METRICA
METRology Institutional CAtalog

ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA
Repository Istituzionale

Analisi dati ILC momento torcente

Original
Analisi dati ILC momento torcente / Mazzoleni, F., Facello, A., Germak, A., Prato, A.. - (2020), pp. 1-12.

Availability:
This version is available at: 11696/70794 since: 2022-10-20T15:39:55Z

Publisher:

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

13 October 2026

F. Mazzoleni, A. Facello, A. Germak, A. Prato

Analisi dati ILC momento torcente

R.T. 13/2020 Novembre 2020

RAPPORTO TECNICO I.N.Ri.M.

Abstract

Analysis of the data provided by the Accredia Laboratories during the inter-laboratory comparison for the torque magnitude.

Sommario

Analisi dei dati forniti dai Laboratori Accredia durante il confronto inter laboratorio per la grandezza momento torcente

1 Introduzione **4**
2 Specifiche **4**
3 Misure **4**
4 Elaborazione dati **5**

Indice delle figure

Figura 1: distribuzione *En* senso orario 7
Figura 2: distribuzione *En* senso antiorario 8

Indice delle tabelle

Tabella 1: foglio dati 5
Tabella 2: fdt medio di ogni laboratorio.....6
Tabella 3: scarto percentuale 6
Tabella 4: errore normalizzato E_n 7

1. Introduzione

I Confronti Inter-Laboratorio (ILC) sono lo strumento più diffuso per confrontare i risultati delle misurazioni effettuate da Laboratori di taratura accreditati e/o non accreditati nel settore pertinente della misura; possono costituire un mezzo molto efficace per accertare la competenza tecnica dei partecipanti, anche ai fini di un eventuale accreditamento formale. Infine, sono un elemento importante anche per monitorare la qualità dei risultati di taratura. Nel mese di maggio è stato avviato il confronto inter-Laboratorio (ILC) per la grandezza momento torcente, nel campo di misura 20 ÷ 2000 N·m con lo scopo di confermare le incertezze dichiarate dai Laboratori partecipanti.

2. Specifiche strumentazione

L'INRiM, come provider, deve fornire i campioni di trasferimento (TS) e il protocollo di misura. Non avendo a disposizione i TS, di comune accordo con tutti i laboratori, la ditta AEP ha costruito due torsiometri che permettono di coprire il campo di misura di interesse:

- Trasduttore di momento torcente AEP transducers modello TRX da 100 N·m, numero di serie 820615;

- Trasduttore di momento torcente AEP transducers modello TRX da 2000 N·m, numero di serie 820616.

I torsiometri sono stati forniti con gli alberi flangiati e non sono stati mai smontati, in modo da non introdurre ulteriori elementi di incertezza ed ottenere prestazioni migliori.
A completamento della catena di misura è stato fornito il condizionatore di segnale AEP transducers modello MP10plus, numero di serie 6604.

3. Misure

Il confronto è iniziato con le misure del Laboratorio che ha fornito la stabilità nel tempo dei trasduttori eseguendo le misure a inizio e fine confronto.
Ogni Laboratorio ha seguito in modo sequenziale le misure riportate nel protocollo M-MT281/2020 emesso il 2020-05-14.
La taratura è stata eseguita, quando possibile, applicando la norma di riferimento UNI 11314:2009 (EURAMET cg-14 Version 2.0, 03/2011).
Tutti i Laboratori hanno utilizzato i propri giunti, preferibilmente a lamina, per montare i trasduttori di momento torcente ai banchi torsiometrici di taratura.

