

RAPPORTO DI PROVA

Codice Prodotto: **ZC0544**

Orientamento modulo: **Orizzontale**

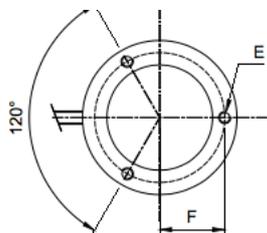
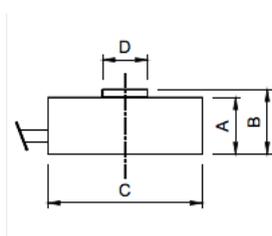
Installazione in galleria del vento

Moduli fotovoltaici singoli

I campioni sono stati posizionati su un piano rigido in legno; tra base dell'elemento in calcestruzzo e piano è stata interposta una striscia di guaina bituminosa.



Il pannello di legno (dimensioni 200cmX200cm) è supportato da n. 4 celle di carico LAUMAS CK500 con fondo scala 500 kg aventi errore massimo combinato inferiore allo 0,5%



	kg 200	kg 500
A	8	
B	10	
C	∅ 32	
D	∅ 8.1	
E	M3	
F	13 ± 0.2	



Il pannello di legno è libero lungo il movimento orizzontale: il vincolo viene realizzato mediante un cuscinetto a sfera che limita esclusivamente l'eventuale movimento trasversale al vento.

Lo spostamento orizzontale viene impedito con un vincolo all'estremità. Il vincolo è realizzato con un altro cuscinetto con sfera che consente il movimento verticale.

Metodo di prova

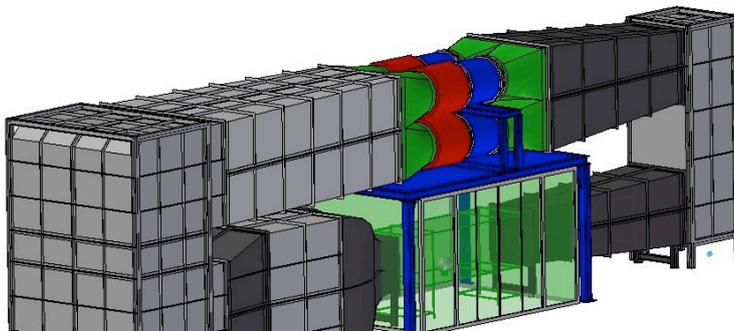
Scopo

Le prove sono state condotte nella galleria del vento del laboratorio Newton con lo scopo di esporre il sistema Contact costituito da supporti e pannello fotovoltaico ad un flusso di aria normalizzata.

La prova è volta allo studio di eventuali rotture, scivolamenti, sollevamenti e ribaltamenti conseguenti alla azione del vento.

Nel contempo vengono misurate le forze scaricate a terra allo scopo di dedurre matematicamente la velocità teorica di ribaltamento.

Ai fini di una corretta valutazione del comportamento effettivo è necessario considerare il possibile scivolamento dei supporti in relazione al coefficiente di attrito della superficie di appoggio.



Galleria del vento e strumentazione

La galleria del vento utilizzata è di tipo Gottingen a ciclo chiuso utilizzata in configurazione di camera di prova aperta. Si è scelto un convergente con sezione finale 1,5mX1,5m.

L'uniformità della velocità nella sezione finale del convergente viene verificata in modo continuo nel convergente mediante n. 4 tubi di pitot installati in accordo alla ISO5801: la variazione della velocità lungo la sezione di uscita è inferiore allo 0,5%. La velocità viene misurata anche immediatamente a monte del campione.

Il piano di sostegno dei campioni poggia su n. 4 celle di carico che misurano la forza verticale trasmessa.

Tutte le acquisizioni sono sincronizzate e continue per la durata della fase di prova con intervallo di campionamento di 0,5s.

Il fattore di turbolenza calcolato per la galleria del vento di Newton con sfera da 5,5" vale 1,02 ovvero flusso d'aria con valori di turbolenza sotto 0,2%.

Alla base del campione viene prevista l'installazione di un monitor che riporta la velocità del flusso.

Le prove sono state registrate mediante due telecamere fisse (laterale e zenitale) e con delle telecamere portatili.

