

STORIA ED EVOLUZIONE DELLE COPERTURE PRESSOSTATICHE

Dalle applicazioni militari ai moderni impianti sportivi

INTRODUZIONE

Quando in Italia, nella seconda metà del secolo scorso, hanno cominciato ad apparire i cosiddetti "palloni" in prossimità dei campi sportivi o sui campi da tennis, chi poteva pensare che si trattasse dello sviluppo di un'applicazione militare post-bellica?

E quanti sanno che il "pallone" funziona un po' "al contrario" rispetto alle strutture edilizie pesanti, tanto che deve essere "ancorato" al suolo per non volar via?

Il capannone pressostatico è nato nel dopoguerra per esigenze militari Americane e successivamente si è sviluppato per i più disparati usi.

In Italia il pressostatico è nato **oltre 50 anni fa** per utilizzo tennistico e si è dimostrato sin dall'inizio un prodotto molto semplice, economico ed idoneo all'uso per cui era stato progettato.

GLI INIZI DELLE STRUTTURE PRESSOSTATICHE

Se molti nuovi sviluppi tecnici sono nati dalle applicazioni militari, ciò è vero anche per le strutture pneumatiche.

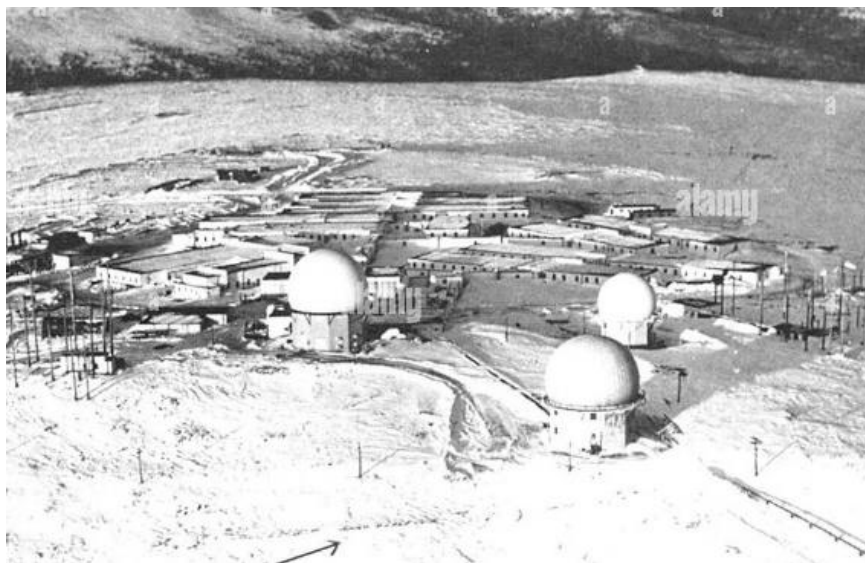


Immagine storica delle cupole radar DEW in Alaska

Le prime strutture sorrette dall'aria furono le cupole della linea DEW in Alaska, usate per riparare dal clima inclemente le attrezzature radar. Le eccellenti prestazioni di queste cupole, sotto severe condizioni climatiche, dimostrarono una volta per tutte la praticità di tali strutture .

Sin dai primi tempi dopo la guerra questo tipo di costruzioni ha trovato vaste applicazioni militari; infatti gli edifici sorretti dall'aria erano usati, e lo sono tuttora, per magazzini, montaggio di armi belliche, per la manutenzione dei veicoli e degli aerei, protezione delle attrezzature radar, ospedali mobili, ecc. .



Immagine storica di un "pallone" pressostatico degli anni '70

Sono solo un paio delle curiosità che possono essere rintracciate in questo racconto, che mette ordine a tutto quello che si dovrebbe sapere sulle coperture pressostatiche, oggi diffuse in tutta l'impiantistica sportiva ma non solo.

COS'È UN PALLONE PRESSOSTATICO?

Il pallone pressostatico o pressostruttura è una semplice membrana sorretta dall'aria grazie ad impianti di ventilazione continui. La membrana è ancorata solidamente al terreno .



Figura 1 insufflaggio aria



Figura 2 controllo pressione interna

La grande differenza tra questa tipologia di costruzione e le costruzioni tradizionali consiste nel differente comportamento rispetto alla classica struttura portante: infatti la pressostruttura tende a sollevarsi dal terreno per effetto della differenza di pressione fra l'interno e l'esterno; da qui, la necessità che le fondazioni di una copertura pressostatica abbiano la funzione di vero e proprio ancoraggio.

STORIA ED EVOLUZIONE COPERTURE PRESSOSTATICHE

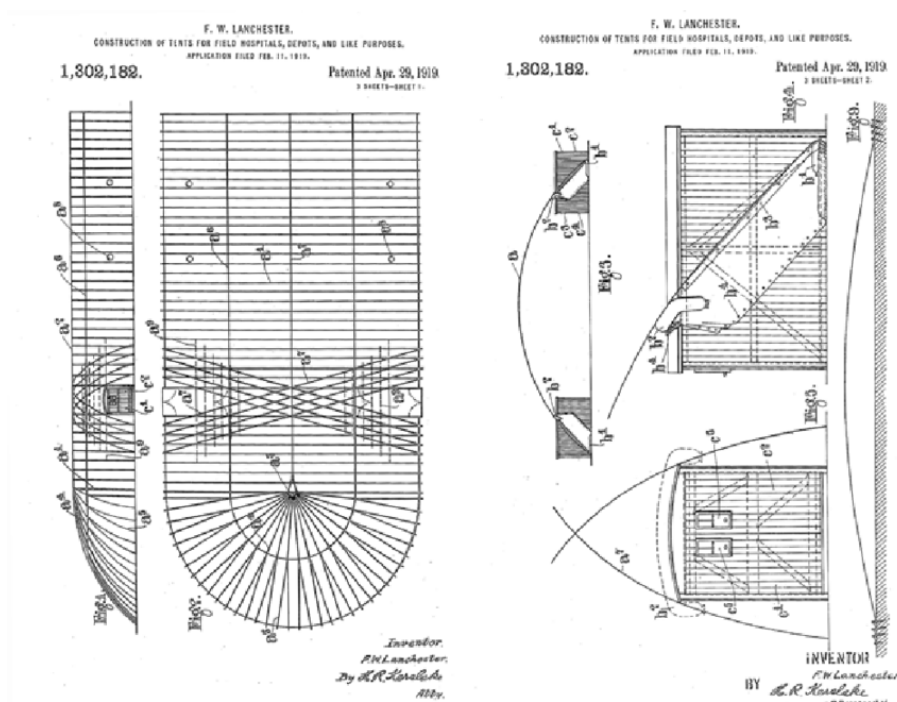
La leggera differenza di pressione fra interno ed esterno della struttura è nell'ordine di pochissimi Pascal; sono sufficienti **150 Pa** per sostenere qualunque struttura. Naturalmente questo valore dovrà essere ricondizionato secondo la variabilità degli eventi atmosferici.

