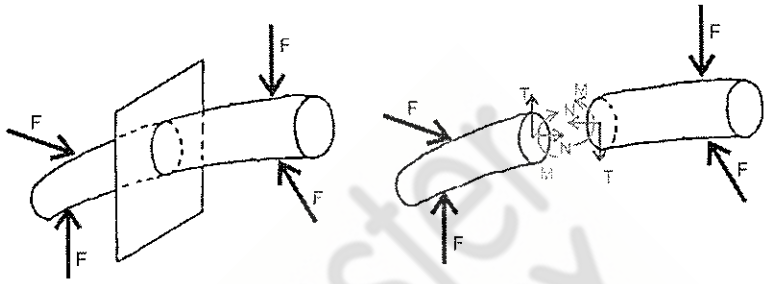
Università degli studi di Pisa
Dipartimento d'Ingegneria Civile Industriale (DICI)

Corso di Scienza delle Costruzioni



Appunti del corso
Anno Accademico 2013/2014

Teoria Tecnica delle Travi

Studente

Edoardo

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Indice

1 La Scienza delle Costruzioni **3**
- 1.1 Le forze agenti . . . 3
- 1.2 Le reazioni dei vincoli . . . 4
- 1.3 Le deformazioni dei corpi . . . 5
- 1.4 La legge di Hooke . . . 5
  - 1.4.1 Metodo degli spostamenti . . . 5
- 1.5 Corpi Elastici . . . 12
- 1.6 La Teoria della elasticità . . . 12
- 1.7 Le tensioni interne . . . 13
  - 1.7.1 La determinazione delle tensioni interne . . . 14
  - 1.7.2 Le Caratteristiche di Sollecitazione . . . 15
- 1.8 Il principio di Saint-Venant . . . 17
- 1.9 Il principio della sovrapposizione degli effetti . . . 17
- 1.10 Il criterio di sicurezza . . . 18
- 1.11 La stabilità dell'equilibrio . . . 20
- 1.12 Riassumendo . . . 20

2 Le reazioni dei vincoli **22**
- 2.1 La necessità di conoscere le reazioni . . . 22
- 2.2 Le diverse specie di vincoli e le loro reazioni . . . 22
- 2.3 Le imperfezioni dei vincoli . . . 24
- 2.4 Il numero dei vincoli di un corpo . . . 24
- 2.5 Caso delle travi . . . 25
- 2.6 L'equilibrio fra i carichi e le reazioni dei vincoli . . . 26
- 2.7 Sistemi staticamente determinati ed indeterminati . . . 27
- 2.8 La statica dei sistemi rigidi e la statica dei sistemi elastici . . . 28
- 2.9 Cinematica delle Strutture . . . 29
- 2.10 Statica delle Strutture . . . 30
- 2.11 Cedimenti dei vincoli, variazioni termiche, difetti di montaggio 31
- 2.12 Distorsioni e Variazioni Termiche . . . 32
  - 2.12.1 Dilatazione assiale . . . 33

2.12.2 Curvatura termica 34
2.13 I sistemi chiusi 35
2.14 I sistemi senza vincoli esterni 35
2.15 Vincoli esterni ed interni 35
2.16 Il computo dei vincoli 36
2.17 Equazioni Differenziali d'equilibrio delle travi piane ad asse rettilineo 36
2.18 Equazioni Differenziali d'equilibrio delle travi piane ad asse curvilineo 38

3 Le Travature reticolari **41**
3.1 Analisi Cinematica 41
3.2 Analisi Statica 42
3.3 Travatura reticolari a nodi canonici 42
3.4 Travature a sezioni canoniche 42
3.5 Esempio di Travatura Reticolare 43

4 Le travi elastiche **46**
4.1 Introduzione 46
4.2 Misure locali di deformazioni 48
4.2.1 Deformazione assiale 48
4.2.2 Scorrimento angolare 49
4.2.3 Curvatura 50
4.3 Metodo della linea elastica. Equazioni Differenziali della linea elastica e sua integrazione 51

5 Teorema dei Lavori Virtuali per travi nel piano **52**
5.1 Sistemi rigidi e sistemi elastici 53
5.2 Dimostrazione del Teorema dei Lavori Virtuali per sistemi elastici 54
5.3 Applicazione del Teorema ad una struttura isostatica 56
5.4 Metodo delle Forze 58
5.4.1 Esempio di Metodo delle Forze: Struttura iperstatica . 59