Il protocollo prevede di eseguire la taratura di ogni trasduttore su 5 livelli di momento torcente per soli momenti torcenti crescenti e su 3 posizioni angolari (0°, 120°, 240°), sia in senso ORARIO che ANTIORARIO:

- trasduttore da 100 N·m i valori di momento torcente sono: 20-40-60-80-100 N·m
- trasduttore da 2000 N·m i valori di momento torcente sono: 250-500-1000-1500-2000 N·m

Non tutti i Laboratori hanno lo stesso campo di misura, in particolare il limite massimo, in questo caso hanno eseguito i punti di misura indicati entro il proprio campo ed aggiunto altri livelli di momento torcente intermedi per completare la taratura su 5 punti.
Il condizionatore di segnale è stato configurato nel seguente modo:

- Canale CH 1;
- Connessione a 6 FILI;
- Risoluzione 0.00001 mV/V
- Impostazione Filtri:
  - banchi torsiometrici a pesi diretti, Filtro = 4, Frequenza Acquisizione = 5;
  - banchi torsiometrici a confronto, Filtro = 3, Frequenza Acquisizione = 10.

L'INRiM non potendo fornire le misure di rifermento, ha concordato con tutti i Laboratori che le misure di riferimento sono i valori medi pesati del fattore di taratura fdt, calcolato come rapporto fra la coppia applicata e il valore letto in mV/V, di tutte le misure fornite dai laboratori; lo stesso metodo è utilizzato per l'incertezza estesa *W* associata alle misure.
Il criterio di attribuzione dei pesi è il rapporto fra l'incertezza più piccola e l'incertezza del laboratorio.

4. Elaborazione dati

I laboratori hanno riportato le misure effettuate sul foglio Excel fornito dall'INRiM.

Tabella 1: foglio dati

	0°	120°	240°	incertezza estesa
M_{nom}	letture			*W*
N·m	mV/V			%
0				
20				
40				
60				
80				
100				
0				
zero naturale			x	
data misure			xxx	
filtro			3	
frequenza acquisizione			10	
temperatura			xxx	
pressione			-	
umidità			xxx	
TRX da 100 N·m, numero di serie 820615 ORARIO				
Campione utilizzato			xxx	
Costruttore			xxx	
modello			xxx	
numero di serie			xxx	
tipo di campione			Pesi diretti	
Orientamento			xxx	

Trasduttore 100 N·m

Avendo tutti i dati a disposizione, si è deciso di utilizzare il fattore di taratura fdt come valore di riferimento, per evitare correzioni dovute al valore nominale impostato, in particolare per quei Laboratori che utilizzano il metodo di confronto.

Tabella 2: fdt medio di ogni laboratorio

M_{nom}	**Fattore di taratura N m/(mV/V) senso orario**								
N·m	1	2	3	4	5	6	7	media	*W*/%
20	100.123	100.112	100.118	100.120	100.108	100.137	100.183	100.122	0.046
40	100.117	100.104	100.106	100.088	100.117	100.131	100.174	100.114	0.046
60	100.103	100.097	100.106	100.098	100.116	100.121	100.158	100.106	0.044
80	100.094	100.088	100.097	100.049	100.108	100.116	100.143	100.095	0.045
100	100.087	100.083	100.092	100.027	100.084	100.112	100.126	100.087	0.044
M_{nom}	**Fattore di taratura N m/(mV/V) senso antiorario**								
N·m	1	2	3	4	5	6	7	media	*W*/%
20	-100.120	-100.122	-100.120	-99.997	-100.102	-100.160	-100.117	-100.117	0.046
40	-100.110	-100.113	-100.114	-100.018	-100.101	-100.148	-100.120	-100.110	0.044
60	-100.097	-100.101	-100.105	-100.008	-100.097	-100.134	-100.114	-100.099	0.044
80	-100.088	-100.091	-100.097	-99.981	-100.083	-100.124	-100.105	-100.089	0.044
100	-100.078	-100.082	-100.088	-100.034	-100.074	-100.124	-100.095	-100.082	0.044

