con la lamiera del tetto siano protetti da possibili corrosioni per effetto elettrochimico.	[CF 07] Rottura del fissaggio per corrosione
B.5	Se il supporto ha la possibilità di movimenti differenziali, controllare: - esistenza di uno strato di solidarizzazione del supporto (soprattutto per frecce differenziali).	[CF 04] Rottura manto per carico eccessivo [CF 10] Eccessiva deformazione lastre
B.6	- che i pannelli nel caso in cui costituiscano lo strato di supporto, siano solidali e adeguatamente vincolati tra loro	
B.7	- che i pannelli isolanti siano adeguatamente ancorati allo strato strutturale	[CF 10] Eccessiva deformazione lastre
	Elemento di supporto di calcestruzzo	
B.8	Verificare che la superficie di posa abbia la pendenza richiesta e sia piana con scostamenti locali dal piano teorico che non impediscano il regolare posizionamento degli elementi di supporto delle lastre (listelli, ecc.).	[CF 10] Eccessiva deformazione lastre
	Elemento di supporto metallico	

cod	CONTROLLI	MODI DI GASTO
B.9	Controllare che sia evitato il contatto diretto tra elementi metallici di diversa natura, tale da poter causare fenomeni di corrosione galvanica.	[CF 07] Rottura del fissaggio per corrosione
	Elementi di supporto di legno o metallo (listelli, tavolato)	
B.10	Controllare: <ul style="list-style-type: none"> - interasse - allineamento - planarità - fissaggi In particolare, gli errori di planarità non devono compromettere la funzionalità.	[CF 10] Eccessiva deformazione lastre
B.11	Controllare che la specie legnosa utilizzata nella copertura soddisfi le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> - stabilità dimensionale e resistenza meccanica soddisfacenti in relazione all'uso; - qualità estetiche se richieste; - durabilità naturale o conferita da trattamenti adeguati (impregnazioni, ecc.) alle azioni chimico biologiche 	[CF 15] Indebolimento della struttura
B.12	Controllare che al momento della fornitura il legno possieda una umidità lievemente minore di quella di equilibrio rispetto all'ambiente di applicazione, mediante adeguato periodo di stagionatura naturale o essiccazione artificiale, e comunque non maggiore del 18%.	[CF 10] Eccessiva deformazione lastre
B.13	Controllare che i semilavorati non presentino difetti che riducono sensibilmente la resistenza statica nel tempo; <ul style="list-style-type: none"> - per i segati di conifere si può fare riferimento alla UNI 8198 - per le conifere stesse e per le latifoglie non sono accettati in particolare i seguenti difetti: <ul style="list-style-type: none"> ▪ alterazioni biologiche (funghi e insetti); ▪ difetti localizzati (nodi, sacche di resina, cipollature, ecc.) che isolatamente o per il fatto che sono raggruppati, riducono la sezione resistente per più di 1/3; ▪ inclinazione della direzione delle fibre non maggiore di 1/4 rispetto all'asse geometrico degli elementi lignei; ▪ presenza di fenditure tali da compromettere la stabilità (assenza di lesioni, ecc.). 	[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti
B.14	Strato di tenuta all'aria, schermo al vapore, barriera, al vapore Controllare: <ul style="list-style-type: none"> - sormonti - raccordi Prevedere almeno 10 cm di sormonto	
B.15	Strato di isolamento termico Controllare: <ul style="list-style-type: none"> - posizione - battentatura 	[CF 11] Delocalizzazione
B.16	Controllare compatibilità chimica con i materiali posti a contatto	

cod	CONTROLLI	MODI DI GASTO								
	Materiali e componenti per lo strato separatore									
B.17	Controllare che il cartonfeltro bitumato sia posato per file parallele alla linea di gronda e il bordo inferiore di ogni foglio delle file successive alla prima sormontati di almeno 10 cm il bordo superiore di quello montato in precedenza, così da coprire la zona di chiodatura. In alternativa i foglio di polietilene possono essere posati termosaldando i bordi dei fogli.									
B.18	Controllare che i prodotti dello strato separatore non aderiscano né alla lamiera di copertura né al supporto al fine di agevolare il loro movimento reciproco									
C	Strato di tenuta – controlli generali									
C.1	Controllare rispetto delle pendenze di progetto, in relazione a: - altezza della greca - presenza giunti di testa - esposizione al vento - sistema di fissaggio, aggraffatura [Rif. Appendice D – Punto D1, D3]	[CF 13] Infiltrazioni dall'elemento di fissaggio [CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso								
C.2	Controllare che le lastre siano posate secondo la linea di massima pendenza, salvo differenti indicazioni progettuali, verificandone l'allineamento e la stabilità [Rif. Appendice D – Punto D6]	[CF 19] Riduzione o inadeguatezza della pendenza								
C.3	In caso di giunti intermedi di testa controllare il valore delle sovrapposizioni, i valori minimi di sovrapposizione in condizioni normali <table border="1" data-bbox="279 1196 762 1312"> <thead> <tr> <th>Pendenza in %</th> <th>Sovrapposizione in mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7 < P ≤ 10</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>10 < P ≤ 15</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>15 < P</td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table> [Rif. Appendice D – Punto D2]	Pendenza in %	Sovrapposizione in mm	7 < P ≤ 10	250	10 < P ≤ 15	200	15 < P	150	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
Pendenza in %	Sovrapposizione in mm									
7 < P ≤ 10	250									
10 < P ≤ 15	200									
15 < P	150									
C.4	Nel caso di sovrapposizione elementi limitata ad una sola greca, controllare che la sovrapposizione sia effettuata nel senso dei venti dominanti	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso								
C.5	Per i manti di copertura realizzati con nastri metallici piani utilizzando la tecnica di giunzione a doppia aggraffatura o a tassello, normalmente, controllare che siano rispettate le seguenti condizioni: - lunghezze di falda <6 m, non sono necessarie particolari precauzioni; - lunghezze di falda >6 m, si può utilizzare sia la tecnica di segmentazione del nastro con idonea giunzione delle lastre successive, sia il fissaggio per mezzo di linguette di ancoraggio di tipo scorrevole.	[CF 04] Rottura manto per carico eccessivo [CF 10] Eccessiva deformazione lastre [CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti								
C.6	Controllare corretta esecuzione delle aggraffature	[CF 13] Infiltrazioni dall'elemento di fissaggio								

cod	CONTROLLI	MODI DI GASTO
C.7	<p>Per le coperture utilizzanti lamiere nervate, grecate o pannelli compositi, controllare che siano adottate le seguenti indicazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lunghezze di falda <6 m, nessuna particolare prescrizione se il fissaggio della lastra avviene in corrispondenza della parte alta della nervatura; in tal caso l'elasticità dell'elemento di fissaggio consente di assorbire le dilatazioni; - lunghezze di falda >6 m, in funzione del coefficiente di dilatazione del materiale costituente la lastra, del tipo e del coefficiente di dilatazione del materiale costituente la struttura portante, dello schema della copertura (ventilata, non ventilata, ecc.) e del tipo di fissaggio occorre verificare la necessità di eseguire ancoraggi scorrevoli o adottare altri adeguati accorgimenti. Nel caso che non sia possibile compensare le dilatazioni è necessario segmentare le lastre. 	<p>[CF 04] Rottura manto per carico eccessivo</p> <p>[CF 10] Eccessiva deformazione lastre</p> <p>[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti</p>
C.8	Controllare conformità dei metodi di posa con le specifiche del produttore	
LASTRE E PANNELLI		
C.9	Controllare corretta chiusura delle viti di fissaggio	[CF 13] Infiltrazioni dall'elemento di fissaggio
C.10	Controllare aderenza tra le lastre ed assenza fessure in corrispondenza delle sovrapposizioni	[CF 20] Infiltrazione
C.11	Controllare allineamento lastre in riferimento alle nervature	
C.12	Controllare allineamento estremi delle lastre lungo il bordo (gronda, ecc.).	
C.13	Controllare eventuale piegatura della estremità delle lastre per realizzare il gocciolatoio in gronda o il risvolto al di sotto del colmo	[CF 20] Infiltrazione
C.14	Verifica della tenuta all'acqua, soprattutto nelle zone più complesse per effetto di raccordi, sormonti, scossaline, ecc	[CF 21] Infiltrazioni da difetti di dettagli
C.15	Controllare pulizia generale ed accurata del tetto mediante l'asportazione dei materiali residui, con particolare attenzione ai trucioli metallici provenienti dalle forature, che ossidandosi causano un rapido deterioramento della superficie	
C.16	Quando con una lamiera grecata si realizza un giunto di testa, controllare che il fissaggio sia eseguito su ogni greca per mezzo di viti con cappello di lamiera e guarnizione che ripete la sagoma della grecatura.	[CF 13] Infiltrazioni dall'elemento di fissaggio
FISSAGGI		
C.17	<p>Fissaggio su carpenteria metallica</p> <p>Controllare che il fissaggio sia realizzato per mezzo di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - viti autofilettanti (generalmente su supporto di spessore fino a 3 mm); - viti autoformanti (generalmente su supporto di spessore maggiore di 3 mm); - viti autoperforanti; - ganci filettati con dado. 	<p>[CF 07] Rottura del fissaggio per corrosione</p> <p>[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti</p>