Si può facilmente ipotizzare che sino ad oggi grazie ai palloni pressostatici si siano coperti **diversi milioni di metri quadrati**, e per i più vari utilizzi; oltre agli impianti sportivi (piscine, tennis, calcetto) essi sono stati utilizzati anche per acquapark o grandi manifestazioni, industrie, agricoltura, discariche, ecc. .

Ovviamente in questi ultimi 50 anni c'è stata una evoluzione del prodotto in particolar modo rivolta a migliorare il comfort e il risparmio energetico; infatti si è passati dalla semplice membrana, alla **doppia membrana**, a doppie membrane speciali come il **Classe A** (prodotto dalla Prima srl), mentre gli impianti di riscaldamento ad esso abbinati si sono sempre più perfezionati sino a raggiungere abbattimenti significativi dei consumi, mantenendo invariato, se non migliorato, il comfort interno .

IL PADRE DELLA COSTRUZIONE PNEUMATICA

Il primo tentativo conosciuto per l'applicazione dei principi del pallone a strutture che non si elevano nel cielo fu realizzato dall' **ingegnere inglese Frederick William Lanchester** .



disegni originali del suo brevetto del 1917

Nel suo **brevetto del 1917** per un ospedale da campo furono applicati i principi basilari della costruzione pneumatica:

"la presente invenzione ha lo scopo di fornire un mezzo per costruire ed erigere una tenda di grandi dimensioni senza l'uso di pali o supporti di ogni genere. L'invenzione consiste nella costruzione di una tenda in cui il tessuto del pallone aerostatico o altri materiali a bassa permeabilità vengono retti dalla pressione dell'aria e il cui ingresso è fornito da una o più camere stagne..."

Questo brevetto derivato dalla costruzione degli aerostati e dei dirigibili è di grande importanza per due motivi: il primo in quanto sembra essere già cosciente di tutte le applicazioni basilari degli edifici sorretti dall'aria; il secondo per la capacità di coprire grandi spazi come hangar e campi da gioco .

Più tardi, nel 1938 Lanchester guardò alla possibilità di costruzioni pneumatiche molto più grandi. Preparò schizzi per un edificio adibito a mostra con **diametro di 330 m**; la prima struttura fu però montata solo dopo 30 anni a causa della guerra mondiale e della crisi industriale che frenò ogni sperimentazione .

Le idee di Lanchester erano così distanti dai concetti statici e pesanti della costruzione tradizionale che altri progettisti del tempo non le accettarono; inoltre ad aumentare i dubbi sulla loro applicazione furono gli incidenti disastrosi che accaddero ai dirigibili .

Nonostante Lanchester non sia riuscito a realizzare i suoi progetti, può essere comunque definito il "**padre della costruzione pneumatica** .

I PRIMI EDIFICI SORRETTI DALL'ARIA

La seconda guerra mondiale fu responsabile di una intensa ricerca sulle strutture pneumatiche per applicazioni molto speciali quali palloni frenati, edifici posticci e veicoli per scopo di inganno, ma solo nel **1946** si venne alla realizzazione delle idee di Lanchester .

Gli Stati Uniti avevano realizzato grandi antenne radar per proteggere la frontiera settentrionale da invasioni; queste dovevano essere riparate dalle rigide condizioni climatiche con una copertura che offrisse il minimo ostacolo alle onde radar. Venne quindi richiesto l'utilizzo di una membrana sorretta dalla sola pressione dell'aria ed il governo Americano affidò al laboratorio il contratto per determinare la fattibilità delle costruzioni pneumatiche per tale applicazione .



Prototipo delle prime cupole radar realizzate nel 1946

Negli anni seguenti alla prima erezione e collaudo del prototipo vennero create **centinaia di queste cupole** sorrette dall'aria per le zone dell'Alaska. In contemporanea vennero sviluppati materiali capaci di resistere alle condizioni più rigide consistenti in tessuti come nylon o terylene spalmato con uno strato sintetico di neoprene, vinile o hypalon.

LE PRIME APPLICAZIONI COMMERCIALI

A seguito del successo di queste cupole venne creata una società per la progettazione e la realizzazione delle strutture pneumatiche, e nel **gennaio del 1956** la **Birdair Structures Incorporated** entrò negli affari.

Nonostante le cognizioni acquisite da questa società sulle strutture pneumatiche, la prima ad erigere un magazzino sorretto da aria per uso commerciale fu la **Cidair Structures**. Da qui ebbe inizio la grande attività dei pneumatici in America .

I fabbricanti di tende e paracadute cominciarono a costruire semplici edifici sorretti dall'aria e verso il **1957** circa 50 produttori americani utilizzavano le caratteristiche delle strutture sorrette dall'aria per coprire impianti sportivi e militari, fiere, magazzini, fabbriche .



copertura pressostatica negli USA anni '50]

Il vantaggio di queste strutture era dato dal fatto che grandi aree potevano essere coperte con una spesa economicamente bassa e con una struttura portatile che poteva essere **montata e smontata in un giorno**. Il pneumatico fu una novità che attirò molta pubblicità e non passò molto tempo prima che gli Stati Uniti costrissero centinaia di queste "bolle".

