



POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
PIAZZA LEONARDO DA VINCI, 32 - 20133 MILANO

Sede di Milano (sede legale e amministrativa)
Accettazione materiale - Via Celoria, 3 (8:30 - 12:00)
Tel. 02 2399 4210 - Fax 02 2399 4211

Sede di Lecco
Corso Promessi Sposi, 29 - 23900 Lecco
Tel. 0341 48.8793 - Fax 0341 48.8771

Partita I.V.A. 04376620151
Codice fiscale 80057930150

Codice cliente **DRYTE01**
Codice Certificato **2008/883/1**

Spett.le
DRYTECH S.R.L. IMPERMEABILIZZAZIONI
VIA RAVONA 1/H
22020SAN FERMO DELLA BATTAGLIA - CO (I)

Certificato di Prova N. 2008/883 emesso in Milano il 19/05/2008

Richiedente: DRYTECH S.R.L.

CERTIFICATO DI PROVA

PROVE DI FLESSIONE SU 4 PUNTI SU ELEMENTI CONTENENTI GIUNTO DRYTECH

Sulle pagine seguenti sono riportati:

- le date di esecuzione delle prove;
- la descrizione dei campioni e le modalità di prova;
- i risultati ottenuti.

I risultati contenuti si riferiscono esclusivamente agli oggetti provati.

Questo certificato di prova consta di N. 13 pagine.

Tutte le pagine sono individuate dal N. 2008/883/1.

Il presente certificato di prova può essere riprodotto solo integralmente e deve essere assoggettato a bollo in caso d'uso ai sensi del D.P.R. 642/72.

X IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO





POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Cliente: Drytech S.r.l.

Data di esecuzione prove: 3/2008

Prove di flessione su 4 punti su elementi contenenti giunto Drytech

INDICE

1. Introduzione
2. Identificazione dei campioni
3. Procedura di prova
4. Risultati delle prove
5. Conclusioni

1. Introduzione

Il presente certificato riporta i risultati di prove di flessione su quattro punti su 4 elementi con/senza giunto drytech e/o ripresa di getto.

Le prove sono state effettuate nel mese di marzo 2008 in presenza delle seguenti persone:

Ing. Sara Cattaneo (Politecnico di Milano)

Ing. Cesare Ghittoni (Politecnico di Milano)

Prof. Gianpaolo Rosati (Politecnico di Milano)

2. Identificazione dei campioni

Sono state testate travi di dimensioni di circa 100cm x 50cm x 350cm. Le travi si differenziano per la presenza o meno di giunti e/o riprese di getto.

I dettagli delle 4 travi sono riportati nelle Fig.1.

I codici attribuiti alle singole travi risultano i seguenti:

- DRY 1: trave di riferimento priva di giunti
- DRY 2: trave con giunto "Drytech" con orientamento destro
- DRY 3: trave con giunto "Drytech" con orientamento sinistro
- DRY 4: trave con giunto "Drytech" con orientamento destro e ripresa di getto.

Le travi sono state gettate in data 13/2/2008, mentre il secondo getto della trave DRY4 è stato eseguito in data 15/2/2008.

Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo

Sara Cattaneo





POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Cliente: Drytech S.r.l.
Data di esecuzione prove: 3/2008

