



Pilone in cemento armato con ventatura delle funi di sospensione e carreggiata sospesa durante la fase di costruzione.

#### Allplan nella pratica

## TRE SECOLI DI COSTRUZIONI DI PONTI SUL FIRTH OF FORTH

Il Queensferry Crossing vicino a Edinburgo, in Scozia, è un ponte strallato con tre piloni di oltre 200 m di altezza. Si tratta di uno dei più grandi progetti infrastrutturali in Europa e ha usufruito di una progettazione ultramoderna delle armature in 3D, grazie agli ingegneri di Leonhardt, Andrä und Partner (LAP) e ad Allplan Engineering.

Nel sud della Scozia, sul fiordo formato dall'estuario del fiume Forth, noto come Firth of Forth, era necessario affrontare una particolare esigenza infrastrutturale. Tre ponti molto ravvicinati tra loro collegano le sponde del fiordo che si estende per 80 chilometri verso l'interno del paese. Il Forth

Bridge è un ponte in acciaio costruito nel 1890, utilizzato da sempre per il trasporto ferroviario. Il Forth Road Bridge è un ponte sospeso costruito nel 1964, che dall'estate del 2017 viene utilizzato esclusivamente per il traffico di autobus, biciclette e pedoni. Da quel momento il nuovo ponte Queensferry Crossing completa il trio. Due corsie di marcia più una d'emergenza per ogni direzione sono utilizzate esclusivamente per il traffico stradale. Mentre il Forth Road Bridge era stato progettato e realizzato su carta utilizzando disegni a mano, i progetti delle armature e quelli esecutivi del Queensferry Crossing sono stati realizzati in 3D con Allplan Engineering.



Il Queensferry Crossing è uno dei più grandi progetti infrastrutturali del Nord Europa.

## LA SFIDA

Con lo sviluppo del progetto per il nuovo ponte, ai consulenti del Ministero dei Trasporti Scozzese della Jacobs Arup JV era stato affidato un compito difficile. Oltre che assolvere allo scopo, il nuovo ponte doveva essere esteticamente all'altezza del patrimonio culturale mondiale del "Forth Bridge". Lo studio di ingegneria Leonhardt, Andrä und Partner, in consorzio con Rambøll, Gifford e Grontmij, è stato incaricato della preparazione della proposta, della progettazione esecutiva e dei calcoli la costruzione. Il processo di progettazione si è concretizzato in un ponte strallato lungo 2.094,5 metri con tre piloni in acqua.

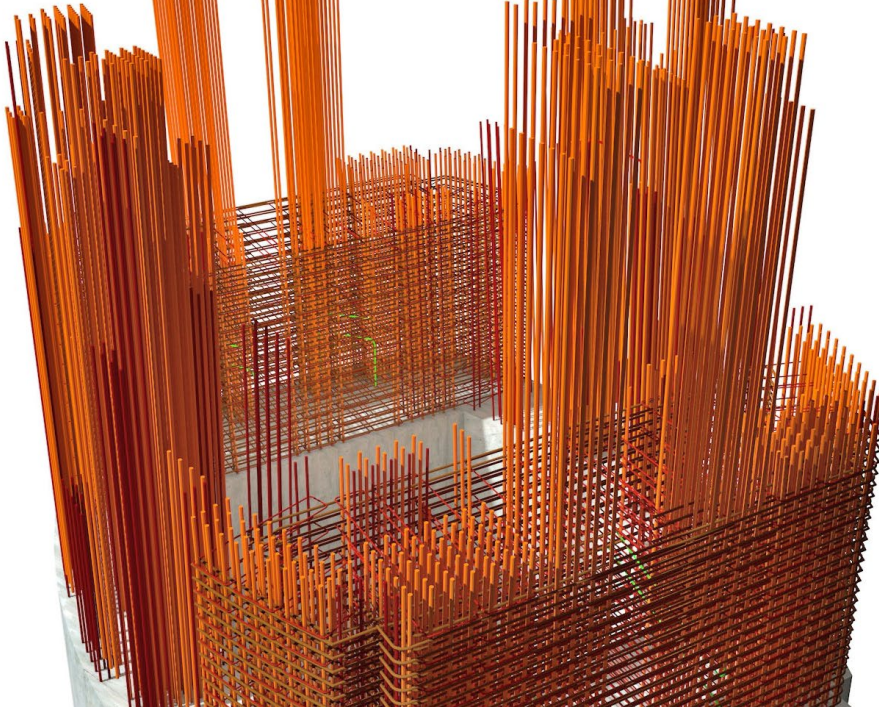
Tra queste torri in cemento armato alte fino a 210 metri si estende una capacità portante principale di 650 metri. Questa misura era dettata dalla larghezza dei canali di navigazione sottostanti. Le campate delle sezioni laterali sono di 223 metri e quelle dei ponti di golena di 104 metri. Il pilone centrale si è rivelato particolarmente impegnativo in termini di costruzione. Nei classici ponti strallati, il pilone centrale è ancorato posteriormente alle campate rigide laterali. Tuttavia, questo modo di procedere non è possibile in un ponte a tre piloni, a causa dei momenti flettenti molto alti. Oltre a questa limitazione, il ponte non doveva apparire eccessivamente dominante nel contesto delle due costruzioni già esistenti.

## LA SOLUZIONE

I progettisti hanno risolto il problema dell'ancoraggio posteriore del pilone centrale sovrapponendo le funi inclinate di 146 metri al centro della rispettiva campata. Questa caratteristica strutturale della costruzione ha permesso di ottenere la necessaria stabilità e allo stesso tempo ha consentito la costruzione di un ponte strallato di grande impatto visivo.

