

## Il raccordo fotografico in microscopia

di Andrea Bosi (Mag. 2012)

Prima o poi la voglia viene: soddisfatti di ciò che vediamo attraverso il nostro microscopio, viene il desiderio di immortalare l'immagine in una foto per poterla mostrare a parenti ed amici o, più semplicemente, per tenere una documentazione nel tempo dei nostri lavori.

I metodi possibili e corretti dal punto di vista ottico per collegare una fotocamera ad un microscopio sono diversi ma, per ora, ci accontenteremo di analizzarne solo alcuni, i più diffusi.

La prima tentazione che viene, quando vogliamo ricordare una immagine, è quella di appoggiare l'obiettivo della fotocamera direttamente all'oculare del microscopio, poi, cercando di mantenerci per quanto possibile fermi, scattare la nostra foto.

Se avete provato, vi sarete accorti che il sistema, sembra incredibile, ma funziona, magari non sarà comodo, certamente non sarà la perfezione, ma funziona: avete appena scoperto il **Metodo Afocale**.

Per sfruttare questo metodo nel migliore dei modi, occorre prima capire su quali principi ottici si basa, in modo da ottimizzare questo collegamento: per farlo cercherò di semplificare al massimo e molte cose le darò per scontate.

Il Metodo Afocale (significa senza fuoco, o meglio, che utilizza fasci di luce fra loro paralleli) è dato dal microscopio che utilizza il proprio oculare per formare normalmente l'immagine e da una fotocamera che prende questa immagine e, attraverso il proprio obiettivo, la deposita sul sensore o sulla pellicola per essere fissata.

E' un metodo molto adatto alle fotocamere compatte, in cui l'obiettivo è fisso, vedremo invece che per le reflex si useranno altri metodi molto diversi.

Il fatto di utilizzare l'oculare del microscopio comporta subito una prima conseguenza: l'obiettivo della fotocamera DEVE essere regolato su infinito, non è ammessa nessuna altra posizione.

Questo getterà nello sconforto molti di voi che pensano che, data la piccolezza del soggetto, la fotocamera vada addirittura regolata su Macro e la messa a fuoco regolata per il più vicino possibile. Non è così, è il microscopio che deve provvedere sia all'ingrandimento necessario, sia alla corretta messa a fuoco: la fotocamera deve solo raccogliere l'immagine già definita, senza apportare nessuna variante ottica.

Soddisfatta questa prima condizione, dobbiamo rispettare un'altra regola basilare: la pupilla di uscita del microscopio, deve corrispondere alla pupilla di entrata della fotocamera.

