

Fatigue strength of attractions: how have the normative references changed over the last 20 years?

THE EVOLUTION OF FATIGUE STRENGTH DETERMINATION ON ATTRACTIONS

by Enrico Fabbri

Changes to the standards that apply to determining fatigue strength have considerably increased the minimum endurance limit of attractions.

The 1990s saw German manufacturers experience major difficulties, no longer being able to supply their customers attractions at affordable prices. In those years, many Italian manufacturers started to design attractions in compliance with DIN-4112, and market them with TÜV certification. In this period, many manufacturers started applying DIN-15018 for fatigue testing their structures. This standard had been devised for the construction of cranes, and was related to DIN-4112. This standard established, among other things, that structures had to be designed so as to withstand at least 2 million operating cycles. The theory underlying the 'German philosophy' was based on the concept that after 2 million cycles without breakages, the structure could work 'indefinitely'.

Standard DIN-15018 was incorporated into EN-13814 in 2007, and was used by all manufacturers for several years. A few years ago, this standard was amended, increasing the minimum fatigue limit to 5 million cycles (from the previous 2 million). The significant increase in this requirement led to the structures becoming heavier, and often required important components of many attractions to be redesigned. DIN-15018 has now been abolished, following the entering into force of the new standard for metal constructions called the Eurocodes. This once again shuffled the deck, so to speak, introducing the concept that an attraction must be designed to withstand fatigue for at least 35,000 operating hours. Consequently, the reference parameter is no longer "operating cycles", but rather "operating hours."

This difference in concept is crucial, and the application of the Eurocodes requires designers to establish a series of attraction operating cycles, for example at full load or with half the number of passengers, and check the cumulated fatigue-stress on the structures over time; obviously, the sum of fatigue-stress over 35,000 hours must not cause the structure to break. It seems very simple in theory, however introduction of the Eurocodes has made work more complicated for the designers and engineers who need to carry out the calculations on the structures, compared to the previous DIN-15018, which was much more schematic and simpler to apply.

An exhaustive explanation of the evolution in these standards would occupy a huge amount of space, and these topics mainly concern the engineers who need to apply them. The main point that I want to make, however, is that the standards for determining the fatigue strength of structures on attractions have changed considerably over the last 20 years; with each change, the attractions have been strengthened in their design and consequently in their ability to withstand fatigue.

Another concept worth underlining is that an attraction is more subject to fatigue only based on the number of operating cycles/hours, and not its age. ■



Resistenza a fatica delle attrazioni: come è cambiata la normativa di riferimento negli ultimi 20 anni?

L'EVOLUZIONE DEL CALCOLO DI RESISTENZA A FATICA NELLE ATTRAZIONI

di Enrico Fabbri

L'evoluzione delle norme utilizzate per il calcolo della resistenza a fatica ha innalzato di molto la durata minima della resistenza delle attrazioni.

Gli anni '90 furono caratterizzati da una profonda crisi dei costruttori tedeschi, non più in grado di fornire attrazioni ai loro clienti a prezzi ragionevoli. In quegli anni molti costruttori italiani iniziarono a progettare attrazioni in accordo con la norma DIN-4112 e a venderle con la certificazione TÜV. In questa fase molti costruttori appresero l'utilizzo della norma DIN-15018 per la verifica a fatica delle strutture. Questa norma era stata creata per la costruzione delle gru ed era collegata alla famosa norma DIN-4112. Questa norma stabiliva, tra le altre cose, che le strutture dovevano essere progettate in modo da poter resistere ad almeno 2 milioni di cicli di lavoro. La teoria di base della 'filosofia tedesca' si basava sul concetto che superati i 2 milioni di cicli senza rotture, quella struttura poteva quindi resistere a 'vita indefinita'.

La norma DIN-15018 fu quindi collegata all'interno della norma EN-13814 nel 2007 e fu utilizzata da tutti i costruttori per anni. Qualche anno fa, questa norma è stata implementata alzando il livello minimo di resistenza a fatica fino a 5 milioni di cicli (dai precedenti 2 milioni). L'incremento significativo di questa prescrizione ha comportato un incremento delle strutture in termini di peso e spesso ha implicato una riprogettazione di particolari importanti di molte attrazioni.

Poco tempo fa la norma DIN-15018 è stata ritirata a seguito dell'entrata in vigore della nuova norma per le strutture metalliche denominata Eurocodici. Questa novità ha cambiato nuovamente le carte in tavola introducendo il concetto che un'attrazione deve essere progettata per resistere a fatica almeno per 35.000 ore di lavoro. Da questo momento quindi non si parla più di "cicli di lavoro" ma di "ore di lavoro".

La differenza del concetto è fondamentale. L'uso degli Eurocodici implica che il progettista deve stabilire una serie di cicli di lavoro dell'attrazione, per esempio a pieno carico e con metà passeggeri, e verificare l'accumulo della fatica-stress su quelle strutture nel tempo; ovviamente la sommatoria della fatica-stress durante le 35.000 ore non deve portare alla rottura della struttura. La cosa è molto semplice da spiegare, ma in realtà l'introduzione degli Eurocodici complica di molto il lavoro del progettista e dell'ingegnere che devono effettuare i calcoli delle strutture, rispetto invece alla norma precedente DIN-15018 che era molto più schematica e semplice nell'applicazione.

Una completa spiegazione dell'evoluzione di queste norme richiederebbe molto più tempo e per lo più questi argomenti riguardano i tecnici e gli ingegneri che le devono applicare. Il punto principale che desidero trasmettere è che vi è stata un'importante evoluzione delle norme applicate per la resistenza a fatica delle strutture delle attrazioni negli ultimi 20 anni; a ogni evoluzione le attrazioni sono state rafforzate nel progetto e quindi nella loro capacità di resistenza alla fatica.

Un altro concetto da sottolineare è che un'attrazione diventa più facilmente soggetta a problemi di fatica in base esclusivamente al numero di cicli/ore di utilizzo e non in base all'età anagrafica di costruzione dell'attrazione. □

www.fabbrienrico.com

www.fabbrienrico.com