

gli autori

FILIBERTO LEMBO, FRANCESCO P.R. MARINO

LE PARETI VENTILATE E LA LORO OTTIMIZZAZIONE

Prestazioni, sistemi, teoria e pratica della progettazione ottimizzata, dell'esecuzione e della manutenzione di una delle più efficaci soluzioni di architettura innovativa e di difesa degli edifici dalle diverse condizioni ambientali

della stessa collana

*vai alla
scheda
del libro*



 **EPC**
EDITORE

Filiberto Lembo, Francesco P.R. Marino

LE PARETI VENTILATE E LA LORO OTTIMIZZAZIONE

Prestazioni, sistemi, teoria e pratica della progettazione ottimizzata, dell'esecuzione e della manutenzione di una delle più efficaci soluzioni di architettura innovativa e di difesa degli edifici dalle diverse condizioni ambientali

LE PARETI VENTILATE E LA LORO OTTIMIZZAZIONE

ISBN: 978-88-9288-050-4

Copyright © 2021 EPC S.r.l. Socio Unico

EPC S.r.l. Socio Unico - Via Clauzetto, 12 - 00188 Roma

www.epc.it

Servizio clienti: 06 33245277 - Fax 06 33245248

Redazione: Tel. 06 33245264/205

Proprietà letteraria e tutti i diritti riservati alla EPC S.r.l. Socio Unico. La struttura e il contenuto del presente volume non possono essere riprodotti, neppure parzialmente, salvo espressa autorizzazione della Casa Editrice. Non ne è altresì consentita la memorizzazione su qualsiasi supporto (magnetico, magneto-ottico, ottico, fotocopie ecc.).

La Casa Editrice, pur garantendo la massima cura nella preparazione del volume, declina ogni responsabilità per possibili errori od omissioni, nonché per eventuali danni risultanti dall'uso dell'informazione ivi contenuta.



Il codice QR che si trova sul retro della copertina, consente attraverso uno smartphone di accedere direttamente alle informazioni e agli eventuali aggiornamenti di questo volume.

Le stesse informazioni sono disponibili alla pagina:

<https://www.epc.it/Prodotto/Editoria/Libri/Le-PARETI-VENTILATE-e-la-loro-ottimizzazione/4919>

Foto di copertina: edifici (da sinistra in alto a destra in basso) descritti nelle Figure 2.116, 4.8, 4.106, 4.127, 2.119, 4.98.

a Giuseppe Morabito

Nota: Il contributo degli autori nella ideazione, condivisione dei contenuti, stesura e revisione del manoscritto, e nella scrittura del testo definitivo del libro è stato paritario.

INDICE

PREFAZIONE	11
-------------------------	----

PARTE I PRESTAZIONI, TEORIA E PRATICA

CAPITOLO 1

DEFINIZIONI E PRINCIPI DI BASE DEI RIVESTIMENTI DI INVOLUCRO A PARETE VENTILATA	17
--	----

1.1	L'idea di “parete ventilata”	17
1.2	Definizione di “parete ventilata” e primi riferimenti normativi.....	18

CAPITOLO 2

PRESTAZIONI CARATTERISTICHE DELLE FACCIATE VENTILATE	25
---	----

2.1	Prestazioni relative al benessere termoigrometrico	25
2.1.1	Tenuta all'acqua	25
2.1.1.1	<i>Classificazione delle tipologie di facciata a seconda della loro impermeabilità – la normativa francese</i>	25
2.1.1.2	<i>Fattori da prendere in conto per la valutazione della esposizione delle facciate alla pioggia ed al vento</i>	34
2.1.1.3	<i>Conseguenze sul sistema costruttivo</i>	39

2.1.2	Impermeabilità all'aria	47
2.1.3	Isolamento termico	47
2.1.3.1	<i>La maggiore efficienza dei sistemi di isolamento dall'esterno rispetto a quelli con isolamento dall'interno</i>	49
2.1.3.2	<i>La maggiore inerzia termica utile dei sistemi di isolamento dall'esterno rispetto a quelli con isolamento dall'interno</i>	51
2.1.4	Il funzionamento termodinamico delle pareti ventilate	57
2.1.4.1	<i>Il sistema parete ventilata</i>	59
2.1.4.2	<i>Il modello fisico-matematico di funzionamento di una parete ventilata</i>	62
2.1.4.2.1	<i>Modello termico</i>	63
2.1.4.2.2	<i>Modello di flusso d'aria</i>	67
2.1.4.2.3	<i>Modello velocità del vento</i>	73
2.1.4.3	<i>Esempi di applicazione del modello di calcolo</i>	75
2.1.4.4	<i>Risultati e conclusioni – ottimizzazione delle prestazioni delle pareti ventilate</i> ...	81
2.1.5	Conseguenze sulla qualità del sistema costruttivo.....	84
2.1.5.1	<i>Maggiore durabilità e protezione dagli shock termici</i>	84
2.1.5.2	<i>Protezione dal surriscaldamento estivo</i>	86
2.1.5.3	<i>Protezione dal sovra-raffreddamento notturno</i>	86
2.1.5.4	<i>Controllo delle condensazioni interstiziali – Deumidificazione</i>	87
2.1.5.5	<i>Possibilità di usare la parete ventilata come estrattore d'aria – un esempio a Melbourne ed uno a Londra</i>	89
2.2	Prestazioni relative alla sicurezza	94
2.2.1	Stabilità in condizioni statiche ed in zona sismica	94
2.2.2	Pareti ventilate con ossatura (sottostruttura) in legno.....	97
2.2.3	Pareti ventilate con ossatura (sottostruttura) in metallo	106
2.2.4	Giunti di frazionamento	109
2.2.5	Punti particolari ed interfacce	111
2.2.5.1	<i>Attacco a terra</i>	111
2.2.5.2	<i>Coronamento</i>	112

2.2.5.3	<i>Angolo concavo</i>	113
2.2.5.4	<i>Angolo convesso</i>	114
2.2.5.5	<i>Giunto di dilatazione o di libera oscillazione</i>	115
2.2.5.6	<i>Giunto con facciata tipo ETICS</i>	116
2.2.5.7	<i>Ringhiere, bocchette di ventilazione</i>	117
2.2.6	Resistenza al vento	119
2.2.7	Resistenza meccanica delle diverse parti del sistema	121
2.2.7.1	<i>Le diverse “famiglie” di kit di rivestimento, come individuate dall’EAD 090062-00-0404</i>	121
2.2.7.2	<i>Valutazione della resistenza meccanica dell’elemento di rivestimento</i>	125
2.2.7.3	<i>Valutazione della resistenza meccanica delle connessioni tra l’elemento di rivestimento ed i suoi elementi di fissaggio</i>	126
2.2.7.4	<i>Valutazione della resistenza meccanica dei fissaggi del rivestimento</i>	126
2.2.7.5	<i>Valutazione della resistenza meccanica dei componenti dell’ossatura</i>	127
2.2.7.6	<i>Valutazione della resistenza meccanica delle staffe/mensole di sostegno (ai carichi orizzontali e verticali)</i>	128
2.2.8	Resistenza agli urti	128
2.2.9	Resistenza a carichi orizzontali puntiformi	131
2.2.10	Resistenza alla corrosione	131
2.2.11	Comportamento al fuoco	132
2.2.11.1	<i>L’incendio della Grenfell Tower</i>	132
2.2.11.2	<i>L’incendio della Grenfell Tower e la normativa</i>	147
2.2.11.3	<i>Il comportamento al fuoco nell’EAD 090062-00-0404 (luglio 2018)</i>	151
2.2.11.3.1	<i>Reazione al fuoco</i>	151
2.2.11.3.2	<i>Prestazione al fuoco della facciata nel suo complesso (Façade fire performance)</i>	152
2.2.11.3.3	<i>Propensione a sopportare un fuoco covante continuo</i>	153
2.2.11.4	<i>La normativa italiana sul comportamento al fuoco delle pareti ventilate</i>	153
2.2.11.5	<i>La normativa francese sul comportamento al fuoco delle pareti ventilate</i>	159
2.2.12	Sicurezza alle intrusioni	164