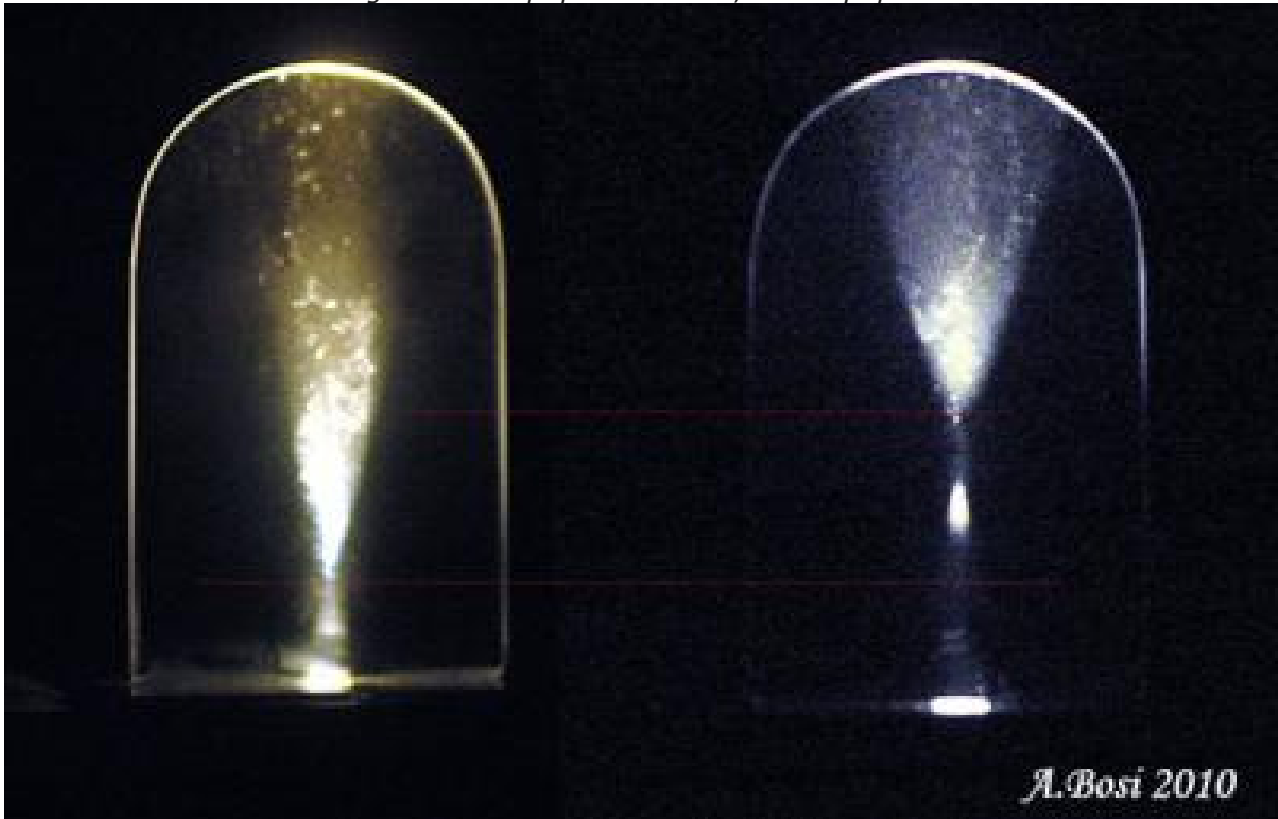
Detta così, sarà anche una asserzione vera, ma non ci si capisce assolutamente nulla.

Per pupilla si intende il punto in cui un fascio luminoso è più ristretto, fino alle sue minime dimensioni di semplice punto.

Infatti, il vostro microscopio ha una sua pupilla di uscita, la potete vedere appoggiando in verticale un vetro smerigliato sull'oculare. Ma non tutti gli oculari sono uguali: quelli normali

hanno una pupilla distante circa 10 mm. dall'oculare, mentre gli oculari a "pupilla alta", adatti a chi porta gli occhiali, hanno la pupilla più distante, circa 20 mm. e gli speciali oculari fotografici hanno una pupilla ancora più distante, anche 40 e più millimetri.

*Immagine: a sin. pupilla normale, a des. pupilla alta*



Ma anche la vostra fotocamera ha una sua pupilla, detta di entrata, che è situata circa dove è montato il diaframma.

Ora, queste due pupille, in un accoppiamento otticamente corretto, devono sovrapporsi e coincidere. Se non lo fanno, una delle due "taglierà" l'immagine all'altra, si formerà quella che in fotografia viene chiamata vignettatura.

Quali saranno allora le conseguenze pratiche di questa seconda condizione ?

Una conseguenza immediata è che è meglio se la pupilla del oculare è la più esterna possibile: sarà più facile andarla ad incrociare con quella della fotocamera.

Ecco anche il motivo per cui certe fotocamere, con obiettivi semplici e corti, si prestano molto meglio di altre con zoom extra lunghi, e come, per lo stesso motivo, anche le cosiddette "bridge" sono difficilissime da adattare ad un microscopio.

*Immagine: Solo la B incrocia le pupille, la A non è adatta*



Se proprio dovete utilizzare una bridge, l'unica soluzione è utilizzare sul microscopio un oculare a pupilla molto alta, in modo da riuscire ad incrociare quella della fotocamera, nonostante l'eccessiva lunghezza dello zoom.

La distanza della pupilla è quindi la condizione più gravosa, conviene avere diversi oculari da provare e trovare quello con cui si ottiene il riempimento del riquadro fotografato con il minimo di zoom e senza residui di vignettatura.

Infine, due considerazioni sul collegamento meccanico al microscopio.

Il peso piuma di certe compatte favorisce un collegamento "volante", molto comodo in ogni occasione.

