**Ogni cosa al suo posto**

Il termine topologia deriva dalle parole greche "topos" (luogo) e "logos" (studio), e quando si cerca di ottimizzare la forma di un materiale attraverso modelli matematici si parla di ottimizzazione topologica Un approccio di questo tipo implica la rimozione dai componenti di tutti i materiali superflui nelle aree a bassa sollecitazione, senza intaccare l'integrità strutturale del pezzo. In questo modo si possono ottenere pezzi sempre più leggeri e resistenti.

**A cura di David Ewing, Technical Marketing Engineer, *Renishaw Additive Manufacturing Products Division***

SI può fare il paragone con una partita di Jenga. L'obiettivo consiste nell'eliminare blocchi nelle aree poco sollecitate e che non contribuiscono alla robustezza complessiva della struttura, mantenendo inalterata la forma base della torre.

Con i metodi di lavorazione tradizionali, quali i processi sottrattivi e formativi, è necessario trovare dei compromessi per ottenere una corretta ottimizzazione topologica. Ad esempio, se un pezzo viene creato per asportazione di truciolo, la disposizione del materiale può essere limitata dalla capacità di accesso dell'utensile. Se invece il pezzo viene prodotto per stampaggio o colata, sarà necessario tenere in considerazione tutti i problemi legati all'apertura dello stampo e all'estrazione del pezzo. Tutte queste limitazioni tecniche restringono notevolmente la libertà dei progettisti.

Al contrario la produzione additiva abbatte notevolmente queste ed altri tipi di barriere. Il pezzo viene costruito strato dopo strato e ciò rende possibili design estremamente complessi, senza richiedere alcuna operazione di taglio o sagomatura. Pertanto, si possono creare oggetti con forme pressoché identiche al design ottimale.

Quando il direttore di Empire Cycles, Chris Williams, ha contattato Renishaw per la prima volta, la sua azienda aveva già prodotto, attraverso una stampante 3D per plastica, una replica a grandezza naturale della propria bici. Tuttavia, Williams desiderava ardentemente produrre una versione con un materiale altrettanto leggero, ma molto più resistente. Dopo una prima fase di ricerche, Renishaw propose di produrre una versione ottimizzata della staffa del sellino.

I design della staffa furono inizialmente sviluppati con il CAD (Computer Aided Design) e quindi utilizzati come base per l'immissione dei vincoli e dei carichi nel software di ottimizzazione topologica. Riprendendo la precedente analogia con il Jenga, il software ha diviso il problema in una serie di blocchi di elementi finiti, in modo da semplificare i calcoli nella determinazione delle sollecitazioni interne. Successivamente, sono stati svolti alcuni passaggi iterativi per ridurre gradualmente la quantità di materiale e arrivare al carico minimo consentito. Operando in questo modo, il software ha determinato il design più efficiente per sopportare le varie sollecitazioni previste.

Il pezzo è stato quindi rimodellato in CAD e leggermente ottimizzato dai tecnici di Renishaw. Con l'eliminazione di buona parte delle superfici rivolte verso il basso, è stato possibile rimuovere tutte le aree di sostegno superflue.

Il pezzo finale, realizzato in lega di titanio con un sistema di fusione laser Renishaw AM250, è risultato estremamente leggero e resistente: molto più robusto di una torre del Jenga e il 44% più leggero rispetto ad una staffa in lega di alluminio. Un design di questo tipo, che permette riduzioni considerevoli della massa, assicura anche una più celere ed economica produzione dei pezzi.

La staffa per sellino è stata testata su una mountain bike EN 14766 standard e sottoposta con successo a 50.000 cicli con forza di 1.200 N (equivalenti a un ciclista di 120 kg). La prova è stata ripetuta per sei volte, senza alcun problema. Inutile dire che tutti i partecipanti sono rimasti estremamente soddisfatti del risultato.

A seguito dell'eccezionale successo del design, della fase di fabbricazione e dei test, è stato deciso che la sfida seguente doveva essere quella di stampare in 3D l’intero telaio. Renishaw ed Empire Cycles hanno avuto così l’orgoglio di presentare al mondo, in occasione della fiera Euromold 2013, il primo telaio in metallo per bicicletta, stampato interamente in 3D e con un peso inferiore del 33% rispetto al modello originale in alluminio.

Senza le tecniche di ottimizzazione topologica, come quelle utilizzate per il sellino, un simile risultato sarebbe stato impensabile. A parità di volume le leghe di titanio sono più pesanti di quelle di alluminio, con peso specifico rispettivamente nell’ordine di 4 g/cm3 e 3 g/cm3 . Tuttavia, il titanio (Ti6Al4V) ha resistenza a rottura tripla, caratteristica grazie alla quale è stato possibile utilizzare pareti più sottili.

L’alto livello di solidità della bicicletta è stato raggiunto rivedendo il design originale di Chris Williams al fine di eliminare tutte le parti superflue che non contribuivano alla resistenza della struttura.

Un simile progetto sarebbe stato impossibile senza l’utilizzo di tecniche di produzione additiva. I metodi di lavorazione tradizionali non avrebbero consentito il pieno sfruttamento dei principi di ottimizzazione topologica, come la realizzazione di pareti sottili e strutture cave, che hanno portato alla creazione di un prodotto più leggero, robusto ed economico.

Dopo un risultato così positivo con le biciclette, siamo tutti curiosi di scoprire cosa riusciremo a ottimizzare la prossima volta.

**www.renishaw.it/additive**