2.2.13	Sicurezza ai fenomeni elettromagnetici.....	164
2.3	Requisiti relativi alla purezza dell'aria	164
2.3.1	Emissione di odori, gas, polveri, radiazioni nocive da parte dei materiali ...	164
2.4	Durabilità	164
2.4.1	Comportamento igrotermico.....	165
2.4.2	Comportamento sotto carico pulsante	165
2.4.3	Mantenimento delle prestazioni sotto l'effetto del calore, dell'irraggiamento solare, dell'acqua piovana, del gelo e del disgelo.....	165
2.4.4	Mantenimento delle prestazioni sotto l'effetto delle nebbie, delle atmosfere industriali, dei venti di sabbia e polvere e del microambiente circostante	167
2.5	Prestazioni relative ad esigenze acustiche	169
2.5.1	Isolamento dai rumori aerei esterni	169
2.5.2	Isolamento laterale o verticale dai rumori interni	171
2.5.3	Comportamento acustico rispetto a pioggia o grandine.....	171
2.5.4	Comportamento acustico rispetto al vento, alle variazioni di temperatura o di umidità	172
2.6	Prestazioni relative all'aspetto	172
2.6.1	Planarità – possibilità di correggere errori ed inappropriatezze del supporto	172
2.6.2	Assenza di difetti superficiali – possibilità di realizzare involucri completamente diversi dalla struttura di base – possibilità di realizzare pareti inclinate	173
2.6.3	Omogeneità di colore e brillantezza, o il suo contrario	176
2.6.4	Possibilità di impiego di colori scuri	181
2.6.5	Possibilità di affiancare colori di diversa riflettanza senza disporre un giunto sulla linea di contatto	182
2.6.6	Possibilità di ricoprire superfici curve	182
2.6.7	Possibilità di ricoprire paraboloidi iperbolici e pareti a frutto negativo (inclinate rispetto alla verticale).....	184
2.6.8	Varietà di finiture	184
2.6.9	Omogeneità di insudiciamento – capacità di auto-pulirsi.....	186

2.7	Prestazioni relative ad esigenze tattili	187
2.8	Prestazioni relative all'attrezzabilità.....	189
2.9	Prestazioni relative alla gestione	190
2.9.1	Facilità di pulizia.....	190
2.9.2	Facilità di sostituzione dei componenti usurati.....	190
2.10	Sostenibilità	190

PARTE II SISTEMI

CAPITOLO 3

SISTEMI “TRADIZIONALI”		197
3.1	Generalità	197
3.2	Pareti ventilate con ossatura lignea e rivestimento di piccoli elementi	199
3.3	Pareti ventilate in lattronerie di zinco, acciaio inossidabile o rame.....	201
3.4	Pareti ventilate in legno su ossatura in legno.....	202
3.5	Pareti ventilate con rivestimento metallico di lamiera ondulata o grecata	210
3.6	Pareti ventilate con paramento a fasce o lame e cassette metalliche	218
3.7	Pareti ventilate ad intonaco su lamiere stirate portaintonaco	222

CAPITOLO 4

SISTEMI “NON TRADIZIONALI”, OGGETTO DI VALUTAZIONE TECNICA		229
4.1	Generalità	229
4.2	Sistemi con rivestimento in stratificato HPL (laminato ad alta pressione)...	231
4.3	Sistemi con rivestimento in terracotta	240
4.4	Sistemi con rivestimento in PVC.....	248

4.5	Sistemi con rivestimento in malta di resina poliestere	256
4.6	Sistemi con rivestimento in <i>compound</i> di resina poliestere.....	265
4.7	Sistemi con rivestimento in metalli compositi	270
4.8	Sistemi con rivestimento in fibrocemento	281
4.9	Sistemi con rivestimento in fibre di legno legate con resine	290
4.10	Sistemi con rivestimento in grès e ceramica	300
4.11	Sistemi con rivestimento in marmo ricostituito	307
4.12	Sistemi con rivestimento in pietra naturale	316
4.13	Sistemi con rivestimento in stratificato di resina	325
4.14	Sistemi con rivestimento in fibre minerali	333
4.15	Sistemi con rivestimento in resina acrilica con cariche	340
4.16	Sistemi con rivestimento incollato su lastra	352
4.17	Sistemi con rivestimento ad intonaco su lastra.....	363
4.18	Sistemi ‘a doppia pelle’ non tradizionali su pareti in pianali metallici.....	374
4.18.1	Con rivestimento in fibre minerali	376
4.18.2	Con rivestimento in stratificato HPL	389
4.18.3	Con rivestimento in terracotta	401
4.18.4	Con rivestimento in fibrocemento	413
4.18.5	Con rivestimento in malta di resina	428
4.18.6	Sistemi con rivestimento metallico.....	440
4.19	Sistemi con rivestimento vegetalizzato.....	451
 NOTE CONCLUSIVE		 459
 BIBLIOGRAFIA		 461

PREFAZIONE

di Paola MARRONE⁽¹⁾

Un libro pubblicato in Italia qualche anno fa dal titolo eloquente (Alain Deneault, *La mediocrazia*, Neri Pozzi Editori, Vicenza, 2017), esordisce puntando l'attenzione sul sapere e sulle competenze che le Università 'producono'. Citando le parole poco entusiasmanti, e certamente esagerate, del giornalista americano Chris Hedge: «i docenti universitari sono i responsabili dei nostri mali storici», Deneault rimprovera alla classe accademica un'incapacità di autocritica, spesso asservita ai bisogni delle imprese o alla necessità di un produttivismo di apparato, funzionale alla sopravvivenza nelle istituzioni.

Ho introdotto il libro di Filiberto Lembo e Francesco P.R. Marino partendo da quello di Deneault proprio perché ritengo che il loro lavoro, a dispetto di tante pubblicazioni tecniche elaborate nelle università, contraddica la sua tesi per due principali caratteristiche: l'esattezza della trattazione e la struttura con la quale gli autori organizzano la conoscenza per un 'sapere critico'. Questi due elementi costituiscono una condizione necessaria per sostenere la comprensione delle conoscenze evolute e delle tecnologie innovative, con il cui costante e intenso sviluppo si confrontano oggi, soprattutto, gli architetti, ma un po' tutti i tecnici, nel tentativo di gestire i molti specialismi e gli infiniti documenti in cui cercare l'informazione essenziale per progettare correttamente.

Troppo spesso nell'architettura di questi ultimi decenni, il valore dell'immagine ha prevalso sulle reali 'necessità' del progetto, a discapito dello sviluppo di competenze e capacità critiche nel valutare la reale efficacia delle possibili soluzioni tecnologiche. Quasi trent'anni fa Italo Calvino, nella sua lezione sull'esattezza, anticipava la perdita di ricchezza di significati che deriva dall'assenza di necessità: «Viviamo sotto una pioggia ininterrotta d'immagini; i più potenti media non fanno che trasformare il mondo in immagini e moltiplicarlo attraverso una fantasmagoria di giochi di specchi: immagini che in gran parte sono prive della necessità interna che dovrebbe caratterizzare ogni

1. *Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura - Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre*

immagine, come forma e come significato, come forza d'imporsi all'attenzione, come ricchezza di significati possibili» (Italo Calvino, *Lezioni americane. Sei proposte per il prossimo millennio*, Oscar Mondadori, Milano, 1993, p. 67).

