



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOLOGICHE,  
GEOLOGICHE E AMBIENTALI

**FORNITURA DI UNA PIATTAFORMA DI MICROSCOPIA CORRELATIVA OTTICA-  
ELETTRONICA AUTOMATICA E SEMI-AUTOMATICA NELL'AMBITO  
DELL'ALLESTIMENTO DEL LABORATORIO PER IL PROGETTO ERC DeepSeep  
DEL DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOLOGICHE, GEOLOGICHE E AMBIENTALI**

**CAPITOLATO TECNICO**

**Responsabile Unico del Procedimento**  
**Dr.ssa Annunziata Coppola**  
(firmato digitalmente)

**Referente tecnico**  
**Prof. Alberto Vitale Brovarone**  
(firmato digitalmente)

**Direzione e Amministrazione**

Piazza di Porta San Donato, 1 | 40126 Bologna | Italia | Tel. + 39 051 2094100 | [bigea.dipartimento@pec.unibo.it](mailto:bigea.dipartimento@pec.unibo.it)

## INDICE

1.	OGGETTO .....	3
2.	LUOGO DI INSTALLAZIONE DEGLI STRUMENTI .....	3
3.	CARATTERISTICHE TECNICHE E FUNZIONALI.....	3
3.1	<b>Microscopio elettronico a scansione (SEM) a sorgente termoionica</b> .....	3
3.2	<b>Microscopio ottico petrografico motorizzato per luce riflessa e trasmessa</b> .....	4
3.3	<b>Microscopio zoom ottico petrografico motorizzato per luce riflessa e trasmessa</b> .....	4
3.4	<b>Microscopio ottico petrografico per luce riflessa e trasmessa</b> .....	4
3.5	<b>Microscopio ottico petrografico per luce riflessa e trasmessa con conosopia</b> .....	4
3.6	<b>Software</b> .....	4
3.7	<b>Metallizzatore (attrezzatura aggiuntiva a corredo della piattaforma)</b> .....	5
3.8	<b>Flessibilità strumentale</b> .....	5
3.9	<b>Caratteristiche di dettaglio</b> .....	5
3.9.1	<b>Microscopio elettronico a scansione</b> .....	5
3.9.2	<b>Rivelatore per microanalisi EDS</b> .....	7
3.9.3	<b>Rivelatore per microanalisi EBSD</b> .....	7
3.9.4	<b>Microscopio ottico petrografico motorizzato per luce riflessa e trasmessa</b> .....	8
3.9.5	<b>Microscopio zoom ottico petrografico motorizzato per luce riflessa e trasmessa</b> .....	9
3.9.6	<b>Microscopio ottico petrografico per luce riflessa e trasmessa</b> .....	9
3.9.7	<b>Microscopio ottico petrografico per luce riflessa e trasmessa e conosopia</b> .....	10
3.9.8	<b>Software</b> .....	11
3.9.9	<b>Metallizzatore (C) per microscopio elettronico a scansione</b> .....	12
4.	REQUISITI DI SICUREZZA E CERTIFICAZIONI DI QUALITÀ .....	12
5.	SERVIZI COMPRESI NELLA FORNITURA .....	13
5.1	<b>Schede tecniche descrittive</b> .....	13
5.2	<b>Garanzia</b> .....	13
5.3	<b>Manutenzione</b> .....	13
5.4	<b>Assistenza</b> .....	14
6.	TRASPORTO, CONSEGNA, INSTALLAZIONE, MESSA IN FUNZIONE E COLLAUDO.....	15
6.1	<b>Trasporto, consegna, installazione e messa in funzione</b> .....	15
6.2	<b>Collaudo</b> .....	16
7.	FORMAZIONE DEL PERSONALE UTILIZZATORE DELL'ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA .....	16
8.	RUOLI.....	17

## **1. OGGETTO**

Il presente Capitolato tecnico ha ad oggetto la fornitura di una piattaforma di microscopia correlativa ottica-elettronica automatica e semi automatica.

Sono parte integrante della fornitura le seguenti prestazioni:

- trasporto, consegna, installazione, messa in funzione degli strumenti e collaudo;
- servizio di garanzia, di assistenza e di manutenzione;
- formazione del personale utilizzatore dell'Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali - Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.

## **2. LUOGO DI INSTALLAZIONE DEGLI STRUMENTI**

Gli strumenti dovranno essere installati presso la sede del Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali sito in Via Selmi 3, Edificio 201, piano WS01 primo piano interrato (codici locali 201\_WS01\_92 – 201\_WS01\_93). Tutta la strumentazione verrà installata in un unico laboratorio, creato ex-novo, al fine di garantire la massima operatività e connessione tra i diversi strumenti.

## **3. CARATTERISTICHE TECNICHE E FUNZIONALI**

La piattaforma di microscopia correlativa ottica-elettronica automatica e semi-automatica deve rispondere alle caratteristiche tecniche, di funzionalità, di versatilità e garantire le modalità di lavoro di seguito descritte, al fine di soddisfare le esigenze di ricerca del progetto ERC DeepSeep.

La piattaforma di microscopia correlativa oggetto dell'acquisto deve permettere di combinare in un unico metodo di analisi le informazioni ottenute dai microscopi ottici in luce polarizzata trasmessa e riflessa, con quelle composizionali e morfologiche ottenute con il microscopio elettronico a scansione, in maniera automatica tramite apposito porta-campioni, e semi-automatica con immagini acquisite senza porta-campioni, e tramite un unico software. Il software deve essere in grado di gestire immagini di grandi dimensioni sfruttando le caratteristiche diagnostiche e analitiche di entrambe le tecniche. Inoltre, il software deve poter consentire di sovrapporre immagini provenienti da strumenti diversi (multi-layer) e permetterne la navigazione interattiva anche in modalità "live". Data la durata finita del progetto di ricerca ERC DeepSeep, il microscopio elettronico a scansione (SEM) deve permettere di massimizzare l'operatività del microscopio elettronico grazie alla possibilità di utilizzare sorgenti di elettroni intercambiabili, identificate nella sorgenti LaB6 (per maggior continuità di sorgente) e W (sostituibile senza assistenza tecnica) in base alla disponibilità di budget durante il progetto, e potendo usufruire di sistema di manutenzione remota al fine monitorare i parametri strumentali del SEM e prevedere eventuali interruzioni.