Tabella 3: scarto percentuale

M_{nom}	Scarto % dal valore di riferimento senso orario						
N·m	1	2	3	4	5	6	7
20	0.002	-0.010	-0.003	-0.002	-0.013	0.015	0.061
40	0.003	-0.010	-0.008	-0.026	0.003	0.017	0.060
60	-0.002	-0.009	0.000	-0.008	0.010	0.015	0.052
80	-0.001	-0.008	0.001	-0.047	0.013	0.021	0.048
100	0.000	-0.005	0.005	-0.061	-0.003	0.025	0.038
	Scarto % dal valore di riferimento senso antiorario						
20	0.003	0.005	0.003	-0.120	-0.015	0.043	0.000
40	0.000	0.002	0.004	-0.092	-0.009	0.038	0.010
60	-0.002	0.002	0.006	-0.090	-0.002	0.035	0.016
80	-0.001	0.002	0.008	-0.108	-0.005	0.035	0.016
100	-0.004	0.001	0.006	-0.048	-0.008	0.043	0.013

Tabella 4: errore normalizzato E_n

M_{nom}	E_n senso orario						
N·m	1	2	3	4	5	6	7
20	0.03	0.19	0.05	0.01	0.12	0.07	0.55
40	0.06	0.18	0.12	0.13	0.03	0.08	0.53
60	0.05	0.18	0.00	0.04	0.10	0.07	0.47
80	0.03	0.15	0.02	0.21	0.12	0.10	0.43
100	0.00	0.09	0.07	0.28	0.03	0.12	0.35
	E_n senso antiorario						
20	0.07	0.10	0.05	0.59	0.14	0.21	0.00
40	0.00	0.05	0.06	0.41	0.08	0.18	0.09
60	0.04	0.04	0.10	0.42	0.02	0.17	0.14
80	0.02	0.04	0.13	0.50	0.05	0.17	0.15
100	0.08	0.02	0.10	0.23	0.07	0.21	0.12

