

PROVE DI CARICO A COMPRESSIONE SU PALO



Figura 1 – Il cantiere di Caltagirone (CT).

Su incarico di FIP INDUSTRIAL S.p.A. sono state eseguite n. 18 prove di carico assiale di collaudo su altrettanti pali di fondazione, allo scopo di raccogliere informazioni per la misura dei cedimenti dei pali testati nell'ambito della nuova variante "Strada S.V. Licodia Eubea A/19" nel Comune di Caltagirone (CT). Le opere indagate sono state i viadotti Ippolito e Paradiso e la rotatoria Molona.

Il progetto si è snodato nei mesi di Giugno-Luglio 2011, Luglio-Agosto-Settembre 2012 e Dicembre 2013.

STRUMENTAZIONE

Per le prove di carico sui viadotti Ippolito e Paradiso sono stati utilizzati n. 3 **trasduttori di spostamento** (campo di misura 0-100 mm; risoluzione $\pm 0,3\%$ f.s.); n. 3 **comparatori centesimali**, posti in parallelo con i trasduttori (campo di misura 50 mm; risoluzione $\pm 0,02\%$ f.s.); un **trasduttore di**

pressione (campo di misura 0-700 bar; precisione 0,1% f.s.); un **termometro** (campo di misura $-50^{\circ}\text{C}/+100^{\circ}\text{C}$; precisione globale $0,1^{\circ}\text{C}$); dei **martinetti idraulici** (forza del cilindro 400 tonn; corsa 150 mm; massima pressione di lavoro 700 bar) in numero variabile da 1 a 6 a seconda del palo investigato. Per le prove di carico condotte presso la rotatoria Molona sono stati utilizzati n. 3 trasduttori di spostamento (campo di misura 0-100 mm; risoluzione 0,01 mm); n. 3 comparatori centesimali (campo di misura 50 mm; risoluzione 0,01 mm); un trasduttore di pressione (campo di misura 0-620 bar; precisione 0,25% f.s.); un **manometro a indice** (campo di misura 0-1000 bar; precisione 0,1% f.s.); un termometro ($-50^{\circ}\text{C}/+100^{\circ}\text{C}$); n. 6 martinetti idraulici. Per due pali si è anche ricorso anche all'utilizzo di n. 20 strain gauge (**barrette estensimetriche**) saldati all'armatura del palo a varie profondità, prima della cementificazione, al fine di poter valutare le deformazioni indotte dall'applicazione dei carichi.

RILIEVO e DATI

La spinta necessaria all'esecuzione della prova di carico a compressione è stata applicata direttamente **sulla testa dei pali**. Le dimensioni dei pali erano variabili: la lunghezza di infissione variava da 20 a 32 m, mentre il diametro da 800 a 1500 mm. Per raccogliere le informazioni necessarie sul cedimento sull'estradosso dei plinti sono stati utilizzati strumenti elettrici agganciati alle barre di armatura che attraversavano il calcestruzzo. Come struttura di contrasto sono stati considerati i plinti di fondazione delle diverse pile.

La maggior parte delle prove (n. 13) è stata svolta in **due cicli principali di carico/scarico**. Il carico è avvenuto per incrementi successivi: il passaggio al gradino di carico successivo avviene solo dopo che si è raggiunta la stabilizzazione. Il carico di SLE (stato limite di esercizio) imposto è stato da 1057 a 7490 kN; il carico di collaudo, invece, da 1268 a 11235 kN. Le restanti prove (ovvero quelle del bimestre 2011) sono state compiute in **tre cicli**, con carico a SLE da 2738 a 4684 kN, con carico a SLV (stato limite di slava guardia della vita) da 4092 a 8500 kN e, infine, con carico a rottura da 7667 a 23000 kN.



Figura 2 – Misurazione dei cedimenti sulla testa del palo di fondazione.

Il datalogger utilizzato (Data Taker) presentava risoluzione di 15 bit, massima velocità di campionamento pari a 25 campioni/secondo, precisione $\pm 0,15\%$ f.s. e linearità 0,01%.