La piattaforma deve essere costituita dagli strumenti e accessori necessari per il corretto svolgimento delle attività di ricerca elencati di seguito.

### **3.1 Microscopio elettronico a scansione (SEM) a sorgente termoionica**

Il SEM deve permettere di lavorare con due sorgenti di elettroni alternative, il tungsteno (W) e l'esaboruro di lantanio (LaB6), e in condizioni di alto e basso vuoto. Deve essere dotato di due rivelatori di elettroni secondari ottimizzati per l'alto vuoto e il basso vuoto, rispettivamente, e di un rivelatore di elettroni retrodiffusi (BSE) a 5 settori. Lo strumento deve poter operare analisi correlativa automatica con microscopi ottici tramite un solo software di gestione tramite apposito portacampioni calibrato, al fine di garantire snellezza e rapidità operativa (si veda sotto). Inoltre, il

SEM deve avere un sistema di manutenzione predittiva remota per permettere di monitorare i parametri dello strumento.

Il microscopio deve essere anche equipaggiato di un rivelatore per microanalisi a dispersione di energia (EDS) che permetta l'analisi quantitativa con e senza standard (standardless) ed essere ottimizzato per l'analisi contemporanea di tutti gli elementi, anche in modalità live-mapping. Inoltre, il rivelatore EDS deve essere compatibile con il rivelatore EBSD (si veda punto seguente) per poter effettuare analisi simultanee con i due strumenti.

Deve anche essere presente un rivelatore per diffrazione a retrodiffusione elettronica (EBSD) che garantisca alte velocità e alte risoluzioni simultaneamente anche a basse tensioni, e basarsi sulle tecnologie C-MOS. Inoltre, il rivelatore EBSD deve essere compatibile con il rivelatore EDS (si veda punto precedente) per poter effettuare analisi simultanee con i due strumenti.

### **3.2 Microscopio ottico petrografico motorizzato per luce riflessa e trasmessa**

La piattaforma deve includere un microscopio ottico petrografico motorizzato in x-y-z con luce trasmessa e riflessa, e codificato in base alla modalità di utilizzo. Il microscopio deve poter agevolare le operazioni di analisi e l'acquisizione di immagini direttamente dallo stativo, oltre a poter essere controllato da software. Lo strumento deve poter effettuare analisi correlativa automatica con il microscopio elettronico e con il microscopio zoom (si veda 3.3) tramite apposito portacampioni calibrato e software di gestione unico a tutti gli strumenti come indicato sopra.

### **3.3 Microscopio zoom ottico petrografico motorizzato per luce riflessa e trasmessa**

La piattaforma deve includere uno microscopio zoom (un solo percorso ottico) polarizzato per l'osservazione di campioni macroscopici e di vetrini geologici in luce trasmessa e riflessa. Lo strumento deve essere completamente motorizzato in x-y-z, controllabile tramite joystick. Lo strumento deve poter effettuare analisi correlativa automatica con il microscopio elettronico e con il microscopio petrografico motorizzato (si veda punto precedente) tramite apposito portacampioni calibrato e software di gestione unico a tutti gli strumenti.

### **3.4 Microscopio ottico petrografico per luce riflessa e trasmessa**

Il microscopio deve permettere l'analisi di vetrini geologici in luce trasmessa e riflessa polarizzata, dai bassi agli alti ingrandimenti. Lo strumento deve poter fornire immagini per analisi correlativa semi-automatica con lo stesso software unico come indicato sopra.

### **3.5 Microscopio ottico petrografico per luce riflessa e trasmessa con conosopia**

Il microscopio deve permettere l'analisi di vetrini geologici in luce trasmessa e riflessa polarizzata, dai bassi agli alti ingrandimenti, e deve permettere l'analisi in conosopia. Lo strumento deve poter fornire immagini per analisi correlativa semi-automatica con lo stesso software unico come indicato sopra.

### **3.6 Software**

L'analisi correlativa deve poter essere controllata da un unico software, compatibile con tutti gli strumenti. Il software deve poter riconoscere in automatico la posizione dei campioni tramite riconoscimento calibrato di marker, o in maniera semi-automatica per immagini provenienti sia dai microscopi ottici che da quello elettronico. Il software deve avere la possibilità di riposizionamento automatico su oggetti di interesse localizzati tramite coordinate tra i diversi microscopi della piattaforma, attraverso l'uso di apposito portacampioni calibrato per i microscopi dotati di motorizzazione degli assi x-y. Inoltre, il software deve permettere la creazione di file progetto che permettano la gestione, e sovrapposizione di multi-layer provenienti dai diversi microscopi della piattaforma.

Il software deve anche poter supportare la funzione di fuoco esteso (stack in z) e la possibilità di ottenere mosaici (stitching d'immagine motorizzata) sui microscopi ottici motorizzati. Inoltre, il

software deve essere in grado di supportare funzioni per analisi di immagine con possibilità di creazione di routine di analisi automatica, tramite tecniche di machine learning di tipo supervised machine learning e deep machine learning, in particolare per la segmentazione di fasi minerali su immagini SEM e ottiche acquisite tramite la piattaforma correlativa.