Analisi dei risultati delle prove

Condizioni ambientali di prova 8-7-2019

- Temperatura: 25°C, umidità relativa: 53%
- Densità dell'aria: 1,15 kg/m³

Riepilogo dei risultati di prova

Misura della velocità di inizio sollevamento o di slittamento

Interpretazione dei risultati

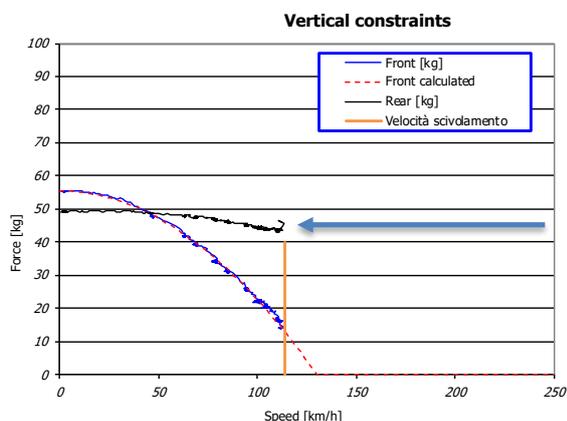
L'effetto del vento è di produrre una pressione dinamica proporzionale al quadrato della velocità; in molti casi riportati nella relazione, l'azione del vento induce un alleggerimento della struttura che può risultare in un potenziale ribaltamento.

Tale accadimento viene spesso anticipato dallo scivolamento orizzontale del sistema sulla guaina bituminosa

L'andamento della azione del vento è proporzionale al quadrato della velocità secondo la relazione che lega

pressione dinamica e densità dell'aria: $p_d = \rho \frac{v^2}{2}$.

La azione di scivolamento viene giudicata visivamente traguardando un riferimento posto sulla zavorra e/o nella rielaborazione dei dati verificando il trasferimento di carico tra le celle di carico:



Nella rielaborazione dei risultati interpolando i valori di forza misurati è possibile andare a dedurre teoricamente quale possa essere la velocità di potenziale inizio sollevamento, ovvero la velocità alla quale la forza scaricata sul piano di appoggio frontale della zavorra scende a zero.

Notification of results: Contact mod. ZC0544 - orizzontale senza carter

Date	08/07/19
Test session	7224
Test code	7224@7.
Test sample	
Model	ZC0544 - orizzontale
Carter	NO

Temperature [°C]	27
Density [kg/mc]	1,14
UR%	53

Wind tunnel test section	1,5m X 1,5m
Test max speed [km/h]	114

Results

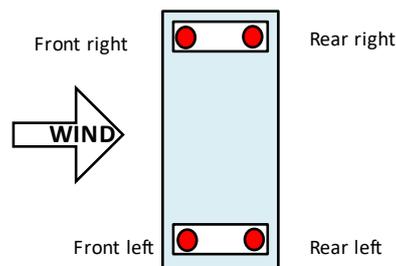
NOTA: ai fini di una corretta valutazione del comportamento effettivo è necessario considerare il possibile scivolamento dei supporti in relazione al coefficiente di attrito della superficie di appoggio.

NOTE: to estimate the actual performance it is necessary to take into account the possible slipping of the supports which is related to the friction coefficient of the base.

Speed [km/h]	Front [kg]	Rear [kg]	Total weight [kg] *
0	54	50	105
1	54	50	105
38	51	50	101
92	30	47	77
101	23	46	69
104	21	46	66
110	18	46	64
113	16	45	61

Speed [km/h]	kfront [kg/(km/h)²]	Krear [kg/(km/h)²]
1	-0,0085	-0,0114
38	0,0026	0,0001
92	0,0029	0,0003
101	0,0031	0,0004
104	0,0031	0,0004
110	0,0030	0,0004
113	0,0030	0,0004
Average K =(Fr0-F)/v² [kg/(km/h)²]	0,0031	
Calculated Speed@F=0 [km/h]	133	