Verso il **1960** anche l'Europa ed il Giappone guardarono con interesse a queste nuove costruzioni. Dapprima la Gran Bretagna poi la Svezia e la Germania in pochi anni riuscirono a portarsi ad un livello sia qualitativo che quantitativo paragonabile a quello degli Stati Uniti; in seguito, nel **1970** tutti i Paesi europei ed alcuni del blocco orientale divennero produttori di strutture pneumatiche.

GLI INIZI IN ITALIA

Non fu solo l'America a lavorare sull'idea dell'ingegner Lanchester: l'Italia ha avuto un inventore della struttura sorretta dall'aria (anche se potrebbe essere definito internazionalmente uno pseudoinventore) il **sig. G. Rocca** che nei primi anni dopo la seconda guerra mondiale aveva creato una piccola società per il recupero navale.

Il recupero delle navi veniva attuato tramite dei "palloni di sollevamento", ossia con enormi contenitori flessibili in plastica che venivano posti all'interno delle stive delle navi. Una volta gonfiati, questi erano in grado di portare in superficie la nave stessa .

Nel **1952** si stavano compiendo dei collaudi su uno di questi palloni per verificare le eventuali perdite d'aria. Per una dimenticanza il fondo del contenitore non venne applicato prima del suo gonfiaggio e si riscontrò che, nonostante la grande perdita d'aria, "**stava in piedi**". Successivamente lo si ancorò al terreno con sacchi di sabbia e si constatò che all'interno del "pallone" si era creato un ambiente libero da ostruzioni e ideale per poter svolgere una attività .

Nell'anno successivo il sig. Rocca costruì la prima struttura per uso personale; infatti aveva bisogno di ampliare momentaneamente la sua azienda. Così facendo eresse la **prima struttura al mondo sorretta dall'aria per uso commerciale** .

Dopo questo felice inizio il sig. Rocca riprese la sua attività di recupero navi sino al **1957**, anno in cui a seguito di un naufragio con la perdita della sua imbarcazione abbandonò tale attività per dedicarsi completamente alla costruzione di strutture sorrette dall'aria. Nel **1959** fondò a Mestre la **C.P.V.** che nella sua pur breve vita riuscì a costruire oltre 100 strutture .

Sulla spinta iniziale del sig. Rocca e alla luce dei successi americani, altre aziende entrarono timidamente sul mercato.

LE APPLICAZIONI

Depositi

I magazzini coperti hanno sempre presentato un problema per le aziende industriali perché le esigenze possono variare considerevolmente da un momento all'altro. La fluttuazione della domanda rende poco pratiche le forme di edifici permanenti .

La costruzione sorretta dall'aria costituisce una risposta a questa problematica, in quanto fornisce un volume racchiuso e variabile.

Industria

Come le variazioni sono necessarie per lo spazio adibito a magazzino, così talvolta sono richieste delle rapide espansioni nella produzione. Nell'industria manifatturiera la flessibilità produttiva può essere uno dei fattori principali che assicura il successo commerciale .



Stabilimento industriale coperto da pressostruttura]

Un esempio per tutti è rappresentato dalla necessità di coprire aree di dimensioni anche importanti in poco tempo e con costi molto contenuti rispetto all'edilizia convenzionale quindi nascono magazzini e depositi sotto coperture pressostatiche.

Edilizia

Nel campo dell'edilizia in generale, le costruzioni sorrette dall'aria possono avere applicazioni molto significative. La fase di costruzione di un edificio, durante l'inverno - specie nei paesi in cui le condizioni climatiche sono particolarmente rigide - implica dei costi aggiuntivi dovuti alla inutilizzazione della manodopera nelle giornate di maltempo. Con una copertura pressostatica gli uomini sarebbero sempre in grado di lavorare in ambienti confortevoli .



Copertura pressostatica utilizzata in un cantiere edile per proteggere i lavori]

Industria orto-agricola

Dall'aumento demografico nel corso degli anni si è attesa una moltiplicazione altrettanto grande della produzione agricola: questo sperato incremento si è purtroppo verificato solo in parte. Da ciò la necessità di poter rendere fertili anche quei terreni che per natura sono poco adatti all'agricoltura, e questo può essere possibile mediante la creazione di un ambiente artificiale .

Una soluzione è stata trovata, trasferendo l'agricoltura in speciali installazioni: si tratta di ampie distese di sabbia e ghiaia ricoperte da strutture sorrette dall'aria, in cui un computer provvede a creare un ambiente ideale per la vita vegetale. Queste "fabbriche" sono caratterizzate da produzioni mai raggiunte sinora. La produzione viene duplicata rispetto a quella della migliore terra naturale .

APPLICAZIONI SOCIALI E SPORTIVE

La struttura sorretta dall'aria non ha avuto nelle applicazioni commerciali un successo pari a quello ottenuto negli spazi adibiti agli sport e al tempo libero: allo sport si può imputare **oltre il 70%** di tutte le strutture sorrette dall'aria .



Campo da tennis coperto con struttura pressostatica

Fra le applicazioni sportive va menzionata in particolare la **copertura dei campi da tennis**, che ancora oggi detiene la maggior percentuale di utilizzo nel settore. Anche le strutture adibite a coprire **piscine** raggiungono comunque quote ragionevoli. Altrettanto può dirsi per la copertura di maneggi, bocciodromi, campi di pallavolo, basket, calcetto, piste di pattinaggio, palestre scolastiche ecc.



