



Strada della Cebrosa 86, 10156 Torino (TO) - Italia

Telefono: +39 011 2730000

Web www.amse.it E-mail info@amse.it

Prova di trazione indiretta - Asphalt Testing Package: Stiffness Test secondo EN 12697-26:2004 Annex C, IT-CY



Figure 1: Shimadzu dedicated asphalt testing systems

La **prova di trazione** è fondamentale per determinare la rigidità dell'asfalto, una proprietà strutturale molto utile in fase di progettazione della pavimentazione stradale.

Anche la rigidità, come altre proprietà degli asfalti, varia con la temperatura e la frequenza delle sollecitazioni a cui viene sottoposto il bitume.

La normativa europea di riferimento per i test su asfalto è la EN 12697-26:2004 la quale prevede diverse tipologie di test (**2,3,4 point bending, prova di trazione indiretta, prova di trazione diretta-compressione e trazione diretta**) che forniscono risultati reciprocamente coerenti.

Il metodo di prova viene utilizzato per classificare miscele bituminose sulla base della rigidità, come guida per individuare le performance nella pavimentazione, per ottenere dati che consentono di stimare il comportamento strutturale su strada e per giudicare i dati ricavati dal test secondo le specifiche per asfalto.

La normativa si applica a campioni appositamente preparati in laboratorio o prelevati su strada.

Il sistema dedicato Shimadzu per questo metodo è mostrato in Figura 1 e Figura 2.

Prova di trazione indiretta su miscela bituminosa: sistema di prova

Indirect Tensile Testing Setup:

- 50 kN EHF-U Servopulser System
- Dispositivo per trazione indiretta (Fig.2)
- QF-40 Hydraulic power supply
- Sensori LVDT per misura della deformazione
- 4830 Controller
- Windows Software per Controller 4830
- ITT file di calcolo della rigidità

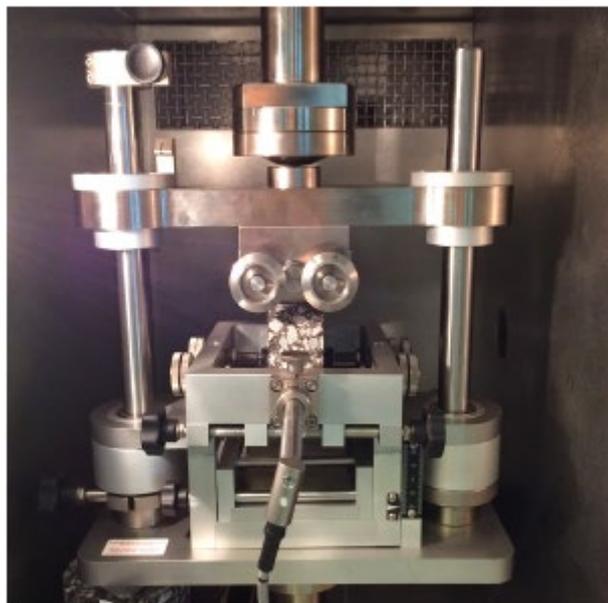


Figure 2: Assembly for ITT test

Prova di trazione indiretta su miscela bituminosa: metodo di prova

1. Il metodo di rigidità IT-CY consiste in 10 curve sinusoidali di carico consecutive che vengono applicate automaticamente una dopo l'altra nel seguente ordine: 30Hz – 10 – 8 – 5 – 2 – 1 – 0,5 – 0,2 – 0,1 – 30Hz.
2. I picchi di forza sono calcolati per avere una deformazione transitoria (mostrata dai sensori LVDT) pari a $5 \pm 2 \mu\text{m}$ oppure $7 \pm 2 \mu\text{m}$ per campioni con diametro rispettivamente 100 mm o 150mm.
3. Campioni: cilindri con diametro 100 mm oppure 150 mm.
4. Sensori LVDT fissati sul corpo del dispositivo di prova ITT (Figura 2) e misurano la deformazione su ogni lato del campione ed al centro.

Step No.	Force Upper (KN)	Force Lower (KN)	Frequency (Hz)	Number of rep.	Sampling cycles
1	-2.835	-0.22	30	301	296 - 300
2	-2.368	-0.22	10	101	96 - 100
3	-2.383	-0.22	8	101	96 - 100
4	-2.215	-0.22	5	21	16 - 20
5	-1.831	-0.22	2	16	11 - 15
6	-1.57	-0.22	1	16	11 - 15
7	-1.369	-0.22	0.5	16	11 - 15
8	-1.077	-0.22	0.2	11	6 - 10
9	-0.913	-0.22	0.1	11	6 - 10
10	-2.852	-0.22	30	301	296 - 300

Table 1: Loading signal and method controlling Parameters

Prova di trazione indiretta su miscela bituminosa: condizioni di prova

1. L'ampiezza del carico sinusoidale è calcolata per coincidere a $5 \pm 2 \mu\text{m}$ di deformazione orizzontale del campione. I valori mostrati in Table 1 sono usati per campioni di asfalto con diametro 100mm preparati in laboratorio.
2. I test vengono effettuati a temperatura $+20^\circ \text{C}$
3. I valori rilevati sono forza, corsa, deformazione orizzontale e la somma della deformazione dei due sensori LVDT. Numero di cicli 10,15,20,100 e 300 a seconda della frequenza e ultime 5 onde successive (Table 1).

