

# PROCEDURA PULL-OUT TEST

<b>REDATTO DA:</b>	<b>APPROVATO DA:</b>
NOME: Technical srl	NOME: Dott. Geol. Antonio Console
DATA: 21/05/2021	DATA: 21/05/2021

TECNICAL SRL

Via Roma 25- 85050 Balvano (PZ) Tel. 3803484368 Partita I.V.A 002011940760

Email: [direzione@technicalsr.com](mailto:direzione@technicalsr.com) Pec: [technicalsr.l@pec.it](mailto:technicalsr.l@pec.it)

## Sommario

INTRODUZIONE.....	3
INFORMAZIONI SUL PALO DI PROVA.....	3
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
STRUMENTAZIONE .....	3
CARICHI.....	4
MASSIMA FORZA ORIZZONTALE.....	4
MASSIMA FORZA VERTICALE A COMPRESSIONE.....	4
MINIMA FORZA VERTICALE A TRAZIONE.....	4
PIANIFICAZIONE DELLA PROVA .....	4
PROCEDURA DI INFISSIONE DIRETTA .....	4
PROCEDURA DI PERFORAZIONE ED INFISSIONE.....	4
CRITERI DI ESECUZIONE .....	5
DESCRIZIONE DEL TEST PER CICLI ORIZZONTALI DI CARICO.....	5
ESEMPIO MINUTA DI PROVA PER PULL-OUT TEST PER CICLI DI CARICO ORIZZONTALE.....	6
DESCRIZIONE DEL TEST PER CICLI VERTICALI DI COMPRESSIONE .....	7
ESEMPIO MINUTA DI PROVA PER PULL-OUT TEST PER CICLI VERTICALI DI COMPRESSIONE .....	8
DESCRIZIONE DEL TEST PER CICLI VERTICALI DI TRAZIONE.....	9
ESEMPIO MINUTA DI PROVA PER PULL-OUT TEST PER CICLI VERTICALI DI TRAZIONE .....	10
TEST PULL OUT FALLITO .....	10

## INTRODUZIONE

Di seguito si descrivono le linee guida di una procedura standard utilizzata per una corretta esecuzione delle prove di pull-out, da effettuarsi sugli elementi strutturali metallici di supporto ai pannelli in parchi fotovoltaici.

Tale specifica, a titolo puramente semplificativo, è stata redatta sulla base delle esperienze pregresse della Technical srl sul campo.

## INFORMAZIONI SUL PALO DI PROVA

Il palo di prova non deve essere necessariamente lo stesso impiegato nel progetto, in quanto serve a determinare la risposta meccanica del terreno, note la geometria e le caratteristiche del palo di prova. Il materiale costituente il palo sarà un acciaio strutturale di tipo S355 o simili.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

- Eurocodice 7: Progettazione geotecnica
- Eurocodice 3: Progettazione di strutture in acciaio
- Norme tecniche per le costruzioni 2018
- Carichi di progetto, forniti dalla committenza

## STRUMENTAZIONE

- Comparatori centesimali con corsa da 50/100 mm e precisione 0.01 mm
- Basi magnetiche di supporto ai comparatori
- Cella di carico a compressione e trazione, con portata massima di 50/100 KN
- Paranco a catena, con portata massima di 5 TON
- Display digitale con convertitore, per la lettura delle misure di trazione e compressione
- Morsetti di trazione
- Pistone idraulico, con capacità massima di 50/100 TON
- Pompa manuale, con capacità di 5 L

TECNICAL SRL

Via Roma 25- 85050 Balvano (PZ) Tel. 3803484368 Partita I.V.A 002011940760

Email: [direzione@technicalsrl.com](mailto:direzione@technicalsrl.com) Pec: [technicals.r.l@pec.it](mailto:technicals.r.l@pec.it)

## CARICHI

I carichi massimi che devono essere applicati per l'esecuzione dei pull-out test sono ricavati dall'amplificazione delle massime forze ottenute in fase progettuale allo stato limite ultimo (SLU). In particolare:

### MASSIMA FORZA ORIZZONTALE

$$T_{\text{oriz, test}} = T_{\text{oriz, max (SLU)}} \cdot \gamma_R \quad \text{con } \gamma_R = 1.10$$

### MASSIMA FORZA VERTICALE A COMPRESSIONE

$$N_{\text{comp, test}} = N_{\text{comp, max (SLU)}} \cdot \gamma_R \quad \text{con } \gamma_R = 1.10$$

### MINIMA FORZA VERTICALE A TRAZIONE

$$N_{\text{traz, test}} = N_{\text{traz, min (SLU)}} \cdot \gamma_R \quad \text{con } \gamma_R = 1.10$$

## PIANIFICAZIONE DELLA PROVA

Al fine di raggiungere la lunghezza di affondamento assunta, può essere sufficiente seguire una semplice procedura di infissione diretta, tramite battipalo. In caso contrario è possibile impiegare la procedura di perforazione di ausilio ed infissione, tenente conto dell'utilizzo di trivella e battipalo; segue una procedura di compattazione.