Inoltre, il software deve essere predisposto per la possibilità di archiviare e classificare i dati ottenuti su tutti gli strumenti su server e permetterne l'accesso in remoto. Questa opzione di archiviazione deve permettere il salvataggio e la classificazione dei dati (immagini, metadati, progetti) e delle routine di lavoro. Infine, sistema di stoccaggio deve anche permettere l'utilizzo multi-client a più operatori in laboratorio o fisicamente separati, e l'accesso, visualizzazione e navigazione dei dati in remoto tramite browser web anche su dispositivi sprovvisti di licenze software.

### **3.7 Metallizzatore (attrezzatura aggiuntiva a corredo della piattaforma)**

È necessario un metallizzatore (sputter-coater, evaporatore) per la preparazione dei campioni SEM. Il metallizzatore deve essere indicato per SEM termoionici a sorgente W o LaB6.

### **3.8 Flessibilità strumentale**

La piattaforma di analisi microscopica correlativa deve essere flessibile in operatività e consentire la compatibilità con altri accessori o strumenti. In particolare, l'indagine correlativa tramite apposito portacampioni deve poter estendersi a:

- Microscopi agli ioni tipo Focused Ion Beam (FIB) (qualora predisposti per questa funzione)
- Microscopi digitali (qualora predisposti per questa funzione)
- Microscopi confocali (qualora predisposti per questa funzione)
- Poter supportare la gestione di dati 3D

### **3.9 Caratteristiche di dettaglio**

#### **3.9.1 Microscopio elettronico a scansione**

- Sorgente termoionica in esaboruro di lantanio (LaB6) con possibilità di passaggio in alternativa a una sorgente a tungsteno (W).
- Modalità operative: Alto vuoto e Pressione variabile (da 10Pa a 400Pa)
- Risoluzione: LaB6: 2.0nm a 30kV; Tungsteno: 3.0nm a 30kV
- Tensione di accelerazione: da 200V a 30kV
- Corrente di fascio: da 0,5pA a 5μA, regolabile in continuo
- Ingrandimenti (in condizioni analitiche SE-BSE): campo visivo minimo 40mm; ingrandimento massimo 1.000.000x
- Navigazione del campione: 6mm di diametro per una distanza di lavoro analitica di 8,5mm; 40mm di diagonale alla distanza di lavoro massima
- Interfaccia grafica: sistema di navigazione con rappresentazione grafica del portacampioni, della camera, e dei rivelatori
- Distanza di lavoro analitica: variabile, 8.5mm per microanalisi EDS con angolo di take-off di 35°; 20mm per analisi combinata con EBSD
- Controlli manuali e automatici del fuoco
- Microanalisi a raggi X: ottimizzazione con angolo di take-off di 35°.
- Controllo dell'immagine: sistema ottimizzato per operare in maniera alternativa con: selezione automatica del minimo diametro di fascio per ogni valore della corrente; oppure, selezione automatica della massima profondità di campo, oppure, mantenimento del fuoco al variare della corrente di fascio; oppure navigazione del campione in campo ampio con ampia profondità di campo; oppure, in modo da ottimizzare la longevità della sorgente

- Possibilità di immagazzinare immagini con una risoluzione sino a 32K x 24K pixel.
- Controlli manuali ed automatici del fuoco (autofocus).
- Compensazione automatica del fuoco sull'intero intervallo di tensione di accelerazione e della distanza di lavoro.
- Stigmatore: elettromagnetico a 8 poli con controllo manuale o completamente automatico
- Controllo delle aperture: selezione rapida e allineamento automatico
- Camera: almeno 365mm di diametro e 275mm di altezza
- Porte per accessori: almeno 10
- Tavolino portacampioni: motorizzato su 5 assi (traslazioni: x e y almeno 120mm; z almeno 50mm; tilt da -10 a 90°; rotazione 360°), compucentrico, ad altissima precisione. Dimensioni massime del campione 145mm di altezza, 250mm di diametro alla distanza di lavoro analitica (8,5mm)
- Portacampioni: 1 per 9 stub da 13mm di diametro; 1 per stub singolo; 1 per correlativa con marker asimmetrici per riconoscimento automatico adatto a vetrini geologici
- Rivelatori:
  - Elettroni secondari (SE) in alto vuoto di tipo Everhart-Thornely ad alta sensibilità con collector bias regolabile da -250 a +450V
  - Elettroni secondati per pressione variabile a cascata di corrente
  - Elettroni retrodiffusi (BSE) HDBSE allo stato solido per tutte le modalità di vuoto a 5 settori
- Telecamera CCD infrarossi e a colori per osservazione del portacampioni
- Possibilità di miscelare segnali SE e BSE; controllo manuale e automatico di luminosità e contrasto
- Due monitor TFT HD da almeno 24''
- Possibilità di navigazione interattiva su immagini ottenute tramite esternamente per analisi correlativa
- Software di gestione con interfaccia personalizzabile
- Computer ad alte prestazioni per la gestione del SEM
- Joystick per controllo dei movimenti sui 5 assi
- Pannello di controllo con tastiera e manopole codificate per il controllo dei parametri strumentali
- Sistema antivibrante ad aria integrato nello strumento
- Tavolo di lavoro
- Sistema di vuoto
  - Regolazione automatica del vuoto su tutta la gamma (10-400 Pa)
  - Pompa rotativa
  - Pompa turbomolecolare
  - Pompa ionica per il sistema LaB6
  - Vuoto ottenibile in camera: migliore di  $1 \times 10^{-4}$  Pa
  - Tempo di evacuazione: < 3minuti