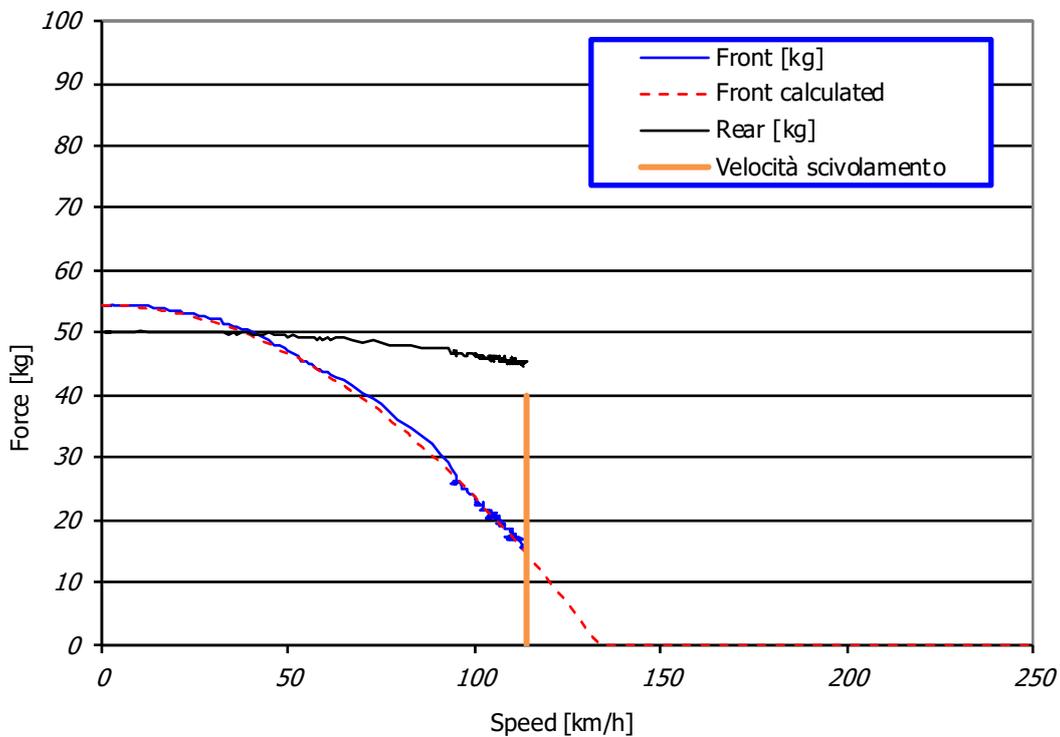
* total weight: concrete supports+photovoltaic panel+ carter (if mounted)



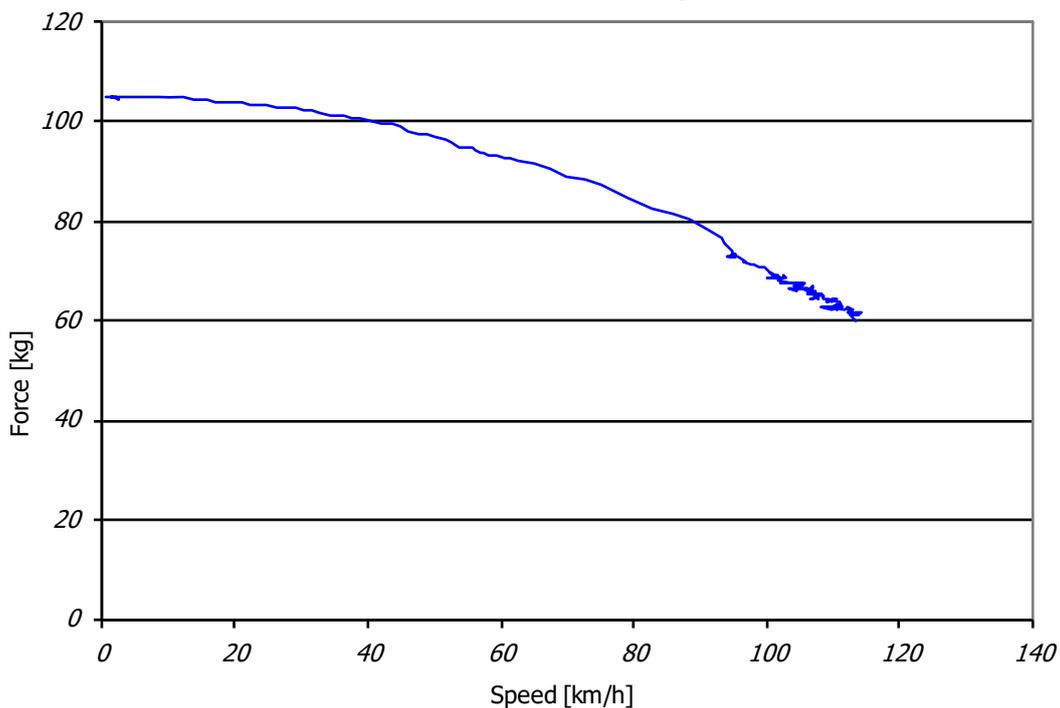
Velocità alla quale avviene lo scivolamento
Speed for the slipping [km/h]