In un contesto di conoscenze in evoluzione, non più affidate alla rassicurante tradizione della regola dell'arte o rintracciabili nelle infinite classificazioni della manualistica o dei codici di pratica, il libro di Lembo e Marino racconta, invece, le molteplici 'necessità' da considerare per guidare la progettazione di un involucro complesso e innovativo, come quello delle pareti ventilate, ricorrendo a informazioni 'esatte' per una valutazione critica delle tante scelte possibili. La prima parte del testo «Prestazioni, teoria e pratica» è, infatti, una presentazione puntuale delle caratteristiche prestazionali, ossia delle 'necessità' alle quali rispondono le facciate ventilate. Con riferimento a numerosi esempi, ma anche a disastrose esperienze quale quella della Grenfell Tower a Londra, ogni prestazione è ampiamente descritta, con riferimenti normativi ed elementi utili a misurare e valutare ciascun aspetto del funzionamento di una facciata ventilata, nel suo complesso e nei suoi componenti. Parimenti, nella seconda parte del libro, dedicata ai «Sistemi» tradizionali e non tradizionali oggetto di Valutazione Tecnica, le diverse declinazioni del modello funzionale della facciata ventilata sono descritte secondo una chiara struttura della conoscenza disponibile, acquisita attraverso il trasferimento dei risultati della ricerca e documenti ufficiali, e messe a disposizione del progettista per definire sequenze e consistenza dei diversi materiali, nodi del sistema. Numerosi sono i riferimenti alle normative europee, in particolare a quelle più avanzate francesi, tipicamente ricche di indicazioni precise sulle caratteristiche tecniche della costruzione.

Se lo sviluppo delle conoscenze ha reso obsoleti i manuali e la loro impostazione, l'aumento dell'informazione tecnica e il limitato trasferimento dei risultati dalla ricerca alla pratica hanno portato a semplificazioni nella professione, spesso scientificamente discutibili. Non può sfuggire come l'attuale disponibilità di nuovi materiali e tecnologie abbia portato a un'espansione delle scelte progettuali, e anche alla richiesta di tante e più complesse competenze che un architetto si trova a coordinare, affidandosi a conoscenze in evoluzione, non ancora strutturate in dati verificati dalle esperienze di realizzazioni che possono costituire una buona pratica. Se osserviamo i libri che si occupano di tecnologia dell'architettura, è evidente come nella maggior parte di loro la descrizione dei progetti e le relative informazioni siano fornite senza il riferimento a validazioni scientifiche. Così non accade in questo libro che affrontando, in un capitolo dedicato, le soluzioni più innovative, oggetto di Valutazione Tecnica Europea, ne indica puntualmente le caratteristiche tecniche e di esecuzione organizzate in una sorta di lista di controllo di tutti i fattori da considerare.

Un'ultima considerazione sul libro riguarda l'attualità del tema affrontato in relazione al contributo degli edifici alla crisi ambientale e agli scenari di rischio che si stanno delineando. È noto che una grande porzione del parco immobiliare europeo è stata costruita in assenza di requisiti di prestazione energetica. Quasi il 75% degli edifici è considerato oggi inefficiente dal punto di vista energetico. Con l'obiettivo di ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990 (*Piano per l'obiettivo climatico 2030*, COM(2020) 562 final), la UE ha lanciato il programma *Renovation wave (Un'ondata di ristrutturazioni per l'Europa: inverdire gli edifici, creare posti di lavoro e migliorare la vita*, COM (2020) 550 final) nella consapevolezza che la lotta ai cambiamenti climatici abbia nell'efficienza energetica un fronte d'intervento essenziale e che l'edilizia sia il settore nel quale intensificare gli sforzi. Occorre intervenire affinché gli edifici non siano solo più sostenibili ed efficienti sotto il profilo energetico, ma utilizzino, nell'arco del loro ciclo di vita, materiali con minore intensità di carbonio, attivando processi di circolarità per ridurre le emissioni. In questo contesto, le facciate ventilate rappresentano un sistema tecnologico in grado di assicurare alte prestazioni energetiche e ambientali, raggiungibili sia nelle nuove costruzioni sia in quelle esistenti. Queste potenzialità rispondono perfettamente agli obiettivi che la UE si è posta avviando una 'ondata di ristrutturazioni' destinata a impegnare nel prossimo futuro architetti, ingegneri, imprese e tutti i professionisti delle costruzioni, e così contribuire a quella transizione ecologica nella quale s'intravedono numerose opportunità di ripresa economica del settore. Con questi obiettivi di sviluppo futuro, il libro di Lembo e Marino rappresenta un contributo serio ed esaustivo per progettisti e professionisti che operano nel settore delle tecnologie per l'involucro, fornendo quelle informazioni che il mondo della produzione e dell'elaborazione tecnica fin qui non ha ancora adeguatamente elaborato e che, come sostiene la UE, sono ancora insufficienti per assumere decisioni consapevoli.

Introdotta il libro, in conclusione, mi preme far notare con gratitudine come l'impostazione perseguita dagli autori si ponga, rafforzandolo, in quell'ambito di studi che, per tutta la sua carriera, il prof. Giuseppe Morabito, Emerito dell'Università Sapienza di Roma, ha proposto nei suoi corsi e nelle ricerche, occupandosi di come il sapere, opportunamente organizzato, potesse aiutare l'architetto a innovare con progetti in grado di rispondere concretamente all'esigenza di costruzioni. Come testimoniano le sue pubblicazioni, Giuseppe Morabito – alla cui scuola appartengono non solo gli autori, ma anche chi scrive – ha sempre sostenuto che fosse necessaria una nuova struttura della conoscenza sulle qualità delle costruzioni a supporto di una progettazione realmente innovativa. Concludo, allora, con alcune sue parole che ben riassumono i principi ispiratori del nostro operare come docenti e ricercatori: «Con le dovute considerazioni ri-

guardo all'eccezionalità dell'uomo e alle profonde differenze del mondo attuale rispetto a quello del Rinascimento, ritengo che Leonardo debba essere per noi un modello di riferimento, ogni volta che abbiamo un dubbio sulla tecnologia e su come affrontare lo studio e la progettazione delle innovazioni. Un architetto che voglia progettare all'altezza dei tempi, nello spirito di Leonardo, si trova oggi stretto tra infinite conoscenze e specializzazioni. Per essere un progettista generalista ha bisogno di semplificazioni che gli permettano di operare considerando tutti i campi coinvolti, senza grossolane riduzioni del sapere» (Giuseppe Morabito, *Scienza e Arte per progettare l'innovazione in architettura. Saggio su un processo progettuale alla «Leonardo da Vinci»*, Utet Libreria_Collana Architettura a Valle Giulia, Torino 2004, Quarta di copertina).

PARTE I
PRESTAZIONI, TEORIA E PRATICA

DEFINIZIONI E PRINCIPI DI BASE DEI RIVESTIMENTI DI INVOLUCRO A PARETE VENTILATA

1.1 L'idea di “parete ventilata”

Le pareti ventilate costituiscono il modo più intelligente e performante per assicurare, in modo naturale e senza impegnare energia per impianti, il massimo isolamento invernale e, nello stesso tempo, la massima protezione dal surriscaldamento estivo, con ciò rendendo possibile la riduzione quasi a zero dei consumi per il riscaldamento e per il raffrescamento. Inoltre, esse determinano la realizzazione di un efficiente schermo sia rispetto agli agenti atmosferici (pioggia, grandine, vento, sole, radiazione notturna della volta celeste, brusche variazioni di temperatura), che rispetto agli attacchi biologici (picchi e gazze ai piani superiori, formiche e Doberman ai piani terra), ed in molti casi anche rispetto ai danni vandalici, assicurando lunga vita agli edifici che esse proteggono.

Con il diffondersi, auspicabile, degli edifici realizzati interamente in legno ingegnerizzato, che costituiscono uno dei modi più efficaci per realizzare la sostenibilità in campo edile, l'importanza di avere edifici protetti da una corteccia esterna della più alta impermeabilità alla pioggia, ma permeabile al vapore, acquista un valore primario. Peraltro, le facciate ventilate possono essere facilmente mantenute, rinnovate o sostituite, così contribuendo alla efficacia ed alla sostenibilità della gestione degli edifici per archi temporali molto lunghi. E la presenza della ventilazione nella facciata può contribuire a deumidificare edifici collocati in siti umidi, con problemi di umidità da risalita capillare.