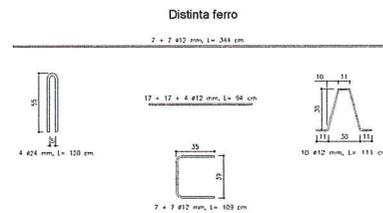
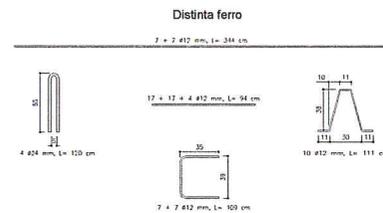
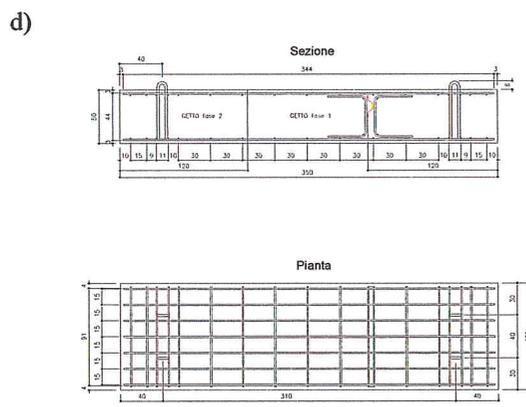
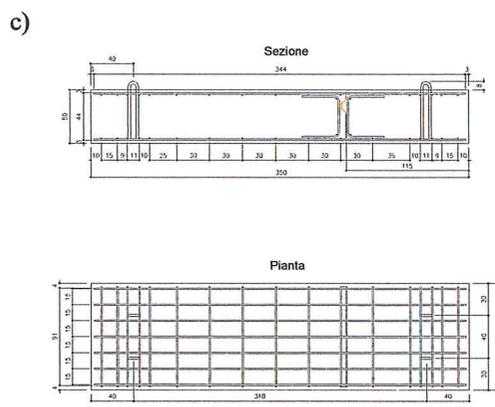
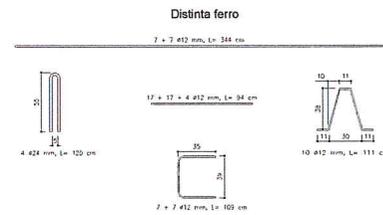
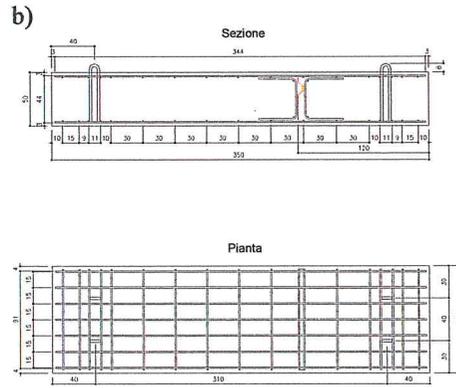
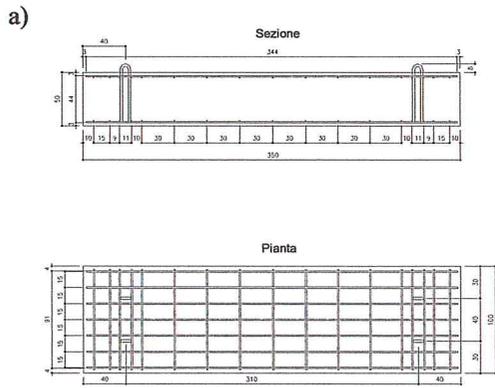


Figura 1 - Geometria delle travi.

Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo





POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Cliente: Drytech S.r.l.

Data di esecuzione prove: 3/2008

3. Procedura di prova

I campioni sono stati sottoposti a prova di flessione su 4 punti secondo lo schema mostrato in Figura 2. Il carico è stato applicato mediante martinetto MTS da 1000kN e con un ripartitore di carico (Figura 3). Le prove sono state condotte in controllo di spostamento con una velocità di 0.02mm/s. E' stato effettuato un primo ciclo di carico fino al valore di 65kN (carico equivalente a quello di esercizio considerando anche il peso proprio del prototipo), poi è stata effettuata una seconda rampa di carico fino al termine della prova.

Il rapporto tra la luce di taglio e l'altezza utile della sezione è stato assunto pari a circa 2.5, al fine di indagare il comportamento a taglio degli elementi in assenza di armature trasversali. Il giunto e/o la ripresa di getto sono stati posizionati ad una distanza di 5 cm dal coltello di carico nella zona a taglio costante.

Le travi sono state armate e gettate secondo le condizioni reali (da sopra) per simulare una porzione di fondazione. A tal fine, essendo la fondazione sollecitata dalla spinta dell'acqua dal basso, le travi sono state capovolte.