cod	CONTROLLI	MODI DI GASTO
C.18	<p>Fissaggio su strutture di conglomerato cementizio armato Per il fissaggio su strutture di conglomerato cementizio armato controllare che gli idonei elementi di supporto di acciaio, legno o altro materiale, ancorati alla struttura portante siano adeguatamente fissati con elementi idonei rispetto al conglomerato cementizio</p>	<p>[CF 07] Rottura del fissaggio per corrosione [CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti</p>
C.19	<p>Fissaggio su carpenteria di legno Controllare che il fissaggio sia realizzato per mezzo di: - viti a legno; - ganci filettati. Non possono essere utilizzate viti autoformanti.</p>	<p>[CF 07] Rottura del fissaggio per corrosione [CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti</p>
C.20	<p>Fissaggi di cucitura Per i fissaggi delle lamiere tra loro, lungo il bordo parallelo alle nervature, controllare che siano utilizzati, ove necessario, i seguenti prodotti: - rivetti di diametro minimo 3,8 mm; - viti apposite di diametro minimo 4,2 mm. La distanza dei fissaggi di cucitura non deve essere maggiore di 1 000 mm.</p>	<p>[CF 07] Rottura del fissaggio per corrosione [CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti</p>
C.21	<p>Controllare che i fissaggi siano stati determinati correttamente allorché le lastre profilate siano utilizzate anche come controventatura.</p>	<p>[CF 07] Rottura del fissaggio per corrosione [CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti</p>
C.22	<p>Controllare che lungo le linee del colmo, della gronda e dei compluvi, delle sovrapposizioni e delle parti aggettanti dal perimetro della costruzione, siano intensificati i fissaggi</p>	<p>[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti</p>
C.23	<p>Qualora per giustificati motivi si adottino fissaggi situati nella parte bassa della greca delle lastre si deve controllare, oltre la resistenza del fissaggio, se esistano pericoli di sollevamento della copertura in caso di sforzi di depressione e di sfilamento della lamiera dalla testa delle viti ed evitare infiltrazioni di acqua</p>	<p>[CF 07] Rottura del fissaggio per corrosione [CF 13] Infiltrazioni dall'elemento di fissaggio [CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti</p>
C.24	<p>Controllare corretto diametro del foro pilota.</p>	<p>[CF 10] Eccessiva deformazione lastre [CF 13] Infiltrazioni dall'elemento di fissaggio</p>
C.25	<p>Controllare che i fori pilota siano trapanati e non punzonati.</p>	<p>[CF 10] Eccessiva deformazione lastre</p>
C.26	<p>Controllare la perpendicolarità degli elementi di fissaggio rispetto agli elementi di supporto, per non indurre sollecitazioni nell'elemento stesso, nella struttura, nell'elemento fissato, ed assicurare il buon punzonamento della rosetta.</p>	<p>[CF 10] Eccessiva deformazione lastre [CF 13] Infiltrazioni dall'elemento di fissaggio</p>
C.27	<p>Controllare le dimensioni ed il tipo di rosetta ed eventuale cappello adeguati al carico;</p>	<p>[CF 14] Delocalizzazione manto per rottura dei supporti</p>
C.28	<p>Controllare le dimensioni ed il tipo della guarnizione per la tenuta all'acqua come indicato in progetto</p>	<p>[CF 13] Infiltrazioni dall'elemento di fissaggio</p>
C.29	<p>Controllare la coppia di serraggio (per gli elementi di collegamento filettati) indicata dal fornitore, per evitare deformazioni dell'elemento di tenuta.</p>	<p>[CF 10] Eccessiva deformazione lastre</p>

cod	CONTROLLI	MODI DI GASTO				
C.30	<p>Ventilazione (se prevista) Per una copertura ventilata controllare che sia prevista, al di sotto dell'elemento di supporto dell'elemento di tenuta, una intercapedine destinata ad assicurare il libero passaggio dell'aria.</p> <table border="1" data-bbox="268 479 778 591"> <tr> <td data-bbox="268 479 523 533">altezza minima di 4 cm</td> <td data-bbox="523 479 778 533">per falda di lunghezza fino a 12 m</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 533 523 591">minima di 6 cm</td> <td data-bbox="523 533 778 591">per falde di lunghezza maggiore</td> </tr> </table> <p>Il flusso d'aria di ventilazione deve essere assicurato mediante colmo ventilato, aperture lungo la gronda ed eventuali bocchette di aerazione.</p>	altezza minima di 4 cm	per falda di lunghezza fino a 12 m	minima di 6 cm	per falde di lunghezza maggiore	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso
altezza minima di 4 cm	per falda di lunghezza fino a 12 m					
minima di 6 cm	per falde di lunghezza maggiore					
D	Punti singolari					
D.1	Controllare l'esecuzione dei particolari secondo quanto indicato dai produttori/progettisti (collegamenti a tenuta, sigillature, materiali)					
D.2	Controllare che l'elemento di colmo sia realizzato in modo da tener conto delle dilatazioni termiche. [Rif. Appendice D – Punto D4, D5]	[CF 10] Eccessiva deformazione lastre				
D.3	Controllare che le scossaline siano realizzate in modo da assorbire le eventuali tolleranze esistenti tra le misure teoriche e quelle che si hanno in cantiere.					
D.4	Controllare che le scossaline in generale siano disposte in modo tale che la pioggia battente su di esse venga convogliata sul tetto piuttosto che all'esterno e defluisca quindi sicuramente in un canale di raccolta					
	Linea di gronda					
	Sistema areazione/antivoltale					
D.5	Al fine di sostenere la prima fila di pannelli presagomati e come supporto delle staffe reggi gronda controllare che lo spessore sia determinato tenendo conto della sua funzione di sostegno della prima fila di pannelli e di non ostruire i canali di ventilazione per una corretta posa delle tegole al fine di evitare ostruzioni dei canali di ventilazione	[CF 17] Umidità, macchie d'acqua all'intradosso				
D.6	Controllare che sia permesso l'ingresso dell'aria nel sottomanto ed impedito l'ingresso di volatili.					
	Lastra finale di gronda					
D.7	Controllare sporgenza di gronda secondo progetto, tale da permettere il corretto deflusso delle acque verso la gronda e tale che non siano superati i valori di sicurezza della lunghezza di sbalzo dall'ultimo arcareccio.					
	Linea di colmo					
	Scossalina/lastra di colmo					
D.8	Controllo corrispondenza alle prescrizioni di progetto e assenza di difetti che riducano sensibilmente le prestazioni, in relazione a: <ul style="list-style-type: none"> - posizionamento - fissaggio 					
	Sistema di areazione					
D.9	Controllare che sia permessa l'uscita dell'aria dal sottomanto ed evitata l'infiltrazioni di acqua, neve e polvere, oltre che impedito l'ingresso di volatili.					
	Elementi passanti					
D.10	Verificare che siano utilizzati gli appositi faldali e controllare la corretta esecuzione delle sigillature					