Esistono tipi di facciata ventilata rifiniti ad intonaco che per grandi superfici sono privi di giunti visibili, con i quali è possibile ricreare le caratteristiche tipologiche e formali dell'edilizia mediterranea, implementandone in modo sostanziale le prestazioni estive: caratteristica di rilievo in un'epoca di riscaldamento globale. Ed ancora, opportuni sistemi di pareti ventilate, che attraverso particolari lavorazioni di finitura imitano molto

bene le superfici di calcestruzzo a faccia vista dell'architettura "brutalista" degli anni '70 ed '80, possono permettere di recuperare termicamente, in modo formalmente coerente, edifici allo stato pressoché inservibili, se non già abbandonati, portandoli, se si vuole, ad essere nZEB, quasi ad energia zero. Inoltre, in congiunzione con le facciate a doppio involucro vetrato (DSF, Double Skin Façades)⁽¹⁾, le pareti ventilate possono risolvere praticamente ogni problema di un edificio mal progettato [Marino F.P.R. e Lembo F. 2016].

1.2 Definizione di “parete ventilata” e primi riferimenti normativi

Secondo la norma UNI 11018:2003 *Rivestimenti e sistemi di ancoraggio per facciate ventilate a montaggio meccanico – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione – Rivestimenti lapidei e ceramici* (al punto 3.1.2) (unica norma specifica allo stato esistente in Italia), la “*facciata ventilata*” (Figura 1.1) è un “*tipo di facciata a schermo avanzato in cui l'intercapedine tra il rivestimento e la parete è progettata in modo tale che l'aria in essa presente possa fluire per effetto camino in modo naturale e/o in modo artificialmente controllato, a seconda delle necessità stagionali e/o giornaliere, al fine di migliorarne le prestazioni termoenergetiche complessive*”

Analoghe le definizioni anche in altri contesti culturali. Ad esempio, l'inglese (con sede a Bath) *Centre for Window and Cladding Technology* (CWCT, Bath, UK: cwct@cwct.co.uk) definisce il “*rainscreen cladding system*” come “*a wall comprising an outer skin of panels and an airtight insulated backing wall separated by a ventilated cavity. Some water may penetrate into the cavity but the rainscreen is intended to provide protection from direct rain.*” [una parete che comprende una pelle esterna di pannelli ed una parete retrostante a tenuta d'aria, separate da una cavità ventilata. Un poco di acqua di pioggia può penetrare nella cavità ma lo scopo dello schermo è quello di provvedere protezione dalla pioggia, che non colpisca direttamente la parete sottostante].

Il nome stesso inglese, “*rainscreen*”, cioè “*schermo alla pioggia*”, sottolinea quella che è forse la principale caratteristica di questi sistemi, che nascono in ambienti montani e del nord-Europa per difendere strutture sensibili alla pioggia ed alla neve, come quelle in legno.

1. Grenelle Environnement Février 2014, Programme d'Accompagnement des Professionnels “Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012”, *Guide Façade multiple. Double peau ventilée naturellement sur l'extérieur Neuf - Rénovation*, www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

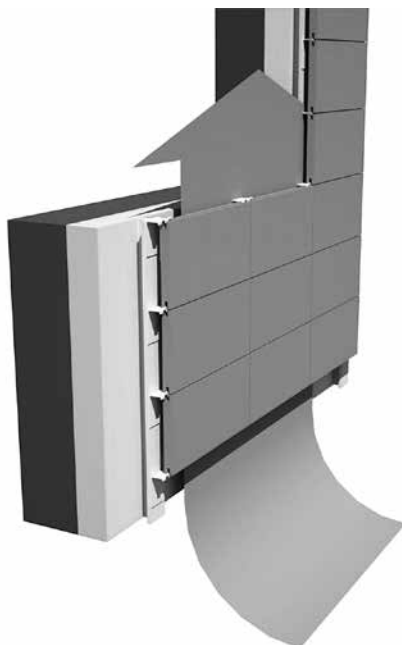


Figura 1.1 – “Ventilated rainscreen scheme” (fonte: AndreyPutilov - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17595075>)

In Francia, la definizione più recente è forse quella data nell’e-Cahier del C.S.T.B. (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) n. 3810 del novembre 2019: “Bardage rapporté à lame d’air ventilée. Procédé constitué d’un parement rapporté sur l’extérieur de parois verticales pleines, par l’intermédiaire d’une ossature reliée à la structure porteuse de l’ouvrage à revêtir, généralement avec interposition d’un isolant thermique. Il n’appartient pas au bardage rapporté de séparer l’intérieur du bâtiment de l’extérieur” [Parete ventilata. Sistema costruttivo costituito da un paramento applicato all’esterno di pareti verticali piene, per mezzo di una ossatura collegata alla struttura portante dell’opera da rivestire, generalmente con interposizione di un isolante termico. Non è compito della parete ventilata separare l’interno dell’edificio dall’esterno]. [Cioè: la tenuta all’aria del sistema è affidata alla parete interna].

Le pareti ventilate possono essere suddivise, a seconda del loro rivestimento, in tre grandi gruppi⁽²⁾:

- a piccoli elementi (tegole, ardesie, scaglie, lastre, pannelli...);

2. Cfr. Lembo F. (1990), Vol. I, pag. 124

- a fasce con una dimensione di molto prevalente rispetto all'altra;
- a grandi elementi.

Si tratta di un dispositivo costruttivo che si è iniziato a studiare negli anni '40 ed ha trovato larga diffusione negli anni '60 del secolo scorso, ma che in realtà era presente da alcune centinaia di anni nel panorama costruttivo europeo. Alcuni masi (*Bauernhof*) dell'Alto Adige e molte delle case dei fiordi e delle isole norvegesi e svedesi ne sono un buon esempio. Presentano pelli esterne staccate dalla struttura dell'edificio, realizzate mediante una sottostruttura composta da arcarecci verticali, ed eventualmente listelli orizzontali, su cui si fissa lo schermo esterno, composto da incannuciate intonacate, o tavole di legno disposte a fasciame di nave vichinga (*sovrapposto* od "*a labbro*" in italiano, *clinker* nel nord Europa, *lapstrake* negli USA), o fissate in verticale; ovvero lamiere grecate, per le realizzazioni degli ultimi settant'anni. La pioggia portata in orizzontale dalle raffiche di vento del mare in tempesta, come anche un accumulo di neve che seppellisca per mesi la parete della casa, non possono riuscire a raggiungere la struttura portante; le limitate quantità di acqua che raggiungono il lato interno dello schermo, attraverso lesioni dell'intonaco o giunti tra le tavole di legno, si trovano di fronte ad una intercapedine di larghezza maggiore di quella superabile dall'acqua per capillarità (1 cm al massimo), e sono costrette a scorrere in verticale, uscendo all'esterno attraverso i drenaggi disposti nella parte inferiore della parete. La ventilazione, ottenuta attraverso aperture disposte sia nella parte inferiore che in quella superiore, assicura la deumidificazione e la buona conservazione nel tempo, anche per molto tempo, delle strutture lignee.

Così anche nel mondo di lingua e cultura costruttiva francese, per il quale le pareti ventilate ricadono, come si è visto, nella categoria dei "*bardages appliqués*", che tra i "*bardages*" comprendono anche le chiusure leggere non ventilate, come le facciate continue (*curtain walls*) e le facciate trasparenti o traslucide.