FOTO: Piscina coperta con struttura pressostatica – anno di produzione 1976

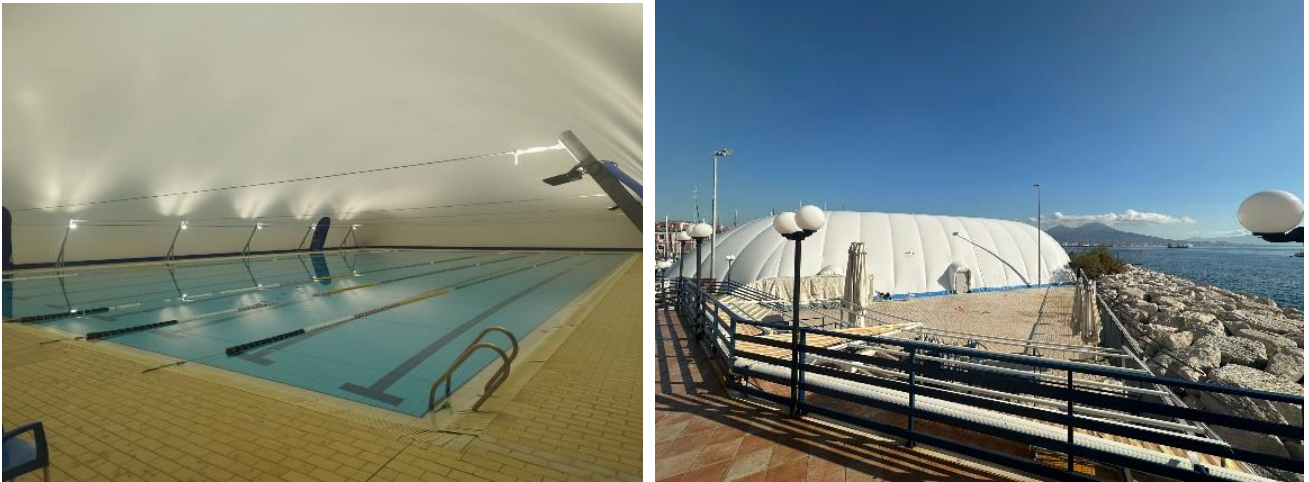


FOTO: Piscina coperta con struttura pressostatica – anno di produzione 2025

In definitiva si può dire che il migliore banco di prova per le strutture pneumatiche nell'Europa Occidentale è stata quella delle strutture sportive. Benché ciò abbia contribuito non poco alla diffusione del prodotto, tale applicazione è minacciata dal successo delle tensostrutture che si sono rivelate in questo specifico campo molto competitive.

Un'altra applicazione è quella per uso espositivo e acquapark. Per non parlare delle chiese evangeliche itineranti, molto in voga negli USA. E non da ultimo le membrane per il biogas e per la copertura di discariche a cielo aperto con controllo delle emissioni e ricircolo dei miasmi conseguenti il trattamento dei rifiuti.



Riassumendo: dove sussiste la necessità di coprire velocemente, a basso costo, con luci di varie decine di metri senza ostacoli, dove sussiste una esigenza stagionale, itinerante e con la possibilità di altrettanto veloce rimozione, la copertura sorretta dall'aria rappresenta certamente un'appropriata soluzione .

LIMITI ALL'IMPIEGO

Nonostante le sue numerose caratteristiche attraenti, anche la costruzione sorretta dall'aria presenta le sue limitazioni: il bisogno di mantenere una differenza di pressione con un costante rifornimento di aria, il bisogno di minimizzare le perdite di aria, la necessità di agire contro le forze di sollevamento con degli ancoraggi ed infine l'importante scelta del materiale plastico .

In definitiva questa costruzione è paragonabile più ad un **impianto** che abbisogna di semplici controlli e verifiche programmate che non ad una costruzione tradizionale, e certamente questa grande differenza comporta per molti una limitazione e per molti un vantaggio .

Un'altra tipica limitazione in queste strutture costruite con delle sottili membrane è la caratteristica ambientale, in particolare il loro isolamento. Grazie allo sviluppo e la ricerca su questa tipologia di prodotto, molto si è fatto per quanto concerne la gestione e il risparmio energetico, che con l'impiego di doppie e triple membrane e membrane senza ponti termici "classe A" che consentono risparmi energetici, rispetto ai primi esemplari, di **oltre il 50%** .

In definitiva il prodotto è riuscito a mantenere in questi ultimi 50 anni una validità d'applicazione invidiabile anche se estreme condizioni climatiche e la presenza sul mercato di costruzioni succedanee tradizionali, ne hanno parzialmente contratto il mercato . Ditte come Prima srl hanno sviluppato negli ultimi anni coperture pressostatiche "climatizzate" **con membrane climatizzabili con tessuto esterno blackout** e raffrescatori adiabatici ad acqua, che consentono di giocare anche nel periodo estivo all'interno delle coperture pressostatiche.

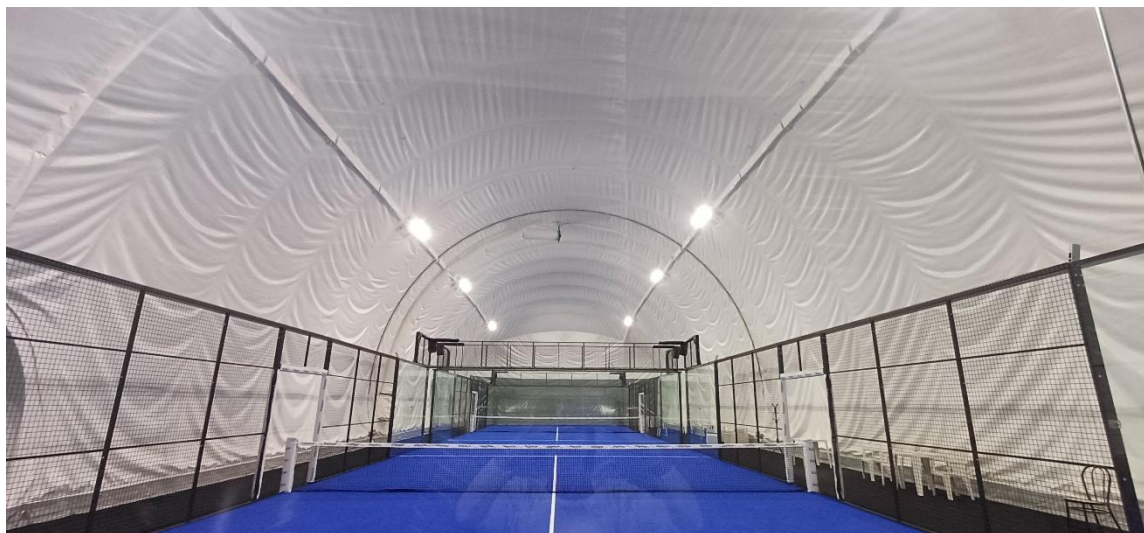


FOTO: Copertura pressostatica "Klima"