Se voi fate una montatura per un oculare e lo collegate alla fotocamera in modo semi fisso, avete il vantaggio di una macchina che potete usare sia per le gite, sia per le foto al

microscopio, magari appesa alla testata binoculare, al posto del suo oculare originale.

*Immagine: Fotocamera compatta appesa ad uno stereo Zeiss*



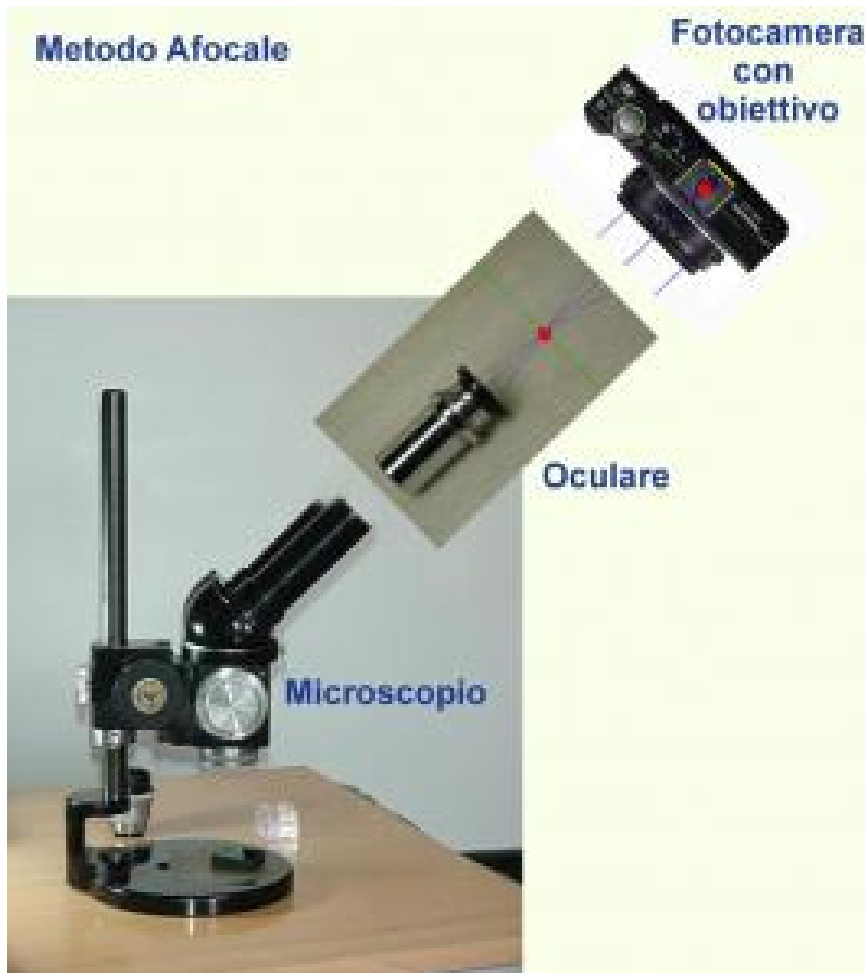
Vediamo ora un po' meglio come possiamo attrezzarci per fotografare al microscopio con il metodo "afocale", sfruttando le comuni macchinette fotografiche digitali.

Non offendetevi se ho usato il termine "macchinette", non lo intendo in senso dispregiativo, anzi, vi accorgete a vostre spese che con più sono semplici, più facilmente potranno essere utilizzate per la fotografia microscopica, mentre le bellissime super zoom con obiettivi extra luminosi, vi daranno sempre delle gran rogne.

Di certo le prime prove le avrete fatte semplicemente appoggiando l'obiettivo della fotocamera sul bordo dell'oculare e, cercando di tenere fermo il tutto, scattando così, a mano libera. Immagino che i primi a meravigliarsi dei risultati siate stati proprio voi, non avreste mai creduto di riuscire nell'impresa !

Ma è evidente che il metodo a mano libera può servire solo per le prime prove o in situazioni di emergenza, ma non può essere un sistema definitivo, occorre migliorare in qualità, in stabilità ed in praticità d'uso.

Rivediamo ancora una volta e schematicamente, il metodo afocale, in modo da poter progettare un adattatore fotografico semplice, ma funzionale.