Perché una parete ventilata possa essere definita tale, è necessario che al suo interno il movimento dell'aria generato dall'effetto camino sia libero, per evitare le perdite di carico, e rendere il moto il meno turbolento possibile. A tal fine, gli studi e le sperimentazioni effettuate fin dagli anni '70 dal CSTB hanno portato alla definizione di alcune semplici condizioni⁽³⁾:

- che la larghezza della lama d'aria sia di almeno 2 cm, anche nelle parti in cui siano eventualmente presenti strozzature a causa di profili orizzontali della sottostruttura;
- che le aperture di ventilazione in entrata ed in uscita siano di sezione sufficiente, cioè

3. Cfr. Lembo F. (1990), Vol. 1, pag. 136-137

rispettino la formula $S = (H/3)^{0,4} \times 50$, nella quale H è l'altezza della parete ventilata in metri; S è la superficie delle aperture di ventilazione in basso ed in alto, in centimetri quadrati per metro lineare orizzontale di parete. Ciò che corrisponde a:

- 50 cm² per una altezza della parete di 3 m;
 - 65 cm² per una altezza da 3 a 6 m;
 - 80 cm² per una altezza da 6 a 10 m;
 - 100 cm² per una altezza da 10 a 18 m;
 - 120 cm² per una altezza da 18 a 24 m;
- che pareti ventilate di altezza maggiore di 24 m siano interrotte in orizzontale da una compartimentazione che interrompa il percorso del flusso d'aria, portandolo ad uscire, determinando al di sopra un nuovo ingresso per l'aria, in una lama d'aria separata da quella sottostante; questo perché al di sopra di tale altezza il flusso dell'aria da laminare diviene turbolento;
- che le pareti ventilate siano compartimentate in verticale, almeno in corrispondenza degli spigoli convessi dell'edificio, per evitare che, sotto l'azione del vento, l'aria si sposti in orizzontale anziché in verticale.

Tali indicazioni normative sono state nel tempo riconfermate e precisate, e sono oggi contenute nella norma francese in corso di validità (in Francia) *Cahier du CSTB 3316_V2* – Dicembre 2010 *Ossature bois et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un constat de traditionalité – Règles générales de conception et de mise en oeuvre* [“Sottostruttura in legno e isolamento termico delle pareti ventilate che sono oggetto di un Avviso Tecnico di omologazione ovvero di un Verbale di constatazione di tradizionalità – Regole generali di concezione e di posa in opera”].

Diversamente, la già citata norma italiana UNI 11018:2003 *Rivestimenti e sistemi di ancoraggio per facciate ventilate a montaggio meccanico – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione – Rivestimenti lapidei e ceramici*, che al punto 6.4.2 *Lama d'aria*, a pag. 38, nota 8, riprende le sue indicazioni dalla norma francese del novembre 1977 *Règles Th-K 77, Chapitre II^{me}* (poi DTU P50-702), edita sempre dal CSTB e che è stata annullata il 01/02/1997, cioè ben prima della comparsa della norma italiana. Ed è anche il caso di aggiungere, per inciso, che tale norma italiana non considera il caso, comune nella cultura costruttiva francese e mitteleuropea, e sempre più attuale nella temperie di attenzione ai problemi della sostenibilità, che la sottostruttura sia realizzata in legno.

Diversamente prescrive anche il testo di riferimento normativo più alto e specialistico,

a livello internazionale, perché espresso dall'EOTA (*European Organisation for Technical Assessment*), con sede a Bruxelles, cui, in base alla Decisione 2003/640/EC del 4 settembre 2003, la Commissione europea ha affidato il compito di definire i *sistemi di attestazione di conformità dei kit di parete esterna*. A seguito di ciò, l'EOTA ha emesso l'EAD (*European Assessment Document – Documento per la Valutazione Tecnica Europea*) 090062-00-0404 July 2018 *Kits for external wall claddings mechanically fixed*.⁴ [*Kit per il rivestimento di pareti esterne fissati meccanicamente*]. Per la definizione di “prodotto da costruzione” e “kit”, si veda il Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 (detto CPR, *Construction Product Regulation*), Art. 2 *Definizioni*: “prodotto da costruzione”, *qualsiasi prodotto o kit fabbricato e immesso sul mercato per essere incorporato in modo permanente in opere di costruzione o in parti di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere di costruzione rispetto ai requisiti di base delle opere stesse*; “kit”, *un prodotto da costruzione immesso sul mercato da un singolo fabbricante come insieme di almeno due componenti distinti che devono essere assemblati per essere installati nelle opere di costruzione*. Per rientrare nell'ambito del CPR, un kit deve soddisfare le seguenti condizioni: 1 – il kit deve essere collocato sul mercato in modo tale che l'acquirente possa comperarlo in un'unica transazione da un solo fornitore; 2 – il kit deve possedere caratteristiche tali, da consentire alle opere nelle quali è incorporato di soddisfare i loro requisiti essenziali.

Esso sostituisce il precedente ETAG (*European Technical Assessment Guideline*) [*Linea Guida per la Valutazione Tecnica Europea*] 034, dell'aprile 2012, che aveva ancora come riferimento l'ormai abrogata (dal 25 aprile 2011) Direttiva sui Prodotti da Costruzione 89/106/CEE, ed era suddiviso in due parti, la prima delle quali specificamente dedicata alle pareti ventilate. Alla redazione di tale precedente normativa, che come quella dei *Cahiers* aveva ed ha valore non prescrittivo ma di orientamento e di riferimento quale espressione della *migliore regola dell'arte*, avevano lavorato membri di otto paesi d'Europa: Belgio, Francia, Germania, Slovacchia, Polonia, Repubblica Ceca e Regno Unito, e di tre organizzazioni industriali europee (la EFFCM, *European Federation of Fibre-Cement Manufacturers*; la EuPC, *European Plastics Converters* e la FEICA, *Association of European Adhesive Manufacturers*). Nessuna indicazione è data, nel documento attualmente in vigore, circa la composizione della Commissione che lo ha preparato. A pag. 2 si dice: *This European Assessment Document (EAD) has been developed taking into account up-to-date technical and scientific knowledge at the time of issue and is*

4. L'EAD 090062-00-0404 July 2018 è liberamente disponibile e scaricabile dal sito web dell'EOTA: www.eota.eu/our_publications/EADs/090062-000404

published in accordance with the relevant provisions of Regulation (EU) No 305/2011 as a basis for the preparation and issuing of European Technical Assessment (ETA) [Questo Documento per la Valutazione Europea è stato sviluppato tenendo conto delle più recenti conoscenze tecniche e scientifiche al momento della sua edizione ed è pubblicato in conformità alle principali previsioni del Regolamento europeo n. 305/2011, come base per la preparazione e l'emissione della Valutazione Tecnica Europea (ETA)].

Questo testo, come il precedente, riguarda ovviamente solo le pareti ventilate che possono essere oggetto di “Attestazione di Conformità” ovvero “Valutazione”, e cioè non appartengono al campo del tradizionale, come ad esempio quelle ad intonaco spruzzato in opera su reti metalliche porta-intonaco; ma non riguarda anche quelle, molto meno tradizionali, ad intonaco su lastre di produzione industriale (che in Francia sono tuttora coperte da Atec [Avviso Tecnico = Valutazione], come si vedrà più avanti), né i rivestimenti in vetro e quelli in pietra agglomerata secondo EN 15286. Riguarda solo i kit a fissaggio meccanico, con esclusione di quelli incollati; con esclusione anche dei pannelli compositi (ad eccezione dei TPCM *Thin Metallic Composite Panels* come descritti dall'EOTA TR [Technical Report] 038); con esclusione delle *curtain wall*, oggetto della EN 13830; ed ancora, dei kit per controsoffitti esterni e di quelli che includono parti non verticali (EAD cit., pagg. 8-9). Esso riguarda sia le pareti ventilate che quelle che non lo sono. Per ciò che riguarda la definizione di parete ventilata, alla pag. 11 di tale documento si legge la stessa definizione della precedente ETAG 034:

- *“External wall claddings are considered as ventilated when the following criteria are fulfilled:*
 - *The distance between the cladding elements and the insulation layer or the substrate accordingly (ventilation air space) amounts at least 20 mm. This air space may be reduced locally to 5 to 10 mm depending on the cladding and the subframe, provided that it is verified that it does not affect the draining and/or ventilation function,*
 - *Ventilation openings are envisaged, as a minimum, at the building base point and at the roof with cross-sections of at least 50 cm² per linear metre.”*
- *[“I rivestimenti di pareti esterne sono considerati ventilati quando sono rispettati i seguenti criteri:*
 - *La distanza tra gli elementi di rivestimento e lo strato isolante ovvero il relativo substrato (lo spazio per la ventilazione) sia di almeno 20 mm. Questo spazio di aria può essere ridotto localmente a 5-10 mm a causa della configurazione del rivestimento o della presenza di sottostrutture, purché si verifichi che ciò non altera la funzionalità del drenaggio e/o della ventilazione;*

- *Siano previste aperture di ventilazione, come minimo, alla base ed alla sommità della parete, con una sezione trasversale di almeno 50 cm² per metro lineare.”]*

Indicazioni che sono, con ogni evidenza, molto più generiche di quelle della di molto precedente normativa francese, che si è vista. Su di esse si tornerà.