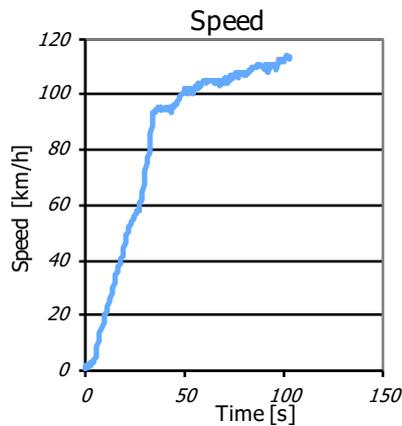
114

Vertical constraints



Total weight





Observation time

Av. Speed [km/h]	T START [s]	T END [s]	Speed MIN [km/h]	Speed MAX [km/h]	Time@speed [s]
1,4	0	1	0,6	2,2	1
38,2	17	18	37,5	38,9	1
92,2	34	35	91,2	93,2	1
101,4	51	52	100,9	101,8	1
103,7	68	69	103,3	104,1	1
110,2	85	86	109,9	110,4	1
113,1	102	103	112,7	113,6	1

Statistics

Speed [km/h]	Front [kg]	Front [kg]min	Front [kg]max
1	54	54	54
38	51	51	51
92	30	29	31
101	23	23	23
104	21	20	21
110	18	18	18
113	16	16	16

Front Right [kg]	Front Right [kg]min	Front Right [kg]max
24	24	24
22	22	22
10	10	11
6	6	6
5	5	5
4	4	4
2	2	2

Front Left [kg]	Front Left [kg]min	Front Left [kg]max
30	30	30
28	28	29
20	20	20
16	16	16
16	15	16
15	15	15
14	14	14

Speed [km/h]	Rear [kg]	Rear [kg]min	Rear [kg]max
1	50	50	50
38	50	50	50
92	47	47	47
101	46	46	46
104	46	46	46
110	46	46	46
113	45	45	45

Rear right [kg]	Rear right [kg]min	Rear right [kg]max
26	26	26
26	26	26
24	24	24
24	24	24
23	23	23
23	23	23
23	23	23
23	23	23

Rear left [kg]	Rear left [kg]min	Rear left [kg]max
24	24	24
24	24	24
23	23	23
23	23	23
23	23	23
22	22	23
22	22	22

Notification of results: Contact mod. ZC0544 - orizzontale con carter

Date	08/07/19
Test session	7224
Test code	7224@6.
Test sample	
Model	ZC0544 orizzontale
Carter	SI

Temperature [°C]	26
Density [kg/mc]	1,15
UR%	53

Wind tunnel test section	1,5m X 1,5m
Test max speed [km/h]	126

Results

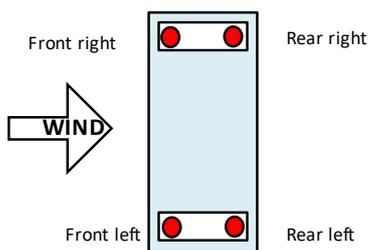
NOTA: ai fini di una corretta valutazione del comportamento effettivo è necessario considerare il possibile scivolamento dei supporti in relazione al coefficiente di attrito della superficie di appoggio.

NOTE: to estimate the actual performance it is necessary to take into account the possible slipping of the supports which is related to the friction coefficient of the base.