cod	CONTROLLI	MODI DI GASTO								
E	Smaltimento acque meteoriche [Rif. UNI EN 12056-3]									
E.1	Controllare corrispondenza alle prescrizioni di progetto e assenza di difetti che riducano sensibilmente le prestazioni									
E.2	Controllare che la realizzazione delle linee di gronda sia tale che: - l'acqua piovana sia convogliata verso la gronda (se esiste) o verso il suolo senza che vi siano ritorni d'acqua o comunque si bagnino parti della copertura o della parte sottostante non previste;									
E.3	- gli eventuali blocchi di neve, se previsti, possano scivolare dalla copertura senza danneggiare la gronda;									
E.4	Eccetto quando sono utilizzati dispositivi frangi-neve o altre precauzioni, nelle regioni in cui la neve si accumula sulle coperture, controllare che il bordo superiore del canale di gronda non superi la linea di scivolamento della copertura.									
E.5	Controllare che siano previste delle griglie o dei filtri alla bocca di efflusso per evitare l'ingresso di terra e terriccio nel sistema di scarico della copertura.									
E.6	Quando un pluviale scarica su una copertura più bassa o su un'area pavimentata, controllare che sia prevista una scarpa (preferibilmente antispruzzo) per allontanare l'acqua dall'edificio. In corrispondenza dello scarico della scarpa controllare che sia previsto un rinforzo									
E.7	Controllare presenza di un "troppo pieno", salvo diversamente indicato in progetto									
E.8	Controllare che l'eventuale "troppo pieno" sia ad un'altezza inferiore al risalto									
E.9	Controllare che la spaziatura massima tra le staffe sia di 50 cm nel caso delle grondaie pendenti e di 40 cm nel caso delle grondaie "all'inglese"									
E.10	<p>Controllare che il materiale dei ganci sia compatibile con quello della grondaia (per evitare fenomeni elettrolitici)</p> <table border="1" data-bbox="236 1361 746 1527"> <thead> <tr> <th data-bbox="236 1361 491 1397">Ganci</th> <th data-bbox="491 1361 746 1397">Grondaia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="236 1397 491 1431">Acciaio zincato</td> <td data-bbox="491 1397 746 1431">Zinco</td> </tr> <tr> <td data-bbox="236 1431 491 1464">Rame</td> <td data-bbox="491 1431 746 1464">Rame</td> </tr> <tr> <td data-bbox="236 1464 491 1527">Acciaio zincato o inossidabile</td> <td data-bbox="491 1464 746 1527">Acciaio inossidabile</td> </tr> </tbody> </table>	Ganci	Grondaia	Acciaio zincato	Zinco	Rame	Rame	Acciaio zincato o inossidabile	Acciaio inossidabile	
Ganci	Grondaia									
Acciaio zincato	Zinco									
Rame	Rame									
Acciaio zincato o inossidabile	Acciaio inossidabile									

9. Appendici

9.1. Appendice A

A.1 Accessibilità della copertura in base alla pendenza, nel caso di elemento portante in muratura

Destinazione della copertura	Pendenza (in %)	
	Minima	Massima ⁽¹⁾
Inaccessibile	0	∞
Tecnica	0	7
Tetto-giardino pensile	0	5
Accessibile ai pedoni	1	5
Accessibile ai veicoli	1	5
Percorsi pedonali	0	50
Rampa d'accesso per i veicoli	1	20

⁽¹⁾ Nel caso particolare dell'asfalto, la pendenza massima è:
 - 3 % nelle parti correnti
 - 15 % nel caso di rampe

Tabella 9: accessibilità copertura in base alla pendenza, per muratura

A.2 Accessibilità della copertura in base alla pendenza, nel caso di elemento portante in lamiera d'acciaio grecate

Destinazione della copertura	Pendenza (in %)	
	Minima	Massima ⁽¹⁾
Inaccessibile	3	∞
Tecnica	3	5
Percorsi pedonali	3	50

⁽¹⁾ Per l'asfalto la pendenza massima è anche la minima, cioè 3 %

Tabella 10: accessibilità copertura in base alla pendenza, per lamiera d'acciaio grecate

A.3 Accessibilità della copertura in base alla pendenza, nel caso di elemento portante in legno o in pannelli derivati dal legno

Destinazione della copertura	Pendenza (in %)	
	Minima	Massima ⁽¹⁾
Inaccessibile	3	∞
Tecnica	3	7
Percorsi pedonali	3	50

⁽¹⁾ Per l'asfalto la pendenza massima è anche la minima, cioè 3 %

Tabella 11: accessibilità copertura in base alla pendenza, per legno o pannelli

A.4 Accessibilità della copertura in base alla pendenza, nel caso di elemento portante in solette di calcestruzzo cellulare, autoclavato e armato

Destinazione della copertura	Pendenza (in %)	
	Minima	Massima ⁽¹⁾
Inaccessibile	1	∞
Tecnica	1	7
Percorsi pedonali	1	50

Tabella 12: accessibilità copertura in base alla pendenza, per solette di calcestruzzo

A.5 Altezza H dei risvolti

Tipo di copertura	Pendenza (in %)	Valore minimo di H (mm)
Inaccessibile	Nulla	150
	Da 1 a 5	100
	> 5	100, per il caso generale 150, per i risvolti di gronda situati al piede di falde con pendenza ≤ 20 % 250, per risvolti di gronda situati al piede di falde con pendenza > 20 %
Tecnica	Nulla	150
	Da 1 a 5	100
Accessibile, con protezione di impermeabilizzazione diversa da quella mediante quadrotte su piedini	Da 1 a 5	100
Accessibile, con protezione di impermeabilizzazione mediante quadrotte su piedini	Da 0 a 5	100 rispetto all'appoggio dei piedini - quando il livello finito delle quadrotte è al di sopra dell'altezza dei risvolti - quando il grigliato è disposto lungo il risvolto - quando un rivestimento a pannelli verticali impermeabile ricade al di sotto del livello inferiore delle solette 100 al di sopra del livello finito delle quadrotte, quando quest'ultimo è al di sotto dell'altezza dei risvolti
Tetto-giardino	Da 0 a 5	150 al di sopra della terra vegetale

Nota: in certi casi (principio di scarico pluviale laterale), tali valori sono aumentati per permettere la posa in opera del risvolto e del retro della piastra d'entrata di acqua piovana

Tabella 13: altezza H dei risvolti

A.6 Giunti di struttura

Destinazione della copertura		Giunto ordinario sporgente	Giunto piatto sopraelevato	Giunto piatto
Inaccessibile o tecnica		Sì	Sì	No
Accessibile ai pedoni	Quadrotte su piedini	Sì	Sì	No
	Elementi diversi dalle quadrotte su piedini	Sì	Sì	Sì
Accessibile ai veicoli		Sì	Sì	Sì
Tetto-giardino		Caso particolare		No

Tabella 14: giunti di struttura

9.2. Appendice B [COPERTURE PIANE]

B.1 Frazionamento della protezione dura

Condizioni di frazionamento nelle diverse tipologie di protezione dura					
Destinazione d'uso della copertura	Tipo di protezione	Giunto perimetrale	Giunto nella parte corrente ⁽¹⁾		
			Distanza L tra giunti	Superficie massima tra giunti ⁽²⁾	Larghezza
Pedonabile	Massetto in malta o pavimentazione in cls armato	$S_i \geq 2$ cm	≤ 4 m	≤ 10 m ²	1-2 cm
	Pavimentazioni a masselli	$S_i \geq 2$ cm	Non applicabile ⁽³⁾	–	–
	Quadrotte posate a secco o su malta	$S_i \geq 2$ cm	≤ 6 m	(36 m ²)	≥ 2 cm
	Quadrotte su piedini	$S_i \geq 2-5$ cm	Larghezza di una soletta	–	2-5 mm tra solette
Carrabile	Pavimentazioni in cls armato	$S_i \geq 2$ cm	4-5 m	(16 – 25 m ²)	≥ 2 cm
	Conglomerato bituminoso	No	Non applicabile ⁽⁴⁾	–	–

⁽¹⁾ I giunti di frazionamento, sia perimetrici che nella parte corrente, devono essere protetti con un prodotto o un dispositivo impercettibile adatto alle deformazioni.
⁽²⁾ Le superfici tra parentesi corrispondono a estrapolazioni di lunghezze massime tra giunti della parte corrente.
⁽³⁾ Le piccole dimensioni dei masselli fanno s' che la loro dilatazione e il loro ritiro siano minimi, comportanti l'inutilità dei giunti nella parte corrente.
⁽⁴⁾ L'elasticità del conglomerato bituminoso comporta l'inutilità dei giunti di frazionamento