Non è stata capovolta la trave DRY1 (Riferimento) essendo tale trave armata simmetricamente. Tuttavia a seguito della maggior resistenza osservata si è proceduto alla rimozione parziale del calcestruzzo per verificare l'esatta posizione dei ferri all'interno della trave. Mentre nella trave di riferimento la presenza di distanziatori ha permesso di mantenere il copriferro nominale di 35mm, nelle travi che poi sono state capovolte il copriferro ha raggiunto valori pari a circa 80mm con evidente diminuzione del braccio della coppia interna che in questo caso condiziona il valore della resistenza massima dell'elemento.

Oltre al carico e allo spostamento dell'attuatore (Stroke) sono stati misurati gli spostamenti nella sezione di mezzeria (frecce) in prossimità dei bordi della trave.

Tutti i dati sono stati acquisiti elettronicamente con centraline di acquisizione HBM Spider 8. Al fine di caratterizzare il materiale sono state effettuate prove di compressione su 4 cubi (lato 150mm) e su 3 cilindri (diametro 150mm altezza 300mm) (secondo UNI-EN 12390-3).

Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo

Sara Cattaneo





POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Cliente: Drytech S.r.l.
Data di esecuzione prove: 3/2008

modulo elastico (secondo UNI 6556), e flessione su 4 punti su 2 travetti (150mmx150mmx600mm) (secondo UNI-EN 12390-5).

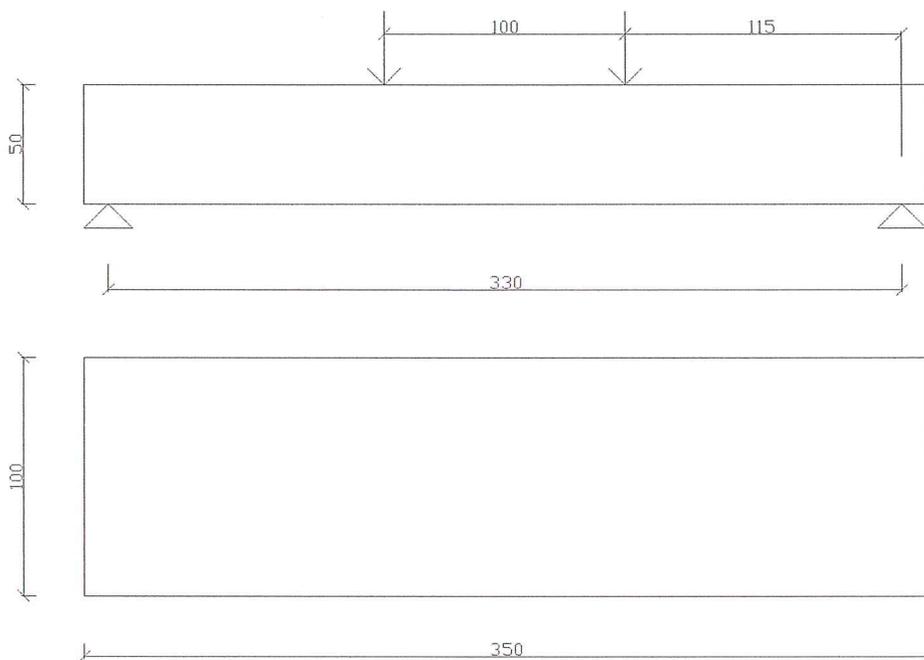


Figura 2 - Schema configurazione di prova (misure in cm).



Figura 3 - Configurazione di prova.

Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo

Sara Cattaneo





POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Cliente: Drytech S.r.l.

Data di esecuzione prove: 3/2008

4. Risultati delle prove

4.1 Prove sul calcestruzzo

Al fine di caratterizzare le proprietà meccaniche del calcestruzzo sono state eseguite le seguenti prove:

- Nr 4 prove di compressione su cubi (lato 150mm)
- Nr 3 prove di compressione cilindri (diametro 150mm altezza 300mm)
- Nr 1 modulo elastico su cilindro (diametro 150mm altezza 300mm)
- Nr 2 prove di flessione su 4 punti su travetti (150mmx150mmx600mm).

