Università degli Studi di Genova

Scuola Politecnica – Dipartimento di scienze per l'Architettura

Corso di Laurea in Architettura

Anno accademico 2013-2014

Genova, con una nuova Torre

Relatore
Prof. Arch. Guido Gozzoli

Correlatore
Com.te Giovanni Lettich

Candidato
Stefano Bertuccelli

Ai (non) presenti

Indice

Premessa pag. 5

Il pilota - The first to say good morrow, the last to say good-bye pag. 7

7 maggio 2013 – Il crollo della Torre dei Piloti pag. 19

Le torri del passato pag. 23

Relazione di progetto pag. 30

Schede tecniche dei materiali pag. 55

- Vetro fotovoltaico pag. 56
- Celenit pag. 59
- Polistirene espanso sinterizzato pag. 63
- Polietilene pag. 66
- Intonaco di canapa e calce pag. 70
- OSB (Oriented Strand Board) pag. 74
- Barriera al vapore pag. 77

Conclusioni pag. 79

Bibliografia e sitografia pag. 81

Ringraziamenti pag. 83

Premessa

Il lavoro di progettazione della nuova Torre ha messo in luce fin da subito l'importanza, se non la necessità, di entrare nei delicati e complessi meccanismi di quella parte di Genova così attiva, ma in fondo sconosciuta, rappresentata dal Porto. Per potere sviluppare un progetto realizzabile e rispondente alle concrete esigenze portuali, ho condotto un lavoro di raccolta e analisi di informazioni sulle dinamiche del Porto di Genova e sul Corpo dei Piloti, cercando di integrare documenti, testimonianze e testi scritti.

Pertanto, accanto alla relazione e alla presentazione delle tavole di progetto, ho voluto inserire qualche capitolo che illustri brevemente, a chi ancora non la conosce, la figura del pilota e l'importanza che essa riveste nelle "routinarie" attività portuali. A completamento di questo lavoro, è inoltre presente una sintetica descrizione della "vecchia" Torre e dell'incidente che l'ha coinvolta lo scorso anno, distruggendola.

Il pilota

"The first to say good morrow, the last to say good-bye"

Visto dalla sopraelevata, con gli occhi di chi a Genova ci è nato, il Porto appare come una realtà tranquilla, dominata dall'immobilità di quei grandi giganti di lamiera che trovano riposo dopo un lungo viaggio. Talvolta, nelle fredde mattine d'inverno o nella brezza estiva, può capitare di vedere uno di quei giganti risvegliarsi e allontanarsi lentamente verso il mare aperto; altre volte, dall'orizzonte è possibile scorgerli mentre, stanchi, si avvicinano all'imboccatura del Porto. E l'osservatore comune, che percorre la sopraelevata ogni mattina per recarsi al lavoro, probabilmente rivolgerà i suoi pensieri, con un pizzico di invidia, ai passeggeri della nave da crociera appena partita, o cercherà di immaginarsi quali prodotti misteriosi trasportino i containers colorati dei cargo in arrivo o, ancora, da quale Paese lontano essi siano partiti; ma difficilmente porterà la sua attenzione alle mille insidie che quelle poche manovre, apparentemente così naturali, possono nascondere. E così, mentre una folla di passeggeri festanti saluta la città dal ponte e le auto disegnano lunghe file sulla sopraelevata, qualcuno, lontano dagli sguardi e dal clamore, sta provvedendo a far adagiare il gigante negli angusti spazi del porto.

La prima immagine che si fa strada nelle nostre menti è quella del Comandante della nave che, dopo giorni di navigazione, riesce a scortare la sua "creatura" fino al porto di arrivo. Ma cosa succede realmente quando una nave, soprattutto di grandi dimensioni, giunge in prossimità del porto? Il Comandante della nave, abituato agli immensi spazi del mare aperto, si trova a dovere gestire le manovre in spazi decisamente più ristretti e spesso a lui sconosciuti, che possono nascondere insidie potenzialmente pericolose. Pertanto, nonostante la perizia e le indubbie competenze del Comandante, si rende necessario, in queste delicate situazioni, l'intervento di un'altra figura: ed è proprio qui che entra in gioco il pilota.

Gli inglesi lo definivano “the first to say good morrow, the last to say good-bye”. In effetti, il pilota è la prima persona ad accogliere la nave e il suo Comandante all’arrivo nel porto e l’ultima ad augurare loro buon viaggio alla partenza. Se, con occhi un po’ più attenti e consapevoli, torniamo a guardare la scena dell’ingresso in porto della nave da crociera, noteremo allora una piccola imbarcazione accostarsi al gigante e, aguzzando la vista, potremo individuare qualcuno che, con un balzo, la abbandona per afferrare la corda della biscaglina della nave. Una volta risalita la biscaglina, il pilota incontra il Comandante della nave, lo accoglie e, appresi da lui i dati sull’andatura della macchina, sul pescaggio della nave e su qualsiasi aspetto possa essere importante ai fini della manovra, lo educe sulle procedure da seguire, mettendolo inoltre al corrente sul numero di rimorchiatori che saranno necessari e su come avverrà l’ormeggio.

1.
Imbarco di un pilota (2005)

L'importanza di questa figura si intuisce facilmente se pensiamo alle peculiarità che ogni porto presenta, sia dal punto di vista fisico e strutturale, che da quello più propriamente legato al traffico e alle dinamiche portuali. Molti porti, tra cui quello di Genova, sono stati pensati e costruiti su modelli di natanti più piccoli e dotati di un minore pescaggio rispetto a quelli odierni. Da qui la necessità di avere a disposizione uomini di grande esperienza e di profonda conoscenza del porto e delle sue dinamiche, a cui affidare il compito di guidare le navi all'interno di spazi angusti e trafficati.

Il pilota, quando si appresta a dirigere le manovre, ha la precisa percezione di ciò che sta accadendo nel porto in quell'istante, essendo costantemente informato sui mezzi in movimento, sulle condizioni del mare e sulle difficoltà che la conformazione del porto può presentare per quella particolare nave.

L'articolo 92 del Codice della Navigazione afferma che "il pilota suggerisce la rotta e assiste il comandante nella determinazione delle manovre necessarie per seguirla". Di fatto, dunque, il pilota agisce come guida e aiuto per il Comandante nelle manovre di entrata e uscita dal porto, e in quelle che avvengono all'interno del bacino portuale stesso. Egli entra quindi temporaneamente a far parte dell'equipaggio, rimanendo sottoposto, da un punto di vista gerarchico, al Comandante, poiché risulta equiparato a I° Ufficiale.

2.
Comandante della nave e pilota mentre discutono sulle manovre di ormeggio

Se si effettua una ricerca storica, si scopre che la figura del pilota, seppure in forma ancestrale, è sempre stata presente fino da tempi antichi, ovunque ci fosse la necessità di guidare imbarcazioni più o meno pesanti all'interno di canali fluviali o di stretti lembi di mare. Addirittura, già nel codice di Hammurabi (1880 a.C), si accenna alla presenza di battellieri esperti che conducevano le barche piene di prodotti lungo l'Eufrate, da Babilonia al mare, per una distanza di 250 km. Altre testimonianze dell'esistenza di "paleo-piloti" ci arrivano dalle iscrizioni geroglifiche degli Egizi, nonché dalla Bibbia, dai grandi poemi omerici e dall'Eneide.

Tuttavia, la prima descrizione di tale mestiere che presenti una concreta rispondenza con l'attività che il pilota svolge tuttora risale al 64 d.C. ed è contenuta in una sorta di portolano che veniva utilizzato dai mercanti greci che operavano nella parte occidentale dell'Oceano Indiano: si tratta del *Periplo del Mare Eritreo*, riportato da Arriano (II secolo d.C.) nella sua "Historia Indica". In un breve passo di questo testo, l'autore descrive la città di Barigaza (oggi Broach), situata a 250 miglia a nord-ovest di Bombay e a circa 20 miglia dalla foce del fiume Narbuta, affermando: "L'entrata è difficoltosa a causa di bassifondi alla foce del fiume. Per questo motivo i pescatori locali al servizio del re vanno incontro alle navi, lungo la costa, fino a Syrastene. Ed essi guidano le navi in tutta sicurezza dall'imboccatura della baia e in mezzo ai bassifondi con i loro equipaggi, e poi le rimorchiano, col favore della marea, fino a posti di attesa lungo il fiume, mentre, con la marea calante le ormeggiano in appositi bacini o le fanno ancorare"[1].

Sulla base di queste poche righe e di altre testimonianze si può ipotizzare che la figura del pilota nacque inizialmente in risposta alla necessità di condurre le imbarcazioni lungo i canali fluviali. Per quanto riguarda i "piloti di

[1] Stefano Galleano , *Piloti della Lanterna*, Genova, Nuova Editrice Genovese, 1997. Pagg. 18-19.

mare", invece, con tutta probabilità essi in origine erano pescatori esperti che conoscevano con estrema precisione i tratti di costa in cui operavano e che, all'occorrenza, prestavano soccorso alle navi che si trovavano in difficoltà a causa di correnti insidiose o di fondali incostanti.

È difficile stabilire con certezza in che anno i piloti cominciarono a essere attivi nel porto di Genova, essendo scarsa la documentazione antecedente al XVIII secolo. Tuttavia, si può affermare con sicurezza che la nascita di questa figura avvenne con gradualità. Sappiamo che i primi marinai a frequentare il porto di Genova erano riuniti in una Corporazione o Arte, come testimoniato da documenti notarili del XIII secolo. Da questa prima Corporazione, che riuniva marinai di galee e di navi che esercitavano il cabotaggio, nacque probabilmente quella dei Barcaioli, che, col tempo, finì per raggruppare uomini appositamente scelti per trasportare merci e persone dalle navi ancorate al largo alla terraferma, e viceversa.

A partire dal 1641, così come riportato da un decreto del Serenissimo Senato della Repubblica genovese, ai Barcaioli veniva affidato l'incarico di costruire quattro imbarcazioni per prestare soccorso "in tempo di fortuna" alle navi ancorate in porto: è forse questa la prima testimonianza di una svolta verso la specializzazione degli uomini della Corporazione (o almeno di una parte di essi).