### 3.9.2 Rivelatore per microanalisi EDS

- Sistema di microanalisi a dispersione di energia (EDS) con sensore Silicon Drift (SDD) da almeno 100mm<sup>2</sup>
- Risoluzione pari ad almeno 129eV sulla linea MnK $\alpha$
- Analisi puntuale fino a >400.000 cps (counts per second)
- Mappe fino a > 1.000.000 cps
- Slitta motorizzata per retrazione del rivelatore
- Compatibile con EBSD (vedi sotto) e WDS installabile successivamente
- Navigazione sul campione simultanea alla visualizzazione aggiornata in continuo sull'interfaccia di immagine elettronica e mappa composizionale a raggi X (live mapping)
- Visualizzazione dello spettro elementare e identificazione automatica degli elementi in modalità live
- Dwell time fino a 1  $\mu$ secondo e passaggio automatico da modalità live in navigazione a imaging di alta qualità quando viene localizzata la regione di interesse
- Capacità di rilevare elementi dal Berillio (Be) al Californio (Cf)
- Possibilità di acquisire immagine SEM a corredo dei dati microanalitici
- Possibilità di controllare fino a 4 rivelatori EDS e 4 canali di imaging
- Finestra di tipo SATW (Super Atmospheric Thin Window) Ultra Thin Polymer Window per ottenere migliori performance a bassa energia
- Computer di gestione con monitor almeno 22"
- Software di microanalisi quantitativa con e senza standard (standardless) ottimizzato per l'analisi contemporanea di tutti gli elementi
- Capacità di eseguire mappature chimiche e profili di concentrazione capace di memorizzare tutti i dati chimici su un numero illimitato di elementi
- Capacità di eseguire acquisizione dell'informazione chimica puntuale in tempo reale
- Capacità di eseguire analisi composizionali lungo linee
- Capacità di eseguire di acquisire mappe e analisi lineari con correzione automatica delle sovrapposizioni di picchi e background
- Capacità di eseguire mappe e linee composizionali quantificate
- Capacità di correzione predittiva automaticamente il drift sul campione
- Capacità di eseguire immagini o mappature EDS e EBSD (vedi sotto) su grandi aree attraverso montaggio (stitching) di singoli campi di vista
- Capacità di acquisire immagini o mappe su aree diverse del campione o su campioni diversi non contigui consentendo di programmare un set di analisi

Licenza aggiuntiva per post-processing dei dati (licenza off-line)

### 3.9.3 Rivelatore per microanalisi EBSD

- Sensore C-MOS per alta velocità e alta risoluzione simultaneamente anche a basse tensioni
- Prestazioni analitiche tipiche su nickel (Ni) 20kV 0,99% hit rate
- Modalità alta risoluzione: 1244x1024 pixel >80Hz solve rate, 400 pA di corrente di fascio
- Modalità velocità: 312x256 pixel, 400 Hz solve rate, 3nA di corrente di fascio
- Risoluzione angolare: 0.05°
- Digitalizzazione 12 bit

- Distorsione < 1 pixel
- Movimentazione motorizzata:
  - Range: 0-200mm
  - Velocità massima 15 mm/s
  - Precisione <10µm
  - Allarme anticollisione
- Forward scattering imaging (FSD) con cinque diodi per imaging
- Capacità di mappatura integrata con EBSD con acquisizione simultanea EDS e EBSD con prevenzione dell'effetto d'ombra
- Analisi puntuali e lineari
- Database ICSD (dati strutturali)
- Analisi del grano
- Editor delle mappe
- Sistema di auto bloccaggio
- Capacità di distinguere fasi con proprietà strutturali simili grazie alle informazioni EDS
- Visualizzazione a colori di orientazioni e immagini a contrasto di Z
- Funzione per risolvere misure di orientazione in materiali con orientazioni diverse forniscono EBSP (electron beam scattering patterns) simili
- Funzioni per processare e interrogare i dati, tra cui funzione di distribuzione dell'orientazione (ODF), proprietà dei materiali e strumenti di classificazione
- Licenza off-line aggiuntiva
- Portacampioni per EBSD pretiltato di 70°

#### 3.9.4 **Microscopio ottico petrografico motorizzato per luce riflessa e trasmessa**

- Messa a fuoco micro e macrometrica motorizzata con escursione di 24 mm e dispositivo per memorizzazione del punto di fuoco
- Illuminazione a luce trasmessa con LED bianco a 10W sia per luce riflessa che trasmessa
- Motorizzazione x-y-z con range di messa a fuoco almeno pari a 24 mm.
- Rilevazione diretta dell'ingrandimento e del contrasto in uso via USB 2.0
- Modalità di risparmio energetico e tasto per la gestione dell'illuminazione integrato nello stativo.
- Tasto per acquisizione di fotografie tramite fotocamera su stativo.
- Movimentazione del tavolino motorizzato controllabile da stativo.
- Contrasti inclusi: campo chiaro, e polarizzazione
- Revolver a 6 posizioni codificato.
- Settaggio automatico e la memorizzazione dell'intensità luminosa a seconda dell'obiettivo e del metodo di contrasto utilizzato
- Slitta portariflettori a due posizioni.
- Tavolino motorizzato, risoluzione 0.1 micron
- Piatto inseribile in vetro per l'utilizzo in luce trasmessa
- Fototubo binoculare con oculari 10x campo 23 e crocifilo, uscita fotografica con ripartizione della luce 100:0/0:100 e immagine dritta
- Condensatore per polarizzazione e campo chiaro con apertura numerica 0.9

- Slitta con analizzatore ruotabile a 360°
- Filtro polarizzatore fisso per luce trasmessa
- Ottiche ottimizzate per luce trasmessa
  - Obiettivo 2.5x/0.06
  - Obiettivo 5x/0.13
  - Obiettivo 10x/0.25
  - Obiettivo 20x/0.45
  - Obiettivo 40x/0.8
  - Obiettivo 100x/0.8
- Adattatore per fotocamera
- Telecamera USB 3.0 con sensore CMOS almeno 8.3 MPX, full 4K, 30 fps. Possibilità di collegamento tramite USB 3.0, HDMI, Ethernet, Wi-Fi (con adattatore USB Wi-Fi) e stand alone direttamente a monitor. La telecamera deve poter riconoscere automaticamente l'ingrandimento e mostrare la barra di scala anche se connessa direttamente ad un monitor e senza software.

