Procedura per la determinazione e verifica del coefficiente di attrito statico μ_s

La presente procedura ha l'obiettivo di determinare sperimentalmente il coefficiente di attrito statico (μ_s) tra la superficie della copertura piana e i sistemi zavorrati della gamma Contact Italia (es. zavorre Contact Italia, GB Solar e sistemi a reticolo strutturale autoportante NET). L'attrito assume un ruolo fondamentale nel contrastare le forze tangenziali generate dal vento e garantire la stabilità e sicurezza dell'impianto. La prova viene eseguita in condizioni asciutte e bagnate, in conformità con le raccomandazioni delle norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018 - D.M. 17/01/2018) e con riferimento alle metodologie di prova descritte nel cap. 11 del D.M. 17/01/2018 per la verifica sperimentale dei parametri di interazione tra materiali.

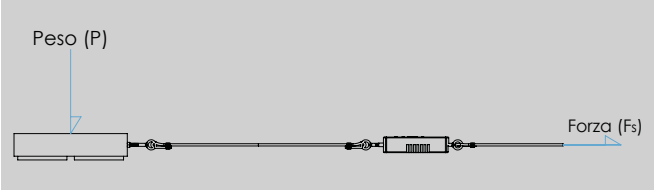
1. Apparecchiatura necessaria

• Dinamometro (digitale o analogico) con precisione ≥ 0,1 N;
• Bilancia per la determinazione del carico (precisione ≥ 10 g);
• Slitta di prova con base uniforme e carico noto (es. 6 kg - ZC0006);
• Secchio o contenitore per bagnare la superficie.

2. Preparazione della prova

1. Pulire accuratamente e asciugare la superficie della copertura.
2. Selezionare almeno tre aree rappresentative della copertura piana.
3. Posizionare e fissare un carico noto sulla slitta.
4. Predisporre le prove in doppia direzione: longitudinale e trasversale rispetto alla pendenza principale del tetto o alla disposizione dei moduli.

3. Esecuzione della prova



3.1 Coefficiente di attrito statico (μ_s) in condizioni asciutte

1. Appoggiare la slitta con il carico sulla superficie.
2. Collegare il dinamometro e applicare una trazione graduale e continua.
3. Registrare il valore massimo della forza (F_s) immediatamente prima dell'inizio dello scivolamento.
4. Calcolare il coefficiente di attrito statico con la formula: $\mu_s = F_s / P$.

3.2 Coefficiente di attrito statico (μ_s) in condizioni bagnate

1. Inumidire in modo uniforme la superficie dell'area di prova.
2. Ripetere l'intera sequenza descritta al punto 4.1.
3. Confrontare i risultati ottenuti con quelli in condizioni asciutte.

4. Requisiti e comunicazione dei risultati

La prova deve essere effettuata in almeno tre aree distinte della copertura per ciascuna condizione (asciutta e bagnata).
I risultati devono essere comunicati all'Ufficio Tecnico di Contact Italia, corredati di:
• Descrizione delle superfici testate;
• Direzione della prova;
• Condizione ambientale (asciutta o bagnata);
• Valori numerici di F_s, P, e μ_s.
In assenza di misure sperimentali trasmesse, Contact Italia adotterà un valore convenzionale di $\mu_s = 0,4$, come limite cautelativo per la verifica della resistenza allo scivolamento.

5. Riferimenti normativi

• D.M. 17/01/2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018);
• Capitolo 3: Azioni sulle costruzioni (azioni da vento);
• Capitolo 11: Verifiche sperimentali e prove in situ;
• UNI EN 1991-1-4 (Eurocodice 1): Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni generali - Azioni del vento.

6. Accorgimenti per la verifica conforme

• Assicurare condizioni stabili e rappresentative della superficie della copertura.
• Evitare impurità o discontinuità sotto la slitta durante la prova.
• Utilizzare strumenti tarati e certificati secondo normative vigenti.
• Documentare fotograficamente le prove e le attrezzature utilizzate.
• Includere schede tecniche dei materiali e strumenti impiegati nel report.

! L'attrito non è assunto quale meccanismo primario. La stabilità dell'opera è garantita dai dispositivi di vincolo meccanico opportunamente dimensionati.