I risultati delle singole prove sono riportati nelle Tabelle 1-3.

La resistenza media cubica a compressione è risultata pari a 58.07MPa.

La resistenza media cilindrica a compressione è risultata pari a 49.4 MPa.

Il modulo elastico è pari a 28417MPa.

Le resistenza media per flessione è pari a 4.21 MPa

Tabella 1 – Prove di compressione su cubi

Cod.	Lung. (mm)	Largh. (mm)	Alt. (mm)	Massa (g)	Carico (kN)	σ (MPa)
1	150	151	150	7904	1286	56.7
2	150	150	150	7910	1356	60.2
3	150	150	150	7870	1299	57.7
4	150	151	150	7900	1307	57.7

Tabella.2 – Prove di compressione su cilindri

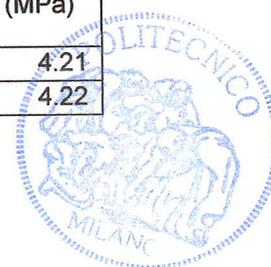
Cod.	d (mm)	h (mm)	Massa (g)	Carico (kN)	σ (MPa)
1	149	285	11949	797	45.7
2	149	288	12112	864	49.6
3	149	289	11900	924	53.0

Tabella 3 – Prove di flessione

Cod.	Lung. (mm)	Largh. (mm)	Alt. (mm)	Massa (g)	Carico (kN)	σ (MPa)
1	150	149	603	31472	31.36	4.21
2	150	149	603	31407	31.42	4.22

Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo

Sara Cattaneo





POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Cliente: Drytech S.r.l.

Data di esecuzione prove: 3/2008

4.2 Prova DRY 1

La Prova DRY 1 è relativa al prototipo di riferimento privo di giunti (Figura 1a).

Il momento massimo registrato è stato pari a 242.94 kNm, considerando anche il momento fornito dal peso proprio del campione pari a 17 kNm.

In Figura 4 sono riportate le curve momento-spostamento relative alle due frecce misurate e allo spostamento dell'attuatore (stroke), con Mes è indicato il valore del momento d'esercizio.

In Figura 5 sono riportate una vista d'insieme della prova e un dettaglio della zona fessurata in corrispondenza del carico massimo. Si osserva che le fessure sono per lo più concentrate nella zona centrale soggetta a momento costante, mentre non appaiono fessure diagonali per taglio.

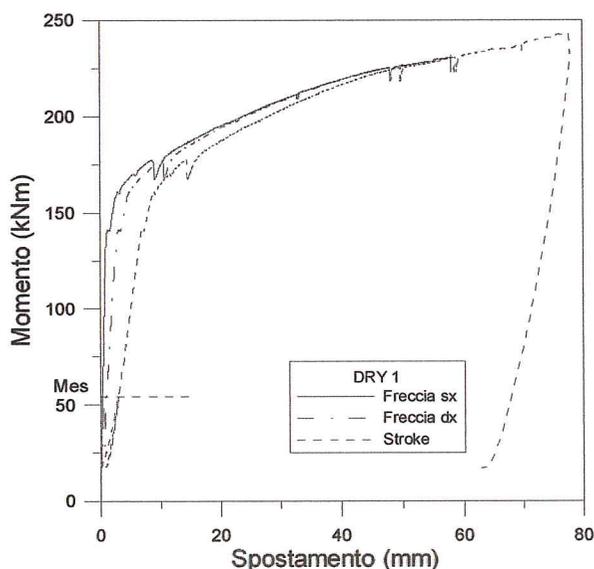


Figura 4 – Prova DRY 1: Curve Momento- Spostamento

Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo

Sara Cattaneo





POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Cliente: Drytech S.r.l.

Data di esecuzione prove: 3/2008



Figura 5 – Prova DRY 1: campione soggetto a carico massimo.