Abbiamo visto che abbiamo tre componenti, fra loro diversissimi, da combinare assieme in modo otticamente corretto: il microscopio con il suo sistema di amplificazione e di messa a fuoco dell'immagine, l'oculare con il suo sistema di proiezione dell'immagine già ingrandita e già a fuoco, infine la fotocamera che, con il suo obiettivo, deve memorizzare l'immagine sul suo sensore.

L'oculare, in condizioni operative normali, proietta l'immagine ingrandita sulla nostra retina ed il suo fascio luminoso si concentra in un unico punto chiamato pupilla di uscita, che nel nostro schema è indicata da un pallino rosso.

Ma anche la nostra fotocamera ha una sua pupilla di entrata, nello schema la vedete anche lei indicata in rosso.

**Il nostro schema ottico sarà corretto solo se le due pupille si troveranno sovrapposte e se saranno di dimensioni simili.**

Questa regola giustifica quindi perché è più facile l'accoppiamento se si usano oculari a pupilla alta e perché la piccola immagine fornita dal microscopio non riuscirà mai a coprire del tutto la grande apertura richiesta dalle fotocamere tipo bridge o reflex.

Veniamo ora ai particolari costruttivi.

Per prima cosa discutiamo del componente più critico, l'oculare: voi avete già provato quello standard da 10x del vostro microscopio, non è certamente il massimo, si può fare di meglio. Avrete notato che le vostre foto sono molto ingrandite e, spesso, vignettate, tanto da

costringervi a zoomare al massimo, con il risultato di ingrandire ancora di più. Il motivo è che l'oculare standard da 10x ingrandisce troppo per le nostre compatte, l'ideale è utilizzare un oculare sui 4-6 ingrandimenti, meglio poi se del tipo a pupilla alta, in modo da rendere più facile la sovrapposizione delle famose due pupille.

Poi, già che utilizziamo un oculare apposta per la sola fotografia, **tanto vale fissarlo addirittura in modo stabile alla nostra compatta**, in modo da formare una sorta di baionetta, una specie di innesto, che terrà appesa la nostra fotocamera al microscopio.

L'ideale è quindi acquistare su eBay una piccola fotocamera usata semplice semplice, da 3 Mpx è già più che sufficiente, poi montarle in modo definitivo una struttura che porti già l'oculare. Naturalmente, se avete disponibile un tornio si fa in un attimo e la struttura può anche essere rimovibile:



Se non avete il tornio o l'amico tornitore, la soluzione più semplice è l'acquisto di un adattatore commerciale simile a quello in foto, del costo di 30/40 Euro e che taglierete in modo da ridurne la lunghezza a quella del vostro obiettivo alla massima estensione. Una volta tagliato, verrà definitivamente fissato alla fotocamera incollandolo con colla epossidica o termica.

Per questo motivo vi ho consigliato di acquistare una fotocamera apposita, da pochi soldi, per essere utilizzata solo con il vostro microscopio.

Il risultato finale sarà simile a questo:



In tutti i casi, alla fine, avremo la nostra fotocamera specializzata per la microscopia, da "appendere" al posto di un qualsivoglia oculare e fare così ottime riprese dei nostri preparati.



Non so se l'avete notato, ma fino ad ora mi sono sempre tenuto bene alla larga dai raccordi fotografici per le reflex.

Il motivo è molto semplice: in qualunque modo li fai, dal punto di vista ottico sono sempre sbagliati.

Purtroppo, per poterli fare in modo almeno parzialmente corretto, il raccordo dovrebbe essere progettato assieme al microscopio e contenuto per buona parte all'interno dello stesso.

E' il caso dei Nikon professionali e forse anche di altri, che hanno l'adattatore scomponibile, in modo da poter essere utilizzato in modo diverso per la ripresa in afocale o in presa diretta.



*Nella versione definitiva, anche i raccordi nero e verde sono stati eliminati per abbassare ulteriormente l'attacco.*

Per prima cosa vediamo quale metodo vogliamo utilizzare, dato che il sistema afocale usato per le compatte, qui è impensabile per l'eccessivo peso del complesso reflex + obiettivo e per l'eccessiva disparità fra la pupilla di uscita del microscopio e quella di entrata della reflex: decisamente troppo diverse, impossibile metterle d'accordo !