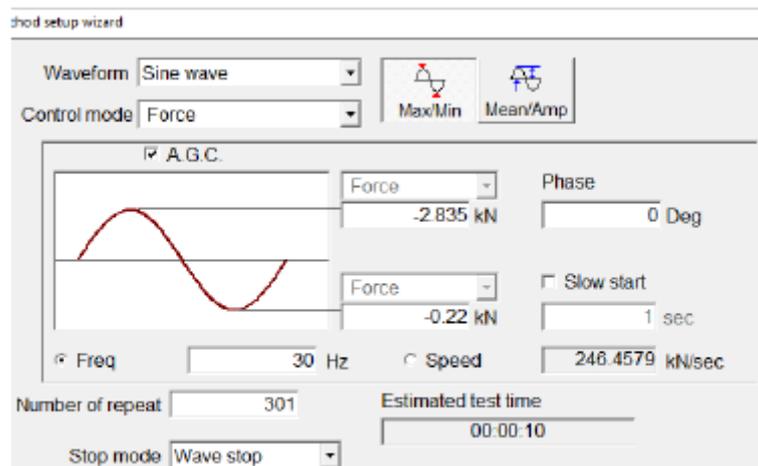


Figure 3: Method definition window for 30 Hz step

Prova di trazione indiretta su miscela bituminosa: risultati di prova e postprocessing

Il termine rigidità viene usato per definire la sollecitazione direttamente proporzionale al rapporto di deformazione del bitume e per evitare di utilizzare il modulo elastico (Young's modulus), cioè lo stress direttamente proporzionale alla deformazione e indipendente dalla velocità di deformazione per materiali elastici perfetti.

I test di trazione indiretta sono utilizzati frequentemente per misurare il modulo di rigidità sui campioni d'asfalto.

Il campione viene caricato in senso verticale con l'utilizzo dell'attrezzatura di prova idonea che trasforma il carico stesso in una sollecitazione orizzontale e perpendicolare al piano di carico della stessa entità.

L'asfalto è definito un materiale viscoelastico non lineare.

Lo sforzo si può basare sulla deformazione totale (deformazione massima durante 1 ciclo), solo sulla deformazione elastica (resiliente) o sulla media delle due.

Generalmente la deformazione elastica significa deformazione completamente recuperabile indipendentemente che sia elastica (indipendente dal tempo) o viscoelastica (dipendente dal tempo).

La EN 12697-24:2004 considera la deformazione media che è la somma di quella resiliente e parte della deformazione permanente (Figura 4).

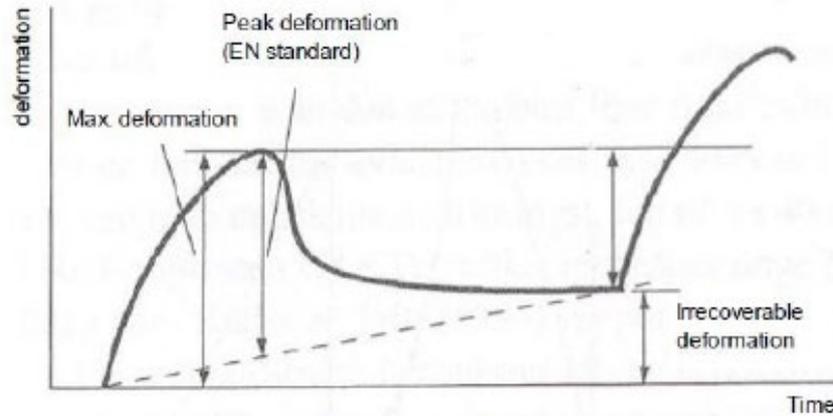


Figure 4: Method of measuring deformation

L'asfalto potrebbe presentare deformazione permanente (sfaldatura) dopo ogni applicazione del carico.

Tuttavia, se il carico è piccolo rispetto alla robustezza del materiale, dopo un numero di ripetizioni relativamente elevato (100-150 circa) la deformazione dopo l'applicazione del carico è quasi completamente recuperabile.