Software di gestione da PC compatibile con software unico per analisi correlativa

### 3.9.5 **Microscopio zoom ottico petrografico motorizzato per luce riflessa e trasmessa**

- Microscopio con zoom interno apocromatico, motorizzato, con rapporto 16:1
- Colonna > 480 mm e messa a fuoco micro- e macrometrica motorizzata
- Pannello di controllo touchscreen con joystick per movimentazione x-y-z
- Diaframma di apertura motorizzato con regolazione automatica a seconda dello zoom utilizzato
- Illuminazione LED ad anello
- Illuminazione LED per luce trasmessa
- Controller per intensità illuminazione
- Tavolino motorizzato compatibile con luce trasmessa
- Fototubo binoculare con angolo di inclinazione degli oculari di 15° e uscita fotografica della luce
- Oculari 10x campo 23 con regolazione diottrie e conchiglia
- Polarizzatore e analizzatore girevoli
- Obiettivo 1.5x/0.37, distanza di lavoro 30mm
- Obiettivo 0.5x/0.125, distanza di lavoro 114mm
- Tavolino tiltabile ( $\pm 30^\circ$ ) e ruotabile (360°), diagonale di area di interfaccia minima 150mm e superficie aderente con diagonale minima 30mm
- Adattatore telecamera
- Telecamera USB 3.0 con sensore CMOS almeno 8.3 MPX, full 4K, 30 fps. Possibilità di collegamento tramite USB 3.0, HDMI, Ethernet, Wi-Fi (con adattatore USB Wi-Fi) e stand alone direttamente a monitor. La telecamera deve poter riconoscere automaticamente l'ingrandimento e mostrare la barra di scala anche se connessa direttamente ad un monitor e senza software.

Software di gestione da PC compatibile con software unico per analisi correlativa

### 3.9.6 **Microscopio ottico petrografico per luce riflessa e trasmessa**

- Messa a fuoco micro e macrometrica manuale con escursione di 24 mm e dispositivo per memorizzazione del punto di fuoco

- Illuminazione a luce trasmessa con LED bianco a 10W sia per luce riflessa che trasmessa
- Rilevazione diretta dell'ingrandimento e del contrasto in uso via USB 2.0
- Modalità di risparmio energetico e tasto per la gestione dell'illuminazione integrato nello stativo.
- Tasto per acquisizione di fotografie tramite fotocamera su stativo.
- Contrasti inclusi: campo chiaro e polarizzazione
- Settaggio automatico e la memorizzazione dell'intensità luminosa a seconda dell'obiettivo e del metodo di contrasto utilizzato
- Revolver obiettivi a 5 posizioni, codificato per riconoscimento automatico dell'obiettivo
- Tavolino ruotabile a 360° con diametro minimo 180mm e meccanismo di arresto ogni 45°
- Filtro polarizzatore fisso per luce trasmessa
- Modulo riflettore con analizzatore fisso
- Lamina lambda
- Fototubo binoculare con oculari 10x campo 23 e crocifilo, uscita fotografica con ripartizione della luce 50:50 e immagine rovesciata
- Condensatore acromatico aplanare con apertura numerica 0.9 per campo chiaro e polarizzazione
- Lente vasto campo per obiettivi 2.5-4x per condensatore
- Disco modulatore per campo chiaro, campo scuro, contrasto di fase per condensatore
- Adattatore per telecamera
- Ottiche ottimizzate per luce trasmessa
  - Obiettivo 2.5x/0.06
  - Obiettivo 5x/0.13
  - Obiettivo 10x/0.25
  - Obiettivo 20x/0.45
  - Obiettivo 40x/0.8
  - Obiettivo 100x/0.8
- Telecamera USB 3.0 con sensore CMOS almeno 8.3 MPX, full 4K, 30 fps. Possibilità di collegamento tramite USB 3.0, HDMI, Ethernet, Wi-Fi (con adattatore USB Wi-Fi) e stand alone direttamente a monitor. La telecamera deve poter riconoscere automaticamente l'ingrandimento e mostrare la barra di scala anche se connessa direttamente ad un monitor e senza software.

Software di gestione da PC compatibile con software unico per analisi correlativa

### 3.9.7 **Microscopio ottico petrografico per luce riflessa e trasmessa e conoscopia**

- Messa a fuoco micro e macrometrica manuale con escursione di 24 mm e dispositivo per memorizzazione del punto di fuoco
- Illuminazione a luce trasmessa con LED bianco a 10W sia per luce riflessa che trasmessa
- Diaframmi di campo e di apertura integrati nel percorso ottico
- Rilevazione diretta dell'ingrandimento e del contrasto in uso via USB 2.0