Il primo chiaro riferimento a un *pilota* genovese risale a uno scritto del 1702, ma è solo a partire dal 1784 che la documentazione riguardante i piloti e il loro operato si fa più corposa e costante. Di quell'anno, infatti, è un registro che reca la dicitura *Denoncie per l'ormeggio delle Naui*, che raccoglie all'incirca un migliaio di rapportini di manovra, in cui vengono indicati il nome del pilota, quello della nave e del capitano, la nazionalità del capitano, il posto di ormeggio e i dati essenziali della manovra eseguita.

In molte delle testimonianze scritte pervenuteci, anche in quelle più antiche, il pilotaggio è spesso associato a due particolari termini: rimorchio e ormeggio. Già nel Periplo sopra menzionato si fa chiaro riferimento a queste due attività. In effetti questi tre servizi ancora oggi vanno di pari passo e si integrano l'uno con l'altro per garantire una gestione efficiente e sicura del traffico portuale.

I rimorchiatori svolgono l'importante funzione di fornire la forza, in tiro o in spinta, alle navi di grosse dimensioni, per permettere loro di effettuare le manovre in spazi ristretti, soprattutto in condizioni di forti correnti o in situazioni meteo sfavorevoli.

Agli ormeggiatori, invece, spetta il compito di fare attraccare correttamente le navi alle banchine, ai pontili, alle piattaforme off-shore o alle boe, assicurandole agli ormeggi e verificandone costantemente le condizioni di sicurezza.

È chiaro che nessuno di questi tre servizi può essere svolto al meglio in assenza degli altri due e che, pertanto, è necessaria una costante collaborazione tra piloti, rimorchiatori e ormeggiatori.

Accanto a queste tre figure esiste un altro gruppo di professionisti che opera durante le manovre di entrata e uscita dal porto delle navi. Finora si è parlato del pilota, che gestisce e sorveglia le manovre, ma si è solo indirettamente accennato agli istanti che precedono la sua risalita sulla nave. Affinché il pilota possa giungere in prossimità della nave, è necessaria un'imbarcazione, la cosiddetta pilotina, affidata all'esperienza e all'abilità dei "conduttori", da sempre conosciuti come "pilotini" nell'ambiente portuale. Essi sono marinai-motoristi in possesso di un titolo professionale, ai quali vengono richieste salde competenze nel controllo dell'imbarcazione. Infatti, l'incolumità del pilota è in buona parte riposta nelle mani dei pilotini durante le fasi di salita e di discesa dalla biscaglina; il pilotino deve essere capace di individuare il momento

giusto per accostarsi alla nave, in modo da permettere al pilota di saltare dall'imbarcazione, di approdare sul piolo della biscaglina e di afferrarne al contempo la struttura in corda. Questa operazione, di per sé già complicata in condizioni ottimali, diventa ancora più delicata in situazioni meteorologiche sfavorevoli o nelle ore notturne.

3.
Pilotina Pegaso sulla cresta dell'onda

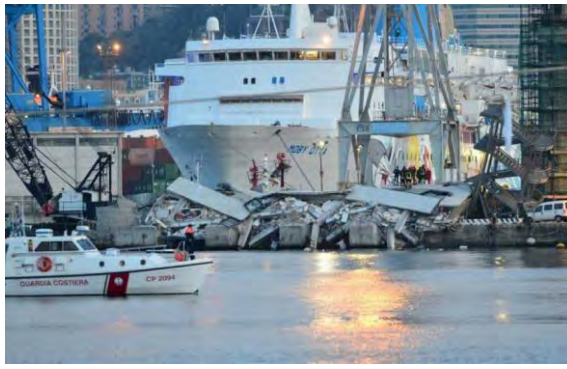
4.
Sbarco di un pilota (anni ’90)

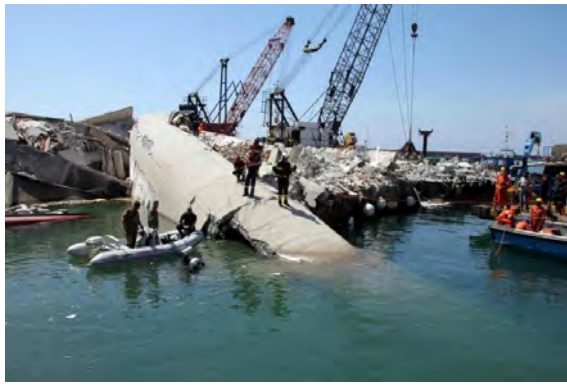
Alla luce di quanto fin qui esposto, si comprendono dunque le difficoltà a cui ogni giorno vanno incontro i piloti e tutti gli uomini che con essi operano. Risulta altrettanto chiara l'importanza di un perfetto coordinamento tra le figure che lavorano per garantire la sicurezza durante gli spostamenti delle navi nei bacini portuali, coordinamento che non può prescindere dalla presenza di una sede comune di controllo: è sulla base di queste considerazioni che si è sviluppato il progetto della nuova torre dei piloti.

7 Maggio 2013
Il crollo della Torre dei Piloti

Il ricordo dell'incidente che ha coinvolto e distrutto la Torre dei Piloti nel porto di Genova è ancora vivo nella memoria dei cittadini e ha lasciato un vuoto ingombrante nel cuore di tutti. Erano le 22:59 del 7 maggio 2013 quando, per cause tuttora da accertare, la portacontainer Jolly Nero della Linea Messina ha urtato la Torre dei Piloti. L'impatto, il crollo, pochi secondi che hanno segnato per sempre il cuore pulsante della città.

Secondo le ricostruzioni, la nave stava effettuando, all'interno del bacino di evoluzione, le normali manovre di rotazione per uscire dal Porto, assistita da due rimorchiatori: lo Spagna, a poppa, e il Genoa, a prua. A bordo della Jolly Nero erano presenti il comandante Roberto Paoloni e il pilota Antonio Anfossi. Il gigante di 45 tonnellate si stava muovendo all'indietro alla velocità di 3.5 nodi, quando dal rimorchiatore di poppa arriva la segnalazione di invertire il moto per evitare di avvicinarsi troppo al molo Giano. Ma qualcosa non funziona, la nave non risponde ai comandi e vengono gettate le ancore per provare a fermarla. In pochi istanti l'impatto e la Torre si sbriciola sotto gli occhi impotenti dei testimoni.





5.
Immagini della Torre crollata

Come riportato successivamente dai superstiti dell'incidente, in quel momento si stava svolgendo il cambio turno all'interno della Torre e le luci erano accese per controllare carte e registri, come da procedura. Il riflesso delle luci sulle vetrate della Torre ha impedito di vedere per tempo la nave che si avvicinava, rendendo di fatto vani i tentativi di fuga delle 13 persone, tra civili e militari, presenti nella Torre. Il bilancio finale della tragedia è stato di 9 vittime e 4 feriti.

Le Torri del passato

Come testimoniato da alcune vecchie fotografie e da documenti d'epoca, la prima sede del Corpo Piloti venne ricavata, intorno al 1880, dalla costruzione di due "leggere camerette" sul terrazzo della porta d'entrata al Molo Vecchio, conosciuta come Porta Siberia. Tale posizione risultava avanzata rispetto alle strutture portuali, impedendo un efficacie controllo del traffico nautico, tanto che nel 1885 il Capitano del Porto, attraverso una missiva indirizzata all'Ufficio Centrale del Genio Marittimo di Genova, chiedeva l'autorizzazione a costruire un "casotto di legno sulla gettata del Molo Orientale onde servire per vigilanza e rifugio ai piloti di guardia sia di giorno che di notte".

Molto probabilmente il permesso venne negato, dal momento che nel 1901, l'allora Capo Pilota Pietro Pescetto si rivolgeva al Comandante del Porto per ottenere la liberatoria per la costruzione di un "casotto" sul Molo Giano. Questa volta le richieste vennero accolte e si procedette alla realizzazione di una "Torretta" ubicata a circa 160 metri dalla testata del Molo Giano. Questa piccola struttura, a pianta quadrata, occupava in totale 16 mq di suolo ed era composta da tre piani, di cui solo l'ultimo praticabile.

Nel 1913 fu eretta una nuova Torre, più larga e alta della precedente, costituita da un piano terra e da quattro piani, per un'altezza complessiva di 12,60 metri.

6.
La Nuova Torre del 1913, in una foto del 1916, che ritrae anche il Capo Piloti Pietro Pescetto (a sinistra)

Successivamente, nel 1928, il Consorzio Autonomo del Porto approvò il progetto per la costruzione di una nuova sede per il Corpo Piloti, da realizzarsi in testata al Molo Giano. La nuova struttura sarebbe stata composta da una torretta a sezione ottagonale, affiancata a un edificio di quattro piani con terrazzo praticabile. Al piano interrato di tale edificio erano stati posti un piccolo magazzino e l'impianto di riscaldamento, mentre al piano terra sorgevano l'ufficio e un locale per i pilotini. Al primo e al secondo, invece, erano ospitate due camerate con servizi igienici per i piloti di turno; infine, al terzo piano si trovava la sala di controllo.

Molto probabilmente la nuova Torretta fu terminata e inaugurata nel 1931, anche se la testimonianza fotografica più datata risale solo al 1937. Quel che è certo è che questa fu la prima vera sede del Corpo dei Piloti.

Durante la Seconda Guerra Mondiale la Torretta fu abbattuta due volte dai bombardamenti e venne poi ricostruita, con le stesse caratteristiche e nella stessa posizione, nel 1947.

Negli anni Sessanta la Torretta venne ampliata e modificata per rispondere alle esigenze di crescita del Corpo Piloti e per adattarsi ai requisiti moderni di abitabilità. In particolare, venne aggiunto un piano e la struttura fu allargata sul lato est , mentre all'interno le camerate vennero tramezzate per ottenere camere doppie con servizi igienici. Negli anni seguenti, infine, fu rinnovata continuamente la dotazione strumentale necessaria alle attività di controllo e organizzazione del porto.

7.
Cerimonia ufficiale in occasione del trasferimento della Madonna di Città dall'Oratorio di S. Antonio al Molo Giano, il 20 Giugno 1937.

Gli anni Ottanta portarono una ventata di rinnovamento nel porto di Genova. I traffici crescenti e il progresso tecnologico imponevano infatti un adeguamento delle strutture portuali, fenomeno che nel resto d'Europa era già avvenuto da anni.