Il metodo alternativo più semplice è il metodo della **Ripresa Diretta**. Più semplice di così non si può: non c'è più l'oculare del microscopio, non c'è l'obiettivo della reflex, non c'è più nulla, il raccordo è solo un tubo vuoto che termina con il sensore.

Tanta semplicità nasconde però una grossa difficoltà: l'unico punto in cui noi possiamo prendere la nostra immagine è quello dove si forma l'immagine intermedia, cioè a circa 10mm dalla battuta del tubo che porterebbe l'oculare. Il guaio è che già la nostra reflex è "spessa" (tiraggio) circa 45 mm, per cui per portare il sensore all'altezza in cui si forma l'immagine intermedia, bisognerebbe cacciare la nostra reflex a suon di martellate "dentro" alla testata del microscopio !

Oltre tutto, anche così facendo, la pupilla del microscopio probabilmente sarà troppo piccola rispetto al sensore (figurarsi con le full frame), creando una forte vignettatura. Ed allora si corregge l'errore facendone un altro opposto: allontanando la reflex e contemporaneamente modificando la messa a fuoco del microscopio finché l'immagine non diventa soddisfacente.

In compenso, il raccordo è semplicissimo: un banale tubo vuoto con all'estremità l'anello T2 per adattarlo alle varie marche.





L'altro metodo possibile con una reflex è quello della **Proiezione**, lo usavano i nostri nonni per fare foto con i loro mastodontici banchi ottici a lastra, andrà bene anche per le nostre moderne reflex digitali !

Il metodo prevede l'utilizzo sul microscopio di un oculare, mentre la reflex riceve l'immagine così proiettata e la capta nel momento in cui ha la dimensione giusta per coprire completamente il formato del sensore.

Per spiegarmi meglio, il microscopio, con il suo oculare, proietta una immagine perfettamente formata ed a fuoco, tanto è vero che voi potete benissimo vederla con l'ausilio di un vetro smerigliato fatto scorrere sopra il vostro microscopio. Pacifico anche che l'immagine, con più vi allontanate dal microscopio, con più diventa grande (ma anche sempre meno luminosa), per cui userete un raccordo minimo, della lunghezza giusta per il formato della vostra reflex.



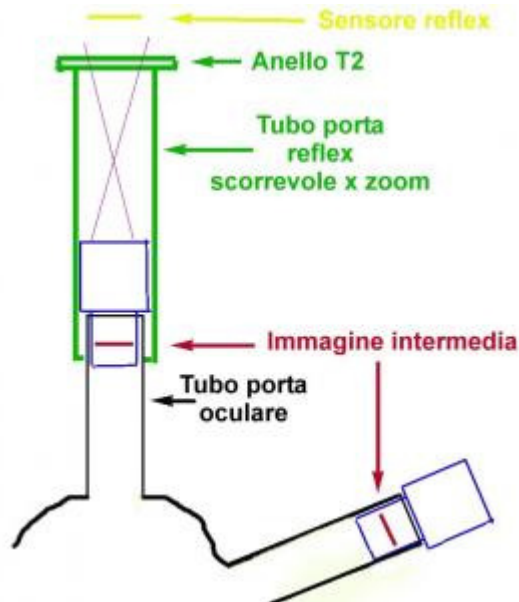
Raccordo originale Nikon per ripresa in Proiezione

Ma, se ricordate, abbiamo affermato prima che non esiste per le reflex un metodo totalmente corretto dal punto di vista ottico, ed allora, questo, che problemi ha ?

La messa a fuoco: l'immagine proiettata, in condizioni otticamente giuste, è perfettamente a fuoco, ma solo all'infinito !

Pertanto, visto che per noi sarebbe estremamente scomodo salire su di una lunga scala da pompieri per guardare nella nostra reflex, ci accontenteremo di stare molto più terra terra, ma allora faremo il nostro bravo errore di Ottica (immagine sfuocata), errore che, come al solito, compenseremo con un secondo errore di segno opposto, intervenendo modificando la messa a fuoco del nostro povero microscopio.

Per prima cosa vediamo schematicamente come deve essere fatto l'adattatore per il **metodo a Proiezione**.



Qui ora vediamo tutti gli elementi che sono in ballo, normalmente il tubo di raccordo lo si lascia scorrevole semplicemente per poter variare l'ingrandimento.

Vediamo prima come va dimensionato il nostro adattatore per Proiezione.