- Modalità di risparmio energetico e tasto per la gestione dell'illuminazione integrato nello stativo.
- Tasto per acquisizione di fotografie tramite fotocamera su stativo.
- Contrasti inclusi: campo chiaro, e polarizzazione
- Revolver a 6 posizioni codificato.
- Settaggio automatico e la memorizzazione dell'intensità luminosa a seconda dell'obiettivo e del metodo di contrasto utilizzato
- Slitta portariflettori a due posizioni.
- Tavolino ruotabile a 360° con diametro minimo 180mm e meccanismo di arresto ogni 45°
- Lamina lambda
- Fototubo binoculare con oculari 10x campo 23 e crocifilo, uscita fotografica con ripartizione della luce 100:0/0:100 e immagine dritta
- Depolarizzatore al quarzo integrato nel fototubo
- Condensatore per polarizzazione e campo chiaro con apertura numerica 0.9
- Lente vasto campo per obiettivi 2.5-4x per condensatore
- Disco modulatore per campo chiaro, campo scuro e contrasto di fase
- Slitta con analizzatore ruotabile a 360° con piatto intermedio per alloggio e posizione vuota per filtri di diametro 3.2mm
- Filtro polarizzatore fisso per luce trasmessa
- Modulo riflettore con sistema di lenti Bertrand per conoscopia e analizzatore integrato
- Ottiche ottimizzate per luce trasmessa
  - Obiettivo 2.5x/0.06
  - Obiettivo 5x/0.13
  - Obiettivo 10x/0.25
  - Obiettivo 20x/0.45
  - Obiettivo 40x/0.8
  - Obiettivo 100x/0.8
- Adattatore per fotocamera
- Telecamera USB 3.0 con sensore CMOS almeno 8.3 MPX, full 4K, 30 fps. Possibilità di collegamento tramite USB 3.0, HDMI, Ethernet, Wi-Fi (con adattatore USB Wi-Fi) e stand alone direttamente a monitor. La telecamera deve poter riconoscere automaticamente l'ingrandimento e mostrare la barra di scala anche se connessa direttamente ad un monitor e senza software.
- Software di gestione da PC compatibile con software unico per analisi correlativa

### 3.9.8 Software

In aggiunta ai software descritti sopra per i singoli strumenti, sono richiesti i seguenti software o moduli aggiuntivi:

- Due licenze per analisi correlativa su software unico sia per i microscopi ottici (prima licenza) che per quello elettronico (seconda licenza). Oltre alle caratteristiche descritte sopra (si veda 3.6), il software deve poter permettere la sovrapposizione semi-automatica (da operatore) delle immagini acquisite con i rivelatori EDS e EBD (si veda 3.9.2 e 3.9.3).

- Una licenza off-line per trattamento dati ottenuti su piattaforma correlativa
- Funzione di fuoco esteso (stack in z) e funzione per ottenere mosaici (stitching d'immagine motorizzata)

Una licenza software per analisi di immagine con possibilità di creazione di routine di analisi automatica tramite tecniche di machine learning di tipo supervised machine learning e deep machine learning, in particolare per la segmentazione di fasi minerali su immagini SEM e ottiche acquisite tramite la piattaforma correlativa.

### 3.9.9 Metallizzatore (C) per microscopio elettronico a scansione

- Metallizzatore (sputter – coater, evaporatore) per copertura in carbonio per uso con SEM a sorgente termoionica tipo W e LaB6.

Gli strumenti offerti e consegnato dovranno essere nuovi di fabbrica e di recente produzione in ogni loro parte e/o componente. Non potranno essere offerti strumenti usati, anche in condizioni “refurbished” o ex-demo.

Gli strumenti devono essere esenti da qualsiasi difetto per quanto riguarda la progettazione, il materiale, l'esecuzione e la lavorazione degli stessi, devono essere perfettamente funzionanti nonché esenti da vincoli, cauzioni o oneri, ipoteche, gravami e diritti di terzi di qualsiasi genere e da controversie imputabili a violazione di brevetti.

## 4. REQUISITI DI SICUREZZA E CERTIFICAZIONI DI QUALITÀ

Gli strumenti devono essere conformi a tutte le norme italiane e alle Direttive Europee in vigore riguardanti la sicurezza elettrica e la compatibilità elettromagnetica, sia generali che specifiche.

Il Fornitore dovrà documentare, per gli effetti di cui all'art. 1338 c.c., la piena conformità degli strumenti e delle loro componenti alle prescrizioni dettate dalle vigenti disposizioni di legge e dalla normativa UE in materia di antinquinamento, antinfortunistica e di sicurezza del lavoro.

Il Fornitore si impegna inoltre a rilasciare:

- Le omologazioni ovvero le certificazioni UE emesse da organismo notificato;
- Eventuali autocertificazioni di conformità UE previste;
- Ogni altra certificazione o altro documento previsto dalla legge nazionale e comunitaria in materia;
- Ogni altro/a documento/certificazione richiesto/a dall'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.

Gli strumenti devono essere inoltre:

- aggiornati all'ultima generazione disponibile all'atto di presentazione dell'offerta, secondo le più recenti soluzioni tecnologiche, e soddisfare i requisiti previsti per la specifica attività;
- nuovi di fabbrica e priva di difetti dovuti a progettazione o errata esecuzione, a vizi dei materiali impiegati;

- completi di cavi di alimentazione, nonché di tutti gli accessori necessari per consentire l'immediata funzionalità degli stessi;

corredati di manuale tecnico e d'uso, in lingua italiana, ove esistente, o in lingua inglese, in formato elettronico oppure scaricabile da internet, per la gestione del sistema, nonché di tutta la documentazione sulla sicurezza delle strumentazioni. In particolare, i manuali devono contenere tutte le informazioni per il corretto funzionamento e utilizzo delle attrezzature, nonché per la loro diagnostica (avviamento, fermi, interventi per guasti, operazioni consentite in fase di elaborazione, ecc.). Il Fornitore si impegna ad aggiornare e sostituire, ove necessario, tutti i manuali e la documentazione per tutta la durata di vita dello strumento.

## **5. SERVIZI COMPRESI NELLA FORNITURA**

I servizi descritti nel presente paragrafo, volti ad assicurare il perfetto funzionamento degli strumenti, sono connessi alla fornitura degli stessi e pertanto dovranno essere prestati dal Fornitore unitamente alla fornitura in oggetto e il relativo corrispettivo è incluso nel prezzo offerto.

### **5.1 Schede tecniche descrittive**

Prima dell'avvio della fornitura, il fornitore dovrà inviare via PEC (bigea.dipartimento@[pec.unibo.it](mailto:pec.unibo.it)) tutte le schede tecniche degli strumenti di cui all'art. 3 del presente Capitolato.