Inoltre Prima SRL , sta sviluppando con Primari produttori di PVC alla realizzazione di PVC interamente riciclabili e nel 2026 lo immetterà sul mercato sia Nazionale sia Internazionale vista la coscienza green sempre più presente e le normative sempre più stringenti a livello Europeo.

NORMATIVE E PROGETTAZIONE

Norme per la costruzione e la progettazione

In Italia ed in Europa non vi sono delle norme di legge o delle UNI in materia, ma le aziende più attente si attengono ad un "progetto di norma" fermatosi ad un passo dal diventare norma per mancanza di fondi: questo è individuato con la sigla **U50.00299.0**, e costituisce ancor oggi uno spartiacque per definire se una copertura è fatta secondo delle regole ed a seguito di una precisa progettazione oppure secondo la regola "dovrebbe andare bene"...

Per tecnici e progettisti, il progetto di norma UNI U50.0.299.0 "Tende-strutture, tenso-strutture, presso-strutture. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo, l'uso e la manutenzione" rappresenta tutt'ora un valido riferimento trattando i requisiti di resistenza, servizio, sicurezza e durata delle tende-strutture, tenso-strutture e presso-strutture. Inoltre, fornisce indicazioni in merito alla qualità dei materiali da costruzione e dei prodotti che si utilizzano ed il livello di accuratezza delle operazioni di cantiere necessarie per rispettare le ipotesi definite nelle regole di progettazione. Il progetto di norma non tratta le strutture con superficie coperta inferiore a 40 mq come ombrelloni da mercato, ombrelloni da spiaggia, tende da campeggio.

In Italia è vigente in effetti un **decreto ministeriale del 1996**, finalizzato alla sicurezza negli impianti sportivi, che fa cenno a questo tipo di coperture (all'art. 13). Al primo comma dell'articolo si legge: *"l'impiego della copertura pressostatica è consentito negli impianti ove è prevista la presenza di spettatori e praticanti in numero non superiore a 50 persone"*, senza tenere in minimo conto né l'attività che si svolgerà all'interno né la dimensione della copertura .

Il legislatore inoltre richiede giustamente - essendo una struttura monta/smonta - che ogni volta che, a inizio stagione, la struttura viene rimontata, venga prodotto al comune di pertinenza un certificato **"di idoneità statica a firma di tecnico abilitato"** attestante l'avvenuta verifica del materiale di copertura e dei dispositivi e dei materiali costituenti l'ancoraggio tubi anelli ecc...

Il progetto di una copertura pressostatica

Per eseguire una copertura pressostatica è necessario fare un progetto; a cominciare dalla verifica del tipo di materiale da scegliere (in relazione al carico vento di zona, alla sua rugosità, e al suo coefficiente di forma); da questo si arriva al dimensionamento del cordolo d'ancoraggio con i relativi sforzi indotti in fondazione, all'individuazione del sistema d'ancoraggio più appropriato in relazione alle caratteristiche dell'attività che si andrà a svolgere e quindi dimensionandolo e calcolandone il suo interasse, e l'eventuale diametro del tubo o la dimensione dell'angolare o di quant'altro predisposto per l'ancoraggio .

1 - RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA**1.1 - PREMESSE****1.1.1 - Normativa**

La normativa seguita per la realizzazione delle strutture ad aria portante è la seguente:

L. 03.11.1971 n.1086	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica.
D.M. 17/01/2018	Norme Tecniche per le Costruzioni
CIRC: 07/2019	Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018
D.M. 18.03.1996	Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi
UNI U50.00.299.0 / nov 1996	Progetto di Norma: Tende-Strutture, tenso-strutture, presso-strutture: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo, l'uso e la manutenzione.

1.1.2 - Dimensioni principali

Base	B	24,08	m	
Lunghezza	L	42,00	m	
Altezza	H	11,50	m	medio
Raggio	r	12,68	m	
Sup Cop	S	1011,36	m ²	

1.1.3 - Descrizione delle opere

La parte portante della copertura in oggetto è realizzata da una struttura pressostatica con singola membrana. La membrana sarà in tela con tramatura in poliestere spalmato in PVC del peso di circa 0,70 kg/m². Si tratta di una copertura avente dimensioni in pianta: 24,08*42,00 m con un'altezza max pari a 11,50 m circa, in dipendenza dalla pressione interna e dalle condizioni esterne, con una forma trasversale semicilindrica.

La membrana della struttura viene ancorata sui quattro lati del perimetro mediante ancoraggi fissati chimicamente con resine su una struttura di fondazione in c.a. esistente in cui la platea ha dimensioni in pianta pari a 24,33*44,60 m con uno spessore medio pari a 18 cm (dimensionata e verificata con altro progetto).