L'allora Presidente del Consorzio Autonomo del Porto Roberto D'Alessandro presentò un progetto di rilancio per il porto di Genova, che, per varie ragioni, incontrò non poche difficoltà di realizzazione. Questo piano di rinnovo prevedeva, tra l'altro, la costruzione di una nuova sede per il Corpo Piloti, in risposta alle richieste dei piloti stessi. Venne così presentato in "Torretta" un modellino ligneo della nuova Torre di Controllo, ideato dall'Italimpianti, che si impegnava a costruirla a proprie spese.

Purtroppo, tuttavia, l'intero disegno di rilancio del porto fu ostacolato da diverse dispute di natura politico-economica, che di fatto ne impedirono la piena realizzazione nell'immediato. Nonostante ciò, negli anni seguenti il progetto venne ripreso e finalmente concretizzato: fu così che nel 1995 ebbe inizio la costruzione sul Molo Giano della nuova sede del Corpo Piloti, dotata di una Torre di Controllo di tipo aeroportuale alta 54 metri.

L'opera, terminata l'anno successivo ed entrata in funzione nel 1997, rappresentava il fiore all'occhiello del porto di Genova, che a buon titolo entrava a far parte delle più importanti realtà portuali mondiali.

8.
Costruzione dei moduli abitativi (1996)

9.
Torre di Controllo terminata

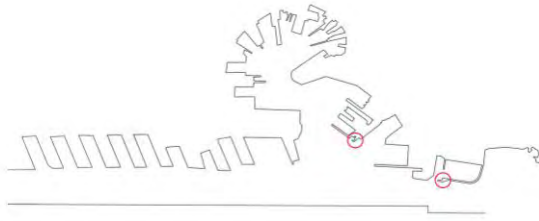
Relazione di progetto

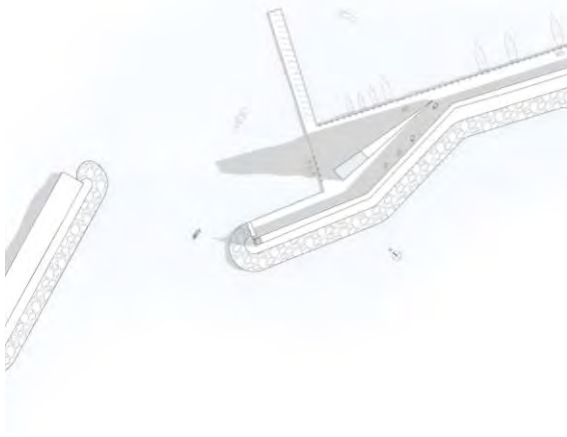
Il progetto nasce dalla necessità di restituire una sede al Corpo dei Piloti del porto di Genova, dopo il tragico incidente che ha distrutto la torre al molo Giano il 7 maggio 2013. Come tutti i progetti che originano dalle ceneri di circostanze tragiche, la costruzione della nuova torre rappresenta una rinascita e un tentativo di ridare alla città una prospettiva per il futuro e lo stimolo a ritrovare la speranza.

Le difficoltà in fase di progettazione non sono mancate.

Un primo delicato punto fermo da individuare è stata la definizione dell'area di progetto, decisione che ha tenuto conto anche dei problemi della precedente torre, emersi soprattutto dopo l'incidente. Quindi, innanzitutto, si è reso necessario scegliere un'area posta a distanza di sicurezza rispetto alla zona di manovra delle grandi navi, per impedire il verificarsi di impatti diretti tra la torre e le navi in caso di avarie. In secondo luogo, l'individuazione dell'area di progetto ha dovuto tenere in considerazione due aspetti fondamentali, la visibilità e l'accessibilità. Infatti, dovendo organizzare e gestire in sicurezza le manovre di entrata e uscita dal porto, nonché quelle all'interno del bacino portuale stesso, la sede del Corpo dei Piloti ha l'assoluta necessità di disporre di un'ottima visuale su tutto il porto. Inoltre, la nuova torre deve essere situata in un punto da cui si possa facilmente e rapidamente accedere all'imboccatura del porto, per rendere più semplice ed efficiente il lavoro dei piloti. Sulla base di queste esigenze, la scelta finale è ricaduta sull'area riservata all'eliporto del salone nautico, all'interno della Fiera di Genova: un'area molto piccola ma che rispetta tutti i requisiti sopra esposti. Il complesso della Fiera di Genova, nella sua globalità, sarà oggetto nei prossimi anni di profondi cambiamenti, sia di destinazione d'uso che di disposizione volumetrica dello spazio. La costruzione della nuova sede dei piloti al suo interno, quindi, può rappresentare un forte stimolo alla riqualificazione di tutto il complesso,

attualmente poco utilizzato, se non per sporadici eventi fieristici.
Entrando più nel dettaglio, il lotto in questione ha un'estensione di 2000 mq, per una lunghezza totale di 70 metri e una larghezza che varia da un minimo di 10 metri a un massimo di 40 metri. Le ridotte dimensioni dell'area hanno sicuramente influenzato lo sviluppo del progetto, che ha dovuto puntare all'ottimizzazione degli spazi, cercando di utilizzare meno suolo possibile, in modo da lasciare un'area di pertinenza per la viabilità e una zona di manovra per le pilotine che necessitano di manutenzione.





10.
Inquadramento generale dell’area di progetto

Per la realizzazione della nuova sede del Corpo dei Piloti si è voluto creare una struttura completamente diversa rispetto a quelle precedenti, che risultavano costituite da un fabbricato rettangolare piuttosto basso e dal cosiddetto "fungo". Pertanto, si è pensato di sviluppare un progetto che preveda un'unica struttura, in cui vengano riunite e assolte tutte le esigenze dei piloti, dalla sala operativa, posta a 52 metri di altezza, all'officina per la manutenzione delle pilotine, posta al livello zero.

In particolare, l'edificio, lungo 68 metri e largo 8 metri nel suo punto di maggiore estensione, consta di 12 piani fuori terra con orientamento Sud ed è dotato di due trattamenti di facciata diversi: a Sud è presente una facciata ventilata fotovoltaica, mentre a Nord si è scelto di non avere alcuna bucatura, optando per una facciata completamente bianca con rivestimento in polietilene, il cui pacchetto murario, come deducibile dai calcoli riportati nell'allegato C, rispetta il valore di trasmittanza termica previsto dalla legge.

Il vetro fotovoltaico, di aspetto trasparente, ricopre completamente a 360 gradi l'undicesimo e il dodicesimo piano, dove sono ubicate le sale operative, permettendo in questo modo lo svolgimento ottimale delle attività di controllo e gestione del porto.

La decisione del diverso trattamento dei prospetti nasce dall'analisi del contesto, da cui è emersa la possibilità di sfruttare in chiave bioclimatica ed energetica l'esposizione a Sud di una delle facciate. Il lato dell'edificio rivolto verso il mare, infatti, grazie alla sua copertura in vetro fotovoltaico, è in grado di utilizzare e trasformare la radiazione solare, permettendo di risparmiare sui consumi per il riscaldamento nelle stagioni fredde. Al contempo, la realizzazione di una facciata ventilata dotata di schermature mobili ad ogni vano garantisce una buona protezione dal calore estivo, ottimizzando i consumi dei sistemi di condizionamento.

11.
Foto-inserimento (vista del prospetto Sud)

12.
Foto-inserimento (vista frontale)

13.
Foto-inserimento (vista del prospetto Nord)

Uno dei problemi più grandi per questa struttura così snella e leggera è stato trovare il modo di assecondare le forze orizzontali del vento, che in una città come Genova sono particolarmente violente e di notevole importanza. A tale proposito l'edificio è stato ideato con un telaio in acciaio in cui le travi risultano incastrate ai pilastri, che a loro volta si susseguono secondo un passo molto fisso, dettato dalle dimensioni dei vetri fotovoltaici della facciata, lunghi 2.40 metri e alti 1.25 metri. Tutto ciò ha permesso di scaricare a terra, in maniera efficiente e sicura, la pressione del vento, che altrimenti avrebbe causato non poche vibrazioni all'edificio, specialmente alle sale operative degli ultimi due piani.

La distribuzione interna degli spazi è stata pensata per mantenere la zona notte ai piani più bassi e la zona operativa vera e propria ai livelli più alti.

Al piano terra sono state ubicate una zona giorno per i pilotini e il pilota di turno, che possono quindi disporre di un accesso immediato alle pilotine, un'officina per la manutenzione dei mezzi nautici e infine un locale adibito a deposito del materiale tecnico, che ospita inoltre un generatore di emergenza.

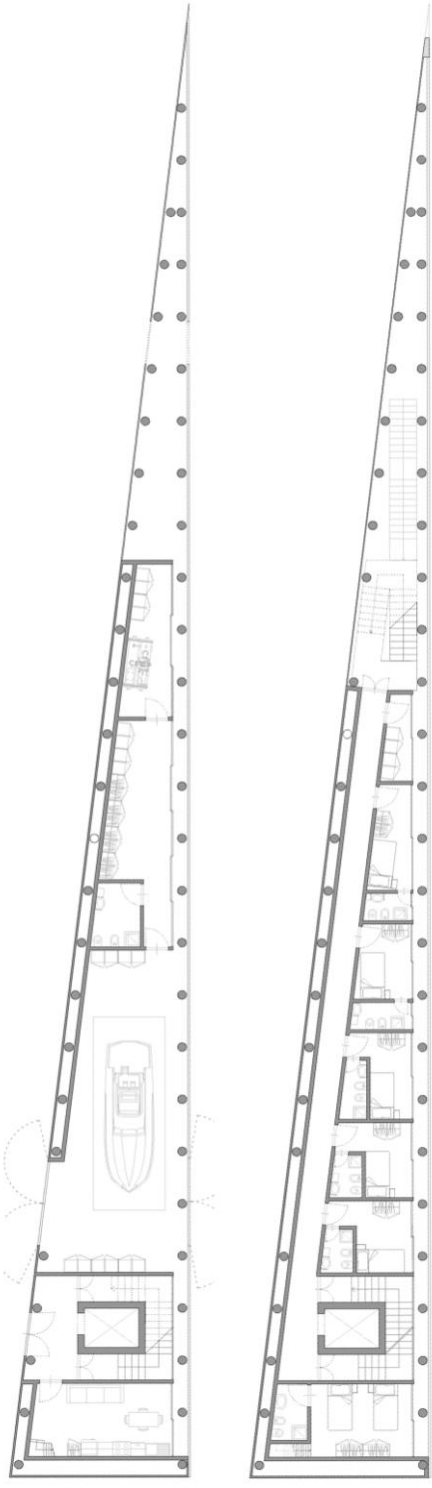
Al primo piano si trova la zona notte dei pilotini, che comunica con la zona giorno sottostante attraverso una scala indipendente dalle altre. Allo stesso livello sono state poste 5 camere da letto, complete di bagno privato, per gli altri piloti.