Pagine omesse dall'anteprima del volume

PARTE II

SISTEMI

SISTEMI “TRADIZIONALI”

3.1 Generalità

All’inizio di tutto il discorso, si è detto che le pareti ventilate sono sistemi costruttivi che risalgono molto indietro nel tempo, e che costituiscono il sapere costruttivo ‘tradizionale’ in diverse parti dell’Europa. È quindi evidente che esse non si esauriscono nei *Kits for external wall claddings mechanically fixed*, ma anzi una buona parte ne resta fuori, anche se *mechanically fixed*, proprio perché, essendo ‘tradizionale’, non necessita di alcuna Valutazione Tecnica Europea per essere impiegata. Come al solito, la chiave interpretativa normativa a questo proposito può essere fornita da un recente documento francese della *Commission chargée de formuler Avis Techniques et Documents Techniques d’Application*, l’e-Cahier du CSTB 3251_V2 – Décembre 2017 dal titolo *Définitions, exigences et critères de traditionalité applicables aux bardages rapportés*⁽¹⁾. In esso, molto sinteticamente, si definiscono le caratteristiche delle facciate ventilate ed i relativi requisiti fondamentali e quindi, al paragrafo 3, si definiscono i criteri di tradizionalità delle facciate ventilate, dichiarando che tali procedimenti sono considerati tradizionali quando:

- sono previsti da norme di carattere generale (in Francia, i NF DTU *Document Technique Unifiés*), ovvero
- non sono definiti in norme generali, ma costituiscono tecniche impiegate con successo da lunga data o coperte da quelle che si è convenuto chiamare Regole dell’Arte.

“Un sistema di parete ventilata è tradizionale quando nello stesso congiuntamente lo sono sia i suoi elementi costitutivi, che la loro posa in opera:

- *la parete esterna è realizzata con prodotti tradizionali in quello specifico impiego, vale a dire dei prodotti che, in quanto tali o per assimilazione a dei prodotti simili,*

1. Scaricabile da:

<http://www.ccfat.fr/groupe-specialise/download/3251-v2-dfinition-critres-de-traditionalit-5465/>, 4 pagine

- sono di impiego praticato con successo (generalmente da 20-30 anni). I fattori essenziali da considerare sono: la natura e la composizione del materiale, la costanza della qualità tecnica di fabbricazione, la geometria e le dimensioni, il peso e l'ingombro;*
- l'ossatura secondaria è concepita e posta in opera in modo tradizionale. Gli e-Cahiers du CSTB n. 3316_V2 (per le ossature in legno) e n. 3194 (per le ossature in metallo) definiscono i principi essenziali per la concezione e la posa in opera di questi tipi di ossatura;*
 - l'eventuale isolamento termico e/o acustico è realizzato mediante prodotti il cui comportamento è durevole. L'isolamento termico realizzato secondo le prescrizioni dell'e-Cahier du CSTB n. 3316_V2 è considerato tradizionale;*
 - l'assemblaggio e la posa in opera dei diversi componenti (natura e dimensione dei giunti, ricoprimenti, accessori...) sono di tecnica corrente, già sperimentata;*
 - il fissaggio degli elementi della pelle è realizzato meccanicamente [quindi con esclusione di processi di incollaggio] con le tecniche correnti per quel tipo di parete.*

Il fatto che un sistema sia definito tradizionale non significa che sia sempre adatto all'impiego nelle attuali condizioni di accettazione (in relazione alla sua concezione, secondo i suoi limiti di impiego...), nel senso che le esigenze possono essere state rese più gravose col passare degli anni per rispondere all'evoluzione della regolamentazione o nel caso di una estensione di impiego non validata. D'altro canto, si tiene conto dell'esperienza acquisita nella misura in cui non si conoscono patologie seriali occorse nel precedente impiego.”

Il documento procede, illustrando i limiti di impiego in zona sismica dei procedimenti ‘tradizionali’ secondo la normativa francese, limiti che non si ritiene utile illustrare qui, in ragione della diversità della norma italiana; ma che il lettore interessato può trovare nel documento originale.

Interessanti sono i limiti di impiego rispetto all'impermeabilità all'acqua di pioggia dei sistemi ‘tradizionali’ su supporti costituiti da edifici a struttura in legno (in Francia detti *COB, Construction à Ossature Bois*): per le pareti ventilate a giunti aperti, il vincolo è che i giunti non abbiano una superficie maggiore dell'1,5% della superficie della facciata e che la loro larghezza non sia maggiore di 8 mm. Inoltre, le pareti ventilate a giunti aperti possono essere impiegate solo su edifici di altezza massima di 10 m (misurati all'imposta dei timpani del tetto) nelle zone di vento 1, 2 e 3 e nelle situazioni a, b e c precedentemente illustrate nel paragrafo 2.1.1.2; e possono trovare impiego solo su edifici di altezza massima di 6 m (misurati alla base dei timpani del tetto) nelle zone di vento 4 e/o nella situazione d. Al contrario, le pareti ventilate ‘tradizionali’ a giunti

chiusi possono essere impiegate sugli edifici in legno senza limiti di altezza e di condizioni di esposizione. E si torna ai masi dell’Alto Adige ed alle case dei fiordi e delle isole norvegesi.

Il successivo paragrafo 4 del Documento illustra quelli che, sulla base delle definizioni date in precedenza, sono i *sistemi di pareti ventilate tradizionali o assimilabili a quelli tradizionali*:

- pareti ventilate con ossatura lignea e rivestimento a piccoli elementi (ardesie, tegole piane), per estensione alle pareti delle relative norme per le coperture; non ci si soffermerà su tale tipologia di rivestimento, oltre ad una sommaria descrizione e ad indicazioni bibliografiche, perché troppo diversa dai modi costruttivi italiani;
- pareti ventilate in lattenerie di zinco, acciaio inossidabile o rame, con ossatura lignea o metallica: il riferimento è alle corrispondenti norme per le coperture negli stessi materiali; anche di queste non si porteranno esempi dettagliati, per lo stesso motivo;
- pareti ventilate in tavole di legno massiccio o scandole, su ossatura in legno: il riferimento è al NF DTU 41.2, come si vedrà nel seguito;
- pareti ventilate con rivestimento metallico di lamiera ondulata o grecata: il riferimento è alle *Regole professionali 1981* pubblicate da SNFA-SNPPA-CITAG per le lamierie in alluminio ed alle *Raccomandazioni 2014 RAGE* per quelle in acciaio, come si vedrà nel seguito;
- pareti ventilate con paramento a fasce o lame e cassette metalliche, che devono essere valutate secondo quanto prescritto nell’e-Cahier du CSTB n. 3747 – Mai 2014, come si vedrà nel seguito.