Figura 1: distribuzione *En* senso orario

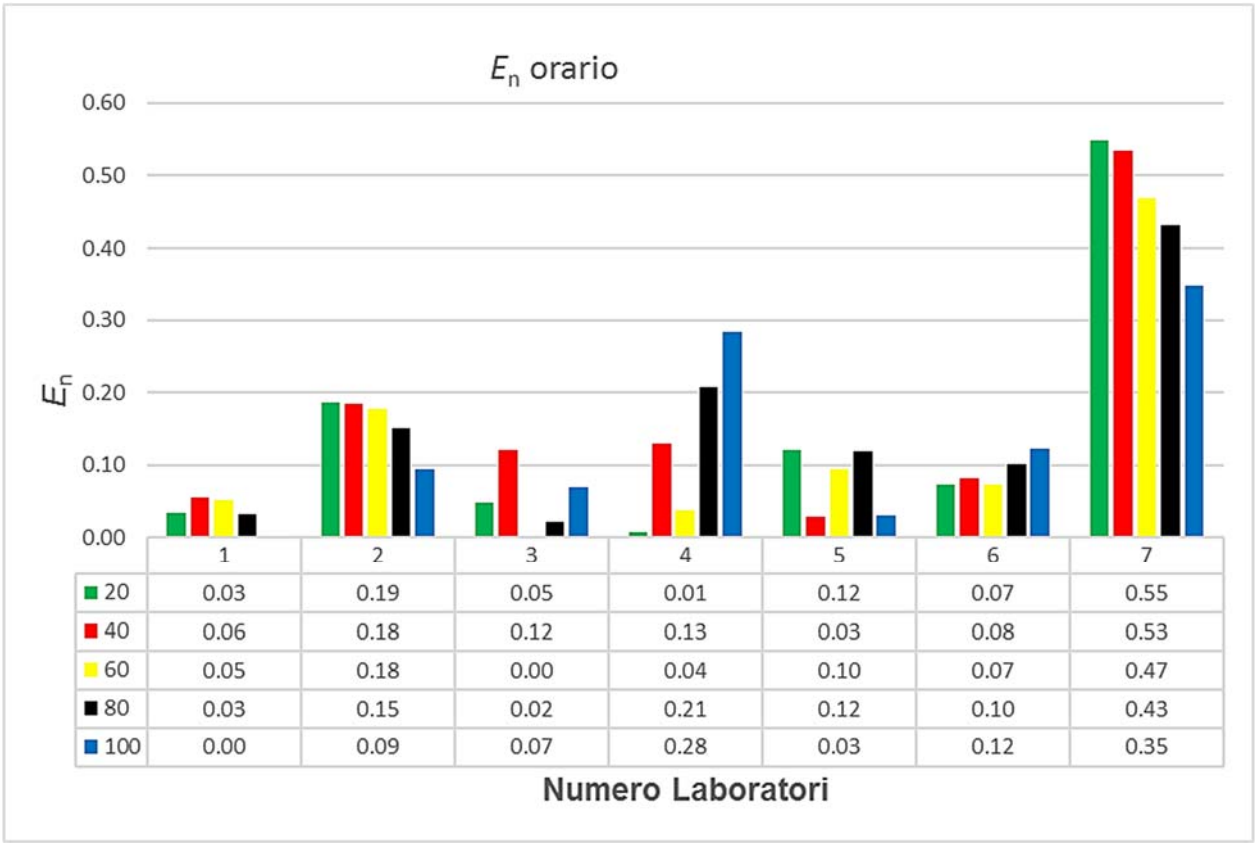
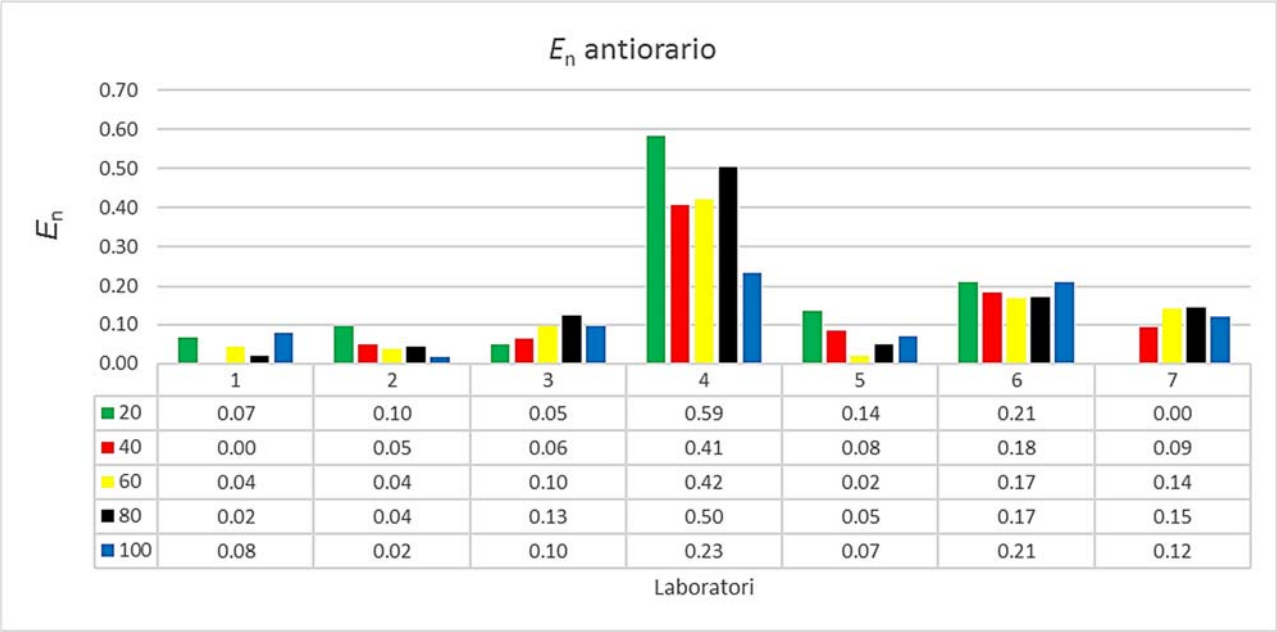


Figura 2: distribuzione *En* senso antiorario



	1	2	3	4	5	6	7
20	0.07	0.10	0.05	0.59	0.14	0.21	0.00
40	0.00	0.05	0.06	0.41	0.08	0.18	0.09
60	0.04	0.04	0.10	0.42	0.02	0.17	0.14
80	0.02	0.04	0.13	0.50	0.05	0.17	0.15
100	0.08	0.02	0.10	0.23	0.07	0.21	0.12

Trasduttore 2000 N·m

Anche con questo trasduttore il metodo utilizzato, come valore di rifermento, è il fattore di taratura fdt.