Dal secondo al quinto piano la disposizione interna è pressoché uguale, essendo presenti su ogni livello 5 camere da letto, complete di servizi igienici, e una zona ricreazione dove i piloti possono ritrovarsi nei momenti liberi. In totale, quindi, la struttura dispone di 25 camere da letto, tutte dotate di bagno privato.

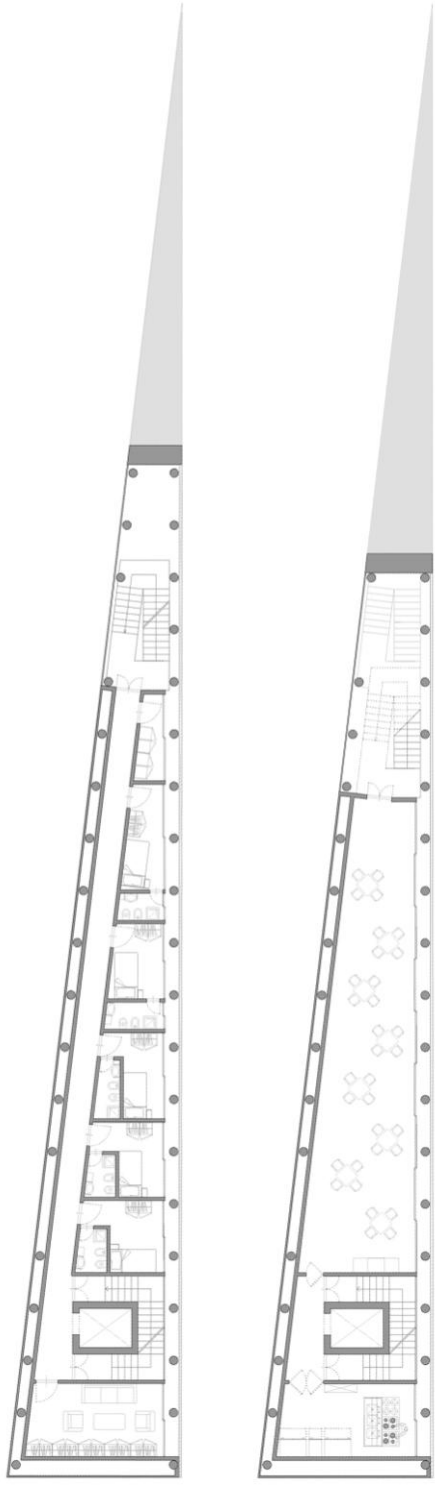
Il sesto piano è stato scelto per ubicarvi la mensa, la cucina e un piccolo locale cambusa per la conservazione dei cibi.

Al piano superiore sono state inserite una sala riunioni, dotata di una zona decentrata che può

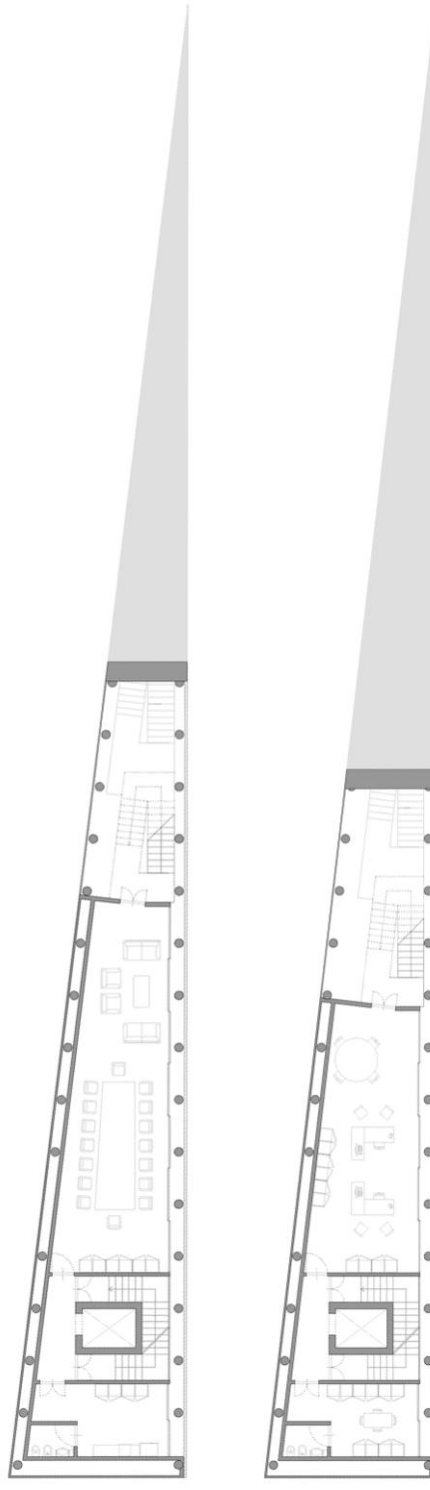
essere utilizzata per l'allestimento di un'area ristoro, e un locale per l'accoglienza degli ospiti esterni.
L'ottavo piano è sede degli uffici dei sottocapi, che dispongono di una zona per gli archivi e di una sala riunioni.
Al nono piano sorgono gli uffici amministrativi e l'archivio tecnico.
Il decimo piano ospita l'ufficio del Comandante capo del Corpo dei Piloti, una sala riunioni e una zona relax dotata di divani, che può essere sfruttata per i ricevimenti di natura più informale.
Infine, l'undicesimo e il dodicesimo piano accolgono le sale operative. In particolare, l'undicesimo piano è dotato di una zona di accoglienza dei piloti, con una postazione fissa di segreteria per facilitare la gestione e la consegna dei cambi turno, mentre al dodicesimo piano sorge il vero e proprio centro operativo, con tutta la strumentazione tecnica necessaria all'adempimento delle attività di controllo del porto.
Di seguito si riportano le piante di tutti i piani della struttura, ad eccezione del secondo, del terzo e del quarto, la cui distribuzione interna degli spazi risulta uguale a quella del quinto.