Tabella 15: condizioni di frazionamento nelle diverse tipologie di protezione dura

B.2 Coperture accessibili ai veicoli

Destinazione d'uso	Strato di desolidarizzazione			Calcestruzzo		Frazionamento perimetrale e nella parte corrente		
	Tessuto non tessuto sintetico di 170 g/m ² sotto i granuli	Granuli		Tessuto non tessuto sintetico di 170 g/m ² sopra i granuli	Dosaggio del cemento	Spessore (in cm)	Larghezza dei giunti (in cm)	Distanza tra i giunti
Spessore (in cm)	Granulometria							
Accessibile ai veicoli leggeri	Sì	≥ 3	3-15	Sì	350 kg/m ³ di cls armato	≥ 6	≥ 3	4-5 m
Accessibile ai mezzi pesanti	Sì	2-4	5-15	Sì	350 kg/m ³ di cls	Da dimensionare in maniera specifica		

Tabella 16: caratteristiche delle protezioni per coperture carrabili

B.3 Composizione delle protezioni per coperture piane con un rivestimento impermeabilizzante bistrato in bitume elastomerico

Caratteristiche delle protezioni per coperture accessibili ai pedoni								
Tipologia di protezione e modalità di posa		Desolidarizzazione				Spessore della malta in cm	Spessore del cls in cm	
		Soluzione n. 1	Soluzione n. 2					
			Sabbia (spessore in cm)	Tessuto non tessuto sottostante	Granulati			Tessuto non tessuto ($\geq 170 \text{ g/m}^2$)
Spessore (in cm)	Granulometria (in mm)							
Protezione gettata (1) (6) (7)		Scons.	No	$\geq 3 \text{ cm}$	3-15	Sì	≥ 4	
Protezione posata	A secco	Quadrotte giunti stretti non rivestiti	Scons.	No	≥ 3	3-15	No	-
		Quadrotti giunti larghi rivestiti ⁽²⁾	≥ 3	No	≥ 3	3-15	No	(3)
		Masselli ⁽⁴⁾	≥ 6	No	-	-	No	-
	Su malta, giunti larghi rivestiti	Scons.	No	≥ 3	3-15	-	(5)	-
Quadrotte su piedini		Senza oggetto	No	Senza oggetto	Senza oggetto	Senza oggetto	-	-

(1) Per superfici $\leq 30 \text{ m}^2$, lo strato di desolidarizzazione può essere un tessuto non tessuto sintetico di 170 g/m^2 , sormontato da un film in polietilene di $100 \mu\text{m}$.

(2) Sono ammesse queste due possibilità di desolidarizzazione: "sabbia" o "granulato + tessuto non tessuto". L'uso della sabbia è sconsigliato.

(3) La malta è posizionata tra giunti larghi.

(4) Ammessa solo la posa su sabbia.

(5) La malta costituisce contemporaneamente il letto di posa e il riempimento dei giunti.

(6) La protezione gettata è quasi sempre completata da un rivestimento, per ragioni estetiche.

(7) Le protezioni gettate sono preferibilmente armate

Tabella 17: caratteristiche delle protezioni per coperture accessibili ai pedoni

B.4 Protezione dei risvolti

Tipologia di protezione	Destinazioni d'uso della copertura piana			
	Inaccessibile Calpestabile	Accessibile ai pedoni salvo quadrotte u piedini Accessibile ai veicoli	Accessibile ai pedoni con quadrotte su piedini	Tetto-giardino
Autoprotezione	Ammesso	Da evitare ⁽¹⁾	Ammesso se la protezione in testa al risvolto è al livello delle quadrotte su piedini ⁽²⁾	Ammesso ⁽³⁾
Protezione dura o strato continuo riportato smontabile	Ammesso	Ammesso	Ammesso	Ammesso

(1) Alcune soluzioni ammettono, nel caso di accessibilità dei pedoni, risvolti autoprotetti costituiti da fogli di acciaio inossidabile integrati. Dal nostro punto di vista, questa soluzione è da riversarsi per le coperture piane a basso rischio di vandalismo e previo accordo con il committente.

(2) Sconsigliato se il risvolto è al di sopra del livello finito delle quadrotte su piedini. In questo caso i risvolti sono ripartiti da una protezione dura o almeno da uno schermo continuo rapportato smontabile.

(3) Le soluzioni del rivestimento impermeabilizzante doppio strato previsto nei tetti-giardino ammettono l'autoprotezione, per il fatto che ci sono due strati di risvolti, lo spessore del doppio strato è importante ed è fortemente armato. Nel caso di risvolti in bitume ossidato, la protezione dei risvolti è necessariamente eseguita con una protezione dura.

Tabella 18: caratteristiche della protezione dei risvolti in riferimento alla destinazione d'uso

9.3. Appendice C [COPERTURE INCLINATE A ELEMENTI DI PICCOLE DIMENSIONI]

C.1 Pendenza minima e massima delle falde [norma UNI 9460 par. 5.2.1.1]

	Pendenza		Tegole		Coppi	
	In %	In gradi	Sovrapposizione	Consigli per la posa in opera	Sovrapposizione cm	Consigli per la posa in opera
	oltre 100	oltre 45°	Incastro	Fissaggio totale	7	Fissaggio
	60 ÷ 100	30° 57' ÷ 45°		Fissaggio della file di gronda e di 1 tegola ogni 5 nel resto della copertura		
	45 ÷ 60	24° 13' ÷ 30° 57'		Senza fissaggio	7 ÷ 9	Fissaggio consigliato
	35 ÷ 45	19° 17' ÷ 24° 13'				
Pendenza consigliato minima marsigliesi	35	19° 17'				
Pendenza minima ⁽¹⁾	30	16° 42'			9	
Pendenze sconsigliate	< 30	< 16° 42'				
Nota	Le pendenze di posa dei coppi comprese tra (30 ÷ 35)% sono adottabili, secondo le indicazioni del produttore, in relazione alla tipologia dell'elemento, alla lunghezza di falda e alla zona climatica.					
⁽¹⁾	Escluse marsigliesi					

Tabella 19: pendenza minima e massima delle falde

C.2 Lunghezza delle falde [norma UNI 9460 par. 5.2.1.1]

Tipo di tegola	Regioni	Lunghezza massima della falda, in metri
Marsigliese, portoghese, olandese e tipi assimilati	Italia del nord e zone appenniniche	10
	Italia centrale, meridionale e insulare	12
Coppi	Tutto il territorio nazionale	10
Nota	Le lunghezze massima della falda sono misurate in proiezione orizzontale	

Tabella 20: lunghezza delle falde

C.3 Caratteristiche significative delle tegole di laterizio [norma UNI 9460 par. 8.1.1.2]