STORIA ED EVOLUZIONE COPERTURE PRESSOSTATICHE

1.1.1 - Dati geografici

comune **CESENA**
provincia **FC**
regione **EMILIA ROMAGNA**

Zona Neve **I Med**

Zona Vento **2**

altezza slm m **23**
dist dal mare km **12,06**
coefficiente di topografia **T1**
classe d'uso vita nominale **II**
50 latitudine **N**
44°11'02.18"
longitudine **E**
12°14'38.80"

1.1.2 - Materiali

1.1.5.1-Copertura Pressostatica

Copertura con tessuto in poliestere rinforzato con PVC spalmato su due facce	resistenza ultima alla lacerazione in ordito: 300 daN/5cm resistenza ultima alla lacerazione in trama: 300 daN/5cm
Carpenteria in acciaio	acciaio S235JR UNI EN 10025 $f_t = 360 \text{ N/mm}^2 - f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
Collegamenti bullonati	viti classe 8.8, dadi classe 8 S

1.1.3 - Carichi

1.1.6.1 – TELO DI COPERTURA

Il peso del telo di copertura è pari a: 0,70 daN/m²

1.1.6.2 – VENTO

Si utilizza la circ. 07/2019 in particolare l'art. C3.3.8.1.7 "Coperture a volta cilindrica", che riprende in toto la CNR DT

Stralcio Relazione di calcolo per pressostatiche.

L'ANCORAGGIO

L'ancoraggio rappresenta quanto di più specifico nella costruzione sorretta dall'aria. I valori dell'ancoraggio sono stati espressi dal progetto di cui sopra e in forza ai dati ottenuti si opterà per la tipologia più consona .



Verifica carichi con dinamometro. Dettaglio di ancoraggio con tubo e catena]

Oggigiorno esistono molte tipologie di ancoraggio, dal più semplice fatto con picchetti avvitati nel terreno, a "spade" e/o "catene" con cementificazione parziale sempre fisse nel terreno, sino al classico cordolo in cemento armato. Naturalmente tutte le tipologie di ancoraggio devono avere una certificazione che ne garantisca la tenuta facendo riferimento alle richieste della relazione di calcolo .

LA MEMBRANA

Particolare attenzione è da prestare all'evoluzione della membrana, che da una semplice membrana in PVC rinforzato ha via via negli anni avuto una considerevole trasformazione arrivando sino ai giorni nostri con una vasta gamma di prodotti, composti da più membrane separate (classe A) e, tramite insufflazione di aria, alle membrane coibentate, Il pallone pressostatico è costituito da una membrana fissata al suolo e sostenuta da una sovrappressione che varia dai 150 ai 300 PASCAL.

La DOPPIA MEMBRANA PARALLELA "CLASSE A" consiste nell'accostamento di due membrane indipendenti, parallele tra le quali viene a crearsi un'intercapedine costante ventilata. Le due membrane non avranno alcun contatto tra loro in quanto non saldate come tradizionalmente viene realizzato. coefficiente dispersione medio $u=1,6$



FOTO: Sezione di una doppia membrana classe A

Queste sono realizzate con corretti coefficienti di calcolo, che ne garantiscano sia la tenuta che la durata nel tempo. Ovviamente alle membrane si sono aggiunte anche laccature che consentono di evitare formazioni di muffe e di avere maggior protezione dai raggi ultravioletti, con garanzie sul prodotto che vanno dai 3 ai 10 anni. Inoltre la lavorazione, con i nuovi impianti di saldatura ad alta frequenza, valorizza ulteriormente l'utilizzo dei materiali scelti.

Se a tutto ciò aggiungiamo i maggiori controlli effettuati dalle ditte produttrici dei materiali base e i controlli a cui dovrebbero essere assoggettati all'interno delle aziende certificate che costruiscono coperture pressostatiche, possiamo avere la sicurezza che il prodotto così ottenuto è idoneo allo scopo per il quale è stato calcolato.

LA DOPPIA MEMBRANA

La copertura è stata pensata con una **DOPPIA MEMBRANA** - La copertura è costituita da una prima membrana esterna principale portante e da una seconda membrana interna saldata alla prima; quest'ultima viene confezionata con i procedimenti già descritti per la "Singola membrana" ma è più leggera e più traslucida, in quanto il suo scopo primario è quello di creare un ambiente coibentato e che possa riflettere il più possibile la luce (il suo peso normalmente non supera i 550 gr) .

Questa soluzione assicura un notevole isolamento termico creato dall'aria, elemento isolante naturale, che immessa tra le due membrane realizza il gonfiaggio dell'intercapedine .

I principali vantaggi della doppia membrana sono:

1. Una **drastica riduzione dei consumi di combustibile** per il riscaldamento rispetto alla singola membrana, a parità di temperatura interna si passa da un Kt di **5,9 W/m²** (per la singola membrana) a **2,9 W/m²** per una doppia membrana .ad a **1,6 W/m²** per una **"Classe A."**
2. Questo comporta una **migliore abitabilità** nelle stagioni intermedie ed ottima coibentazione in estate con eliminazione dell'effetto "cappa di calore".
3. Una **eccellente luminosità naturale** determinata dalla proprietà diffusiva e quindi antiabbagliante della speciale membrana interna.

GLI IMPIANTI

Il pressostatico è una semplice membrana sorretta dall'aria grazie ad impianti di ventilazione continui.

Gli impianti di riscaldamento più moderni e prestazionali sono attualmente quelli **a condensazione**

Infatti i nuovi impianti hanno la possibilità di essere corredati di motori con variazione di potenza a loro volta collegati ad un sistema anemometrico di ultima generazione e studiati appositamente per coperture pressostatiche, quindi non derivati dall'impiego edilizio abitativo (come quasi tutte quelle presenti sul mercato) .

Consentono risparmi anche del **60% di corrente elettrica**, permettendo al motore di funzionare alla minima potenza in assenza di vento, assorbendo così anche solo 1 Kwh; inoltre con i nuovi modelli di bruciatori modulanti collegati ad un plc di estrema facilità d'uso si possono programmare accensioni e spegnimenti a livello orario per tutto l'arco della stagione.

Uno dei problemi più ricorrenti dei gestori è quello di accendere il bruciatore in caso di nevicata improvvisa, che aumenta il peso gravante sull'involucro: a questo si è posto rimedio inserendo una **centralina "neve"** che accende automaticamente il bruciatore in caso di caduta neve. Inoltre molti impianti di riscaldamento sono dotati di sistemi di controllo da remoto dei veri e propri computers che gestiscono e danno dati su consumi e accensioni temperature visibili anche dallo smartphone, di facilissimo utilizzo.