Manca in questa elencazione un’altra tipologia di pareti ventilate, che ora appartengono al tradizionale, ed ancora nel 1990 erano oggetto di *Avis Techniques*, e sono le pareti ad intonaco su reti porta-intonaco, di cui si porterà un esempio nel seguito. Esse sono eseguite con ossatura in legno e materiali tradizionali (rete porta intonaco ed intonaco cementizio), specificamente previsti nel NF DTU 26.1 P1-1 Avril 2008 *Travaux de bâtiment. Travaux d’enduits de mortiers. Partie 1-1: Cahier des clauses techniques*.

3.2 Pareti ventilate con ossatura lignea e rivestimento di piccoli elementi

Questi sistemi costituiscono l’estensione alle pareti dei sistemi di copertura, e sono quindi caratterizzati dalla massima impermeabilità, cioè portano alla realizzazione di pareti del tipo IV (o XIV se isolate dall’esterno). Il loro principio di funzionamento è

ben rappresentato dal seguente disegno (Figura 3.1), tratto dal fascicolo “Règles de l’Art Grenelle Environnement 2012”, *Recommandations Professionnelles Mise en oeuvre des procédés de bardage rapporté à lame d’air ventilée. Isolation Thermique Extérieure. Neuf – Rénovation* ⁽²⁾.

LEGENDA

E - interasse montanti in legno

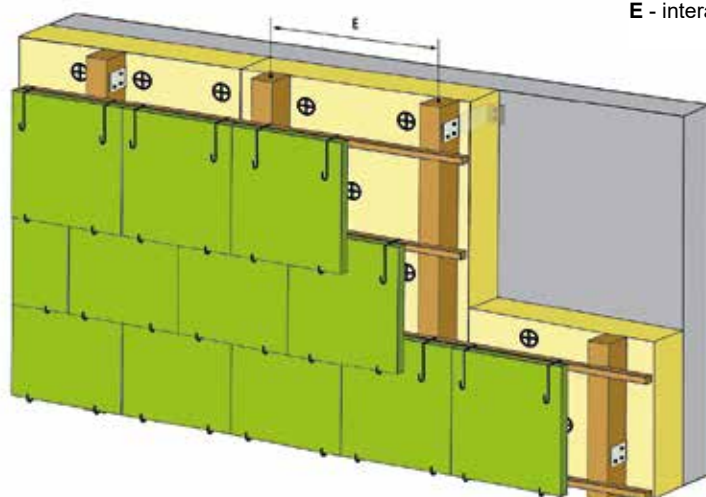


Figura 3.1 – Esempio di facciata ventilata realizzata con piccoli elementi da copertura, ossatura in legno (fonte: *Recommandations Professionnelles “Mise en oeuvre...”*, Fig. 4, pag. 17)

Si può trattare di:

- Ardesie naturali, oggetto in Francia del NF DTU 40.11. Di esse si occupa il documento da cui è stato tratto il disegno, alle pagg. 36, 41, 46, 49, 54, 120-121, 139 e 146.
- Ardesie in fibrocemento, oggetto in Francia del NF DTU 40.13. Di esse, lo stesso documento si occupa alle pagg. 38, 41, 46, 49, 54, 120-121 e 146.
- Tegole piatte di cemento, oggetto in Francia del NF DTU 40.25. Su di esse, il citato documento si sofferma alle pagg. 39, 41, 46, 49, 54, 120-121, 139 e 147.
- Tegole piatte in terracotta, oggetto in Francia del NF DTU 40.23. Su di esse, il citato documento si occupa alle pagg. 39, 41, 46, 49, 54, 120-121, 139 e 147.

2. https://www.programmepacte.fr/sites/default/files/pdf/recommandation-pro-rage-ite-moe-procedes-bardages-rapporte-lame-air-ventilee-2015-05_0.pdf

Ulteriori indicazioni e disegni molto chiari si possono trovare in Dib, A., Piechowski J., Schneider C., Soulé M. 2018, *Bardage rapporté. Prescriptions techniques et recommandations pratiques*, CSTB Éditions, Champs-sur-Marne, Marne-la-Vallée, pagg. 79-82.

3.3 Pareti ventilate in lattronomie di zinco, acciaio inossidabile o rame

Come detto, queste pareti ventilate sono in Francia dichiarate “tradizionali” se eseguite nel rispetto delle corrispondenti norme per le coperture, rispettivamente NF DTU 40.41 *Couvertures en feuilles et longues feuilles en zinc*, NF DTU 40.44 *Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en acier inoxydable* e NF 40.45 *Couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en cuivre* che, sia detto per inciso, sono degli splendidi manuali delle Regole dell’Arte relative.

Ovviamente, il risultato sono pareti del massimo grado di impermeabilità (del Tipo IV o XIV se isolate dall’esterno). Si riportano qui (Figura 3.2), a titolo di esempio del livello di raffinatezza delle indicazioni contenute in queste norme, degli stralci dalle pagine 14 e 45 (di 52) del NF DTU 40.45.

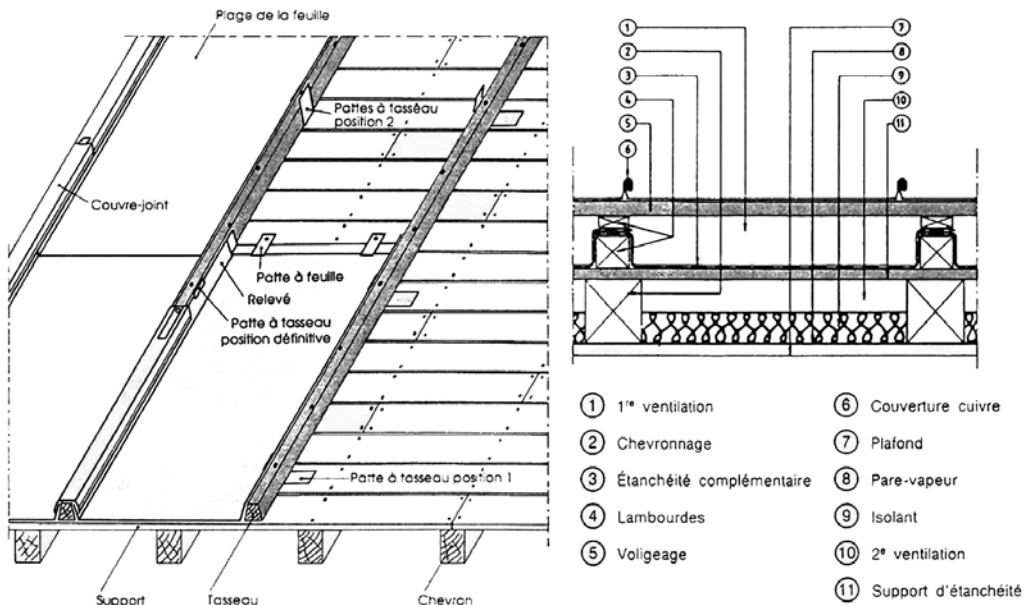


Figura 3.2 – Fasi di esecuzione di una copertura con rivestimento metallico (a sinistra) e indicazioni di posa in opera del doppio tetto ventilato (a destra) (fonte: NF DTU 40.45, disegni alle pagg. 14 e 45)

Un esempio recente di realizzazione con questa tecnica è mostrato dalla immagine seguente (Figura 3.3), relativa ai New Studios, Wimbledon College of Arts, di Perroyre & Prasad, per la University of the Arts, London, RIBA London Award 2017 e RIBA London Sustainability Award 2017.