Prodotto	Tegole e coppi di laterizio	Metodo di prova
Aspetto UNI EN 1304	Difettosità ammessa <5%	UNI EN 1304
Marchatura	Almeno il 50% delle tegole deve presentare una marchatura indelebile (codificata o meno) in cui sia possibile identificare: <ul style="list-style-type: none"> - l'azienda produttrice; - la nazione di origine; - l'anno ed il mese di produzione; - il tipo di prodotto (facoltativo) 	UNI EN 1304
Dimensioni individuali	Tolleranza ⁽¹⁾ : ± 2 % (tegole)	UNI EN 1024
Dimensioni di ricoprimento ⁽²⁾	Tolleranza ⁽¹⁾ : ± 2 % (tegole)	UNI EN 1024
Rettilinearità	Rettilinearità R : R $\leq 1,5$ % (per tegole la cui lunghezza totale dichiarata è > 300 mm) R ≤ 2 % (per tegole la cui lunghezza totale dichiarata è ≤ 300 mm)	UNI EN 1024
Uniformità profilo trasversale (solo coppi)	Scostamenti della larghezza misurata sulla parte stretta e larga della tegola: $\Delta E_1 \leq 15$ mm $\Delta E_2 \leq 15$ mm	UNI EN 1024
Planarità	Coefficiente di planarità C : C $\leq 1,5$ % (per tegole la cui lunghezza totale dichiarata è > 300 mm) C ≤ 2 % (per tegole la cui lunghezza totale dichiarata è ≤ 300 mm)	UNI EN 1024
Carico di rottura a flessione	Tegole piatte: F ≥ 600 N Tegole con incastro laterale: F ≥ 900 N Tegole convesse (tipo coppi ed embici): F $\geq 1\ 000$ N Altre tegole (tipo marsigliesi, portoghesi, olandesi): F $\geq 1\ 200$ N	UNI EN 538
Impermeabilità	Categoria 1 Metodo di verifica 1 - fattore di impermeabilità: IF _{min (singolo)} $\leq 0,6$ cm ³ /cm ² gg IF _{min (medio)} $\leq 0,5$ cm ³ /cm ² gg Metodo di verifica 2 - coefficiente di impermeabilità: IC _{min (singolo)} $\leq 0,85$ IC _{min (medio)} $\leq 0,80$ UNI EN 539-1 Categoria 2 Metodo di verifica 1 - fattore di impermeabilità: IF _{min (singolo)} $\leq 0,9$ cm ³ /cm ² gg IF _{min (medio)} $\leq 0,8$ cm ³ /cm ² gg Metodo di verifica 2 - coefficiente di impermeabilità: IC _{min (singolo)} $\leq 0,95$ IC _{min (medio)} $\leq 0,925$	UNI EN 539-1
Resistenza al gelo	<ul style="list-style-type: none"> - Preimmersione sottovuoto - 50 cicli gelo/disgelo - Analisi finale su aspetto e peso 	UNI EN 539-2 Metodo C
⁽¹⁾ Rispetto al valore dichiarato. ⁽²⁾ Per le tegole ad incastro può essere scelto di dichiarare le dimensioni individuali oppure quelle di sovrapposizione.		

Tabella 21: caratteristiche significative delle tegole di laterizio

C.4 Caratteristiche significative delle tegole di calcestruzzo [norma UNI 9460 par. 8.1.2.2]

	Tegole di calcestruzzo	Metodo di prova
Aspetto	Difettosità ammessa < 5 %	UNI 8635-1
Marcatura	Almeno il 50% delle tegole deve presentare una marcatura indelebile (codificata o meno) in cui sia possibile identificare: <ul style="list-style-type: none"> - Data di produzione - Stabilimento di produzione - Modello del prodotto 	UNI EN 490
Larghezza di copertura	Tolleranza ⁽¹⁾ : ± 1,5 mm	UNI EN 490 UNI EN 491
Lunghezza di aggancio	Tolleranza: ± 4 mm	UNI EN 490 UNI EN 491
Ortometria	Tolleranza: ≤ 4 mm	UNI EN 490 UNI EN 491
Planarità	Tolleranza: ≤ 3 mm	UNI EN 490 UNI EN 491
Carico di rottura a flessione	In funzione della profondità dell'onda e della larghezza della copertura media (vedere prospetto 1 della UNI EN 490)	UNI EN 490 UNI EN 491
Impermeabilità	Assenza di caduta di gocce d'acqua dopo 20 h	UNI EN 490 UNI EN 491
Resistenza al gelo	Successiva prova di flessione e di impermeabilità UNI EN 490 e UNI EN 491 F ≥ 2 000 N dopo 28 d	UNI EN 490 UNI EN 491

⁽¹⁾ Rispetto al valore dichiarato.

Tabella 22: caratteristiche significative delle tegole di calcestruzzo

C.5 Pendenza – sovrapposizione e interasse di posa per tegole [norma UNI 9460 par. 5.2.1.2]

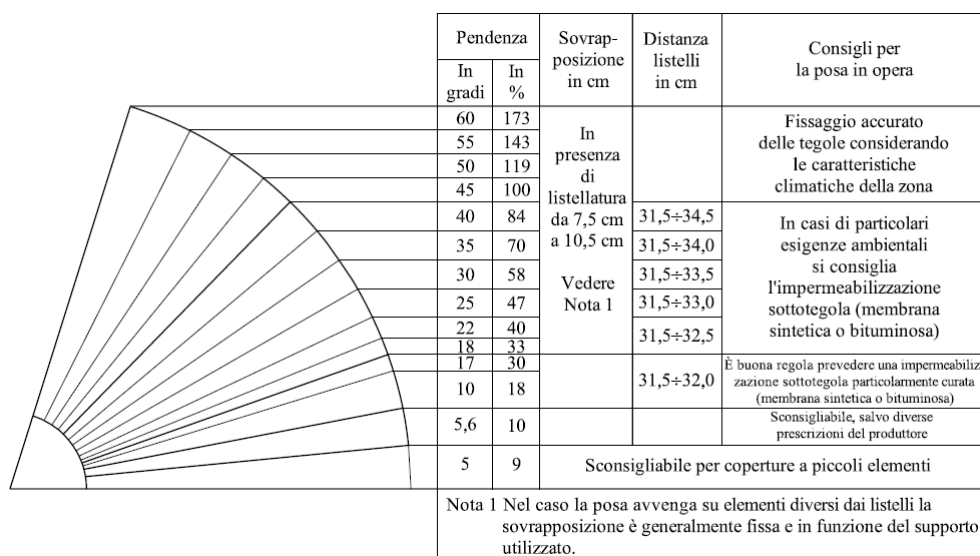


Grafico 2: pendenza-sovrapposizione e interasse di posa per tegole di calcestruzzo

9.4. Appendice D [COPERTURE INCLINATE A ELEMENTI DI GRANDI DIMENSIONI]

D.1 Pendenza coperture senza giunti intermedi di testa [norma UNI 10372 par. 5.3.1.1]

Diagramma a titolo esemplificativo e per le altezze di greca indicate, indicativo delle pendenze minime P per coperture grecate senza giunti di testa ed esposizione al vento normale

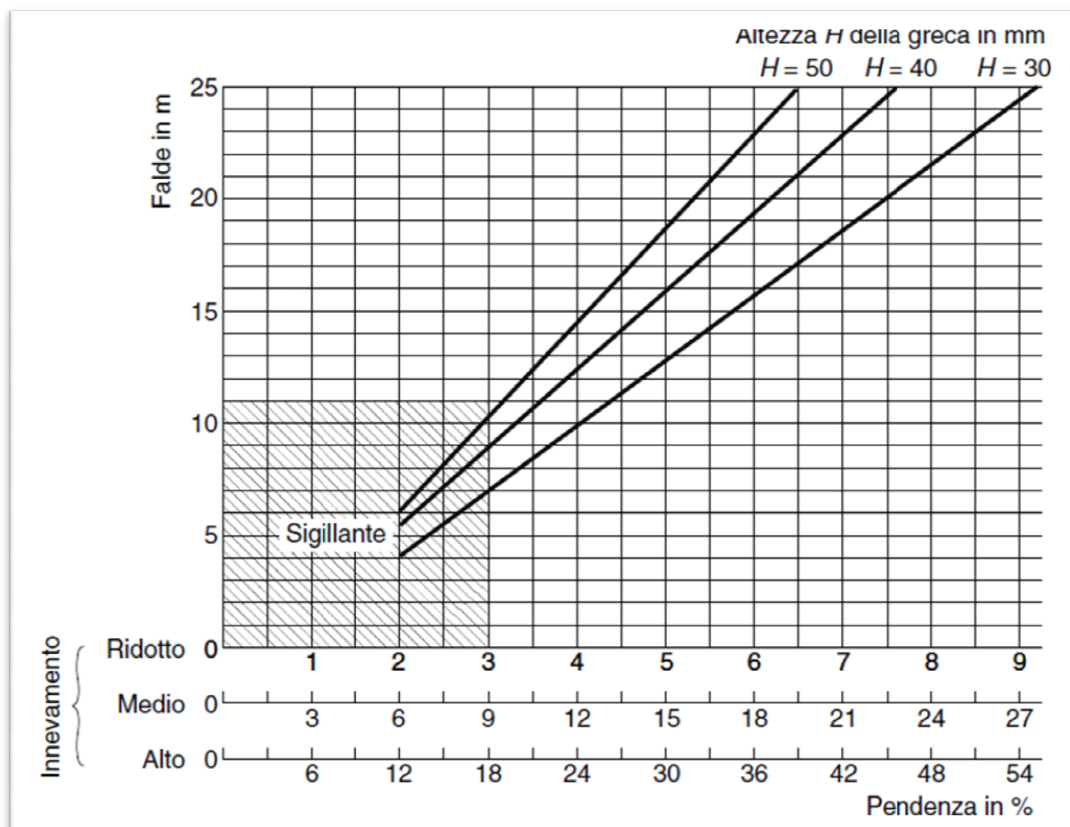


Grafico 3: pendenze minime P per coperture grecate

D.2 Coperture con giunti intermedi di testa [norma UNI 10372 par. 5.3.1.2]

Il valore della pendenza minima delle coperture con giunti intermedi di testa può essere rilevato dal diagramma precedente maggiorandolo, per falde con pendenza minore del 25%, di un valore pari a $(0,2 \cdot L)$ dove L è la lunghezza della falda espressa in metri.