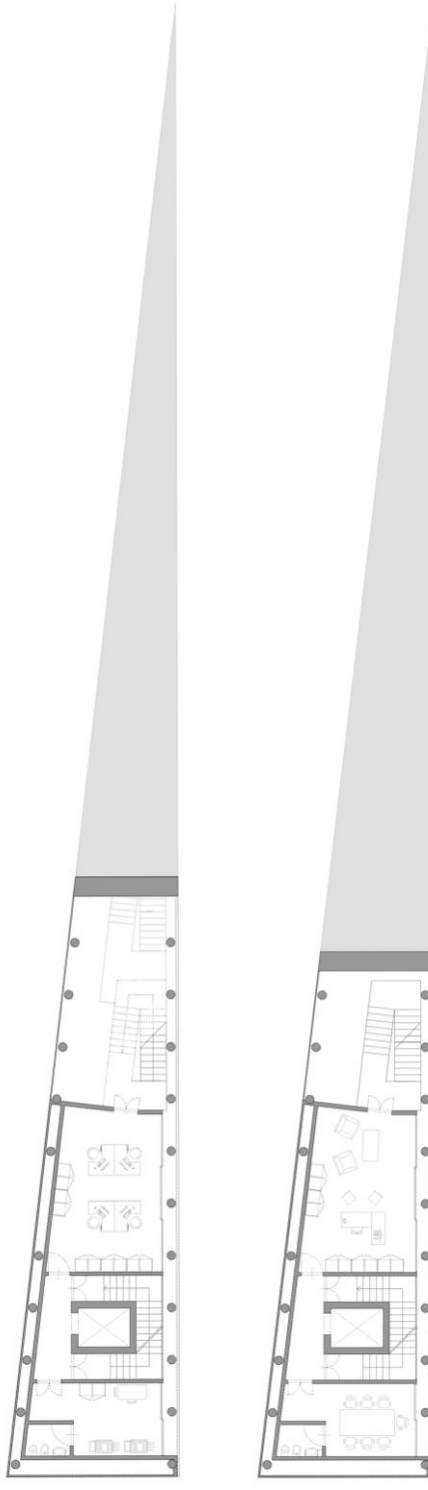
14.
Piante del PT e del primo piano



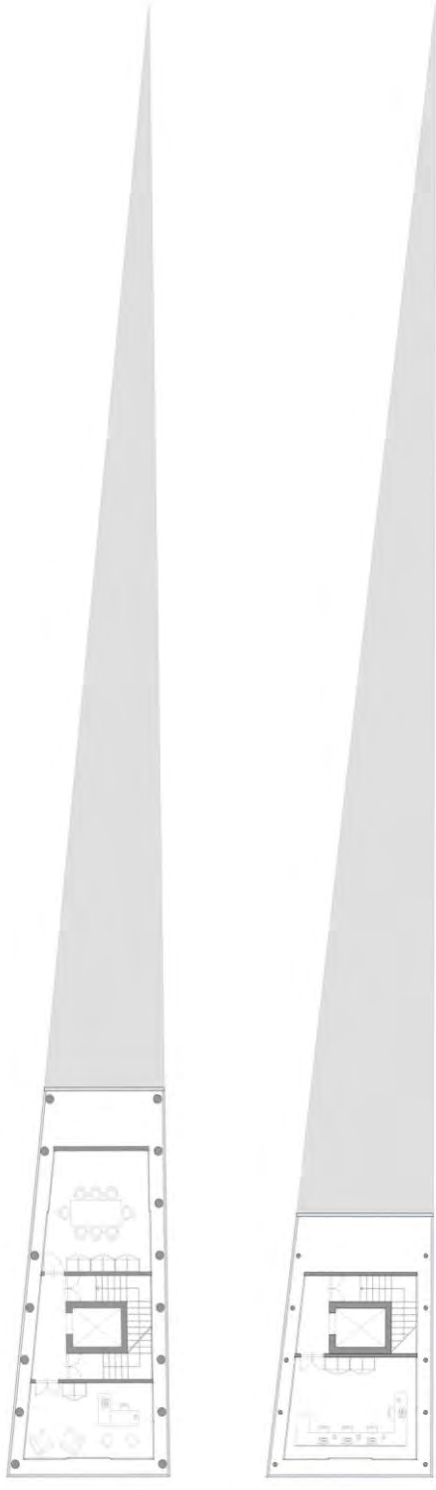
15.
Piante del quinto e del sesto piano



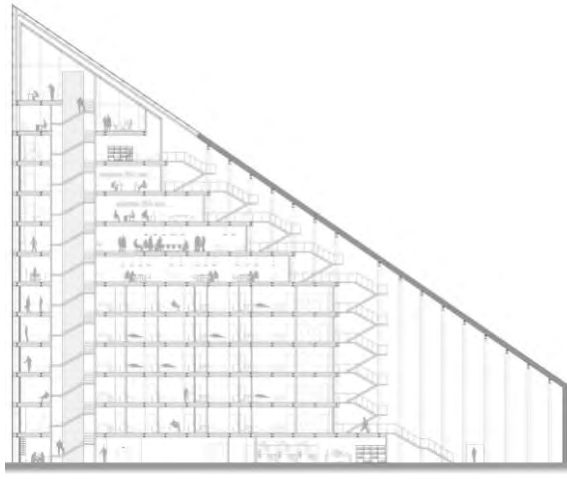
16.
Piante del settimo e dell'ottavo piano



17.
Piante del nono e del decimo piano



18.
Piante dell’undicesimo e del dodicesimo piano



19.
Sezione longitudinale

20.
Dettaglio del prospetto Sud, da cui si notano l'aggancio dei pannelli di vetro fotovoltaico alla struttura portante, e la soletta

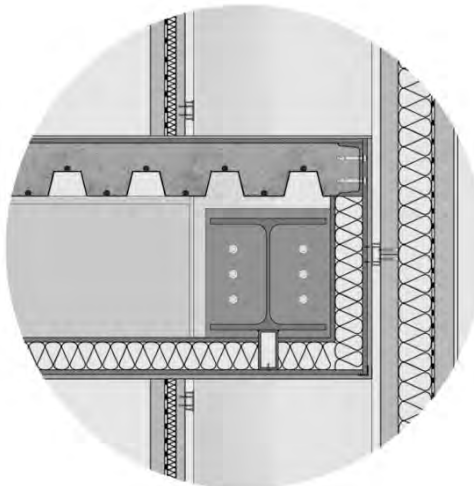
Per il pacchetto murario del prospetto Nord si era inizialmente deciso di utilizzare sei strati di materiali diversi, scelti tra le possibilità costruttive più all'avanguardia in fatto di sostenibilità ambientale. In particolare si pensava di realizzarlo inserendo, dall'interno all'esterno, 40 mm di intonaco di canapa e calce, 20 mm di celenit NB, 20 mm di OSB, un'intercapedine di 460 mm di spessore, 40 mm di OSB, 75 mm di celenit NB e 50 mm di intonaco di calce. Per tale pacchetto murario è stato verificato un valore di trasmittanza termica pari a 0.36 W/m^2K, come previsto dalla legge. Tuttavia, tramite la verifica termoigrometrica, si è visto che si formava condensa tra lo strato più esterno della muratura e il rivestimento di facciata in polietilene.

Pertanto si è cercata un'altra soluzione muraria che permettesse di risolvere questo problema, optando infine per un pacchetto murario in cui sono state inserite delle barriere al vapore e uno strato di polistirene spesso 50 mm per mantenere la muratura più calda.

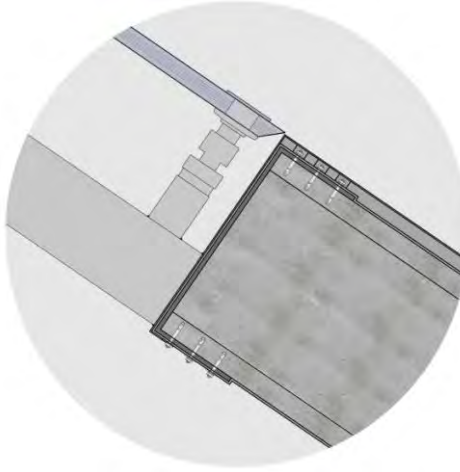
Per quanto riguarda il pacchetto murario del prospetto che non presenta pilastri (lato Est), il valore di legge della trasmittanza termica è stato ottenuto utilizzando, dall'interno all'esterno, 50 mm di intonaco di canapa e calce, 40 mm di OSB, 60 mm di polistirene espanso, 40 mm di OSB e 50 mm di intonaco di calce.

Di seguito sono riportati alcune sezioni tecniche, tra cui quelle del primo e del definitivo pacchetto murario del prospetto Nord.

Per le caratteristiche dei materiali si rimanda alla sezione "Schede tecniche dei materiali".



21.
Dettaglio del primo pacchetto murario del prospetto Nord



22.
Dettaglio dell’aggancio della vetrata al solaio di copertura

23.
Sezione orizzontale della punta dell’edificio

Allegato A – Verifica della trasmittanza termica del pacchetto murario del prospetto Nord

Materiale	Conducibilità termica (**λ**) [W/mK]	Spessore [m]	Resistenza [m²/kW]
Celenit	0,065	0,02	0,3
		0,075	1,15
OSB	0,13	0,02	0,15
		0,04	0,3
Intonaco di canapa	0,1	0,04	0,4
Intonaco di calce	0,49	0,05	0,1

Resistenza aria intercapedine $R' = 0{,}18 \frac{m^2}{KW}$

Resistenza aria interna $R' = 0{,}13 \frac{m^2}{KW}$

Resistenza aria esterna $R' = 0{,}04 \frac{m^2}{KW}$

$$\varphi_{tot} = U\Delta T = 0{,}36 \ \frac{W}{m^2 K} \times 20 \ K = 7{,}2 \ \frac{W}{m^2}$$

$$T_1 = \ T_0 - \left(R_{0,1} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 293{,}150 \ K - \left(7{,}2 \frac{W}{m^2} \times 0{,}13 \frac{m^2}{W}\right) =$$

$$= 292{,}214 \ K = 19° \ C \qquad P_{v,s} = 2198 \ Pa$$

$$T_2 = \ T_1 - \left(R_{2,1} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 292{,}214 \ K - \left(7{,}2 \frac{W}{m^2} \times 0{,}4 \frac{m^2}{W}\right) =$$

$$= 289{,}334 \ K = 16{,}1° \ C \qquad P_{v,s} = 1830 \ Pa$$

$$T_3 = \ T_2 - \left(R_{3,2} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 289{,}334 \ K - \left(7{,}2 \frac{W}{m^2} \times 0{,}3 \frac{m^2}{W}\right) =$$

$$= 287{,}174 \ K = 14° \ C \qquad P_{v,s} = 1599 \ Pa$$

$$T_4 = \ T_3 - \left(R_{4,3} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 287{,}174 \ K - \left(7{,}2 \frac{W}{m^2} \times 0{,}15 \frac{m^2}{W}\right) =$$

$$= 286{,}094 \ K = 12{,}9° \ C \qquad P_{v,s} = 1488 \ Pa$$

$$T_5 = T_4 - \left(R_{5,4} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 286{,}094\ \text{K} - \left(7{,}2\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 0{,}18\,\frac{\text{m}^2}{\text{W}}\right) =$$

$$= 284{,}798\ \text{K} = 11{,}6°\ \text{C} \qquad P_{v,s} = 1366\ \text{Pa}$$

$$T_6 = T_5 - \left(R_{6,5} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 284{,}798\ \text{K} - \left(7{,}2\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 0{,}3\,\frac{\text{m}^2}{\text{W}}\right) =$$

$$= 282{,}638\ \text{K} = 9{,}5°\ \text{C} \qquad P_{v,s} = 1187\ \text{Pa}$$

$$T_7 = T_6 - \left(R_{7,6} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 282{,}638\ \text{K} - \left(7{,}2\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 1{,}15\,\frac{\text{m}^2}{\text{W}}\right) =$$

$$= 274{,}358\ \text{K} = 1{,}2°\ \text{C} \qquad P_{v,s} = 667\ \text{Pa}$$

$$T_8 = T_7 - \left(R_{8,7} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 274{,}358\ \text{K} - \left(7{,}2\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 0{,}1\,\frac{\text{m}^2}{\text{W}}\right) =$$

$$= 273{,}638\ \text{K} = 0{,}5°\ \text{C} \qquad P_{v,s} = 634\ \text{Pa}$$

Allegato B – Verifica termoigrometrica del pacchetto murario del prospetto Nord

$$q_{m,v} = \frac{P_{v,0} - P_{v,4}}{Z_{tot}} = 3{,}4 \times 10^{-10}$$

$$P_{1,2} = P_0 - (Z_1 \times q_{m,v}) =$$
$$= 1403{,}4\ \text{Pa} - (3{,}4 \times 10^{-10} \times 2{,}1 \times 10^{-11}) =$$
$$= 1403{,}4\ \text{Pa}$$

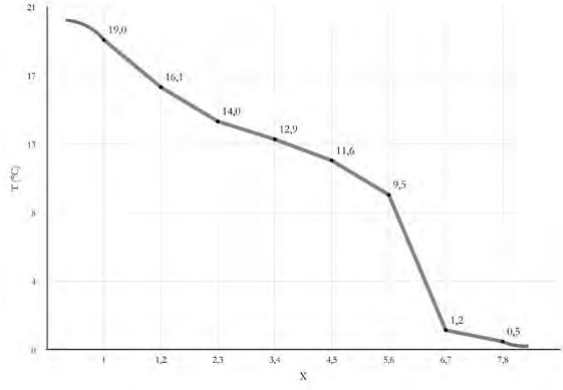
$$P_{2,3} = P_{1,2} - (Z_2 \times q_{m,v}) =$$
$$= 1403{,}4\ \text{Pa} - (3{,}4 \times 10^{-10} \times 0{,}5 \times 10^{-11}) =$$
$$= 1403{,}4\ \text{Pa}$$

$$P_{3,4} = P_{2,3} - (Z_3 \times q_{m,v}) =$$
$$= 1403{,}4\ \text{Pa} - (3{,}4 \times 10^{-10} \times 0{,}3 \times 10^{-11}) =$$
$$= 1403{,}4\text{Pa}$$

