

LO SAPEVI?

Il pendolo che tiene fermo un grattacielo

Capitolo 3 — Edilizia!, Vol. 2 — Joule Ampere

DISCIPLINA

Tecnologia · Scienze

CLASSE

II° media

DURATA

45-60 min

OBIETTIVO

Oscillazioni e smorzatori

«Dentro uno dei grattacieli più alti del mondo, il Taipei 101, è appesa una gigantesca palla d'acciaio dorata, larga diversi metri e pesante circa 660 tonnellate. Non è una decorazione: è uno smorzatore a massa accordata, cioè un enorme pendolo tenuto sospeso vicino alla cima da robusti cavi. Quando il vento — o un terremoto — fa dondolare il grattacielo da una parte, la palla, per inerzia, resta un attimo indietro e si muove in ritardo, spingendo dalla parte opposta e frenando così l'oscillazione dell'edificio: un po' come muovi il corpo al contrario per non far rovesciare un vassoio pieno di bicchieri.»

— Edilizia!, Vol. 2, Cap. 3 · Joule Ampere

1 PERCHÉ UN GRATTACIELO OSCILLA

Quanto più una struttura è alta e leggera, tanto più il vento diventa determinante — non solo come spinta costante, ma perché le raffiche possono innescare vere e proprie oscillazioni. Se queste oscillazioni si ripetono al ritmo naturale della struttura (la sua frequenza propria), tendono ad amplificarsi nel tempo, esattamente come un'altalena spinta sempre al momento giusto va sempre più in alto. Per un edificio molto alto, questo fenomeno va tenuto sotto controllo: non basta costruire una struttura resistente, bisogna anche saper domare le forze dinamiche, cioè quelle che cambiano nel tempo, e non solo quelle statiche e costanti come il peso.

2 COME FUNZIONA LO SMORZATORE

IL PRINCIPIO FISICO

Una grande massa sospesa a cavi si comporta come un pendolo. Per inerzia, quando l'edificio si muove da un lato, la massa tende a restare indietro e si sposta con un piccolo ritardo, nella direzione opposta al movimento dell'edificio in quell'istante.

L'EFFETTO SULL'EDIFICIO

Quel movimento in controtempo genera una spinta che contrasta l'oscillazione principale, riducendola. Il grattacielo continua a muoversi leggermente, ma molto meno di quanto farebbe senza lo smorzatore.

Non solo un'eccezione: gli smorzatori a massa accordata sono oggi impiegati in molti grattacieli e ponti in tutto il mondo, non solo nel Taipei 101. Cambia la forma (sfere, blocchi di cemento, serbatoi d'acqua) ma il principio resta lo stesso: una massa libera di muoversi leggermente, sintonizzata sulla frequenza naturale della struttura, per assorbire l'energia delle oscillazioni prima che diventino un problema.

3 CONNESSIONI CURRICOLARI

Tecnologia — Strutture per grandi altezze; dispositivi antisismici e antivento; progettazione di grattacieli.

Scienze — Oscillazioni, frequenza propria, risonanza; inerzia e principio di azione-reazione.

Matematica — Grandezze e unità di misura: tonnellate, confronto di masse molto grandi con oggetti quotidiani.

4 ATTIVITÀ IN CLASSE

Il vassoio e i bicchieri 15 min · dimostrazione

- 1 Dimostrazione pratica (con un vassoio leggero e oggetti non fragili, non veri bicchieri di vetro): un volontario cammina portando il vassoio, un compagno lo urta leggermente di lato, e il volontario deve muovere il corpo in controtempo per non far cadere gli oggetti. Collegare l'esperienza al principio dello smorzatore a massa accordata.

Costruisci un pendolo smorzatore 25 min · gruppi

- 2 In piccoli gruppi, costruire un modellino semplice: una torretta di cartoncino flessibile con una pallina appesa a un filo vicino alla cima. Testare come oscilla la torretta con e senza la pallina, dando un piccolo colpo laterale alla base, e osservare la differenza.

Un centinaio di elefanti 15 min · individuale

- 3 Attività di stima: 660 tonnellate corrispondono a circa un centinaio di elefanti adulti. Chiedi agli studenti di trovare altri paragoni concreti (numero di automobili, di studenti della scuola, di autobus) per rendere tangibile una massa così grande.

Perché il vento fa paura ai grattacieli 15 min · plenaria

- 4 Discussione guidata: perché un edificio basso e tozzo teme poco il vento, mentre un grattacielo sottile e alto deve essere progettato pensando anche alle oscillazioni? Confrontare con esempi quotidiani di oggetti che oscillano (un'altalena, una canna da pesca, un ramo sottile contro uno spesso).

5 DOMANDA DI VERIFICA

Il Taipei 101 utilizza una palla d'acciaio da 660 tonnellate sospesa vicino alla cima per ridurre le oscillazioni causate dal vento. (1) Spiega con parole tue perché la palla, per inerzia, si muove in ritardo rispetto all'edificio. (2) In che modo questo ritardo aiuta a frenare l'oscillazione del grattacielo? (3) Perché un edificio molto alto e leggero ha bisogno di un dispositivo come questo, mentre uno basso e massiccio generalmente no?

(Parole chiave attese: smorzatore a massa accordata, inerzia, oscillazione, frequenza propria, risonanza, vento.)