Speed [km/h]	Front [kg]	Rear [kg]	Total weight [kg] *
0	58	50	107
3	58	50	107
73	50	39	88
84	48	36	84
105	46	31	76
111	44	27	71
117	43	25	68
126	42	20	63

Speed [km/h]	kfront [kg/(km/h)2]	Krear [kg/(km/h)2]
3	-0,0031	-0,0038
73	0,0015	0,0021
84	0,0013	0,0019
105	0,0011	0,0017
111	0,0011	0,0018
117	0,0011	0,0018
126	0,0010	0,0019
Average K =(Fr0-F)/v2 [kg/(km/h)2]	0,0011	
Calculated Speed@F=0 [km/h]	233	

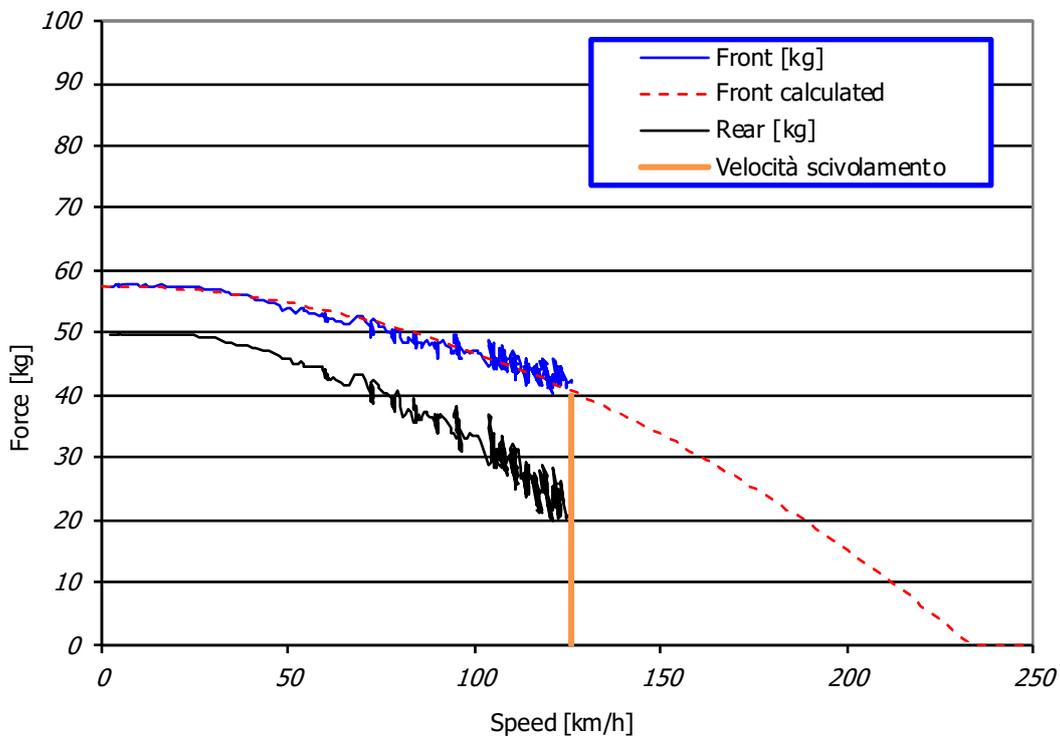
* total weight: concrete supports+photovoltaic panel+ carter (if mounted)