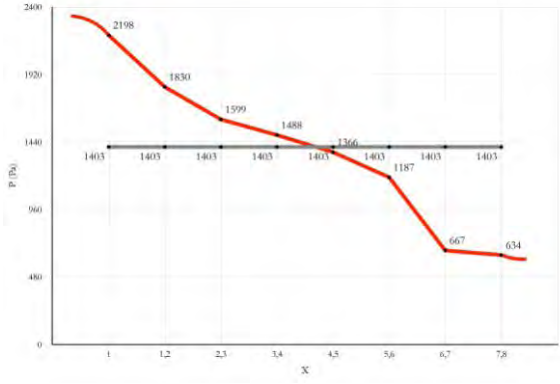
$$P_{5,6} = P_{3,4} - (Z_5 \times q_{m,v}) =$$
$$= 1403{,}4\ \text{Pa} - (3{,}4 \times 10^{-10} \times 6{,}25 \times 10^{-12}) =$$
$$= 1403{,}4\text{Pa}$$

$$P_{6,7} = P_{5,6} - (Z_6 \times q_{m,v}) =$$
$$= 1403{,}4\ \text{Pa} - (3{,}4 \times 10^{-10} \times 1{,}97 \times 10^{-11}) =$$
$$= 1403{,}4\text{Pa}$$

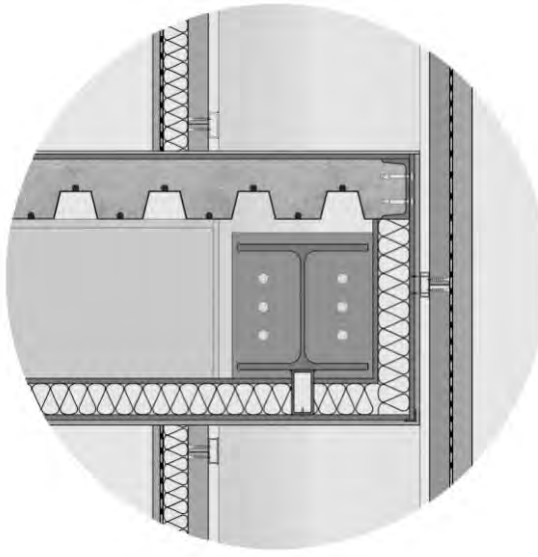
$$P_{7,8} = P_{6,7} - (Z_7 \times q_{m,v}) =$$
$$= 1403{,}4\ \text{Pa} - (3{,}4 \times 10^{-10} \times 3{,}8 \times 10^{-11}) =$$
$$= 1403{,}4\text{Pa}$$



24.
Grafico dell'andamento della temperatura all'interno del pacchetto murario



25.
Grafico della termoigrometria



26.
Dettaglio del nuovo pacchetto murario del prospetto Nord

$$\varphi_{tot} = U\Delta T = 0{,}30\ \frac{W}{m^2 K} \times 20\ K = 6\ \frac{W}{m^2}$$

$$T_1 = T_0 - \left(R_{0,1} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 293{,}150\ K - \left(6\ \frac{W}{m^2} \times 0{,}13 \frac{m^2}{W}\right) =$$

$$= 292{,}37\ K = 19{,}2°\ C \qquad P_{v,s} = 2225\ Pa$$

$$T_2 = T_1 - \left(R_{2,1} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 292{,}37\ K - \left(6\ \frac{W}{m^2} \times 0{,}2 \frac{m^2}{W}\right) =$$

$$= 291{,}17\ K = 18{,}02°\ C \qquad P_{v,s} = 2064\ Pa$$

$$T_3 = T_2 - \left(R_{3,2} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 291{,}17\ K - \left(6\ \frac{W}{m^2} \times 1{,}4 \frac{m^2}{W}\right) =$$

$$= 282{,}77\ K = 9{,}6°\ C \qquad P_{v,s} = 1195\ Pa$$

$$T_4 = T_3 - \left(R_{4,3} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 282{,}77\ K - \left(6\ \frac{W}{m^2} \times 0{,}30 \frac{m^2}{W}\right) =$$

$$= 280{,}97\ K = 7{,}8°\ C \qquad P_{v,s} = 1058\ Pa$$

$$T_5 = T_4 - \left(R_{5,4} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 280{,}97\ \mathrm{K} - \left(6\ \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \times 0{,}18\ \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{W}}\right) =$$

$$= 279{,}71\ \mathrm{K} = 6{,}6°\ \mathrm{C} \qquad P_{v,s} = 974\ \mathrm{Pa}$$

$$T_6 = T_5 - \left(R_{6,5} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 279{,}71\ \mathrm{K} - \left(6\ \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \times 0{,}3\ \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{W}}\right) =$$

$$= 277{,}91\ \mathrm{K} = 4{,}8°\ \mathrm{C} \qquad P_{v,s} = 860\ \mathrm{Pa}$$

$$T_7 = T_6 - \left(R_{7,6} \times \varphi_{tot}\right) =$$

$$= 277{,}91\ \mathrm{K} - \left(6\ \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \times 0{,}1\ \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{W}}\right) =$$

$$= 277{,}3\ \mathrm{K} = 4{,}1°\ \mathrm{C} \qquad P_{v,s} = 819\ \mathrm{Pa}$$

$$q_{m,v} = \frac{P_{v,0} - P_{v,4}}{Z_{tot}} = 85{,}3 \times 10^{-12}\ \text{Kg/s}$$

$$P_{1,2} = P_0 - (Z_1 \times q_{m,v}) =$$
$$= 1403{,}4\ \text{Pa} - (85{,}3 \times 10^{-12} \times 2{,}1 \times 10^{-11}) =$$
$$= 1403{,}4\ \text{Pa}$$

$$P_{2,3} = P_{1,2} - (Z_2 \times q_{m,v}) =$$
$$= 1403{,}4\ \text{Pa} - (85{,}3 \times 10^{-12} \times 2{,}5 \times 10^{12}) =$$
$$= 1190\ \text{Pa}$$

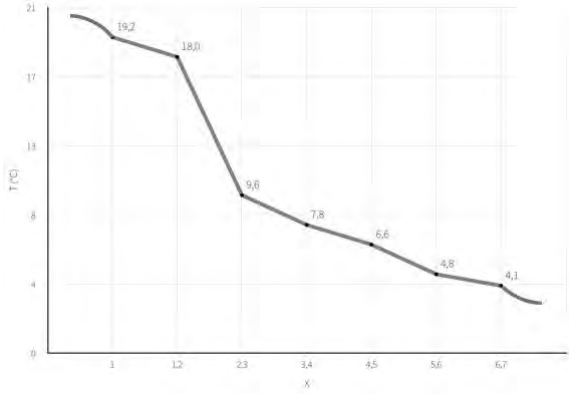
$$P_{3,4} = P_{2,3} - (Z_3 \times q_{m,v}) =$$
$$= 1190\ \text{Pa} - (85{,}3 \times 10^{-12} \times 0{,}3 \times 10^{-11}) =$$
$$= 1190\ \text{Pa}$$

$$P_{5,6} = P_{3,4} - (Z_5 \times q_{m,v}) =$$
$$= 1190\ \text{Pa} - (85{,}3 \times 10^{-12} \times 2{,}5 \times 10^{12}) =$$
$$= 978\ \text{Pa}$$

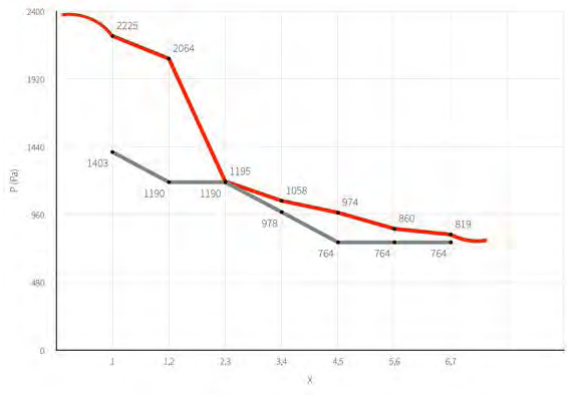
$$P_{6,7} = P_{5,6} - (Z_6 \times q_{m,v}) =$$
$$= 978\ \text{Pa} - (85{,}3 \times 10^{-12} \times 2{,}5 \times 10^{12}) =$$
$$= 764\ \text{Pa}$$

$$P_{7,8} = P_{6,7} - (Z_7 \times q_{m,v}) =$$
$$= 764\ \text{Pa} - (85{,}3 \times 10^{-12} \times 6{,}25 \times 10^{-12}) =$$
$$= 764\ \text{Pa}$$

$$P_{8,9} = P_{7,8} - (Z_8 \times q_{m,v}) =$$
$$= 764\ \text{Pa} - (85{,}3 \times 10^{-12} \times 3{,}8 \times 10^{-12}) =$$
$$= 764\ \text{Pa}$$



27.
Grafico dell'andamento della temperatura all'interno del pacchetto murario



28.
Grafico della termoigrometria del nuovo pacchetto murario

Allegato E - Verifica della trasmittanza termica del pacchetto murario del lato Est

Materiale	Conducibilità termica (**λ**) [W/mK]	Spessore [m]	Resistenza [m^2/kW]
Polistirene espanso	0,035	0,06	1,7
OSB	0,13	0,08	0,6
Intonaco di canapa	0,1	0,05	0,5
Intonaco di calce	0,49	0,05	0,1

Resistenza aria interna $R'_5 = 0{,}13 \frac{m^2}{KW}$

Resistenza aria esterna $R'_6 = 0{,}04 \frac{m^2}{KW}$

$$U = \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{0{,}13+0{,}5+0{,}3+1{,}7+0{,}3+0{,}1+0{,}04} = 0{,}32 \frac{W}{m^2K}$$

Schede tecniche dei materiali

Vetro fotovoltaico

Il vetro fotovoltaico costituisce una soluzione bioclimatica innovativa per i rivestimenti di facciata degli edifici. Da un punto di vista tecnico possiede proprietà attive e passive, risultando dunque un *materiale multifunzionale*, che associa alla trasformazione dell'energia luminosa in energia elettrica altre importanti caratteristiche.

