

Un ingrandimento di 20.000 volte è veramente utile quando si utilizza un microscopio digitale?

Introduzione

I microscopi digitali non utilizzano oculari per l'osservazione di immagini, ma solo una fotocamera. I microscopi dotati di oculari e destinati all'osservazione visuale, come gli stereomicroscopi, possono essere anche equipaggiati di fotocamere digitali. Entrambi i microscopi sono utilizzati per diverse applicazioni tecniche, in diversi campi e settori dell'industria.

Per poter valutare le prestazioni di un microscopio ottico, è importante sapere qual'è il massimo ingrandimento raggiungibile di valori di ingrandimento molto elevati, fino a 20 000x. Questa Nota Tecnica è nata proprio per dare utili informazioni sugli ingrandimenti dei microscopi digitali.

Definizione di ingrandimento

Per ingrandimento s'intende il rapporto tra le dimensioni di un oggetto osservato in un'immagine e le dimensioni reali dell'oggetto stesso. L'ingrandimento laterale bidimensionale può essere determinato dai seguenti fattori:

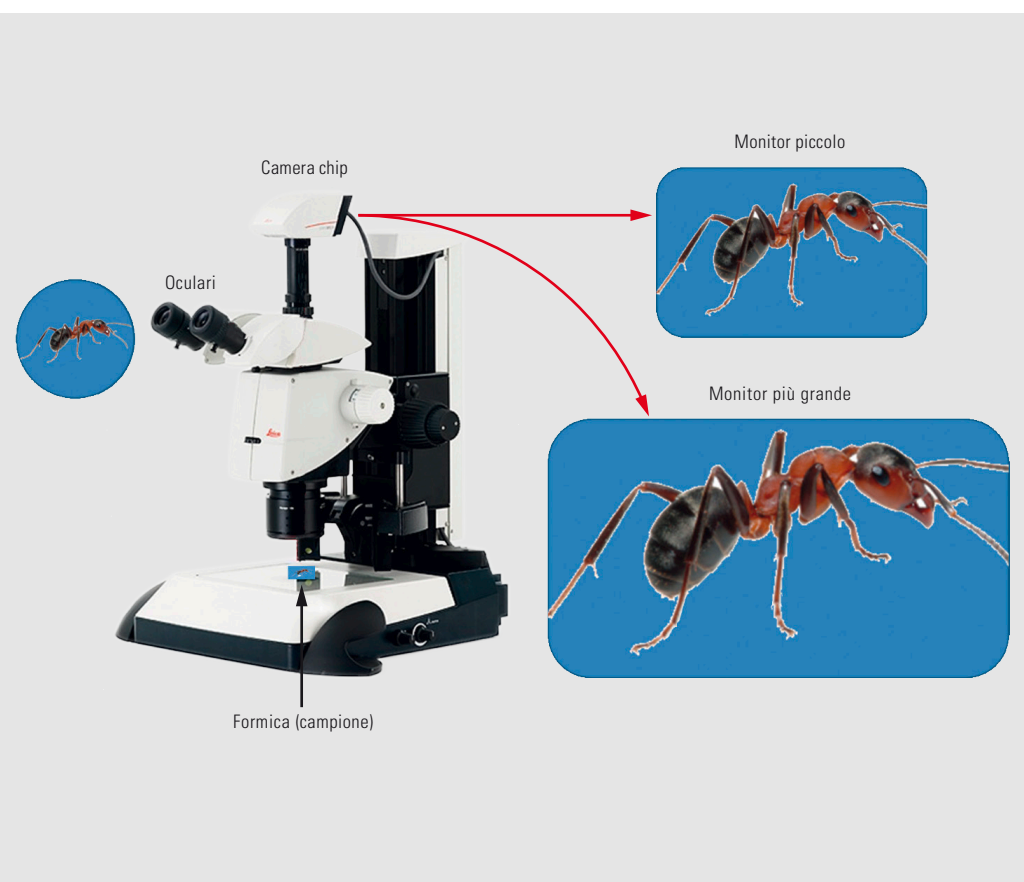
$$\text{Ingrandimento} = \frac{\text{Dimensioni di un oggetto nell'immagine}}{\text{Dimensioni di un oggetto reale}}$$

Di seguito sono illustrati alcuni esempi di microscopio digitale e di stereomicroscopio con oculari e fotocamera digitale.

Sinistra: Stereomicroscopio Leica M205 C dotato di fotocamera digitale Leica DFC450 C.