Figura 3.3 – *New Studios, Wimbledon College of Arts - Perroyre & Prasad*
(fonte: <https://www.penoyreprasad.com/project/new-studios-wimbledon-college-of-art/>)

3.4 Pareti ventilate in legno su ossatura in legno

La sempre maggiore attenzione alla sostenibilità in edilizia ha rinnovato l'interesse per le pareti ventilate il cui rivestimento esterno è realizzato in legno. I nuovi trattamenti termo-igrometrici sono in grado di conferire ad essenze legnose fino ad ora poco valorizzate, come il pioppo, attitudini a classi di impiego elevate, quali la 3. Altre essenze intrinsecamente più performanti, come il pino silvestre, impregnate in autoclave, acquistano attitudine ad una classe di impiego 4. L'impiego sinergico di un insieme di trattamenti conduce a prodotti di classe 5. Si è ormai sviluppato un mercato internazionale inter-europeo, consentito dalle Certificazioni a marchio CE EN 1495, che consente di avere chiara contezza delle prestazioni dei materiali in legno massiccio o in derivati dal legno, quali compensati da esterno, OSB, Plywood, lamellari e micro lamellari LVL *Laminated Veneer Lumber*. Si è aperto un nuovo mondo di colori, grane, texture, che ha arricchito l'architettura contemporanea.

Come al solito, la Francia, con la Finlandia ed il Canada, ha guidato, in diverse direzioni, la ricerca di metodi efficaci per il trattamento e l'ingegnerizzazione non solo del

legno di gimnosperme (*Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Larix decidua* e tanti altri), ma anche di quello di angiosperme (*Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Castanea sativa*, *Populus alba*, *Populus nigra*, ed altri). Per coordinare e normare l'impiego delle essenze legnose e dei prodotti derivati dal legno nello specifico campo dei rivestimenti esterni delle facciate degli edifici, a quasi venticinque anni dalla sua prima edizione (1996) e dopo anni di revisione e di consultazioni con le Associazioni professionali e imprenditoriali interessate, nel 2015 è stata pubblicata una versione completamente rinnovata della norma NF DTU 41.2 *Travaux de bâtiment – Revêtements extérieurs en bois*, che incorpora in sé il precedente documento normativo FD P20-651 *Durabilité des éléments et ouvrages en bois*, pubblicato nel 2011, allineandosi alle normative europee EN 335 *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno – Classi di utilizzo: definizioni, applicazione al legno massiccio e prodotti a base di legno* ed EN 350 *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno – Prove e classificazione della durabilità agli agenti biologici del legno e dei materiali a base di legno*. Il corposo documento riguarda sia i rivestimenti di pareti esterne applicati su pareti in muratura o cemento armato, che quelli applicati su edifici con struttura in legno (oggetto in Francia della norma NF DTU 31.2 – Mai 2019 *Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois*), per tutte le zone di vento, per edifici fino a 28 m di altezza. Ma, per i soli edifici con struttura portante in legno, la presa in conto dell'impermeabilità all'acqua delle pareti ha portato a distinguere due casi. Se la parete non presenta finestre, l'unico limite è l'altezza di 28 m dell'edificio. Se invece sono presenti finestre, a seconda delle modalità di inserzione del serramento nella parete, l'altezza ammissibile diventa 6, 10 o 28 metri. L'Allegato D della norma NF DTU 41.2 precisa le caratteristiche delle diverse soluzioni, e merita una specifica, attenta considerazione. Ad esempio, per poter portare il rivestimento in legno di una facciata con finestre fino a 28 m di altezza, una delle soluzioni è quella che il serramento sia inserito in una imbotte metallica stagna.

Gli arcarecci devono essere disposti in modo tale che l'intercapedine d'aria sia continua in verticale (non è più consentito che l'aria segua percorsi a zig-zag); la norma prescrive che le tavole (con obbligo di marchio CE secondo EN 14915) abbiano uno spessore minimo di 15 mm se l'interasse tra gli arcarecci è di 40 cm; e di 18 mm minimo se l'interasse è compreso tra 40 e 65 cm (Figura 3.4 vedi pagina seguente).

La norma prescrive che le tavole si sovrappongano od incastrino per almeno il 10% della loro larghezza, con un minimo di 10 mm se le tavole sono larghe fino a 150 mm. Se la loro larghezza è maggiore di 125 mm, ogni tavola deve essere fissata con due chiodi tortili o viti in acciaio inox (Figura 3.5 vedi pagina seguente).

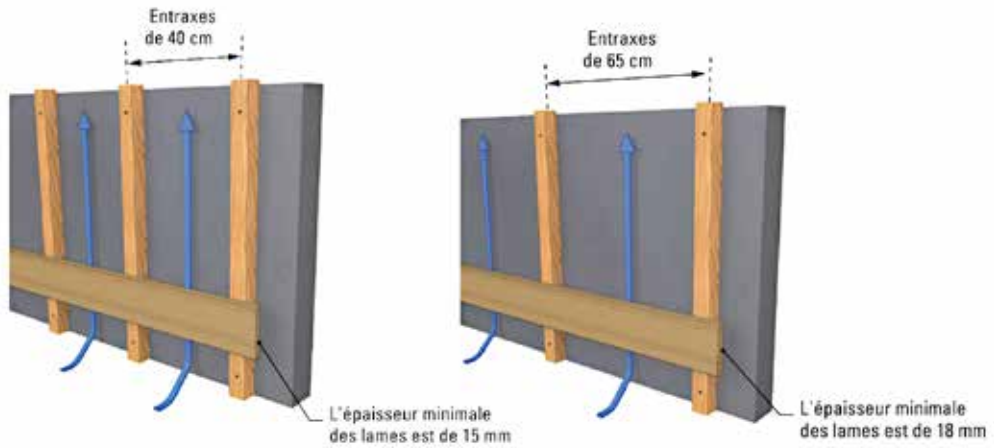


Figura 3.4 – Spessore minimo delle tavole a seconda dell'interasse degli arcarecci
(fonte: Calepin de Chantier, Rêvetement Extérieurs en bois et ITE, Programme d'Action pour la qualité de la Construction et la Transition Energétique (PACTE), pag. 32)

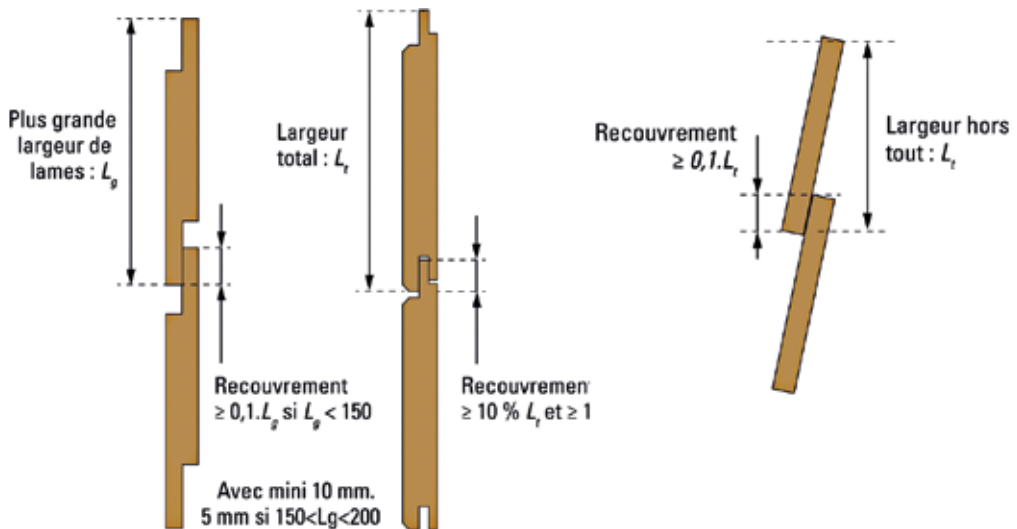


Figura 3.5 – Sovrapposizione o incastro delle tavole
(fonte: Calepin de Chantier, Rêvetement Extérieurs en bois et ITE....., pag. 34)

La giunzione tra due tavole, se fornita di incastro, può avvenire ovunque, purché a distanza di almeno due volte la larghezza della tavola rispetto alle giunzioni adiacenti; se invece il giunto è testa-a-testa, può avvenire solo in corrispondenza dell'arcareccio (Figura 3.6).

Pagine omesse dall'anteprima del volume