Solo a seguito della verifica positiva da parte del RUP e del Referente Tecnico, relativamente alla coerenza delle schede tecniche con il presente capitolato, si darà avvio alla fornitura.

### **5.2 Garanzia**

Gli strumenti saranno corredati da una garanzia della durata di 12 (dodici) mesi. Un'estensione di garanzia a 24 (ventiquattro) mesi accompagnerà il SEM, fatta eccezione per i rivelatori EDS e EBSD ai quali verrà applicata la garanzia standard della durata di 12 (dodici) mesi. Tale garanzia considera la copertura totale di vizi e difetti di funzionamento delle apparecchiature (comprehensive di accessori) secondo i parametri indicati dal Fornitore. La durata della garanzia decorre dalla data di avvenuto collaudo con esito positivo.

### **5.3 Manutenzione**

Durante il periodo di validità della garanzia di ciascuna attrezzatura, il Fornitore sarà tenuto ad erogare i seguenti interventi di manutenzione senza costi aggiuntivi per l'Università di Bologna:

- Correttiva: interventi non programmati di assistenza tecnica, attivati su richiesta del RUP/referente tecnico e senza limitazioni nel numero degli interventi, per riparazione e/o sostituzione parti a seguito di malfunzionamenti o guasti; messa a punto del funzionamento delle apparecchiature o loro componenti ai fini della corretta operatività. L'intervento on-site deve essere garantito entro e non oltre 48 ore lavorative a decorrere dalla chiamata.
- Preventiva: assistenza tecnica programmata fornita secondo il piano di manutenzione indicato dal costruttore per le operazioni periodiche di verifica, taratura, messa a punto, sostituzione parti di ricambio e quant'altro necessario a mantenere i livelli di operatività.

- **Predittiva (per il SEM solamente):** monitoraggio da remoto dei parametri di funzionamento del SEM che consenta di avere una diagnostica costante nel tempo sul sistema.

Durante la durata della garanzia, ai fini degli interventi di manutenzione dovrà essere garantita la fornitura, e la relativa manodopera, per la sostituzione delle parti di ricambio che risultassero necessarie per il ripristino del corretto funzionamento delle apparecchiature, fatta eccezione per i materiali di consumo o monouso necessari all'utilizzo ordinario ad eccezione della prima fornitura. Il giorno e l'ora in cui dovrà essere effettuata la manutenzione ordinaria dovranno essere previamente concordati con il Referente tecnico dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.

La manutenzione predittiva, richiesta solo per il SEM deve essere garantita per tutta la vita dello strumento.

#### **5.4 Assistenza**

Durante il periodo di validità della garanzia, il servizio di assistenza dovrà essere erogato con le modalità di seguito riportate:

- Supporto telefonico e da remoto: il Fornitore si impegna a mettere a disposizione un numero telefonico, attivo dal lunedì al venerdì, dalle ore 9,00 alle ore 18,00 che potrà essere contattato dal Referente tecnico dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna o suo sostituto per richiedere supporto per eventuali problematiche che dovessero insorgere durante l'utilizzo dello strumento. Il servizio dovrà essere erogato da personale tecnico competente e formato, in grado di comprendere le problematiche tecniche oggetto della chiamata e dare risoluzione, ove possibile, entro massimo 12 (dodici) ore lavorative dalla chiamata stessa, anche lavorando da remoto.
- Assistenza on-site: nel caso in cui il supporto telefonico di cui sopra non fosse risolutivo, il Fornitore dovrà inviare presso la sede dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna in cui è installato lo strumento uno o più tecnici specializzati entro e non oltre 48 (quarantotto) ore lavorative e consecutive dalla prima richiesta di assistenza da parte del personale dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.  
L'intervento dovrà essere concluso positivamente entro e non oltre 14 (quattordici) giorni naturali e consecutivi decorrenti dalla data del primo intervento, salvo ulteriore prolungamento del termine per interventi complessi, che dovrà essere motivatamente giustificato dal Fornitore. Tale termine tiene conto altresì dei tempi necessari per l'approvvigionamento dei relativi pezzi di ricambio necessari alla riparazione della componente non funzionante.  
Qualora il Fornitore non fosse in grado di riparare la componente nei suddetti termini, provvederà, a sua cura e spese e nel rispetto dei termini di cui sopra, alla sostituzione ex novo della componente oggetto dell'intervento.
- Assistenza presso la sede del Fornitore: nel caso in cui la componente oggetto d'intervento debba essere riparata presso la sede del Fornitore aggiudicatario, l'intervento dovrà essere concluso positivamente entro 15 (quindici) giorni naturali e consecutivi dalla data di ricezione della componente presso la sede del Fornitore.

Resta inteso che sono a carico del Fornitore tutte le spese relative all'erogazione del servizio di assistenza, quali il diritto di chiamata, le spese di viaggio e di soggiorno, il costo della manodopera,

il costo delle parti di ricambio e le relative spese di ritiro e spedizione, gli attrezzi e i materiali di consumo necessari all'intervento.

Il giorno e l'ora in cui dovrà essere effettuato il servizio di assistenza on-site dovranno essere previamente concordati con il Referente tecnico dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.

L'assistenza telefonica deve essere garantita come gratuita anche oltre la durata della garanzia durante tutta la vita dello strumento.