La formica campione può essere osservata dagli oculari o su un monitor (sono visualizzati due esempi di ingrandimenti diversi in base al tipo di monitor usato).

Destra: Microscopio digitale Leica DMS1000 che utilizza monitor di diverse dimensioni per visualizzare l'immagine.



CAMPO DI INGRANDIMENTO IDEALE PER LA MICROSCOPIA DIGITALE

Ci si chiede sempre se questo livello di ingrandimento, 20 000x, superi il limite utile, ovvero, se si tratta di un **ingrandimento cosiddetto «a vuoto»** cioè nel quale non vengono visualizzati ulteriori dettagli. Cosa determina il campo di ingrandimento ideale per un microscopio digitale, se l'immagine viene visualizzata su un monitor? Sono due i fattori principali: la risoluzione del microscopio e la distanza di visione dell'immagine.

Risoluzione del microscopio

La risoluzione di un microscopio digitale o di un microscopio dotato di oculari e di fotocamera digitale, è influenzata da tre importanti fattori:

- › La risoluzione ottica che deriva dalla combinazione di obiettivo, zoom, tubo e adattatore per fotocamera
- › La risoluzione del sensore che dipende dalla risoluzione del chip della fotocamera
- › La risoluzione dello schermo.

Il limite di risoluzione di un microscopio digitale è dato dal più basso dei tre valori di risoluzione sopra elencati.

Campo ideale di ingrandimento

Innanzitutto si presume che la distanza di visione, ovvero la distanza che intercorre tra gli occhi dell'osservatore e l'immagine visualizzata, sia sempre nel campo ideale.

Il **campo ideale della distanza di visione** si basa su un riferimento convenzionale di 25 cm, ovvero il punto medio più vicino per l'occhio umano per la messa a fuoco.

Il campo di ingrandimento ideale per la microscopia digitale può essere definito come segue:

$$\frac{\text{Risoluzione del sistema}}{6} < \text{Ingrandimento ideale} < \frac{\text{Risoluzione del sistema}}{3}$$

Perciò il **campo ideale di ingrandimento** si colloca tra $\frac{1}{6}$ e $\frac{1}{3}$ della risoluzione del microscopio.

I chip delle fotocamere moderne hanno spesso una dimensione del pixel ben inferiore a 10 µm, mentre i pixel dei monitor non raggiungono 1 mm. In presenza di un alto ingrandimento dal campione al chip della fotocamera, ad esempio di 150x, la risoluzione del microscopio è determinata dal limite di risoluzione ottica. Il limite di risoluzione ottica per la maggiore apertura numerica (1,3) e la minima lunghezza d'onda della luce visibile (400 nm) è di circa 5400 coppie di linee/mm. L'**ingrandimento massimo** che ricade nel campo ideale sopra definito è di **1800x**.

In presenza di ingrandimento molto basso, ad esempio sotto 1x, l'apertura numerica è solitamente piccola, tuttavia il limite di risoluzione dei chip della fotocamera con pixel più grandi di 2 µm e dei monitor con pixel maggiori di 0,5 mm sarà generalmente inferiore rispetto alla risoluzione ottica. Di conseguenza, se l'ingrandimento è molto basso, il limite di risoluzione dei chip o del monitor rappresenta spesso il fattore dominante.

Ingrandimento «a vuoto»

Ogni volta che il valore di ingrandimento supera il campo ideale di ingrandimento per un microscopio digitale (1800x), si ha il cosiddetto ingrandimento «a vuoto» nel quale l'immagine appare più grande, senza però mostrare ulteriori dettagli del campione. Un ingrandimento di 20 000x è ben oltre i 1800x, quindi si tratta chiaramente di un ingrandimento «a vuoto».

Conclusioni

Nei microscopi digitali e in quelli ottici esiste un limite preciso per quanto riguarda il campo ideale di ingrandimento. Se si supera il campo di ingrandimento, ovvero i 1800x, si ottiene un ingrandimento «a vuoto». Per ulteriori informazioni riguardo al campo ideale di ingrandimento nella microscopia digitale, fare riferimento all'articolo citato in calce come approfondimento.

Per approfondire

[DeRose, J.A., Doppler, M.: What Does 30,000x Magnification Really Mean? Some Useful Guidelines for Understanding Magnification in Today's New Digital Microscope Era. Leica Science Lab, febbraio 2015](#)