Ad ogni modo, si consiglia di testare sempre l'utilizzo della prima procedura, e di utilizzare la seconda solo in caso di fallimento della prima.

### PROCEDURA DI INFISSIONE DIRETTA

I profili in acciaio vengono direttamente infissi nel terreno tramite apposito macchinario, previa segnalazione dei punti topografici sui quali verrà effettuato il test.

### PROCEDURA DI PERFORAZIONE ED INFISSIONE

Il terreno verrà perforato della stessa lunghezza di affondamento da dover raggiungere in caso di palo battuto; quindi si esegue il riempimento completo del foro con materiale appropriato (tipo sabbia 0-16 mm), e successiva compattazione, fino a quando non è più percepibile un abbassamento visivo. Infine, si procede con la battitura del palo fino alla lunghezza di infissione prestabilita.

TECNICAL SRL

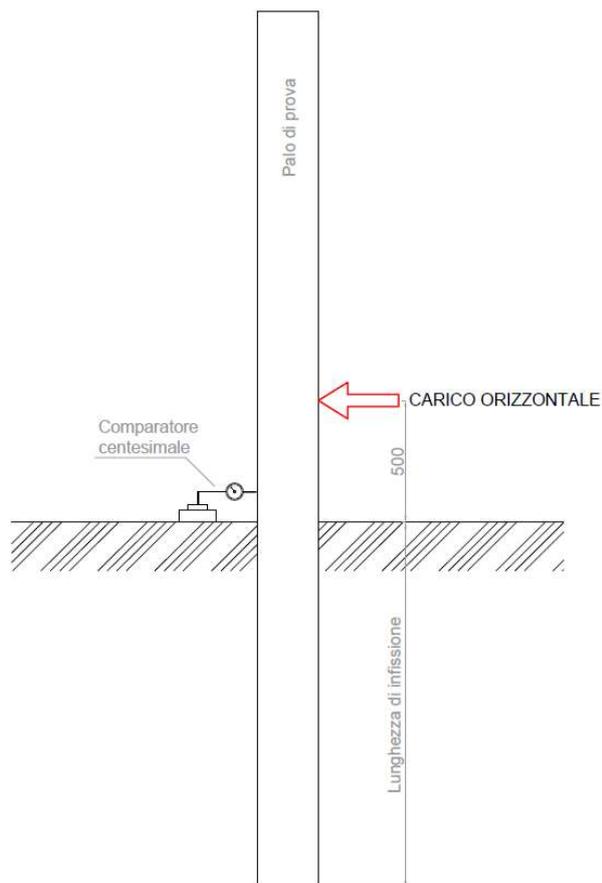
Via Roma 25- 85050 Balvano (PZ) Tel. 3803484368 Partita I.V.A 002011940760

Email: [direzione@technicalsrl.com](mailto:direzione@technicalsrl.com) Pec: [technicals.r.l@pec.it](mailto:technicals.r.l@pec.it)

## CRITERI DI ESECUZIONE

Dopo un controllo visivo dell'integrità del palo dopo la battitura, verranno applicati ad esso, i carichi o i cicli di carico/scarico prestabiliti. Per ogni tipologia di test pull-out, e per ogni palo oggetto di prova, tutte le misurazioni di carico e rispettivi spostamenti vengono annotate su di un foglio di minuta preventivamente preparata.

### DESCRIZIONE DEL TEST PER CICLI ORIZZONTALI DI CARICO



Vengono applicati, ad un'altezza di 500 mm fuori terra, cicli orizzontali di carico/scarico in maniera incrementale, fino al raggiungimento del  $T_{200} = 200\%$  di  $T_{\text{oriz, test}}$ : dopo una prima fase di precarico, il carico  $T_{200}$  viene raggiunto tramite steps di 50%.

Per ogni fase, il carico viene applicato per 1 minuto, per poi essere scaricato e portato al valore 0.

Il test è superato con successo nel caso in cui gli spostamenti misurati risultano inferiori di 10 mm.

