

# EDILIZIA NON ABITATIVA E SOCIAL HOUSING



## LO STADIO NAZIONALE DI VARSAVIA, UN'ARENA PER UNA CITTÀ ED UNA NAZIONE

Lo stadio Nazionale di Varsavia, recentemente completato per ospitare gli europei di calcio EURO 2012, è simbolo della rinascita della città di Varsavia e di tutta la nazione polacca. Un esempio di moderna arena multifunzionale nato dalla cooperazione e dall'esperienza degli studi di progettazione e della ditta realizzatrice della carpenteria metallica, una struttura che lascia il segno nella progettazione e nella realizzazione dei nuovi stadi europei e mondiali.

dott. Ing. Andrea Garbulo

In occasione dei campionati europei di calcio Euro 2012 è stato inaugurato il nuovo stadio nazionale nel cuore e centro nevralgico della Polonia, Varsavia. La struttura, simbolo della rinascita della città, sorge lungo le rive del fiume Vistula, a pochi passi dal centro cittadino, nel sito occupato dal precedente stadio. Questo, eretto nel luglio del 1955, cessò di ospitare eventi sportivi nel 1989 quando diventò un mercato cittadino, composto da più di 5000 bancarelle commerciali, e venne poi dismesso nel maggio del 2008. Nell'ottobre di quell'anno furono iniziate le prime attività per la costruzione del nuovo stadio, con l'installazione di una fitta serie di pali di fondazione, volta a contenere i cedimenti differenziali del terreno. Nel 2009 fu posta la prima pietra del nuovo stadio nazionale di Varsavia la cui inaugurazione avvenne tre anni dopo, il 30 novembre 2011. Il concetto sulla base del quale si sviluppa la progettazione

dello stadio è quello di una struttura multifunzionale, destinata ad ospitare non solo eventi sportivi, ma anche adatta ad accogliere concerti e manifestazioni in genere, candidandosi così a divenire l'arena principe della nazione polacca. La moderna struttura è in grado di ospitare 58.500 posti a sedere, ed è destinata a lasciare un segno nella costruzione di installazioni di questo genere, per il livello di confort e tecnologia messi a disposizione degli ospiti, con più di 4000 m<sup>2</sup> di sale conferenze, 9800 m<sup>2</sup> di uffici e 2500 m<sup>2</sup> di aree fitness. Ciò che per primo colpisce lo sguardo dell'osservatore esterno è la facciata: essa abbraccia l'intera struttura dello stadio nel suo sviluppo circolare, seguendo l'andamento altimetrico della struttura principale di copertura. Questa sorregge i pannelli di alluminio rossi e bianchi, colori della bandiera nazionale polacca, conferendo un senso di leggerezza ed al tempo di dinamicità all'imponente costruzione. Suggerivo è lo scenario notturno offerto dall'opera, fatto di luci e colori



**CAPACITÀ DELLO STADIO NAZIONALE DI VARSAVIA**  
Posti a sedere 58.500  
Area coperta totale 50.000 m<sup>2</sup>  
Tot. sup. di copertura 64.800 m<sup>2</sup>

Peso totale struttura in acciaio 12.970 t  
Peso totale funi spiroidali 1480 t  
Peso totale elementi fusi (castings) 300 t  
Massima altezza della copertura 99 m  
Qualità acciaio S355N, S460M secondo EN10025, caratteristiche aggiuntive Z25 e Z35 secondo EN 10164

che danno vita allo stadio ed incantano gli spettatori in arrivo.

### DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA:

La concezione della struttura di copertura dello stadio nazionale di Varsavia si basa sul principio della ruota della bicicletta: una tensostruttura, composta da travi di funi pretese disposte con simmetria radiale, trasmette sforzi di compressione ad un anello circonferenziale in acciaio che la sorregge, il compression ring, il cui andamento circolare, con valori di quota dal suolo variabili da 28 a 38 m, è realizzato tramite la connessione bullonata di elementi tubolari, di diametro pari a 1820 mm e spessore 80 mm, suddivisi in conici di lunghezza di circa 12 m e del peso di circa 50 tonnellate. Gli elementi flessibili radiali tesi sono realizzati mediante un sistema piano di funi pretese. Si tratta di funi spiroidali chiuse che dipartono a due livelli dalla circonferenza esterna della struttura, denominati upper e lower radial cables, con funzione rispettivamente di cavo portante, quello inferiore, e di cavo stabilizzante, quello superiore.

I due livelli di cavi radiali vanno ad incrociarsi successivamente nel corpo centrale teso, composto da due anelli di funi disposti su due differenti livelli, i ring cables, mantenuti ad una distanza costante fra loro grazie all'inserimento di una serie di elementi metallici, i flying masts, che seguono allo stesso tempo l'ondulazione dell'intera copertura. La copertura principale dello stadio sovrasta gli spalti per tutta la loro superficie mentre la parte interna, corrispondente al campo di gioco, può essere lasciata scoperta o scoperta grazie all'installazione di un tetto retrattile, il cui movimento di apertura e chiusura

è garantito da un sofisticato sistema automatico di movimentazione della membrana interna.