I Laboratori sono divisi in due gruppi (fino a 1000 N·m e fino a 2000 N·m), per questo motivo hanno applicato diversi valori di momento torcente. In ogni caso ogni livello di momento torcente è stato misurato da almeno due Laboratori.

Un Laboratorio ha eseguito le misure a inizio e fine confronto, la stabilità dei trasduttori è risultata ≤ 0.002% per il trasduttore da 100 N·m e ≤ 0.003% per il trasduttore da 2000 N·m, come riportato in tabella.

Data la sua elevata rigidità Il trasduttore è molto lineare e stabile nel tempo, quindi è stata calcolata la sua migliore curva di interpolazione utilizzando i valori medi di tutti i valori di momento torcente misurati da almeno 2 Laboratori.

Tabella 5: scarto percentuale con curva interpolatrice

Trasduttore 2000 N·m orario			
M_{nom}	misure	curva	scarto
N·m	mV/V		%
100	0.04997	0.04997	0.001
200	0.09996	0.09995	-0.006
250	0.12495	0.12494	-0.007
400	0.19992	0.19992	-0.002
500	0.24991	0.24991	0.000
600	0.29989	0.29990	0.001
750	0.37476	0.37478	0.006
800	0.39988	0.39989	0.002
1000	0.49989	0.49989	-0.001
1500	0.74997	0.74994	-0.004
2000	1.00005	1.00006	0.001

Trasduttore 2000 N·m antiorario			
M_{nom}	misure	curva	scarto
N·m	mV/V		%
100	-0.04996	-0.04996	0.007
200	-0.09995	-0.09995	-0.002
250	-0.12494	-0.12494	-0.001
400	-0.19991	-0.19991	0.000
500	-0.24991	-0.24990	-0.005
600	-0.29988	-0.29989	0.003
750	-0.37476	-0.37478	0.003
800	-0.39986	-0.39988	0.004
1000	-0.49989	-0.49989	-0.001
1500	-0.74999	-0.74996	-0.004
2000	-1.00012	-1.00014	0.001