La lunghezza del tubo porta oculare, è corretta ?

Per verificarlo visivamente, basta mettere a fuoco un soggetto e poi togliere uno dei due oculari di visione e montarlo sul solo tubo fotografico porta oculare. L'immagine è ancora perfettamente a fuoco ?

Se sì, la lunghezza del tubo è corretta, per cui l'immagine intermedia si forma nella sua giusta posizione.

Occorre però considerare ora che, se l'intermedia è al suo posto giusto, l'immagine sulla reflex non può essere a fuoco, perché in queste condizioni l'immagine è a fuoco, ma solo all'infinito.

A questo punto siamo nei guai: dobbiamo compensare questo errore di messa a fuoco e lo possiamo fare in due diversi modi: possiamo ritoccare la messa a fuoco del microscopio, oppure possiamo variare la lunghezza del tubo inferiore, quello che porta l'oculare, modificando così la posizione dell'immagine intermedia rispetto all'oculare.

Resta ora solo da vedere se è più errore il variare la messa a fuoco del microscopio o se è più grave l'aver modificato la posizione della immagine intermedia.

Sia che si modifichi il tubo di supporto dell'oculare, sia che si modifichi la messa a fuoco del microscopio, commettiamo un errore che va a compensare quello originario del metodo di ripresa, che prevede la zona a fuoco solo all'infinito.

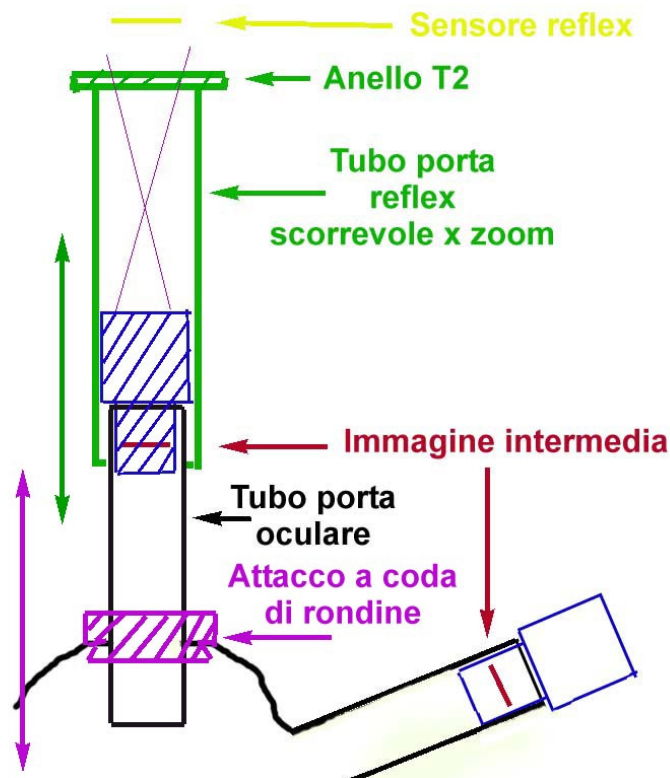
In entrambi i casi l'intervento, pur se fatto con metodi diversi, funziona perché varia la posizione dell'immagine intermedia rispetto all'oculare.

Ma c'è una considerazione molto importante che dobbiamo fare: se compensiamo variando la lunghezza del tubo di supporto oculare, l'errore incide soltanto sulla ripresa fotografica, non sulla visualizzazione che resta pertanto corretta.

E' evidente che ciò porta a numerosi vantaggi, non ultimo quello di avere a fuoco l'uno e l'altro, la visione e la foto.

La conclusione è quindi che, nel caso di reflex collegata in modalità di Proiezione, il raccordo fotografico ideale dovrebbe avere il tubo di supporto dell'oculare di lunghezza leggermente variabile per ottenere la messa a fuoco della reflex **SENZA** modificare quella della visuale. Inoltre, anche il secondo tubo, quello che sorregge la reflex, è bene che sia di lunghezza variabile se si vuole modificare a piacere il rapporto di ingrandimento ottenibile.

In definitiva, lo schema costruttivo finale dovrebbe essere simile a questo:



Per ulteriori informazioni: [andrea.bosi@inwind.it](mailto:andrea.bosi@inwind.it)