TECNICAL SRL

Via Roma 25- 85050 Balvano (PZ) Tel. 3803484368 Partita I.V.A 002011940760

Email: [direzione@technicalsrl.com](mailto:direzione@technicalsrl.com) Pec: [technical.s.r.l@pec.it](mailto:technical.s.r.l@pec.it)

ESEMPIO MINUTA DI PROVA PER PULL-OUT TEST PER CICLI DI CARICO ORIZZONTALE

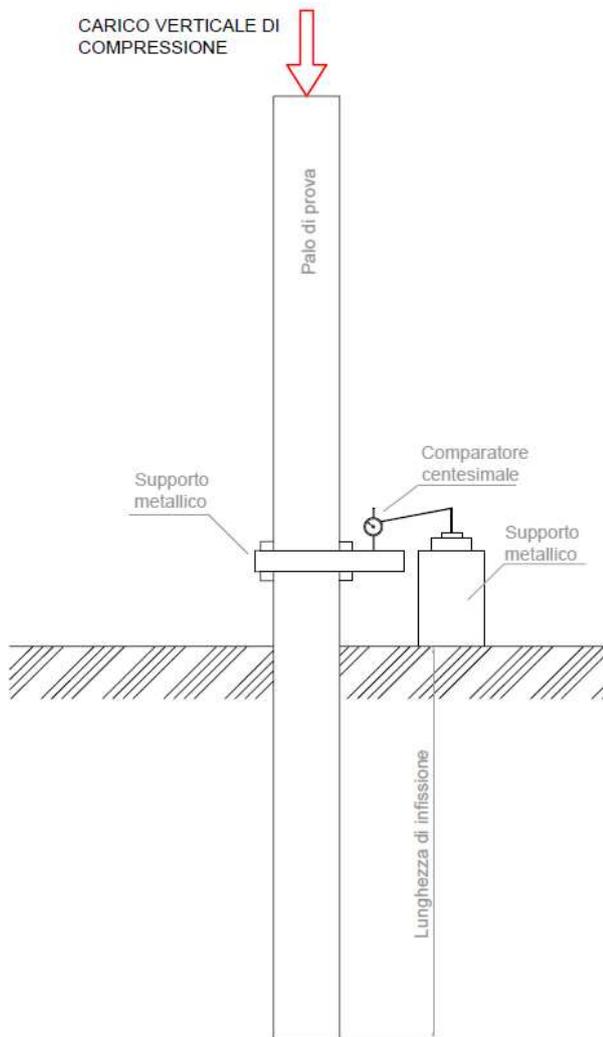
 Technical srl					
PULL OUT TEST: Cicli orizzontali di carico					
CLIENTE					
PROGETTO					
SITO					
ID PALO					
TIPO DI PROFILATO					
ALTEZZA FUORITERRA					
N° PROVA					
COORDINATE					
DATA DI INFISSIONE					
DATA DI PROVA					
CARICO ORIZZONTALE (SLU) [KN]					
Commenti:					
CARICO ORIZZONTALE					
N° Ciclo	Carico [%]	Carico [KN]	Spostamento [mm]		Commenti
			t <sub>0</sub> =0min	t <sub>1</sub> =1min	
0	20				
1	50				
2	0				
3	100				
4	0				
5	150				
6	0				
7	200				
Deviazione asse primario		si	no		
Deviazione asse secondario		si	no		
Danneggiamento		si	no		

TECNICAL SRL

Via Roma 25- 85050 Balvano (PZ) Tel. 3803484368 Partita I.V.A 002011940760

Email: [direzione@technicalsrl.com](mailto:direzione@technicalsrl.com) Pec: [technicals.r.l@pec.it](mailto:technicals.r.l@pec.it)

DESCRIZIONE DEL TEST PER CICLI VERTICALI DI COMPRESSIONE



Viene applicato il carico verticale di compressione in maniera incrementale, per fasi, fino al raggiungimento dell' $N_{c200} = 200\%$  di  $N_{comp, test}$ : dopo una prima fase di precarico, il carico  $N_{c200}$  viene raggiunto tramite steps di 50%. L'aumento del carico per ogni fase successiva, viene applicato senza consentire la sua possibilità di decrescita.

TECNICAL SRL

Via Roma 25- 85050 Balvano (PZ) Tel. 3803484368 Partita I.V.A 002011940760

Email: [direzione@technicalsrl.com](mailto:direzione@technicalsrl.com) Pec: [technicals.r.l@pec.it](mailto:technicals.r.l@pec.it)