Figura 3: coefficienti curva senso orario

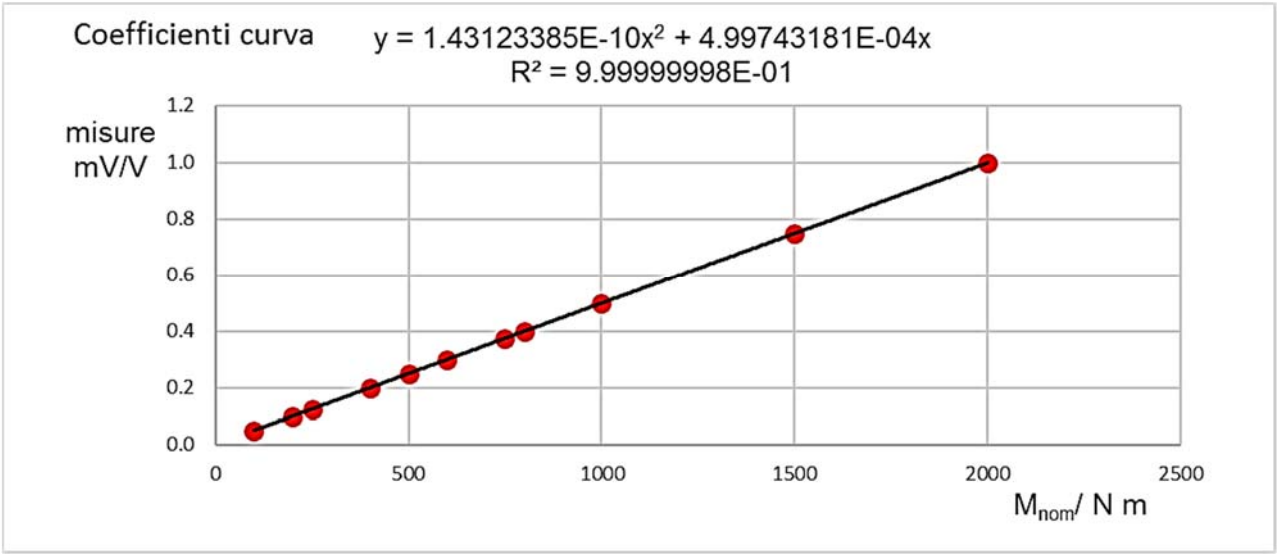


Figura 4: coefficienti