Rilevamento dei valori

Rif. Preventivo*

*Campo obbligatorio

Dati richiedente

Installatore	Distributore	Progettista	Altro

Nome	Cognome	P.IVA
Comune	Prov.	Indirizzo
N°	Numero telefonico	E-mail

Referente tecnico

Nome	Cognome	Numero telefonico

Le misurazioni dei valori devono essere effettuata in almeno tre aree distinte della copertura per ciascuna condizione (asciutta e bagnata). Disegnare tali aree.

! L'attrito non è assunto quale meccanismo primario. La stabilità dell'opera è garantita dai dispositivi di vincolo meccanico opportunamente dimensionati.

Tabella attrito e note normative

Materiale della struttura di supporto	Materiale del piano di posa	μs secco	μs bagnato
Gomma EPDM / neoprene	Guaina bituminosa	0.50–0.70	0.30–0.50
Gomma EPDM / neoprene	Membrana PVC / TPO	0.45–0.65	0.25–0.45
Gomma EPDM / neoprene	Calcestruzzo liscio	0.55–0.75	0.35–0.55
HDPE / PP rigido	Guaina bituminosa	0.20–0.35	0.15–0.25
Calcestruzzo su cls (grezzo)	Calcestruzzo	0.40–0.60	0.30–0.45
Calcestruzzo su cls (levigato)	Calcestruzzo	0.25–0.40	0.15–0.25
Acciaio (non trattato)	Acciaio	0.15–0.25	0.10–0.18
Alluminio	EPDM	0.30–0.50	0.20–0.35
Graniglia / ghiaia fine	Guaina bituminosa	0.55–0.70	0.40–0.55

NTC 2018 §7.2.4 – Ancoraggi e fissaggi
I sistemi di fissaggio e ancoraggio degli elementi non strutturali non possono essere progettati contando sull'effetto dell'attrito tra le superfici. I carichi agenti su tali sistemi devono essere valutati tenendo conto delle azioni sismiche e del vento, e il loro trasferimento alla struttura portante deve avvenire attraverso elementi resistenti esplicitamente dimensionati.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Prot. 6194/2025
"I componenti, i sistemi e i prodotti edili od impiantistici, non facenti parte del complesso strutturale, ma che svolgono funzione statica autonoma, devono essere progettati ed installati nel rispetto dei livelli di sicurezza e delle prestazioni di seguito prescritti [...]. Risulta quindi che essi non possano essere vincolati alla costruzione contando sull'effetto dell'attrito, bensì devono essere collegati ad essa con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili e che devono risultare soddisfatte tutte le verifiche previste al par. § 7.3.6 delle NTC e relativa Circolare applicativa."

! L'attrito non è assunto quale meccanismo primario. La stabilità dell'opera è garantita dai dispositivi di vincolo meccanico opportunamente dimensionati.

Dati della copertura	Peso (P) in kg	Forza di trazione (F) in kg
Valore 1 - in condizioni asciutte		
Valore 1 - in condizioni bagnate		
Valore 2 - in condizioni asciutte		
Valore 2 - in condizioni bagnate		
Valore 3 - in condizioni asciutte		
Valore 3 - in condizioni bagnate		
Valore 4 - in condizioni asciutte		
Valore 4 - in condizioni bagnate		
Valore 5 - in condizioni asciutte		
Valore 5 - in condizioni bagnate		
Valore 6 - in condizioni asciutte		
Valore 6 - in condizioni bagnate		
Valore 7 - in condizioni asciutte		
Valore 7 - in condizioni bagnate		
Valore 8 - in condizioni asciutte		
Valore 8 - in condizioni bagnate		
Valore 9 - in condizioni asciutte		
Valore 9 - in condizioni bagnate		
Valore 10 - in condizioni asciutte		
Valore 10 - in condizioni bagnate		

Data **Firma**

Informativa sul trattamento dei dati personali*

☐ Il sottoscritto dichiara di aver letto e compreso l'informativa inerente il trattamento dei dati personali ai sensi dell'art. 13 Reg. (UE) 2016/679, riportata alla seguente pagina web https://contactitalia.it/informativa-privacy-sezione-download/ e di accettare il trattamento dei miei dati personali per la finalità ivi descritte.

*Campo obbligatorio

Luogo e data **In fede**

! L'attrito non è assunto quale meccanismo primario. La stabilità dell'opera è garantita dai dispositivi di vincolo meccanico opportunamente dimensionati.