Esempio:

altezza H della greca = 30 mm, lunghezza della falda = 18 m, pendenza come da diagramma = 7%, innnevamento ridotto, pendenza minima = $7 + 0,2 \cdot L = 7 + 3,6 = 10,6\%$.

La sovrapposizione dei giunti intermedi di testa deve essere in funzione della pendenza, della nevosità e della esposizione al vento.

Pendenza in %	Sovrapposizione in mm
$7 < P \leq 10$	250
$10 < P \leq 10$	200
$15 < P$	150

Tabella 23: valori minimi di sovrapposizione

D.3 Lastre piane e nastri [norma UNI 10372 par. 5.3.2]

La pendenza minima di falde realizzate con sistemi a lastre o nastri piani è in funzione delle tecniche di giunzione utilizzate e risulta, in condizioni normali, non minore del 5%. In casi particolari, adottando adeguati sistemi di impermeabilizzazione dei giunti, è possibile realizzare coperture con pendenze minori.

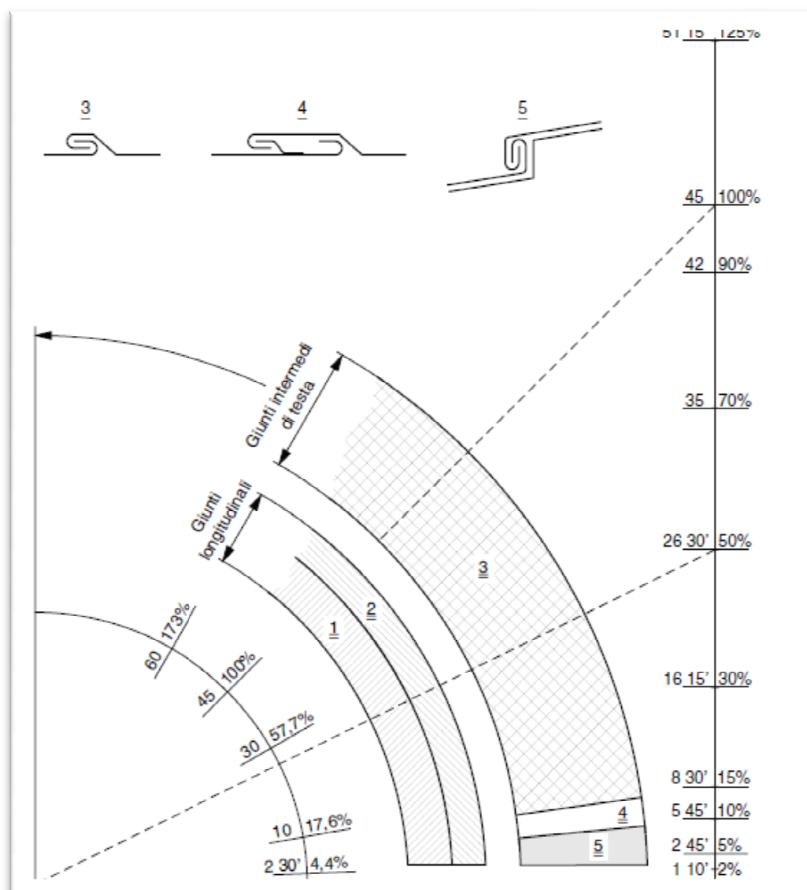


Grafico 4: abaco per la scelta del tipo di giunto in funzione della pendenza

Legenda:

- 1 Giunto longitudinale a doppia aggraffatura
- 2 Giunto longitudinale a tassello
- 3 Giunto intermedio di testa ad aggraffatura semplice
- 4 Giunto intermedio di testa ad aggraffatura doppia o sovrapposizione ed aggraffatura
- 5 Giunto intermedio di testa a gradini aggraffati

D.4 Coefficiente di dilatazione termica [norma UNI 10372 par. 5.4.1]

Materiale	Coefficiente di dilatazione termica
Alluminio	$23,6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Acciaio	$12,0 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Acciaio inox AISI 304	$17,0 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Piombo	$29,3 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Rame	$16,8 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Zinco	$27,4 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Zinco al titanio	$22,0 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Tabella 24: coefficiente di dilatazione termica

D.5 Intervallo di temperatura [norma UNI 10372 par. 5.4.1]

Tipo di rivestimento	Temperatura superficiale °C	
	min.	max.
non isolato: chiaro	-15	+50
scuro	-15	+50
isolato: chiaro	-20	+60
scuro	-20	+80
Nota: Dove con "isolato o non" si intende la presenza o meno di uno strato isolante interposto tra la lamiera e la struttura; con "chiaro o scuro" si intende il colore superficiale della lamiera.		

Tabella 25: intervallo di temperatura

D.6 Verifiche di stabilità

La metodologia di calcolo per gli elementi di copertura deve attenersi alla normativa vigente, nazionale ed europea.

In alternativa la portanza delle lastre può essere ottenuta tramite prove di laboratorio.

Per quanto riguarda la deformabilità, la freccia dell'elemento non deve essere maggiore, per le coperture, di 1/200 della luce tra gli appoggi nella condizione più sfavorevole (secondo quanto previsto dalla legislazione vigente DM 14 gennaio 2008).

Per lastre piane e nastri deve essere verificata la predetta freccia elastica del supporto continuo su cui sono posate.

D.7 Protezione contro i fulmini

Si rammenta infine che la copertura metallica, purché realizzata con gli spessori previsti dalla CEI 81-1 e, come la stessa norma prescrive, non sia a contatto con materiali combustibili, può assolvere anche alla funzione di organo di captazione naturale. In tale caso è necessario assicurare la continuità elettrica tra le lastre per mezzo di giunzioni per brasatura, aggraffatura o rivettatura.

Infine, connettendo tra loro copertura, gronda metallica e tubi pluviali metallici, questi ultimi, purché di sezione idonea (spessore di parete · circonferenza del tubo), possono essere impiegati anche come organi di discesa naturali.

10. Conclusioni

Il presente lavoro ha descritto l'elaborazione di un metodo per il controllo tecnico in edilizia, in particolare per l'implementazione di schede di controllo tecnico volte al raggiungimento della qualità in determinati elementi tecnici.

Gli aspetti fondamentali perseguiti nella stesura dei vari controlli, la qualità in edilizia e la sua correlazione con il controllo, sono stati la parte più districata da sciogliere.

Bisognava riuscire a creare un metodo che ci permettesse di controllare la qualità degli elementi tecnici mediante il loro comportamento, prescindendo da come tale requisito venisse ottenuto con le diverse tipologie ambientali e tecnologiche possibili, cioè con le soluzioni progettuali possibili. In altre parole, si è cercato di esprimere la qualità attraverso le prestazioni connotanti, cioè di *cosa* si vuole dall'oggetto edilizio e non di *come* si vuole l'oggetto edilizio. Ne è conseguito che l'accettabilità delle prestazioni di un'opera edilizia, la sua capacità di offrire comportamenti congruenti e adeguati alle richieste, in sintesi la sua qualità, ha senso solo se è controllabile, cioè se è assoggettabile a determinate modalità di verifica atte a certificarle.