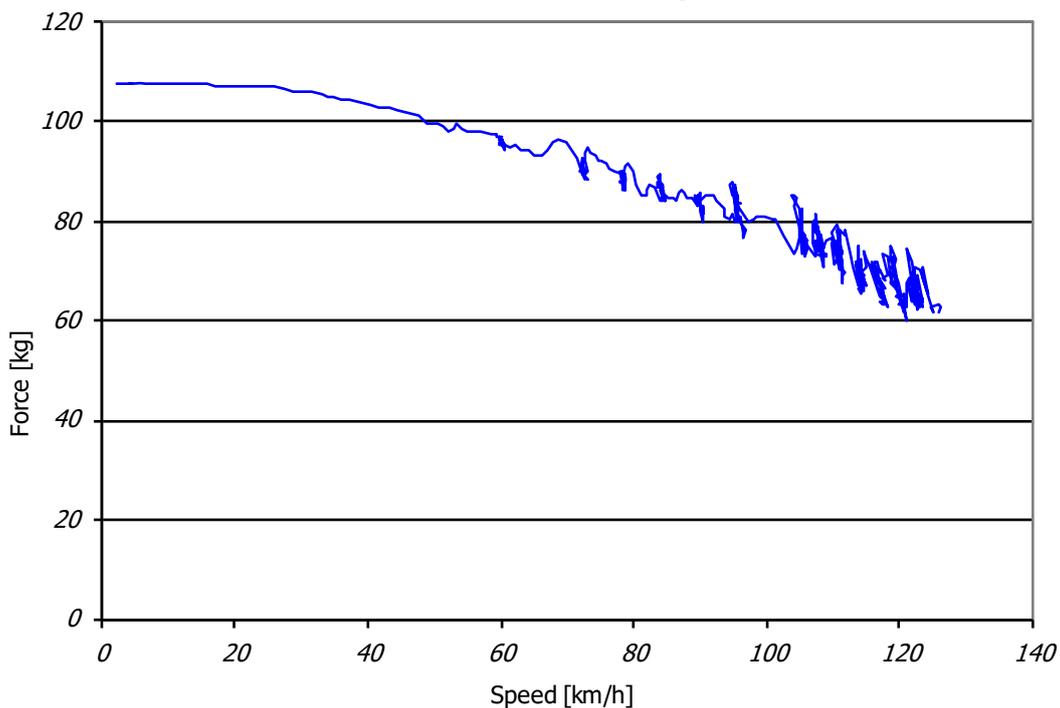
Velocità alla quale avviene lo scivolamento
Speed for the slipping [km/h]

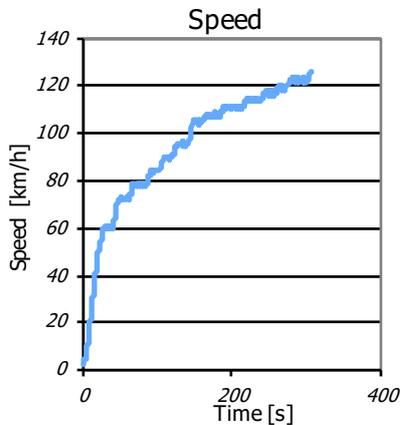
126

Vertical constraints



Total weight





Observation time

Av. Speed [km/h]	T START [s]	T END [s]	Speed MIN [km/h]	Speed MAX [km/h]	Time@speed [s]
2,7	0	1	2,2	3,2	1
72,7	51	51	72,5	72,9	1
84,2	102	102	84,1	84,2	1
105,1	153	153	105,0	105,2	1
111,4	203	204	111,4	111,4	1
117,0	254	255	116,9	117,1	1
125,9	305	306	125,7	126,2	1

Statistics

Speed [km/h]	Front [kg]	Front [kg]min	Front [kg]max
3	58	58	58
73	50	50	50
84	48	48	48
105	46	46	46
111	44	43	44
117	43	43	43
126	42	42	43

Front Right [kg]	Front Right [kg]min	Front Right [kg]max
25	25	25
21	21	21
19	19	19
17	17	17
17	17	17
16	16	16
15	15	15

Front Left [kg]	Front Left [kg]min	Front Left [kg]max
33	33	33
29	29	29
29	29	29
28	28	28
27	27	27
27	26	27
27	27	28

Speed [km/h]	Rear [kg]	Rear [kg]min	Rear [kg]max
3	50	50	50
73	39	39	39
84	36	36	36
105	31	31	31
111	27	27	27
117	25	25	25
126	20	20	20

Rear right [kg]	Rear right [kg]min	Rear right [kg]max
28	28	28
20	20	20
19	19	19
15	15	15
13	13	13
12	12	12
9	9	9

Rear left [kg]	Rear left [kg]min	Rear left [kg]max
22	22	22
19	18	19
18	17	18
16	16	16
14	14	15
13	13	13
12	12	12

ZC0544 - modulo orizzontale senza carter



ZC0544 - modulo orizzontale con carter