curva senso antiorario

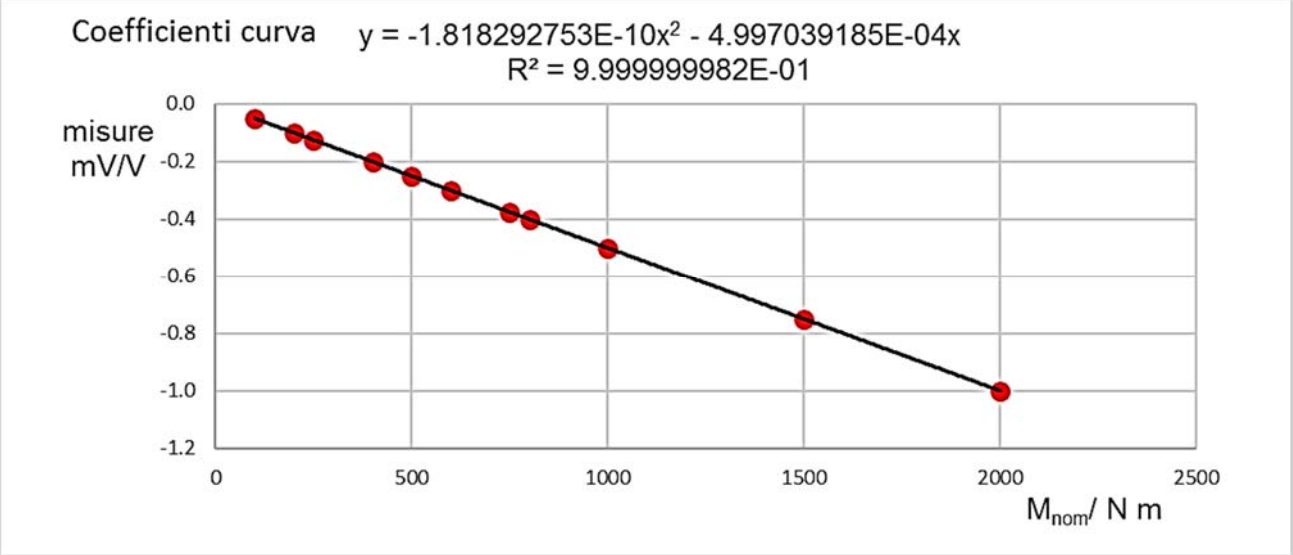
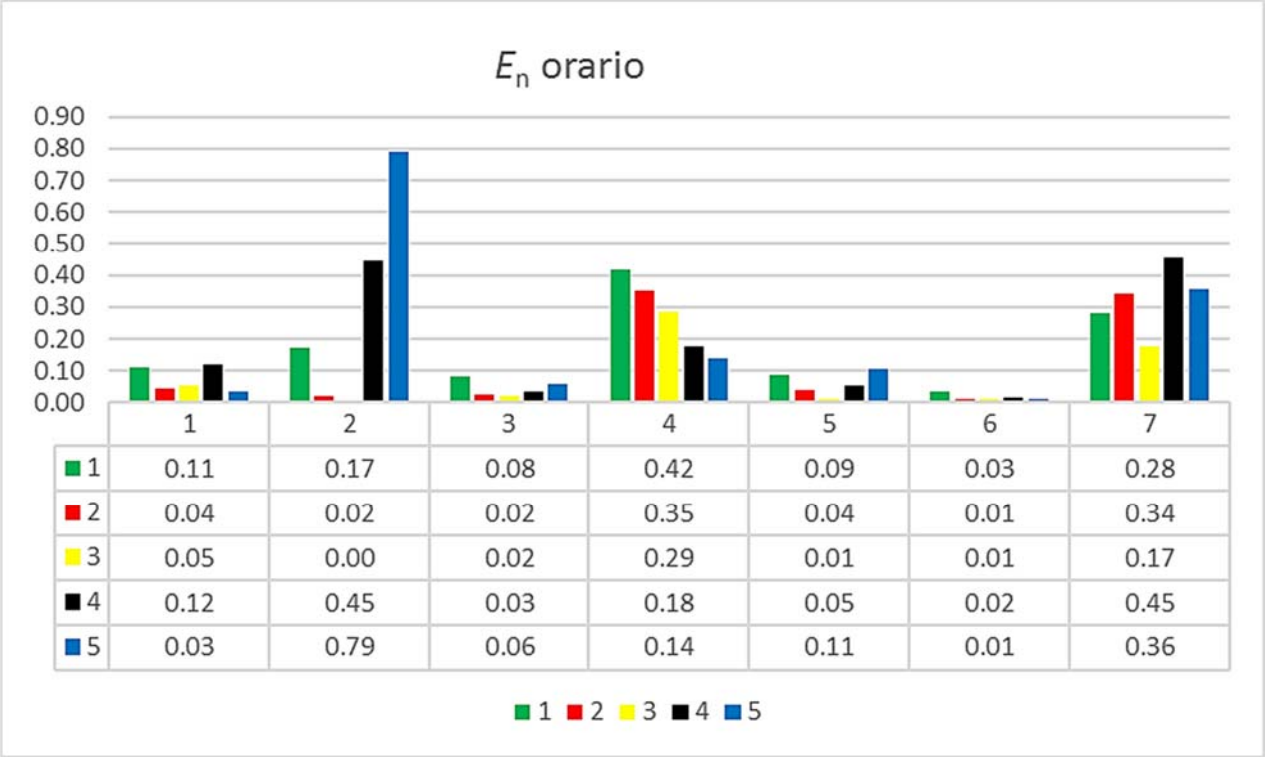