Inoltre alcuni nuovi macchinari, nei quali sono state apportate importanti modifiche progettuali, hanno ridotto gli organi di trasmissione (cinghie) sostituendoli con sistemi diretti, favorendo così un ulteriore risparmio energetico e una minore manutenzione. Tutto questo ci porta ad avere all'interno della copertura pressostatica una perfetta abitabilità con temperature costanti e consumi dimezzati rispetto a una decina di anni fa.

Ma il "**cervello**" di tutta la copertura pressostatica è il **generatore d'emergenza automatico diesel**: infatti al suo corretto funzionamento è legata anche la lunga vita della copertura. Per questo deve essere scelta e abbinata con estremo raziocinio, è quindi l'elemento imprescindibile per una copertura pressostatica, se infatti si può fare a meno di riscaldare l'interno della copertura non si può fare a meno della macchina d'emergenza, che negli anni si è affinata nelle sue funzioni ma senza in alcun modo stravolgerle deve rimanere una macchina semplice di facile interpretazione in modo che possa essere utilizzata e tarata anche dal semplice gestore: ma questo non deve andare a scapito delle funzioni, visto che la macchina dovrà gestire le situazioni d'emergenza quali: mancanza di corrente, bassa pressione, allarme vento, malfunzionamento dell'impianto principale . a tal proposito è stata aggiunta una centralina telefonica nelle macchina in modo che possa inviare a numeri selezionati gli eventuali allarmi che la macchina rileva in modo che il manutentore possa intervenire in maniera immediata.



Gruppo di emergenza diesel]

Naturalmente ogni nazione ha delle richieste normative diverse che ogni azienda deve prendere in considerazione es. In Francia vi sono richieste legate alla verifica interna della pressione della copertura e la macchina d'emergenza avrà un doppio motore sia diesel che elettrico.

Inoltre viene richiesta un'area protetta di 10m² dove vi sono le uscite di sicurezza, più altre particolarità che devono essere rispettate per poter installare coperture pressostatiche in Francia.

L'INSTALLAZIONE

Una fase fondamentale è l'**installazione e rimozione** della copertura pressostatica. L'installazione non verte solo sul corretto posizionamento della membrana e del relativo ancoraggio ma è anche installazione, verifica e controllo di tutti gli impianti nel loro complesso. È una fase delicatissima e generalmente affidata a persone o aziende già esperte .



fasi di montaggio]

Purtroppo le tipologie sono molto differenti e talvolta anche complesse specie per alcuni macchinari di supporto. Ciò non toglie che se una installazione è fatta secondo i corretti criteri riesce a dare alla struttura la giusta rispondenza rispetto ai valori di progetto per i quali è stata costruita.

Congiuntamente ad una corretta installazione devono essere verificate tutte le parti accessorie affinché queste non creino lacerazioni o danni alla membrana e siano in grado di funzionare secondo quanto previsto.

A questo punto ci si domanda: **chi fa i montaggi e gli smontaggi delle coperture? chi fa i controlli? chi chiede i certificati di produzione? chi verifica secondo quali regole di progettazione è stata costruita la copertura?**

In Italia l'unica cosa che viene richiesta dal legislatore è un certificato dei materiali impiegati. Ma se tali materiali sono idonei o no non è di interesse della burocrazia. Il carico di vento, la rugosità, la dimensione della copertura influenzano il modo di costruire e la tipologia di materiali da impiegare: tutto questo non è conosciuto e non viene richiesto, se non in rari casi dove viene richiesta una relazione di calcolo della struttura dove nella quale sono evidenziati la congruità del materiale e i carichi che la copertura trasmette al suolo.

E in ogni caso il legislatore demanda Tutti questi controlli o verifiche all'acquirente ma che se non è seguito da un professionista (come nella maggior parte dei casi) non richiede e non verifica nulla , e aziende poco serie potrebbero approfittarne.

LO SMONTAGGIO

Dopo aver posizionato a terra un telo di protezione e aver acceso l'impianto di riscaldamento (per eliminare eventuale condensa) si fa poggiare a terra la membrana e si comincia a piegarla manualmente; una volta piegata, la membrana va protetta con del politene nero e posizionata al riparo dal sole e dalla pioggia e sollevata da terra; si avrà cura di posizionare inoltre un **disegno sopra al pacco telo** di come si è proceduto alla piegatura.



Fasi di piegatura e imballaggio del telo]

IL RIMONTAGGIO

Dopo aver controllato il funzionamento della macchina d'emergenza e il funzionamento della ventilazione primaria (per il bruciatore dovrà intervenire il bruciatorista che verificherà anche i fumi), si procederà al posizionamento a terra di un telo di protezione; quindi si aprirà la copertura secondo le indicazioni poste sopra il pacco del telo (il disegno posto a fine smontaggio) .



Fasi di apertura e rimontaggio del telo

A seguito di queste operazioni si dovrà verificare che:

- tutti gli elementi siano in perfetto stato (non vi siano strappi)
- gli elementi d'ancoraggio non siano arrugginiti
- nel caso di tubi d'ancoraggio, gli stessi siano bloccati con un bullone
- tutte le porte siano tassellate su un cordolino in calcestruzzo
- tutti i passaggi d'aria per il gonfiaggio di un eventuale intercapedine siano liberi

Il gestore dovrà richiedere che sia redatto a fine montaggio un **certificato (su carta intestata dell'azienda)** che certifichi la corretta posa e la corrispondenza di ogni elemento. Altresì l'impresa, nel caso abbia riscontrato anomalie e non sia stato possibile porvi rimedio in fase di montaggio, avrà l'obbligo di segnalarle chiedendo che siano risolte, e nei casi più gravi dovrà sconsigliarne l'uso mettendolo per iscritto .