Rispecchiando questi concetti essenziali, il metodo sviluppato è risultato funzionale, duttile e di semplice applicazione. La parte dell'analisi dei guasti e l'elaborazione della banca dati correlata alle prescrizioni progettuali suddivise nei vari momenti della vita di un organismo edilizio (progettazione, esecuzione e gestione) si è rivelata di carattere innovativo se riferita alla sua collocazione all'interno del processo di controllo: normalmente le indagini patologiche vengono impiegate a posteriori rispetto alla manifestazione di un degrado, invece in questo caso, per meglio comprendere, analizzare e affrontare tutti gli aspetti legati alla qualità di determinati elementi tecnici, tali indagini sono state effettuate in anticipo. Questo ha consentito di accedere ad una vasta quantità di informazioni basate sul comportamento dell'organismo edilizio in opera ed ad un districato collegamento delle funzioni prestazionali tra le vari parti degli elementi tecnici considerati, altrimenti inaccessibile con metodi convenzionali.

Infine, la correlazione con i risultati ottenuti dall'analisi prestazionale ha permesso di approfondire con completezza tutte le problematiche inerenti e di conseguenza stilare controlli il più dettagliati possibile.

Si deve comunque ricordare che il "prodotto edilizio" è sempre in continua evoluzione, l'aumento della sua complessità funzionale e, soprattutto, tecnologica ha diffuso la presenza negli edifici di apparati e dispositivi più macchinosi o sofisticati che richiedono controlli più articolati, quindi le prescrizioni progettuali riportate in questo testo devono essere aggiornate in continuo per rispettare le condizioni necessarie per la loro accettabilità qualitativa.

Si raggiunge così la consapevolezza che il controllo è strettamente necessario a migliorare tutto il processo edilizio e non deve essere considerato solo come fine a se stesso per dare un "voto" o accertarne la conformità, ma serve come feedback per progettare, costruire e gestire un organismo edilizio a regola d'arte.

Un'altra importante proprietà delle schede di controllo se utilizzate per ogni elemento tecnico, risiede nel fatto che può permettere di confrontare due o più edifici per evidenziarne i vantaggi, gli svantaggi, i difetti o le lacune secondo un'analisi oggettiva e prestazionale, fino ad ora molto impensabile se non per particolari casi.

Una criticità di questo elaborato di tesi è indubbiamente il fatto che gli strumenti "schede di controllo" progettate per mancanza di tempo durante lo stage non sono state testate in un caso applicativo reale, né in fase di progettazione né in fase di esecuzione. Questo ulteriore passaggio sarebbe stato sicuramente interessante per verificarne l'efficienza e l'efficacia, la facilità di utilizzo e la praticità, andando a correggere

quegli aspetti di cui a volte nella “teoria del fare” non si tiene conto e che solo la realtà quotidiana con cui ci si scontra spinge a correggere o implementare.

11. Bibliografia

- [1] MAGGI P.: *“Il processo edilizio”*, Città studi, Torino, 1994.
- [2] BALDI C., SANVITO M.: *“La gestione della qualità nel processo edilizio”*, Il Sole 24 Ore S.p.A., Milano, Febbraio 2007.
- [3] FLORES A., FREYRIE L.: *“La gestione per la qualità in edilizia”*, Il Sole 24 Ore Pirola S.p.A., Milano, Ottobre 1995.
- [4] DI MARZO M.: *“Il controllo della qualità nel processo edilizio”*, Ecumenica Editrice s.c.r.l., Bari, Settembre 2002.
- [5] OSSOLA F.: *“La gestione del Processo Edilizio. Pianificazione Progettuale ed Operativa”*, Levrotto&Bella, Torino, Aprile 1999.
- [6] REJNA M.: *“Valutazione della qualità tecnologica utile dei prodotti complessi per l'edilizia : stima delle propensioni all'affidabilità di elementi tecnici fuori sistema e fuori contesto di utilizzo”*, Progetto Leonardo, Bologna, 1995.
- [7] BALDI C., SANVITO M.: *“La gestione della qualità nel processo edilizio”*, UNI Editore, Milano, 2001.
- [8] RE CECCONI F., RONZONI A. : *“Soluzioni tecniche conformi: la scelta in fase di progetto e di esecuzione”*, Maggioli Editore, Rimini, Marzo 2001.
- [9] I.G.L.A.E. : *“Impermeabilizzazioni: coperture continue, codice di pratica”*, BE-MA Editore, Milano, Maggio 2006.
- [10] RE CECCONI F., DE ANGELIS E.: *“Guasti in edilizia”*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, Marzo 2008.
- [11] CROCE S., GALIMBERTI V.: *“Impermeabilizzazione di costruzioni interrato”*, Pirola Editore, Milano, 1992.
- [12] ZANONI G. ET AL: *“Il sistema tetto”*, Maggioli Editore, Milano, 1992.
- [13] LAURIA A.: *“I manti di copertura in laterizio”*, Laterservice Edizioni, Roma, 2002.
- [14] VANDEX SEIC CEMENTI: *“Manuale impermeabilizzazione”*, Trieste, Gennaio 2008.

- [15] OFFENSTEIN F.: *“Compatibilità dei materiali”*, Editions du Moniteur, Paris, 1988.
- [16] BRACIGLIANO G.: *“Guida alla progettazione edilizia. Isolamenti termici, impermeabilizzazioni, sigillature”*, ITEC s.r.l., Milano, Maggio 1981.
- [17] GOTTFRIED A.: *“Quaderni del Manuale di Progettazione Edilizia. La qualità edilizia nel tempo”*, HOEPLI., Milano, 2003.
- [18] PAGANIN G.: *“Coperture”*, Sistemi Editoriali, Napoli, Gennaio 2010.

11.1. Riferimenti normativi

NORMATIVE DI RIFERIMENTO PER IL SISTEMA QUALITA’:

- **UNI EN ISO 8402** Sistemi Qualità. Gestione per la Qualità ed assicurazione della Qualità – Termini e definizioni
- **UNI EN ISO 9000-1** Sistemi qualità. Norme di gestione per la qualità e di assicurazione della qualità. Guida per la scelta e l'utilizzazione
- **UNI EN ISO 9000-2** Sistemi qualità. Norme di gestione per la qualità e di assicurazione della qualità - Guida generale per l'applicazione delle ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003
- **UNI EN ISO 9000-3** Sistemi qualità. Norme di gestione per la qualità e di assicurazione della qualità – Guida per l'applicazione della ISO 9001 allo sviluppo, alla fornitura e alla manutenzione del software
- **UNI ISO 9000-4** Sistemi qualità. Norme di gestione per la qualità e di assicurazione della qualità. Guida per la gestione del programma di fidatezza
- **UNI EN ISO 9001** Sistemi qualità. Modello per l'assicurazione della qualità nella progettazione, sviluppo, fabbricazione, installazione ed assistenza
- **UNI EN ISO 9002** Sistemi qualità. Modello per l'assicurazione della qualità nella fabbricazione, installazione ed assistenza
- **UNI EN ISO 9003** Sistemi Qualità. Modello per l'assicurazione della Qualità nelle prove, controlli e collaudi finali
- **UNI EN ISO 9004-1** Sistemi Qualità. Gestione per la Qualità ed elementi del Sistema Qualità – Guida Generale
- **UNI EN ISO 9004-2** Elementi di gestione per la qualità e del sistema qualità – Guida per i servizi.
- **UNI EN ISO 9004-3** Sistemi Qualità. Gestione per la Qualità ed elementi del Sistema Qualità – Guida per i materiali da processo continuo
- **UNI EN ISO 9004-4** Sistemi Qualità. Gestione per la Qualità ed elementi del Sistema Qualità – Guida per il miglioramento della Qualità
- **UNI ISO 10013** Guida per l'elaborazione dei manuali della qualità.
- **UNI ISO 30011-1** Criteri generali per le verifiche ispettive dei sistemi qualità – Attività di verifica ispettiva
- **UNI ISO 30011-2** Criteri generali per le verifiche ispettive dei sistemi qualità – Criteri di qualificazione dei valutatori di sistemi qualità (auditors)
- **UNI ISO 30011-3** Criteri generali per le verifiche ispettive dei sistemi qualità – Gestione dei programmi di verifiche ispettive

- **UNI CEI EN 45000** Famiglia di norme concernenti le attività di prova, certificazione e accreditamento: 45001/2/3 laboratori; 45011/12/13 organismi di certificazione di prodotti, sistemi, persone; 45014 dichiarazione di conformità del fornitore.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO PER IL CONTROLLO:

- **UNI 10721** Servizi di controllo tecnico per le nuove costruzioni. Criteri per l' affidamento dell'incarico e sviluppo del servizio.
- **UNI 10722-1** Qualificazione e controllo del progetto edilizio di nuove costruzioni. Criteri generali e terminologia.
- **UNI 10722-2** Qualificazione e controllo del progetto edilizio di nuove costruzioni. Definizioni del programma di intervento.
- **UNI 10723** Classificazione e definizione delle fasi processuali degli interventi edilizi di nuova costruzione.
- **UNI 11150-1** Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito – Parte 1: Criteri generali, terminologia e definizione del documento preliminare alla progettazione.
- **UNI 11150-2** Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito – Parte 2: Pianificazione della progettazione.
- **UNI 11150-3** Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito – Parte 3: Attività analitiche ai fini degli interventi sul costruito
- **UNI 11150-4** Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito – Parte 4: Sviluppo e controllo della progettazione degli interventi di riqualificazione.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO PER GLI ELEMENTI TECNICI CONSIDERATI:

- **UNI EN 506** Prodotti di lastre metalliche per coperture – Specifiche per prodotti autoportanti di lastre di rame o zinco
- **UNI EN 508-1** Prodotti di lastre metalliche per coperture – Specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile – Acciaio
- **UNI EN 508-2** Prodotti di lastre metalliche per coperture – Specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile – Alluminio
- **UNI EN 508-3** Prodotti di lastre metalliche per coperture – Specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile – Acciaio inossidabile
- **UNI EN 607** Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato – Definizioni, requisiti e prove
- **UNI EN 612** Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica – Definizioni, classificazioni e requisiti
- **UNI EN 877/03** Tubi e raccordi in ghisa.....
- **UNI EN 1462** Supporti per canali di gronda – Requisiti e prove
- **UNI 8088/80** Criteri di sicurezza per i lavori in copertura
- **UNI 8089/80** Coperture e relativi elementi funzionali – Terminologia funzionale
- **UNI 8090/80** Elementi complementari delle coperture – Terminologia
- **UNI 8091/80** Coperture – Terminologia geometrica
- **UNI 8178/80** Coperture – Analisi degli elementi e strati funzionali
- **UNI 8625/84** Prove di coperture discontinue - Determinazione della permeabilità all'acqua

- **UNI 8627/84** Sistemi di copertura – definizioni e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche
- **UNI 8635** Edilizia – Prove di prodotti per coperture discontinue
- **UNI 9029/87** Prodotti metallici per coperture discontinue – classificazione descrittiva
- **UNI 9182/87** Edilizia – Impianti di alimentazione e distribuzione d’acqua fredda e calda – Criteri di progettazione, collaudo e gestione
- **UNI 9307/88** Coperture continue – Istruzioni per la progettazione- elemento di tenuta
- **UNI 9308/88** Coperture discontinue – Istruzioni per la progettazione – elemento di tenuta
- **UNI 9460/89** Coperture discontinue – codice di pratica per la progettazione e l’esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e di cemento
- **UNI 10372/04** Coperture discontinue – Istruzioni per la progettazione e l’esecuzione con elementi metallici in lastre
- **UNI EN 10724/04** Coperture – sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche – istruzioni per la progettazione e l’esecuzione con elementi discontinui
- **UNI EN 12056-1/01** Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici, requisiti generali e prestazioni
- **UNI EN 12056-3/01** Sistemi di scarico..... Sistemi per l’evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo
- **UNI EN 12056-5/01** Sistemi di scarico..... Installazione e prove, istruzioni per l’esercizio, la manutenzione e l’uso
- **UNI EN 12056-3** Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici – Sistemi per l’evacuazione delle acque meteoriche – Progettazione e calcolo
- **CEI 81-1** Protezione delle strutture contro i fulmini
- **UNI 7819** Materie plastiche cellulari rigide – Lastre in polistirene espanso per isolamento termico – Tipi, requisiti e prove
- **UNI 8198** Segati di conifere – Classificazione in base alla resistenza meccanica
- **UNI 8202** Edilizia – Membrane per impermeabilizzazione (Metodi di prova)
- **UNI 8629-1** Membrane per impermeabilizzazione di coperture – Caratteristiche prestazionali e loro significatività
- **UNI 8811** Fibre minerali – Feltri resinati per isolamento termico – Criteri di accettazione
- **UNI 8818** Membrane per impermeabilizzazione – Classificazione descrittiva del prodotto
- **UNI 9168-1** Membrane complementari per impermeabilizzazione – Limiti di accettazione dei tipi con armatura cartafeltro o vetro velo
- **UNI 9299** Fibre minerali – Pannelli resinati semirigidi per isolamento termico – Criteri di accettazione
- **UNI 9380-1** Membrane per impermeabilizzazione di coperture – Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore
- **UNI 9380-2** Membrane per impermeabilizzazione di coperture – Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore
- **UNI EN 1107-1** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l’impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della stabilità dimensionale
- **UNI EN 1107-2** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione della stabilità dimensionale Membrane di materiale plastico e gomma per l’impermeabilizzazione delle coperture

- **UNI EN 1109** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della flessibilità a freddo
- **UNI EN 1296** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e gomma per impermeabilizzazione di coperture – Metodo di invecchiamento artificiale tramite esposizione a lungo termine ad elevate temperature
- **UNI EN 1844** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione della resistenza all'ozono – Membrane di materiale plastico e gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture
- **UNI EN 1847** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane di materiale plastico e gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture – Metodi per l'esposizione agli agenti chimici liquidi, acqua inclusa
- **UNI EN 1848-1** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione della lunghezza, della larghezza e della rettilineità – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture
- **UNI EN 1848-2** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione della lunghezza, della larghezza, della rettilineità e della planarità – Membrane di materiale plastico e gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture
- **UNI EN 1849-1** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione dello spessore e della massa areica – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture
- **UNI EN 1849-2** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione dello spessore e della massa areica – Membrane di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture
- **UNI EN 1850-1** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione dei difetti visibili – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture
- **UNI EN 1850-2** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione dei difetti visibili – Membrane di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture
- **UNI EN 1928** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della tenuta all'acqua
- **UNI EN 12039** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione dell'adesione dei granuli
- **UNI EN 12310-1** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza alla lacerazione (metodo del chiodo)
- **UNI EN 12310-2** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione della resistenza alla lacerazione – Membrane di materiale plastico e gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture
- **UNI EN 12311-1** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione delle proprietà a trazione
- **UNI EN 12311-2** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione delle proprietà a trazione - Membrane di gomma e di materiale plastico per l'impermeabilizzazione di coperture

- **UNI EN 12316-1** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza al distacco delle giunzioni
- **UNI EN 12316-2** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione della resistenza al distacco delle giunzioni – Membrane di materiale plastico e gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture
- **UNI EN 12317-1** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza alla trazione delle giunzioni
- **UNI EN 12317-2** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione della resistenza al taglio delle giunzioni - Membrane di materiale plastico e gomma per l'impermeabilizzazione di coperture
- **UNI EN 12691** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della resistenza all'urto
- **UNI EN 12730** Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della resistenza al carico statico
- **UNI EN ISO 1264** Materie plastiche – Resine di omopolimeri e di copolimeri del cloruro di vinile - Determinazione del pH dell'estratto acquoso
- **UNI ENV 1991-2-4** Eurocodice 1- Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2-4: Azioni sulle strutture - Azioni del vento
- **UNI ENV 1993-1-3** Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo
- **UNI ENV 1995-1-1** Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- **UNI EN 490** Tegole di calcestruzzo e relativi accessori. Specifiche di prodotto
- **UNI EN 491** Tegole di calcestruzzo e relativi accessori. Metodi di prova
- **UNI EN 494/2005** Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova
- **UNI EN 492/2005** Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova
- **UNI EN 10960** Lastre profilate di fibrocemento rinforzate - Resistenza all'attraversamento di un corpo molle di grandi dimensioni
- **UNI 10636** Lastre ondulate di fibrocemento per coperture - Istruzioni per l'installazione