Tra queste va menzionata certamente la capacità del vetro di filtrare le radiazioni elettromagnetiche nello spettro dell'infrarosso e dell'ultravioletto, proprietà che permette, tra l'altro, di offrire una valida *protezione solare* agli ambienti interni.

Altra fondamentale caratteristica del vetro fotovoltaico è l'*isolamento termico*, che contribuisce a rendere questo materiale una soluzione all'avanguardia in fatto di efficienza energetica degli edifici. Inoltre, il materiale offre agli ambienti interni un *isolamento acustico*, preservandoli dal crescente inquinamento delle grandi città.

La tecnologia di produzione del materiale si avvale dell'utilizzo di silicio amorfo o cristallino, a seconda delle richieste energetiche e delle esigenze estetiche.

Composto da diversi strati, infatti, il vetro fotovoltaico si presenta in diverse varianti estetiche, essendo disponibile in una gamma di colori differenti e di trasparenze crescenti, cui si associano rendimenti energetici distinti.

29.
Esempi di utilizzo del vetro fotovoltaico. Un lucernario (sopra) e una facciata fotovoltaica (sotto)

Celenit NB

Il Celenit NB è un materiale prodotto interamente con componenti naturali, essendo costituito per il 65% da fibre di abete rosso lunghe e resistenti, e per il restante 35% da leganti di origine minerale, principalmente cemento Portland e polvere di marmo.
A ulteriore conferma della sostenibilità quale caratteristica fondamentale del Celenit NB, il legno utilizzato per produrlo deriva da foreste gestite in maniera eco-sostenibile, mentre la polvere di marmo risulta essere un materiale di riciclo ottenuto dagli scarti di lavorazione di questa roccia. L'attenzione per l'ambiente si traduce inoltre in processi produttivi a ridotta emissione di CO_2 e a ridotto consumo energetico, che rendono il Celenit NB un materiale non nocivo per l'ecosistema e per la salute dell'uomo.
Le fibre di abete rosso vengono sottoposte a un trattamento mineralizzante, che permette di bloccarne il deterioramento biologico pur mantenendo inalterate le proprietà meccaniche del legno; tale processo consente inoltre di rendere le fibre perfettamente inerti e di aumentarne la resistenza al fuoco. Le componenti lignee del Celenit NB vengono quindi rivestite di cemento Portland e legate insieme sotto pressione: ciò che si ottiene è una struttura stabile, resistente, compatta e duratura, che trae le sue caratteristiche da ogni materia prima che la costituisce.
La struttura cellulare del legno conferisce al Celenit NB *leggerezza*, *elasticità* e *isolamento termico*; gli interstizi presenti fra le fibre di abete, invece, permettono un ottimo aggrappaggio del materiale a tutti i tipi di malta e rendono i pannelli di Celenit NB dei buoni *isolanti acustici*.
La *compattezza* e la *robustezza* sono determinate principalmente dall'agglomerato di legno-cemento ottenuto per pressione. Infine, la presenza di cemento Portland conferisce al Celenit NB una spiccata *resistenza all'acqua* e al *gelo*, un buon isolamento termico e proprietà meccaniche importanti quali la *resistenza a flessione* e *compressione*.

Oltre a essere un buon isolante termico (**λ**=0,065 W/mK), il Celenit NB possiede una capacità di *accumulo termico* 20 volte superiore a quella dei normali isolanti, proprietà che deriva dalla sua massa e dal suo peso specifico, e che lo rende ideale per l'utilizzo in situazioni di regime termico variabile, molto spesso rilevabili nei comuni edifici.

Tra i vantaggi che questo materiale offre, bisogna menzionare il suo *comportamento igrometrico*. Il Celenit NB, infatti, è in grado di assorbire l'umidità in eccesso, per poi cederla quando si ristabiliscono le condizioni iniziali, il tutto senza subire deformazioni: costituisce, quindi, un regolatore igrometrico e permette di mantenere asciutti e confortevoli gli ambienti che riveste.

Una proprietà a cui si è precedentemente solo accennato è la *resistenza al fuoco*. In caso di incendio, infatti, i pannelli di Celenit NB non sviluppano fumi né gas tossici, non danno luogo a nessun gocciolamento e non propagano la fiamma: costituiscono, pertanto, un rivestimento sicuro.

30.
Pannello di Celenit NB e componenti del materiale: fibre di abete rosso, cemento Portland e polvere di marmo

Polistirene espanso sinterizzato

Il polistirene espanso sinterizzato (EPS) è un materiale rigido e leggero, che viene ricavato dal petrolio.

Attraverso un processo industriale il petrolio viene trasformato in piccole perle trasparenti di polistirene, alle quali viene aggiunto del pentano, che funge da gas espandente. Infatti, mettendo a contatto le perle così ottenute con il vapore acqueo a temperature superiori ai 90°C, il pentano le fa espandere, aumentando il loro volume di 20-50 volte. Al termine del processo si vengono a formare delle celle piene d'aria all'interno delle perle di polistirene, fenomeno che conferisce al materiale eccellenti qualità di isolante termico.

Le perle di polistirene vengono poi compattate tra loro, attraverso un processo, detto di sinterizzazione, che prevede nuovamente l'utilizzo del vapore acqueo.

Il polistirene espanso sinterizzato è generalmente costituito al 98% da aria, presentandosi con una massa volumica pari a 10-50 kg/m^3.

Tra le caratteristiche più apprezzate di questo materiale sicuramente ci sono l'eccellente isolamento termico e la resistenza alla diffusione del vapore. Il polistirene espanso, infatti, è traspirante e permeabile al vapore, ma risulta impermeabile all'acqua, proprietà che lo rende ideale per prevenire i fenomeni di condensazione delle strutture murarie.

Inoltre, è un materiale versatile, leggero, duraturo e completamente riciclabile.

31.
Polistirene espanso sinterizzato

Polietilene

Il polietilene (PE) è un materiale sintetico termoplastico ottenuto tramite processo di polimerizzazione dell'etilene e, pertanto, possiede formula chimica $(C_2H_4)_n$, potendo arrivare a contenere fino a milioni di molecole. Oltre alla lunghezza delle catene polimeriche, può variare anche il grado di ramificazione delle stesse e la presenza o meno di altre molecole, dette comonomeri (ad esempio esene, C_6). Tutte queste variabili, unitamente alle condizioni di sintesi del materiale, concorrono a definire le proprietà fisiche e meccaniche del polietilene, che può quindi presentarsi in diverse tipologie.

Se il processo di polimerizzazione dell'etilene avviene ad alte pressioni (1000-3000 bar) e a temperature elevate (fino a 350°C), si ottengono catene molto ramificate che, proprio per questa caratteristica, difficilmente riescono ad allinearsi fra loro in maniera ordinata per formare dei cristalli. Il materiale così sintetizzato presenta quindi una bassa densità e viene denominato *LDPE, Low Density PolyEthylene*. È principalmente impiegato per la produzione di film per imballaggio, shopper, rivestimenti per cavi conduttori, contenitori flessibili e bottiglie.

Al contrario, quando la polimerizzazione è effettuata a basse pressioni (20 bar ca.) e a temperature inferiori (poco al di sopra dei 100°C), si ottengono catene lineari con scarse ramificazioni, che, allineandosi, danno origine a strutture ordinate e regolari, che formano dei veri e propri reticoli cristallini. Questo tipo di polietilene è detto *High Density PolyEthylene (HDPE)*, poiché possiede un'elevata densità. Inoltre, rispetto all'LDPE, è caratterizzato da una maggiore temperatura di rammollimento, da un più alto carico di rottura a trazione e da una inerzia chimica più elevata. È utilizzato soprattutto per la fabbricazione di manufatti resistenti agli acidi, di parti di impianti chimici, di contenitori e cassonetti, e di tubazioni.

Esiste poi una forma di polietilene con caratteristiche intermedie, che presenta catene polimeriche lineari con ramificazioni corte, che impediscono un consistente addensamento

delle catene stesse. Il materiale che si ottiene è detto *Linear Low Density PolyEthylene (LLDPE)* ed è impiegato per la produzione di film estensibili per imballaggio, nonché per la formatura di containers.
In generale il polietilene possiede proprietà che lo rendono molto versatile e fanno in modo che sia utilizzato nei più svariati ambiti.
È un materiale molto *leggero*, che si distingue per la sua elevata *resistenza agli agenti chimici*, risultando in particolare insensibile all'acqua, ad acidi e alcali, all'alcool, alla benzina e alle soluzioni saline; viene intaccato unicamente da acidi ossidanti, come ad esempio l'acido nitrico e l'acido solforico, e dagli alogeni.
Sebbene risulti difficile da incollare, il polietilene può essere facilmente *saldato a caldo*, rendendo quindi agevole il suo impiego sia nella produzione di oggetti di uso comune che di materiali tecnici. Tuttavia è in grado di mantenere pressoché invariate le sue caratteristiche in un range di temperature che oscilla tra i -40 e gli 80°C.
Infine, malgrado la sua leggerezza, il polietilene è un materiale molto *resistente agli urti*, anche in presenza di basse temperature.

32.
Esempi di utilizzo del polietilene. Polietilene termoretraibile per rivestimenti

Intonaco di canapa e calce

L'intonaco di canapa e calce è un materiale innovativo dalle molteplici qualità, ottenuto dalla combinazione di componenti naturali. Risulta infatti costituito da un truciolato derivato dalla lavorazione dello stelo della canapa, e da un legante a base di calce idrata e additivi naturali.

La canapa, utilizzata come aggregato in sostituzione a ghiaia, pietrisco e sabbia, è caratterizzata da un alto contenuto di silice e da milioni di micropori di dimensioni nanometriche, che permettono di ottenere un ottimo isolamento termico e una perfetta veicolazione del vapore acqueo.