ESEMPIO MINUTA DI PROVA PER PULL-OUT TEST PER CICLI VERTICALI DI COMPRESSIONE

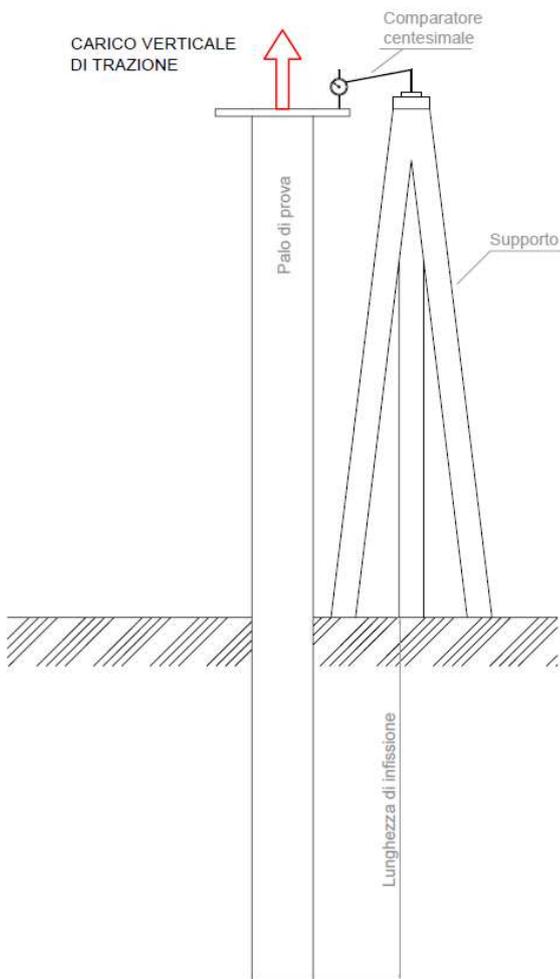
 Technical srl					
PULL OUT TEST: Cicli verticali di compressione					
CLIENTE					
PROGETTO					
SITO					
ID PALO					
TIPO DI PROFILATO					
ALTEZZA FUORITERRA					
N° PROVA					
COORDINATE					
DATA DI INFISSIONE					
DATA DI PROVA					
CARICO VERTICALE DI COMPRESSIONE (SLU) [KN]					
Commenti:					
CARICO VERTICALE DI COMPRESSIONE					
N° Ciclo	Carico [%]	Carico [KN]	Spostamento [mm]		Commenti
			t <sub>0</sub> =0min	t <sub>1</sub> =1min	
0	20				
1	50				
2	100				
3	150				
4	200				
Deviazione asse primario			si	no	
Deviazione asse secondario			si	no	
Danneggiamento			si	no	

TECNICAL SRL

Via Roma 25- 85050 Balvano (PZ) Tel. 3803484368 Partita I.V.A 002011940760

Email: [direzione@technicalsrl.com](mailto:direzione@technicalsrl.com) Pec: [technicals.r.l@pec.it](mailto:technicals.r.l@pec.it)

DESCRIZIONE DEL TEST PER CICLI VERTICALI DI TRAZIONE



Viene applicato il carico verticale di trazione in maniera incrementale, per fasi, fino al raggiungimento del  $N_{t200} = 200\%$  di  $N_{traz, test}$ : dopo una prima fase di precarico, il carico  $N_{t200}$  viene raggiunto tramite steps di 50%.

L'aumento del carico per ogni fase successiva, viene applicato senza consentire la sua possibilità di decrescita.

ESEMPIO MINUTA DI PROVA PER PULL-OUT TEST PER CICLI VERTICALI DI TRAZIONE

 Technical srl					
PULL OUT TEST: Cicli verticali di trazione					
CLIENTE					
PROGETTO					
SITO					
ID PALO					
TIPO DI PROFILATO					
ALTEZZA FUORITERRA					
N° PROVA					
COORDINATE					
DATA DI INFISSIONE					
DATA DI PROVA					
CARICO VERTICALE DI TRAZIONE (SLU) [KN]					
Commenti:					
CARICO VERTICALE DI TRAZIONE					
N° Ciclo	Carico [%]	Carico [KN]	Spostamento [mm]		Commenti
			t <sub>0</sub> =0min	t <sub>1</sub> =1min	
0	20				
1	50				
2	100				
3	150				
4	200				
Deviazione asse primario			si	no	
Deviazione asse secondario			si	no	
Danneggiamento			si	no	

## TEST PULL OUT FALLITO

Nel caso in cui, anche una sola prova non venga completata con successo con la lunghezza di affondamento di progetto (quindi lo spostamento misurato eccede il valore ammissibile  $\delta_{lim}$ ), il test viene definito fallito. In questo caso, tutti i suddetti test pull-out verranno eseguiti con lo stesso palo, aumentando di 500 mm la lunghezza di infissione. Un ciclo di carico sarà implementato "n" volte finché il test non sarà superato con successo.

TECNICAL SRL

Via Roma 25- 85050 Balvano (PZ) Tel. 3803484368 Partita I.V.A 002011940760

Email: [direzione@technicalsrl.com](mailto:direzione@technicalsrl.com) Pec: [technicals.r.l@pec.it](mailto:technicals.r.l@pec.it)