I cedimenti in funzione dell'applicazione del carico sono stati rilevati automaticamente utilizzando i trasduttori di spostamento collegati all'unità di acquisizione dati. Quest'ultima era programmata per eseguire la scansione dei sensori in continuo, sia durante la fase di carico che di scarico, registrando così i valori di spostamento per tutta la durata della prova. Per il controllo in corso di esecuzione e a verifica dei dati strumentali automatici, i valori di spostamento della testa dei pali sono stati misurati e registrati a ogni gradino di carico, anche in modalità manuale con il comparatore centesimale. La pressione è stata incrementata grazie a una pompa idraulica elettrica fino al carico desiderato, e mantenuta in modo automatico con il controllo inserito nella pompa stessa con variazioni di 1 bar.

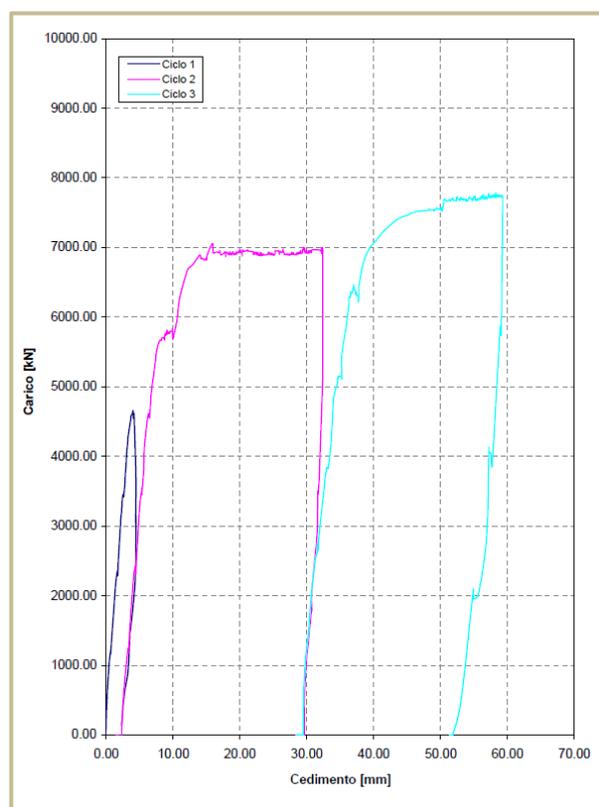
CONCLUSIONI

Le prove hanno permesso di ottenere informazioni riguardo al cedimento in atto sulla testa dei pali di fondazione, in presenza di cicli di carico/scarico. I pali, sottoposti a diversi carichi, hanno reagito in modi diversi.

Durante il primo ciclo si sono osservati **cedimenti medi** da 0,23 a 2,69 mm, mentre scaricando completamente si sono verificati **cedimenti residui** di 0,00–0,56 mm. Tre pali hanno inoltre mostrato cedimento negativo a conclusione del primo ciclo. Nel secondo ciclo, invece, si sono osservati cedimenti da 0,24 a 3,42 mm, mentre a scarico avvenuto di 0,00–0,49 mm.

Le prove del 2011, svolte su tre cicli (Figura 3), non sempre hanno dato esito positivo: due pali sono stati portati a rottura. I cedimenti massimi registrati durante il primo ciclo sono stati di 0,70–4,24 mm, mentre a scarico avvenuto di 0,56 mm–2,40 mm. Nel secondo ciclo i cedimenti massimi vanno da 2,55 a 32,42 mm; quelli residui da 0,75 a 3,40 mm. Per le prove non portate a rottura, nel terzo ciclo sono stati registrati cedimenti massimi di 40,20–74,62 mm e cedimenti residui di 20,57–67,06 mm.

Figura 3 – Esempio: andamento della curva carico [kN]-cedimenti [mm]. La curva blu identifica il I ciclo, la curva rosa il II ciclo, la curva azzurra il III ciclo.



Ingegneria & Controlli Italia s.r.l.

- Sede legale • TORINO - Via Donati, 14
- Sedi operative • TORINO - Via G. Agnelli, 71 -10022 Carmagnola – Ph. +39 011 3975311
- BERGAMO - Via Gramsci, 1 - 24042 Capriate San Gervasio - Ph. +39 02 92864185 - Fax 02 92864187