Tabella 6: errore normalizzato E_n

M_{nom}	E_n senso orario						
N·m	1	2	3	4	5	6	7
1	0.11	0.17	0.08	0.42	0.09	0.03	0.28
2	0.04	0.02	0.02	0.35	0.04	0.01	0.34
3	0.05	0.00	0.02	0.29	0.01	0.01	0.17
4	0.12	0.45	0.03	0.18	0.05	0.02	0.45
5	0.03	0.79	0.06	0.14	0.11	0.01	0.36
	E_n senso antiorario						
1	0.02	0.22	0.02	0.42	0.15	0.02	0.73
2	0.01	0.36	0.01	0.29	0.02	0.02	0.55
3	0.10	0.07	0.04	0.24	0.04	0.03	0.16
4	0.13	0.50	0.07	0.11	0.03	0.02	0.12
5	0.06	0.93	0.08	0.01	0.06	0.00	0.14

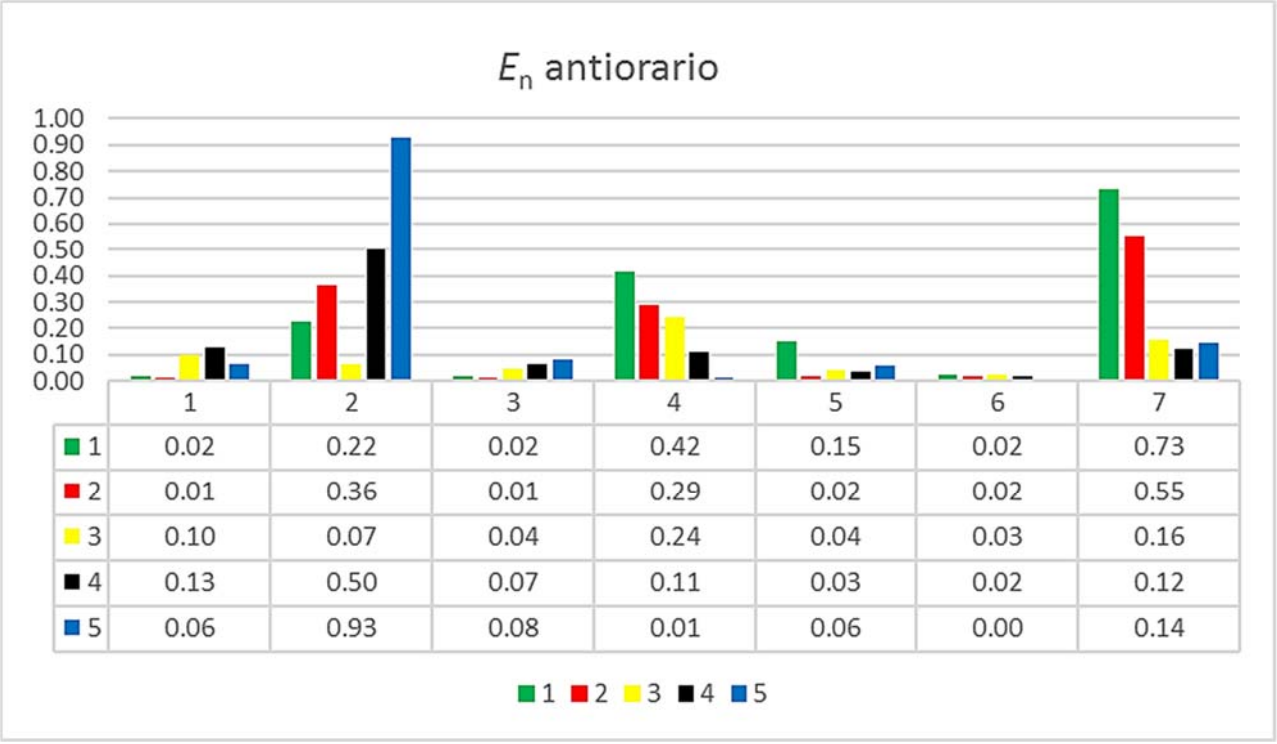
Come si può notare in tabella non sono riportati i valori di momento torcente applicato perché, come spiegato precedentemente, i Laboratori hanno applicato valori diversi.

Figura 5: distribuzione *En* senso orario



	1	2	3	4	5	6	7
1	0.11	0.17	0.08	0.42	0.09	0.03	0.28
2	0.04	0.02	0.02	0.35	0.04	0.01	0.34
3	0.05	0.00	0.02	0.29	0.01	0.01	0.17
4	0.12	0.45	0.03	0.18	0.05	0.02	0.45
5	0.03	0.79	0.06	0.14	0.11	0.01	0.36

Figura 6:distribuzione *En* senso antiorario



	1	2	3	4	5	6	7
1	0.02	0.22	0.02	0.42	0.15	0.02	0.73
2	0.01	0.36	0.01	0.29	0.02	0.02	0.55
3	0.10	0.07	0.04	0.24	0.04	0.03	0.16
4	0.13	0.50	0.07	0.11	0.03	0.02	0.12
5	0.06	0.93	0.08	0.01	0.06	0.00	0.14

Tabella 7: deriva trasduttori nel tempo

Trasduttore 100 N·m		
M_{nom}	orario	antiorario
N·m	scarto/ %	
20	0.000	0.000
40	-0.001	0.001
60	0.000	0.002
80	0.001	0.001
100	0.002	0.002
Trasduttore 2000 N·m		
250	0.002	0.002
500	0.001	0.002
1000	0.001	0.002
1500	0.002	0.002
2000	0.003	0.003

5. Conclusioni

Tutti i laboratori hanno fornito i dati nei tempi stabiliti, i trasduttori hanno un'ottima stabilità a lungo termine e sono adatti per essere utilizzati come campioni di trasferimento.