CONSIDERAZIONI FINALI

Come può un maestro di tennis, un imprenditore o un amministratore pubblico sapere se sta acquistando una copertura realizzata secondo normativa e con i giusti criteri di sicurezza?

Non esiste purtroppo un albo ufficiale né un marchio di qualità obbligatorio per le coperture pressostatiche. La responsabilità della verifica ricade quindi interamente sull'acquirente. Ecco una pratica guida in 5 punti per orientarsi nella scelta:

1. Chiedere la normativa di riferimento

Per prima cosa bisogna chiedere a chi vende secondo quale normativa verrà eseguita la copertura. Un'azienda seria dovrebbe essere in grado di citare il progetto di norma UNI U50.00299.0 o comunque di illustrare i criteri progettuali adottati (quindi una relazione di calcolo per la copertura acquistata).

2. Verificare il calcolo con il vento di zona

Chiedere copia del calcolo strutturale che dimostri come la copertura è stata dimensionata in base al vento di zona, alla rugosità del terreno e al coefficiente di forma della struttura. Questi elementi sono fondamentali per garantire la sicurezza in condizioni meteorologiche avverse.

CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
3	27	500	0,37
a_s (altitudine sul livello del mare [m])			900
T_R (Tempo di ritorno)			100
$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$ $c_a = 1$ per $a_s \leq a_0$ $c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
$c_a = 1,296$		v_b [m/s] = 34,992	
$v_r = v_b \cdot c_r$ $c_r = 0,75 \cdot \{1 - 0,2 \cdot \ln[-\ln(1 - 1/T_r)]\}^{0,5}$			
$c_r = 1,03924$		v_r [m/s] = 36,365	

<p>p (pressione del vento [N/mq]) = $q_r \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$ q_r (pressione cinetica di riferimento [N/mq]) C_e (coefficiente di esposizione) C_p (coefficiente di pressione) C_d (coefficiente dinamico)</p>
--



Esempio di tabella con i carichi di vento per zona geografica]

3. Visitare un cantiere in fase di montaggio

Chiedere se è possibile andare a vedere la copertura mentre la stanno assemblando. Un'azienda trasparente non avrà nulla da nascondere e anzi sarà orgogliosa di mostrare la propria organizzazione e la qualità del lavoro. Il montaggio è la fase in cui si vedono concretamente i dettagli costruttivi, la cura degli ancoraggi e la professionalità delle squadre .

4. Richiedere un campione di materiale

Farsi dare un campione del materiale con il quale verrà confezionata la propria copertura. Il campione andrà conservato e potrà essere utilizzato per verifiche successive. Inoltre, come indicato dalla normativa, il tessuto deve essere assoggettato alla norma Europea EN 13501-1, paragonabile alla classe 1-2 Italiana .

Cosa significa questo in pratica? Il materiale in presenza di fiamma brucia, ma appena la fiamma viene meno si spegne e non cola (autoestinguenza). Si consiglia di fare una verifica sia sul campione, sia successivamente in un angolino nascosto e non strutturale della copertura.

5. Analizzare il disegno della copertura

Farsi dare il disegno della copertura con evidenziati gli sforzi indotti in fondazione. Un progetto serio deve indicare chiaramente quali sono i carichi trasmessi al terreno e di conseguenza quali caratteristiche devono avere le fondazioni o gli ancoraggi.

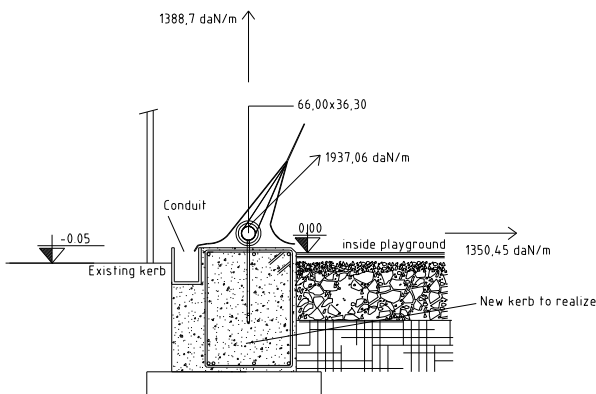


FOTO: Disegno tecnico con indicazione degli sforzi in fondazione]

ATTENZIONE ALLE "OFFERTE MIRACOLOSE"

Diffidare inoltre di chi genericamente indica membrane con Kt (*) eccezionali (nella maggior parte dei casi non viene espressa nemmeno l'unità di misura con cui sono stati calcolati). Un Kt (coefficiente di trasmittanza termica) serio si esprime in W/m^2K e deve essere certificato da prove di laboratorio .

IN SINTESI

Acquistare una copertura pressostatica significa investire in una soluzione tecnologicamente avanzata, flessibile ed economica, ma è fondamentale farlo con consapevolezza. Un prodotto realizzato a regola d'arte, con i corretti calcoli strutturali, materiali certificati e una installazione professionale, durerà nel tempo e garantirà la sicurezza degli utenti.

IL MATERIALE ICONOGRAFICO presente in questo articolo, tranne qualche eccezione, è tratto dall'archivio tecnico e storico della Prima S.r.l. di Gallarate (www.primasport.it), Prima S.r.l. non è solo un'azienda che produce coperture pressostatiche: è parte della storia italiana di questa tecnologia. Se le origini risalgono all'intuizione di G. Rocca negli anni Cinquanta, Prima ha raccolto quell'eredità trasformandola in un modello industriale basato su qualità, sicurezza e innovazione. Oggi, come i pionieri del settore, l'azienda continua a guardare avanti, con l'obiettivo di portare le coperture pressostatiche verso nuovi orizzonti di efficienza e sostenibilità.

Articolo a cura della Redazione Tecnica – 21/03/26

Note tecniche:

- ***Kt = coefficiente di trasmittanza termica, espresso in W/m^2K secondo la norma UNI EN ISO 6946**
- **Per approfondimenti: U50.00299.0 "Coperture pressostatiche – Criteri di progettazione, esecuzione e collaudo"**