

**Servizio di calibratura e consulenza, compresa fornitura, relativo a un sistema automatico per l'acquisizione di dati spettrali VNIR-SWIR per le esigenze del Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca.**

***Prestazione:***

Appalto misto comprensivo di:

- 1) fornitura di un sistema integrato basato su spettroradiometri operanti nel range spettrale visibile, infrarosso vicino e a onde corte (VNIR-SWIR), operante in automatico e outdoor, e del relativo software di processamento dati. Il sistema dovrà avere le caratteristiche tecniche minime descritte nel presente documento ed essere fornito pronto per l'uso, senza la necessità di costi e/o prodotti ulteriori;
- 2) servizio di attività di consulenza relativo alla calibrazione radiometrica e alla generazione di una filiera di pre-elaborazione dei dati spettrali come descritto nel presente documento.

La prestazione è inoltre comprensiva di:

- spedizione (con assicurazione contro il rischio del compratore di perdita o di danni alla merce durante il trasporto e compresi eventuali dazi doganali, nonché qualunque altro onere e spesa) e consegna presso l'edificio U1 Milano, Piazza della Scienza n. 1;
- garanzia a copertura totale (full risks), per la durata di 24 mesi, compresa assistenza tecnica, manutenzione ordinaria e manutenzione straordinaria *on site*.

***Descrizione del servizio di consulenza:***

Il servizio di consulenza viene suddiviso in 5 pacchetti di lavoro (WP-work package), la cui scansione temporale è descritta nel cronoprogramma indicato sotto.

Al termine delle attività previste dovrà essere reso operativo un sistema integrato, costituito da due spettrometri, dal relativo hardware adibito al loro funzionamento (compreso il funzionamento outdoor), dal software sviluppato per l'integrazione dei componenti. È inoltre richiesta l'acquisizione ed il processamento dei dati: i report contenenti i risultati dei WP i documenti/files relativi alla calibrazione dello strumento. Il sistema che verrà consegnato dovrà essere pronto per essere operativo in automatico e outdoor senza nessun'altra integrazione e soddisfare tutti i requisiti descritti nel presente documento.

**WP1: Selezione e caratterizzazione degli spettrometri**

Premesso che il sistema dovrà integrare due spettrometri aventi i seguenti requisiti minimi:

- Range spettrale: 400 – 1700 nm;
- Almeno 1000 bande spettrali;
- Risoluzione spettrale (FWHM) variabile nello spettro: <3 nm VIS, 0.4nm 650-800, <12nm 950-1700;
- Rapporto segnale rumore > 300;
- Risoluzione radiometrica: 16 bit;

l'attività pertanto prevede:

- La valutazione della possibilità di avere una copertura spettrale fino a 2500 nm e la contestuale estensione del range spettrale;
- La caratterizzazione del rapporto segnale rumore;
- Il confronto del modulo SWIR con misure indoor e outdoor con spettrometri portatili tradizionali (su campioni di suolo di diversa natura);
- Al termine del WP è prevista la consegna del test report di selezione degli spettrometri (D1);

**WP2: Integrazione degli spettrometri in un sistema di acquisizione automatico stand alone**

Gli spettrometri, individuati, di cui al punto precedente, dovranno essere integrati e formare un sistema automatico di acquisizione dati, autonomo e operante outdoor.

Il sistema dovrà rispettare i seguenti requisiti:

- Selezione del miglior path ottico per l'acquisizione simultanea di radianza al sensore (incidente e riflessa);
- Misura simultanea della radiazione incidente e riflessa (canali upward e downward);
- Massimo tempo di acquisizione per ciclo di misura <50 s;
- Salvataggio dei dati su sd card;
- Modulo GPS e associazione ad ogni misura effettuata delle relative coordinate e tempo GPS;

- Stabilità termica dello strumento: il sistema dovrà essere termostato con la temperatura interna variabile da 23 a 27 °C;
- Il consumo elettrico non dovrà superare il picco massimo di 150 W;

### WP3: Calibrazione del sistema integrato

Il sistema, una volta operativo nell'acquisizione dei dati, dovrà essere calibrato in laboratorio. Dovranno essere forniti i seguenti documenti/files:

- Rapporto segnale rumore (SNR);
- Non linearità;
- Risoluzione spettrale;
- Calibrazione radiometrica;

### WP 4: Test su target specifici e confronti con altre misure

Il sistema calibrato dovrà essere testato in contemporanea a sistemi radiometrici portatili (e.g. ASD fielspec; Spectral Evolution). Il test servirà ad effettuare la valutazione dell'accuratezza della misura di radianza riflessa, radianza incidente e riflettanza.

### WP 5: Sviluppo della catena di pre-processing

Questa attività prevede lo sviluppo del software per la catena di processamento:

- conversione dato raw in radianza (W / m<sup>2</sup> sr nm);
- calcolo della riflettanza delle superfici;
- restituzione di uno spettro calibrato e continuo nel range spettrale selezionato.

Al termine di tutte le attività dovrà essere consegnato il report del sistema integrato con i risultati ottenuti durante la fase di calibrazione (WP 3) e di test del sistema (WP 4), nonché dello sviluppo del software di processamento dei dati (WP 5) e qualsiasi altro documento utile al suo utilizzo.

## CRONOPROGRAMMA

L'attività dovrà svolgersi in accordo al seguente cronoprogramma che elenca i pacchetti di lavoro e la loro scansione temporale.

La scansione temporale è indicata in mesi (M) a partire dall'approvazione del contratto (AC). Vengono inoltre indicati i momenti in cui devono essere consegnati i report di avanzamento del lavoro D1 e D2.

Overview														
Task & workpackage	Start	End	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
<b>Servizio di consulenza e fornitura di un sistema di telerilevamento</b>	AC	AC+12												
WP1: Selezione e caratterizzazione degli spettrometri	AC	AC+3												
WP2: Integrazione degli spettrometri in un sistema di acquisizione automatico stand alone	AC+3	AC+9												
WP3: Calibrazione del sistema integrato	AC+9	AC+10												
WP 4: Test su target specifici e confronti con altre misure	AC+9	AC+11												
WP 5: Sviluppo della catena di pre-processing	AC+11	AC+12												
D1 - report selezione spettrometri														
D2 - report finale sistema integrato														

\*AC= Approvazione contratto.