4.3 Prova DRY 2

La Prova DRY 2 è relativa al prototipo con giunto DRYTECH dx (con giunto in posizione destra-Figura 1b).

Il momento massimo registrato è stato pari a 206.96 kNm, considerando anche il momento fornito dal peso proprio del campione pari a 17 kNm.

In Figura 6 sono riportate le curve momento-spostamento relative alle due frecce misurate e allo spostamento dell'attuatore (stroke).

In Figura 7 sono riportate una vista d'insieme della prova e un dettaglio della zona fessurata in corrispondenza del carico massimo. Si osserva che le fessure sono per lo più concentrate nella zona centrale soggetta a momento costante, mentre non appaiono fessure diagonali per taglio.

Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo

Sara Cattaneo





POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Cliente: Drytech S.r.l.
Data di esecuzione prove: 3/2008

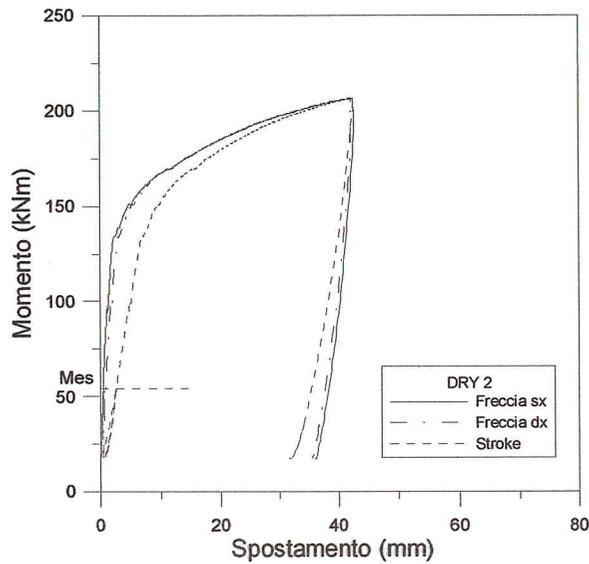


Figura 6 – Prova DRY 2: Curve Momento- Spostamento



Figura 7 – Prova DRY 2: campione soggetto a carico massimo.

Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo

Sara Cattaneo





POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano

accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecco

C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Cliente: Drytech S.r.l.

Data di esecuzione prove: 3/2008

4.4 Prova DRY 3

La Prova DRY 3 è relativa al prototipo con giunto DRYTECH sx (con giunto in posizione sinistra-Figura 1c).

Il momento massimo registrato è stato pari a 206.64 kNm, considerando anche il momento fornito dal peso proprio del campione pari a 17 kNm.

In Figura 8 sono riportate le curve momento-spostamento relative alle due frecce misurate e allo spostamento dell'attuatore (stroke).

In Figura 9 sono riportate una vista d'insieme della prova e un dettaglio della zona fessurata in corrispondenza del carico massimo. Si osserva che le fessure sono per lo più concentrate nella zona centrale soggetta a momento costante, mentre non appaiono fessure diagonali per taglio.

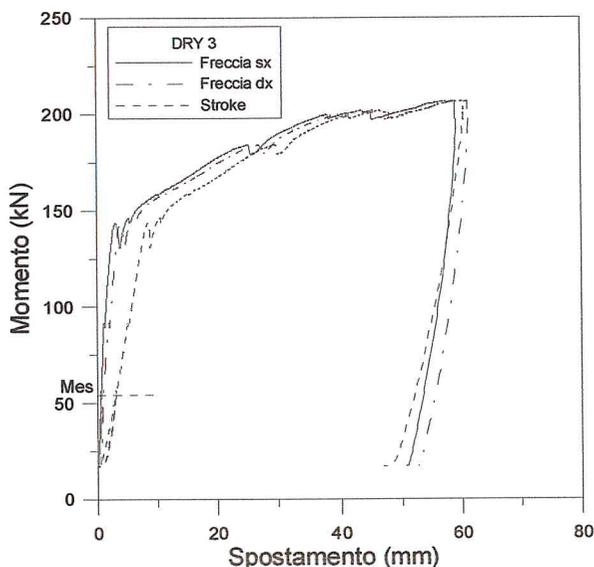


Figura 8 – Prova DRY 3: Curve Momento- Spostamento

Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo

Sara Cattaneo





POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Cliente: Drytech S.r.l.