## **6. TRASPORTO, CONSEGNA, INSTALLAZIONE, MESSA IN FUNZIONE E COLLAUDO**

### **6.1 Trasporto, consegna, installazione e messa in funzione**

I servizi descritti elencati di seguito sono connessi alla fornitura dei beni; pertanto, dovranno essere prestati dal Fornitore unitamente alla fornitura in oggetto e il relativo corrispettivo è incluso nel prezzo offerto:

- il carico e il trasporto delle attrezzature oggetto di fornitura fino alla sede del laboratorio, presso il Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali in Via Selmi 3, Edificio 201, piano WS01 primo piano interrato (codici locali 201\_WS01\_92 – 201\_WS01\_93) e la consegna al piano, utilizzando mezzi e personale propri;
- il Fornitore dovrà farsi carico degli oneri e delle spese per il trasporto degli strumenti fino al locale adibito all'installazione dello stesso. La movimentazione dovrà essere effettuata con personale ed attrezzature adeguati;
- lo sgombero dei locali a fornitura ultimata, nonché la rimozione dei materiali di risulta e degli imballaggi nel rispetto della normativa vigente.
- I microscopi ottici (come da paragrafi 3.9.4, 3.9.5, 3.9.6, 3.9.7) dovranno essere consegnati entro e non oltre 60 giorni naturali e consecutivi dalla data di avvio della fornitura a cura del RUP, previo accordo con l'Appaltatore.

Il microscopio elettronico e i rivelatori associati (come da paragrafi 3.9.1, 3.9.2, 3.9.3) dovranno essere consegnati entro 120 giorni naturali e consecutivi dalla data di avvio della fornitura a cura del RUP, previo accordo con l'Appaltatore. In caso di consegne parziali, la data di consegna di riferimento sarà quella relativa all'ultima componente consegnata.

In considerazione del fatto che il contratto di progetto decorre dal 1° giugno 2021 e che le regole dell'Ente finanziatore riconoscono la possibilità di rendicontare le quote di ammortamento delle attrezzature ricomprese all'interno della durata del progetto, è particolarmente auspicabile che le attrezzature vengano consegnate in coincidenza con tale data.

Una volta consegnati, gli strumenti dovranno essere installati e messi in funzione in loco e dovranno essere corredati di tutti i protocolli e i software necessari al corretto funzionamento.

L'installazione dovrà essere effettuata da personale tecnico qualificato e dovrà essere completata entro 10 (dieci) giorni lavorativi e consecutivi a decorrere dalla data di consegna dei singoli strumenti.

In fase di installazione il Fornitore dovrà fornire tutti gli elementi accessori necessari al funzionamento dello strumento (cavi di alimentazione, connessioni, raccordi, etc.).

Saranno a carico esclusivo del Fornitore anche le eventuali spese dei materiali e l'assistenza tecnica necessari per il collegamento.

## **6.2 Collaudo**

Il collaudo sarà effettuato nel luogo in cui gli strumenti saranno installati entro 5 (cinque) giorni naturali e consecutivi dalla loro installazione, in data da concordarsi con il personale dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, alla presenza congiunta di un rappresentante del Fornitore e di uno o più rappresentanti dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, inclusi il Referente tecnico ed il RUP.

Durante la fase di collaudo, dovranno essere dimostrate, verificate e documentate le caratteristiche tecniche degli strumenti, nonché il corretto funzionamento degli stessi e di tutte le loro componenti tramite l'esecuzione di misurazioni di prova.

Le operazioni di collaudo e le relative risultanze dovranno risultare da specifico verbale firmato dai rappresentanti delle due parti (Fornitore e Alma Mater Studiorum - Università di Bologna).

L'esito positivo del collaudo e la dichiarazione di presa in consegna non esonerano comunque il Fornitore da eventuali difetti ed imperfezioni che non siano emersi al momento della consegna, dell'installazione e del collaudo, ma vengano accertati al momento dell'utilizzo. In tal caso la risoluzione dei difetti e delle imperfezioni rilevate rientrerà nell'attività di manutenzione correttiva.

Ogni onere derivante dal collaudo e dalle eventuali modifiche necessarie per garantire la perfetta messa in funzione dello strumento è a carico del Fornitore.

## **7. FORMAZIONE DEL PERSONALE UTILIZZATORE DELL'ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**

Al Fornitore è richiesta un'attività di formazione divisa in due sessioni:

- ✧ La prima sessione dovrà essere effettuata successivamente al collaudo con esito positivo dell'ultimo strumento installato e consisterà in almeno 3 (tre) giornate di formazione *on-site* in favore del personale utilizzatore dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.  
Le giornate di formazione dovranno essere finalizzate a consentire l'utilizzazione della strumentazione da parte dei futuri utilizzatori; in particolare, il corso dovrà essere idoneo ad istruire il personale all'uso degli strumenti e dovrà sviluppare le problematiche che possano verificarsi nel corso dell'utilizzo, comprese le tematiche inerenti la sicurezza dell'utilizzatore. Le giornate di formazione dovranno essere effettuate entro e non oltre 30 (trenta) giorni lavorativi a decorrere dall'esito positivo del collaudo dell'ultimo strumento installato e comunque le date dovranno essere preventivamente concordate con il Referente tecnico dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, informandone anche il RUP.
- ✧ La seconda sessione dovrà essere effettuata tra i 6 e gli 8 mesi dalla precedente sessione di formazione e consisterà in almeno 2 (due) giornate di formazione *on-site* in favore del personale utilizzatore dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.  
Le giornate di formazione dovranno essere finalizzate ad ottimizzare l'utilizzo dei multipli dispositivi presenti nella strumentazione in campioni più specifici; dovrà sviluppare le problematiche più specifiche riscontrate nel corso dell'utilizzo dello strumento. Le date precise

in cui dar corso alla formazione dovranno essere preventivamente concordate con il Referente tecnico dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, informandone anche il RUP.

Il corso dovrà essere svolto da personale qualificato individuato dal Fornitore.

I contenuti della formazione dovranno essere modificabili, secondo le esigenze e le richieste dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.

## **8. RUOLI**

Il Responsabile Unico del Procedimento è la dott.ssa Annunziata Coppola

Il Referente Tecnico per la fornitura è il Prof. Alberto Vitale Brovarone del BIGEA.