Questa viene letteralmente parcheggiata all'interno di una struttura sospesa sopra il centro del campo, il garage che si colloca a tre diverse altezze lungo lo sviluppo verticale di quello che viene chiamato central needle, visibile dall'esterno dello stadio grazie ai suoi 90 m di quota dal livello delle basi delle colonne. Un sistema di movimentazione è implementato anche per la struttura di supporto dei 4 schermi video, allocati nella parte inferiore del central needle, che consente loro l'ab-

bassamento fino a livello del campo di gioco.

### LA PROGETTAZIONE:

Il progetto dello stadio nazionale di Varsavia è nato dalla consolidata collaborazione fra lo studio di ingegneria tedesco Schlaich Bergemann and Partners (SBP) e gli architetti del gruppo Gerkan Marg and Partners (GMP), con il supporto esterno dello studio di architettura polacco JSK Architekci Sp. z o.o. per quanto concerne la successiva fase esecutiva.

A valle della fase progettuale, la Cimolai ha eseguito con il proprio studio tecnico analisi locali utilizzando modellazio-

ne agli elementi finiti, al fine di apportare migliori tecniche e costruttive nella progettazione e realizzazione di alcuni nodi fondamentali della struttura. E' stato poi realizzato un modello tridimensionale della struttura, dal quale estrapolare i dati necessari alla redazione di disegni e particolari costruttivi, utilizzando il software Bood e Tekla.

### LA REALIZZAZIONE DELL'OPERA:

Requisito fondamentale nella realizzazione dello stadio nazionale di Varsavia è stata l'accurata precisione nella fabbri-

Cliente - Gestore  
NCS - Narodowe Centrum Sportu Sp. z o.o.  
Varsavia - Polonia

Architetto  
GMP - Gerkan, Marg and Partners GMP - Berlino - Germania

Progettista  
SBP - Schlaich Bergemann and Partners - Stoccarda - Germania

Impresa generale  
Alpine Bau Deutschland AG, Alpine Bau GmbH and Alpine Construction Poland Ltd., Hydrobudowa Poland SA and PBG

Sviluppo disegni costruttivi della struttura metallica principale di copertura  
Cimolai Spa - Pordenone - Italia

Carpenteria per la struttura principale di copertura  
Cimolai Spa - Pordenone - Italia

Fornitura funi spiroidali  
Redaelli Techna S.p.A. - Cologno Monzese - Italia

Fornitura elementi fusi (castings)  
Fonderie Civildale - Civildale del Friuli - Italia

Montaggio della copertura  
Mostostal Zabrze Holding S.A. - Zabrze - Polonia

Supervisione e coordinamento delle operazioni di montaggio della copertura e big lift.  
Cimolai Spa - Pordenone - Italia

Progettazione e realizzazione della membrana di copertura  
HighTex GmbH - Rimsting - Germania

Progettazione e costruzione del sistema di movimentazione della membrana interna  
Cimolai Technology - Carmignano di Brenta - Italia

Progettazione e fabbricazione delle attrezzature di sollevamento finale della copertura, big lift.  
Cimolai Spa - Pordenone - Italia



### LO STADIO NAZIONALE DI VARSAVIA, UN'ARENA PER UNA CITTÀ ED UNA NAZIONE

cazione degli elementi di carpenteria metallica che compongono la copertura da parte della Cimolai. Tali elementi infatti, al fine di garantire valori alti di pretesione ai sistemi di funi, è stato richiesto che venissero fabbricati con tolleranze costruttive molto ristrette, se con-

frontate con quelle usualmente adottate per le strutture in acciaio di questa tipologia. L'intera struttura del compression ring è stata soggetta a un premontaggio fisico in officina, a gruppi di cinque conici e nel contempo anche ad un premontaggio di tipo virtuale, realizzando un modello 3D dell'intera struttura sulla base dei dati geometrici rilevati.

### IL MONTAGGIO DELL'OPERA:

Il montaggio della struttura può essere suddiviso in tre fasi principali: montaggio della struttura metallica esterna, assemblaggio e posizionamento a terra della parte centrale



della struttura e successivo sollevamento finale (Big Lift), montaggio in quota delle strutture accessorie e del sistema di movimentazione del tetto retrattile. Nell'aprile 2010 il sollevamento della prima colonna ha dato il via al montaggio della parte principale della struttura metallica. Una volta completato il montaggio della struttura esterna principale, l'attenzione si è spostata verso l'interno dello stadio. Posizionate le strutture nella configurazione di partenza, i 92 strand jacks sono stati attivati per le operazioni di tesatura dei cavi radiali superiori. Raggiunti i corretti valori di tensione nelle funi, l'intera struttura di copertura ha ini-

ziato a sollevarsi, nel rispetto delle fasi definite dal progettista per assicurare la stabilità strutturale, fino alla realizzazione delle connessioni fra cavi radiali superiori e struttura metallica principale. La successiva tesatura dei cavi radiali inferiori, attraverso 72 coppie di strand jacks, e la loro connessione con il compression ring ha consentito di completare la fase di sollevamento della struttura, denominata big lift. Al termine del big lift il montaggio della struttura è proseguito con l'installazione di tutte le strutture accessorie.

dott. Ing. Andrea Garbulo  
Direzione Tecnica CIMOLAI spa