Data di esecuzione prove: 3/2008



Figura 9 – Prova DRY 3: campione soggetto a carico massimo.

4.5 Prova DRY 4

La Prova DRY 4 è relativa al prototipo con giunto DRYTECH (con giunto in posizione destra e ripresa di getto-Figura 1d).

Il momento massimo registrato è stato pari a 204.08 kNm, considerando anche il momento fornito dal peso proprio del campione pari a 17 kNm.

In Figura 10 sono riportate le curve momento-spostamento relative alle due frecce misurate e allo spostamento dell'attuatore (stroke).

In Figura 11 sono riportate una vista d'insieme della prova e un dettaglio della zona fessurata in corrispondenza del carico massimo. Si osserva che le fessure sono per lo più concentrate nella zona centrale soggetta a momento costante, mentre non appaiono fessure diagonali per taglio.



Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo

Sara Cattaneo



POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Cliente: Drytech S.r.l.
Data di esecuzione prove: 3/2008

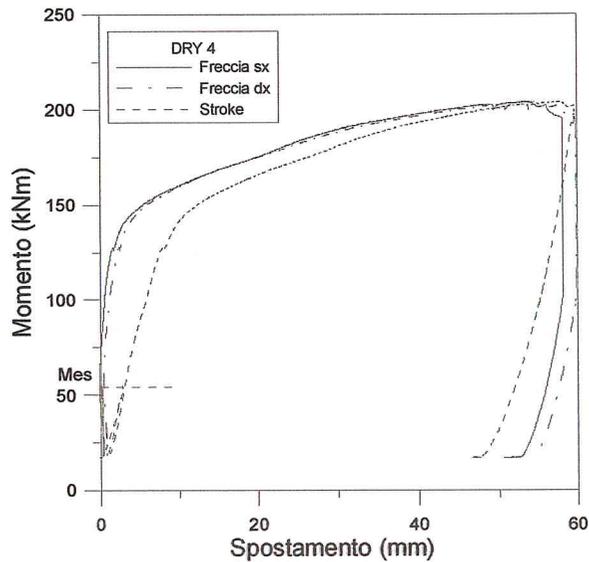


Figura 10 – Prova DRY4: Curve Momento- Spostamento

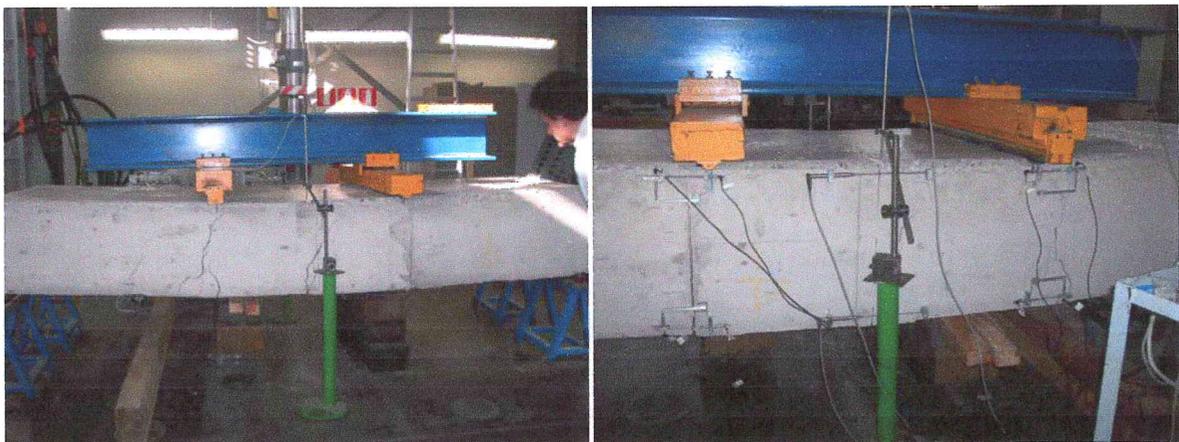


Figura 11 – Prova DRY 4: campione soggetto a carico massimo.

Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo

Sara Cattaneo





POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Cliente: Drytech S.r.l.

Data di esecuzione prove: 3/2008

5. Conclusioni

Le prove effettuate, indipendentemente dalla presenza o meno, all'interno del campione, di giunto Drytech e/o ripresa di getto, hanno mostrato un comportamento duttile e simile tra loro. Si è riscontrato un momento leggermente superiore nella trave di riferimento. Tale incremento di resistenza è da imputarsi al fatto che tale trave è stata testata non capovolta, e pertanto l'altezza utile è risultata maggiore rispetto a quella delle altre travi, in cui l'errato posizionamento dei ferri superiori (che in fase di prova sono stati posti al lembo inferiore) ha portato ad una riduzione dell'altezza utile. In Figura 12 è riportato il grafico momento-freccia media di tutte le prove. La figura 12 (destra) presenta il dettaglio dello stesso per spostamenti fino a 10mm, al fine di permettere una miglior lettura dei risultati nella fase di esercizio.

Nessuna trave ha mostrato rotture fragili per taglio.

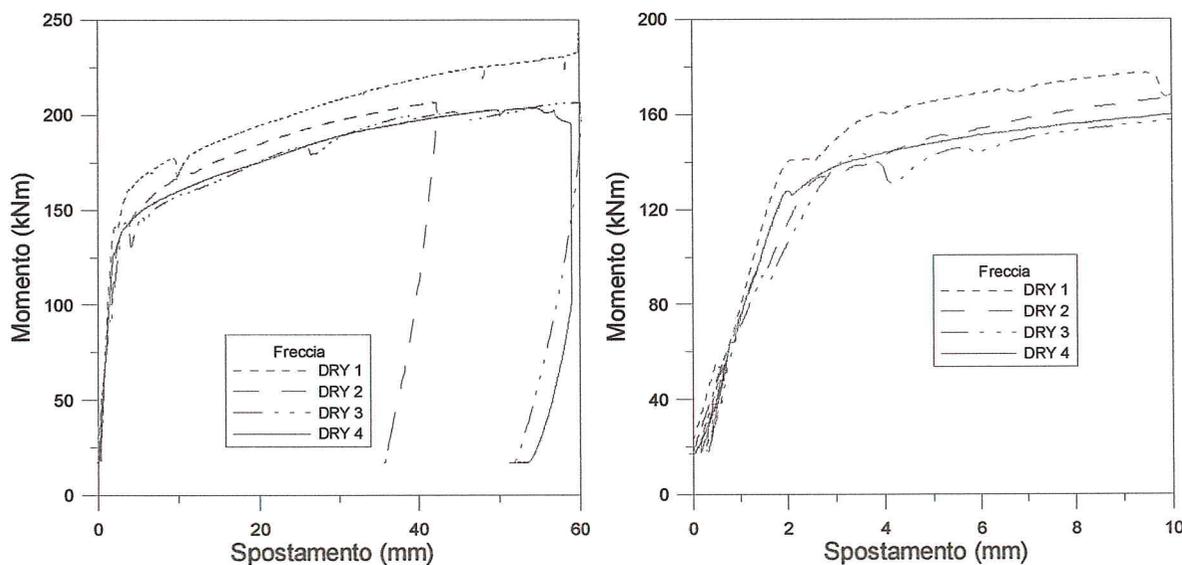


Figura 12 – Momento-freccia - confronto tra le diverse prove.

Il Responsabile Tecnico
Ing. Sara Cattaneo

Sara Cattaneo