Il legante di calce è in grado di stabilizzare la componente vegetale, interrompendone i processi di decomposizione e proteggendola sia dall'attacco di insetti e roditori, sia dal fuoco. Inoltre, grazie al suo potere disinfettante, la calce permette di sanificare gli ambienti, sterilizzando il vapore che passa attraverso l'intonaco.

Le due componenti naturali possono essere miscelate attraverso varie modalità e, soprattutto, in proporzioni diverse, a seconda delle specifiche esigenze. Una volta indurito questo intonaco si presenta come un materiale altamente isolante, rigido e leggero.

Analizzando più nel dettaglio le sue caratteristiche, i vantaggi da esso offerti sono davvero tanti. Come già accennato, infatti, l'intonaco di canapa e calce possiede eccellenti proprietà di *isolamento termico*, presentando un coefficiente di conduttività termica molto basso (λ= 0,1 W/mK); è inoltre dotato di una buona *inerzia termica*, che si traduce nella capacità di accumulare calore e rilasciarlo lentamente, producendo un effetto simile a quello che si osserva nelle case con muratura in pietra (caldo di inverno e fresco d'estate).

La componente di truciolato di canapa conferisce al materiale *traspirabilità*, grazie alla presenza di pori nanometrici che rendono possibile il passaggio del vapore acqueo,

impedendo così la formazione di condensa ed evitando tutte le problematiche ad essa legate. Inoltre questo intonaco è capace di *regolare l'umidità* all'interno degli ambienti che riveste, catturandola quando è in eccesso e rilasciandola quando l'aria diventa troppo secca.

A queste caratteristiche va aggiunta la *salubrità*: la calce presente nel materiale, come già precedentemente illustrato, sanifica l'aria degli ambienti interni, sterilizzando il vapore acqueo che fuoriesce durante i processi di "respirazione" delle pareti. Inoltre la calce rende i rivestimenti *resistenti al fuoco* e *al gelo*.

Infine, la porosità della canapa, che come si è visto è responsabile dell'isolamento termico, garantisce anche un ottimo *assorbimento acustico*.

Questo materiale innovativo, dunque, presenta numerosi vantaggi rispetto a materiali più tradizionali. A ulteriore conferma della sua eco-sostenibilità, l'intonaco di canapa e calce è completamente *riciclabile* e *biodegradabile*, ed è caratterizzato da un *bassissimo livello di energia incorporata*, vale a dire che la quantità di energia necessaria per la sua produzione, il suo impiego e il suo smaltimento si attesta su valori molto bassi. È inoltre capace di contrastare i cambiamenti climatici, *catturando CO_2 dall'atmosfera*.

33.
Intonaco di canapa e calce (sopra) ed esempio di utilizzo del materiale come rivestimento isolante di un solaio (sotto)

OSB (Oriented Strand Board)

L'OSB, Oriented Strand Board, è un pannello tecnico costituito da scaglie di legno (strand), tenute insieme da una resina sintetica e successivamente pressate a formare diversi strati.

Le scaglie, derivate per lo più da conifere e da alcune specie di latifoglie, vengono ottenute attraverso un taglio tangenziale dei tronchi, già privati della corteccia, e presentano una lunghezza di circa 100 mm e una larghezza di 5 - 50 mm. Una volta essiccate, le strisce di legno vengono spruzzate con resine sintetiche di varia natura, che fungono da collante, e pressate secondo un preciso orientamento, in diversi strati che, unendosi, danno origine al pannello di OSB.

Le scaglie degli strati esterni sono disposte in modo tale da essere orientate longitudinalmente rispetto alla lunghezza del pannello, mentre quelle degli strati interni in genere risultano a essa trasversali. Questa particolare geometria conferisce importanti proprietà meccaniche all'OSB, che presenta una buona *resistenza a flessione* nella direzione dell'orientamento degli strati esterni.

34.
Pannello di OSB (sopra) ed esempio di utilizzo del materiale (sotto)

Barriera al vapore

Per la realizzazione della barriera al vapore è stato scelto un foglio sigillante in polietilene, rivestito da un tessuto-non tessuto su entrambi i lati.
Il materiale risulta *impermeabile all'acqua* e presenta proprietà di barriera al vapore. Inoltre, essendo in polietilene, è *resistente a molti agenti chimici*, tra cui le soluzioni saline e quelle contenenti acidi, le sostanze alcaline, i solventi organici, gli alcool e gli oli.
È pertanto un materiale duraturo, dotato oltretutto di una buona estensibilità, che lo rende adattabile a molte superfici e a diversi impieghi.

Conclusioni

Per quanto modesto, questo progetto è il risultato di un lungo lavoro, che prima di tutto ha voluto tenere in considerazione le esigenze del Corpo dei Piloti e della città. A tal fine, di fondamentale importanza è stata la costante collaborazione con il Capo dei Piloti, che ha permesso di comprendere quali necessità dovesse soddisfare la nuova Torre. Di notevole utilità è stata anche la ricerca di informazioni sul mestiere del pilota e sui compiti a cui questa figura è chiamata ogni giorno, ricerca che ha evidenziato il ruolo centrale e imprescindibile che ricopre una sede organizzativa e di controllo portuale.

Durante la fase di ideazione, inoltre, si è cercato di trovare una soluzione ai problemi portati alla luce dall'incidente che ha coinvolto la precedente Torre, pur senza la presunzione di realizzare una struttura priva di difetti.

Il progetto che è nato da questo lavoro rappresenta, in ultima analisi, una proposta alternativa a quello che verrà realmente realizzato, con il quale non ha la pretesa di competere, ma con cui condivide la volontà di restituire alla città di Genova una prospettiva per un futuro migliore.

Bibliografia e Sitografia

Giovanni Lettich, Alberto Calcagno, Francesco Riva. *Il Corpo dei Piloti del porto di Genova 1809-2009, Duecento anni al servizio delle navi*. Silvana Editoriale, 2009.

Stefano Galleano. *Piloti della Lanterna, Breve storia del pilotaggio a Genova*. Nuova Editrice Genovese, 1997.

www.pilotigenova.it

www.ormgen.it

www.rimorchiatori.it

www.scmncamogli.org

www.primocanale.it

www.ilsecoloxix.it

www.ilfattoquotidiano.it

www.ilsole24ore.it

www.onyxsolar.com

www.energyglass.eu

www.celenit.it

www.materieplastiche.eu

www.technosea.com

www.equilibrium-bioedilizia.it

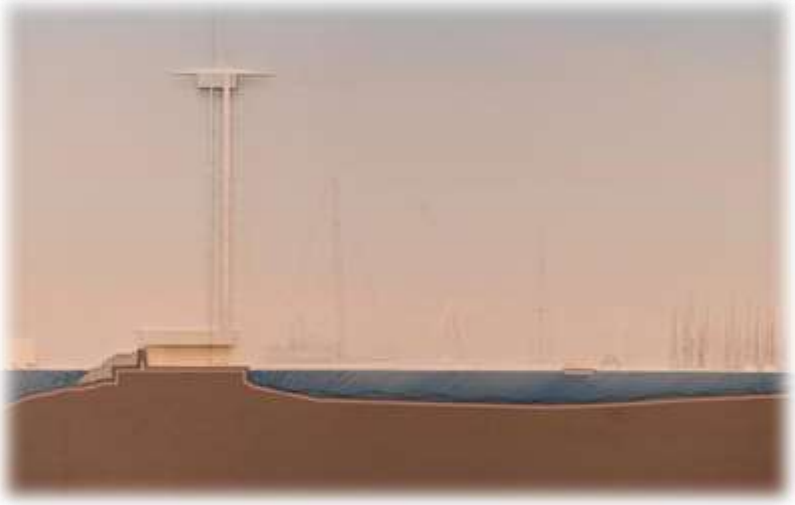
www.otto-chemie.de

Ringraziamenti

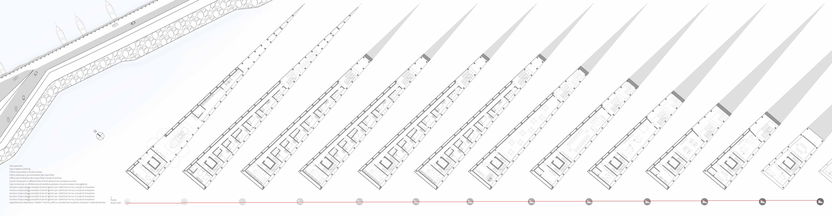
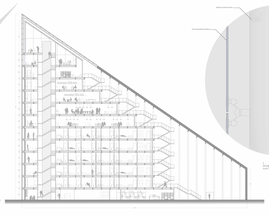
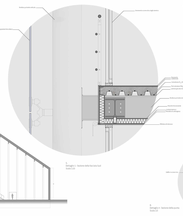
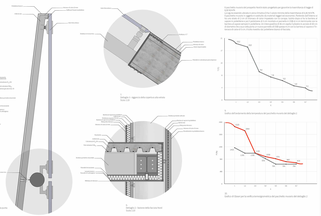
A conclusione di questo lavoro un ringraziamento speciale va al Corpo Piloti del porto di Genova e in particolare al Com.te Giovanni Lettich che, con la sua immensa disponibilità, ha permesso la realizzazione di questo ambizioso progetto, mettendoci passione e dandomi la sua massima fiducia.
Ringrazio il mio relatore, il Prof. Arch. Guido Gozzoli, che mi ha dato la possibilità di essere suo allievo e ha condiviso con me questa difficile avventura, che ha appassionato entrambi per molteplici aspetti.
Un grande pensiero va a tutta la mia famiglia, ai miei nonni, a mia zia e ai miei genitori, per aver creduto in me e investito sulla mia persona garantendomi sempre il meglio che si potesse avere.
E infine un grazie speciale va alla mia dolce metà, che ho scoperto solo adesso e con cui voglio recuperare tutto il tempo perduto.

Genova, con una nuova Torre

Candidato: Stefano Bertuccelli, Relatore: Prof. Arch. Guido Gozzoli, Correlatore: Com.te Giovanni Lettich



Visibilità
Accessibilità
Velocità operativa

Visibilità
Accessibilità
Velocità operativa
Sicurezza

Genova, con una nuova Torre