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Capitolo 1

La Scienza delle Costruzioni

L'elasticità dei corpi è in certo qual modo la loro vita. con ciò mediante l'udito, la vista, e più spesso, il tatto, riceviamo la sensazione della loro esistenza. Le foze elastiche dei corpi sono gli interpreti attraverso i quali essi parlano, per cosi dire, con noi [George Cristoph Lichtenberg]

La scienza delle costruzioni studia gli effetti prodotti dalle forze che sollecitano una costruzione e determina le condizioni cui devono soddisfare le diverse parti di questa affinchè possano sopportare tali forze; condizioni che si possono così riassumere:

- Anzitutto le singole parti della costruzione non devono potersi muovere (fatta astrazione dalle deformazione elastiche), cioè devono essere vincolate fra loro e col suolo in modo sufficiente perchè risultino definite le loro posizioni.
- Inoltre esse non devono rompersi o deteriorarsi, cioè i materiali che le costituiscono non devono essere troppo affaticati; ciò che si ottiene contenendo entro opportuni limiti gli elementi che caratterizzano la fatica di detti materiali.
- Infine lo stato d'equilibrio in cui esse si trovano deve essere stabile. Tale studio di effetua mediante ricerche teoriche, che conducono a procedimento matematici (analitici o grafici), e ricerche sperimentali, intese a controllare i risultati delle prime, o a coadiuvarle quando con quelle non si raggiunge lo scopo.

1.1 Le forze agenti

Le diverse parti o strutture resistenti di una costruzione, di solito travi e lastre, sono sollecitate da forze di varia natura. Alcune agiscono continua-

mente ed invariabilmente e costituiscono i **carichi permanenti**. Questi sono dovuti in primo luogo al *peso proprio* delle strutture resistenti, poi al peso di sovrastrutture gravanti su di esse, come pavimenti, soffitti, materiali di copertura dei tetti, ecc. Altre forze agiscono invece non continuamente e con intensità variabile e costituiscono i *carichi accidentali*. Questi comprendono i carichi utili che la costruzione è destinata a sopportare, come persone, mobili, merci, macchine, veicoli, pressioni di liquidi e spinta delle terre; nonchè le forze nocive dovute agli agenti natural, come il peso della neve, la spinta del vento, le azioni dovute a dilatazioni termiche contrastate e le azioni sismiche. Essendo i carichi accidentali variabili, si devono naturalmente considerare le condizioni più gravose. Le forze di considerano *concentrate* quando agiscono su punti isolati della superficie del corpo e *ripartite* quando agiscono su zone estese di essa. A rigore non esistono forze concentrate; tuttavia spesso conviene considerarle tali quando agiscono su di un'area molto ristretta. Per contro è utile considerarle ripartite quando sono costituite da molte forze pressoché concentrate, distribuite con una certa regolarità, come nel caso della folla.
Le forze si distinguono anche in *forze statiche* quando sono costanti, oppure variano con sufficiente lentezza, così da non produrre scosse nella costruzione; e in *forze dinamiche* quando sono rapidamente variabili. Oltre che dalle forze suddette, una struttura può essere affaticata anche per effetto di cedimenti dei vincoli e di difetti di montaggio.

1.2 Le reazioni dei vincoli

Come si è detto, le varie parti di una costruzione sono vincolate fra loro e col suolo. Ogni sigola parte, o un gruppo di esse, si dice *labile* se i vincoli sono sufficienti; *isostatica* se sono strettamente sufficieti per impedire qualunque movimento; *iperstatica* se sono sovrabbondanti. Mentre nelle macchine esistono anche parti labili, le costruzioni ordinarie devono essere isostatiche oppure iperstatiche.
Per studiare una struttura resistente è necessario conoscere tutte le forze esterne che la sollecitano. Perciò, noti i carichi, occorre anzittutto determinare anche le reazioni dei vincoli. Queste devono soddisfare alla nota condizione di mantenere in equilibrio il corpo qualora vengano sostituite ai vincoli, cioè di fare equilibrio ai carichi. Però questa condizione è talvolta sufficiente per determinare le reazioni, tal'altra no; nel qual caso è necessario tener conto anche di altre condizioni, alle quali accenniamo fin d'ora.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745