I tre caratteristici piloni in cemento armato sono rastremati dal bordo superiore della fondazione verso la sommità: da 14x16 metri si assottigliano a 7,50x5 metri. Per la progettazione dei piloni, LAP ha creato un modello completo dell'armatura in 3D con Allplan Engineering. Era la prima volta che si utilizzava questo metodo di lavoro per un ponte di queste dimensioni e quindi si trattava di un progetto molto impegnativo. L'armatura dei singoli segmenti dei piloni doveva essere posata in modo molto preciso, dato che la sezione si assottiglia verso l'alto. La procedura complessa richiedeva requisiti di massimo livello al software utilizzato. Questo è uno dei motivi per cui i progettisti di LAP hanno fatto affidamento su Allplan Engineering e sull'esperienza del loro partner CHP per la progettazione esecutiva e delle armature.

Come i piloni, anche la sovrastruttura che sostiene le carreggiate su ciascun lato ha una forma sofisticata. Nell'area dei piloni e delle strallature, la



Rendering dell'armatura di uno dei piloni alti 210 metri del Queensferry Crossing.

sovrastuttura è composta da tre parti. Infatti si integra monoliticamente nel pilone centrale, mentre è attraversata dai due piloni esterni ed è appoggiata su di essi con una trave trasversale. Questo schema di appoggio evita le possibili distorsioni tra i piloni.

#### Fondazione e installazione

La fondazione del pilone centrale del ponte strallato è stata realizzata sulla Beamer Rock, che si trova nel centro del fiordo, per mezzo di un gabbione di palancole metalliche. I piloni laterali affondano fino a 40 m di profondità. Il getto dei piloni è avvenuta in una cassaforma rampante interna ed esterna. Per trasportare il calcestruzzo fino alla sommità dei piloni è stato necessario un impianto di getto da 200 bar. Poiché la maggior parte del cantiere si trovava sulle acque aperte del Firth of Forth, sono state utilizzate gru galleggianti e pontoni per il trasporto. La maggior parte dell'armatura è stata prefabbricata nel vicino porto di Rosyth ed è stata successivamente sollevata in loco con una gru a torre girevole.

Il Queensferry Crossing è il ponte più grande per cui è stato utilizzato Allplan Engineering per l'intera progettazione delle armature in 3D. Grazie alla progettazione estremamente precisa e priva di collisioni, è stato possibile rispettare le scadenze e i costi.

Il Queensferry Crossing è stato ufficialmente inaugurato il 4 settembre 2017 dalla regina Elisabetta II. Il 2 e 3 settembre 2017, 50.000 ospiti selezionati hanno potuto attraversare il ponte a piedi.

---

> **Progettazione dell'armatura precisa e senza collisioni grazie ad Allplan Engineering**

> **Elaborazione multidisciplinare del progetto, grazie alle ampie opzioni di scambio**

> **Rispetto di tutte le scadenze di consegna previste**

---

**Committente:** Transport Scotland

**Imprese costruttrici:** Forth Crossing Bridge Constructors (HOCHTIEF, American Bridge International, Dragados e Morrison Construction)

**Progettazione:** Leonhardt, Andrä und Partner, Rambøll, Gifford e Grontmij



"Con il suo modulo per le armature 3D, Allplan ci ha fornito un supporto eccezionale nella progettazione esecutiva. Questo ci ha consentito di consegnare al cantiere una progettazione accurata e priva di collisioni tra le armature, rispettando tutte le scadenze di consegna."

Andreas Hartung, responsabile per le armature dei piloni come subappaltatore di LAP-Consult/Germania

## IL CLIENTE

Lo studio di ingegneria Leonhardt, Andrä und Partner (LAP) opera a livello mondiale ed è specializzato nella progettazione di grandi opere ingegneristiche e infrastrutturali fin dai tempi della sua fondazione, sotto la guida di Fritz Leonhardt. Una delle attività principali dello studio è, oggi come allora, la costruzione di ponti ed edifici in acciaio e cemento armato.

Questo ha fatto sì che nel corso degli anni siano stati realizzati numerosi progetti di ingegneria civile di rilievo, tra cui la Torre della televisione di Stoccarda (1955), la copertura a tenda nell'Olympiapark di Monaco di Baviera (1971), il ponte di Galata a Istanbul (1985), la Fabbrica Trasparente di Dresda (1999) e ora il ponte Queensferry Crossing (2017).

---

## A PROPOSITO DI ALLPLAN

ALLPLAN è un fornitore globale di software di progettazione BIM per l'industria AEC. Fedeli al nostro slogan „Design to Build“, copriamo l'intero processo, dal primo concetto alla progettazione esecutiva per il cantiere e la prefabbricazione. Gli utenti Allplan creano prodotti di altissima qualità e livello di dettaglio, grazie a flussi di lavoro efficienti. ALLPLAN offre una potente tecnologia cloud inte-

grata per supportare la collaborazione interdisciplinare su progetti di architettura e ingegneria. In tutto il mondo oltre 500 dipendenti continuano a scrivere la storia di successo di ALLPLAN. Con sede a Monaco di Baviera, in Germania, ALLPLAN fa parte del gruppo Nemetschek, pioniere della trasformazione digitale nel settore delle costruzioni.

### **ALLPLAN Italia S.r.l.**

Via G.B. Trener, 8  
38121 Trento  
Tel. 0461430430  
Fax 0461430410  
italia@allplan.com  
allplan.com