Il modulo resiliente misurato può essere calcolato come segue (EN 12697-26:2004):

$$S_m = F (v+0,27) / z \times h$$

dove

S_m è il modulo di rigidità misurato (Mpa)

F è il valore di picco del carico applicato in senso verticale (N)

z è l'ampiezza della deformazione orizzontale

h è lo spessore medio del campione (mm)

v è il modulo di Poisson

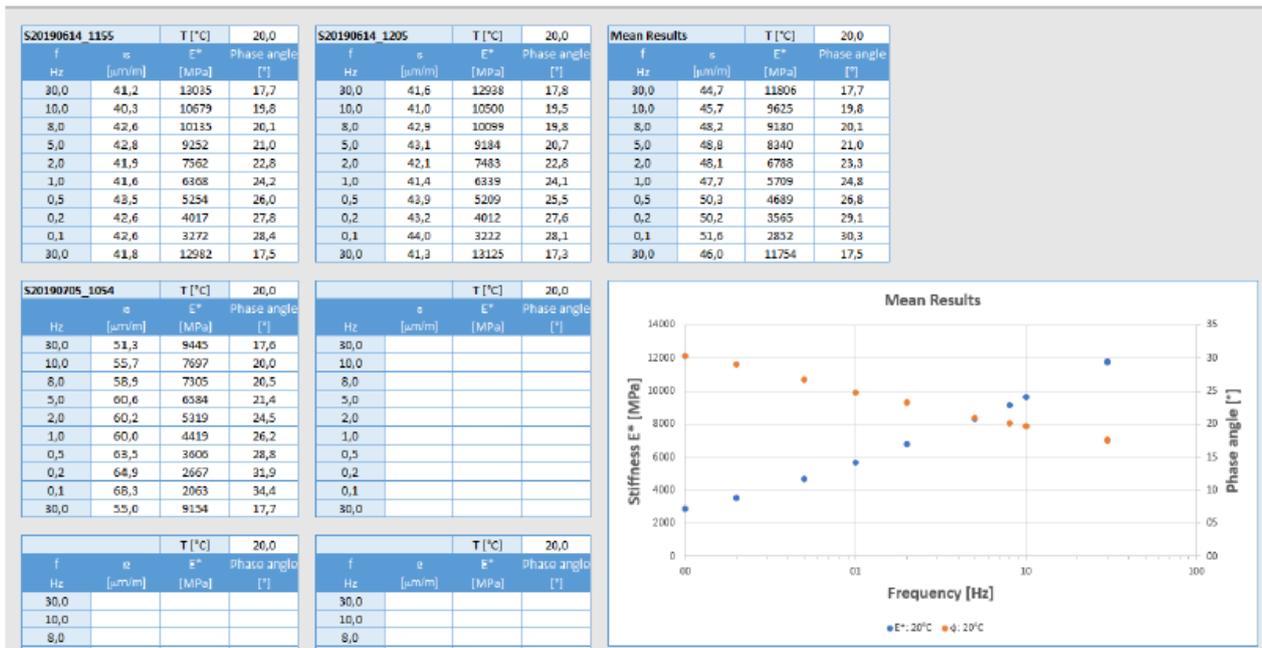


Figure 5: Results, Stiffness phase angle curves for a tested samples

La figura 5 mostra la finestra dei risultati per tutti i campioni e i valori medi così rigidità e curve dell'angolo di fase.

I test sono stati svolti a frequenza differenti le quali incidono su rigidità e angolo di fase come mostrato dai valori.

La rigidità aumenta con l'incremento della frequenza, al contrario l'angolo di fase si riduce man mano che la frequenza aumenta.

Il rapporto stress/deformazione degli asfalti dipende principalmente dal tempo di carico (frequenza) e dal carico stesso così come da temperatura e caratteristiche dell'asfalto stesso.

Il modulo resiliente degli asfalti è il corrispondente del modulo di Young per i materiali elastici.

Per loro natura i materiali usati per la pavimentazione stradale non sono elastici e quindi, ad ogni ciclo di carico, corrisponde una deformazione permanente.

La deformazione nei materiali viscoelastici può essere divisa in deformazione elastica (def. resiliente) e in deformazione viscosa.

Quando il carico viene rimosso la deformazione resiliente viene recuperata.

La determinazione della rigidità delle miscele bituminose è essenziale per l'accettazione e la progettazione delle pavimentazioni ed è anche molto utile per valutare la distribuzione delle sollecitazioni, della deformazione e dei danni della pavimentazione.

Miscele con rigidità diverse vengono sempre più utilizzate per la progettazione delle pavimentazioni e sono, al tempo stesso, indice della loro alta qualità.

Reference

1. EN 12697-26:2004, Bituminous mixture – test methods for hot mix asphalt. IT-CY
2. Round Robin Test of stiffness modulus by indirect tensile method according to EN 12697-26:2004 Annex C, A%EE-296, H. Hakim, R Nilsson, J. Vieira, S. Said
3. Asphalt testing package v 1.1, Shimadzu
Europa GmbH, 2019