



Delibera n. 20/2015, Verbale CdA n. 04/15

**Oggetto:** approvazione della relazione sull'unicità del fornitore redatta dal Responsabile Unico del procedimento finalizzato all'acquisizione di reticoli olografici di volume (VPHGs) ad alta risoluzione per lo spettrografo WEAVE.

### IL CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

- VISTO** il Decreto Legislativo 4 giugno 2003, n. 138 di riordino dell'Istituto Nazionale di Astrofisica, pubblicato nella G.U. del 19 giugno 2003, n. 140;
- VISTO** il Decreto Legislativo 31 dicembre 2009, n. 213 di riordino degli Enti di ricerca in attuazione dell'articolo 1 della legge 27 settembre 2007, n. 165;
- VISTO** lo Statuto dell'INAF, entrato in vigore il 1° maggio 2011, e ss.mm.ii.;
- VISTO** il Disciplinare di organizzazione e funzionamento dell'Istituto Nazionale di Astrofisica, approvato con propria deliberazione n. 44/2012 del 21 giugno 2012, entrato in vigore il 23 luglio 2012 e successivamente modificato con proprie deliberazioni n. 84/2013 del 19 dicembre 2013 e n. 07/2014 del 19 febbraio 2014;
- VISTO** il Regolamento sull'amministrazione, sulla contabilità e sull'attività contrattuale dell'INAF, pubblicato sul S.O. n. 185 alla G.U.R.I., Serie Generale n. 300 del 23 dicembre 2004, in particolare l'art. 48;
- VISTA** la propria deliberazione n. 58/2014 del 17 dicembre 2014 di approvazione del bilancio di previsione decisionale dell'INAF relativo all'esercizio finanziario 2015;
- VISTO** il Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE" e ss.mm.ii., in particolare l'art. 57, comma 2, lett. b);
- VISTO** il Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163";
- VISTO** il Decreto del Commissario Straordinario n. 4/2007 del 25 maggio 2007, con il quale è stato integrato il dispositivo della delibera del Consiglio di Amministrazione n. 26/2005 del 15 aprile 2005 ad oggetto "Ripartizione delle competenze tra Consiglio di Amministrazione, Dipartimenti, Direzione Amministrativa e Strutture di ricerca" confermando, in capo al CdA, la competenza ad autorizzare le Strutture di Ricerca, la Direzione Amministrativa e i Dipartimenti ad attivare le procedure contrattuali di importo uguale o superiore ad euro 200.000,00;
- CONSIDERATO** che l'Istituto partecipa al progetto "WEAVE", finalizzato alla realizzazione di uno spettrografo multi-oggetto ad ampio campo con elevatissime capacità di *multiplexing* (fino a 1000 spettri di oggetti celesti contemporaneamente) da

CAB

47



installare al telescopio William Herschel Telescope (4.2-m di diametro) situato presso l'Osservatorio di Roque de Los Muchachos (La Palma, Canarie);

**MESSO IN RILIEVO** che WEAVE sarà uno spettrografo di fondamentale importanza nei prossimi anni per gli studi galattici e cosmologici, soprattutto in combinazione con altre strumentazioni/missioni quali Gaia e SKA, ed è un progetto di elevata entità economica e di grande impatto scientifico;

**TENUTO CONTO** che il progetto WEAVE ha appena concluso la fase di *FDR* (Final Design Review) e si prevede sia in operazione nel 2017 e che l'INAF è coinvolto sia nella parte scientifica che in quella strumentale, in particolare in quella relativa allo studio e all'acquisizione del sistema disperdente;

**VISTA** la nota del Responsabile Unico del Procedimento del 9 aprile u.s., con la quale il dott. Andrea Bianco (OA Brera) ha trasmesso una dettagliata relazione in merito alle specifiche tecniche dei VPHGs per lo spettrografo WEAVE nonché all'individuazione del potenziale fornitore della strumentazione in questione;

**CONSIDERATO** che la suddetta relazione esplicita, tra l'altro, che il sistema disperdente consiste di reticoli olografici di volume, oggigiorno considerati i sistemi disperdenti di riferimento per la strumentazione ottica astronomica, e che i VPHGs rappresentano una componente cruciale e critica per il funzionamento dello strumento;

**PRESO ATTO** che le specifiche richieste rendono la realizzazione dei VPHGs per WEAVE estremamente complessa, soprattutto per quanto riguarda i reticoli ad alta risoluzione, in quanto trattasi di elementi non standard;

**SOTTOLINEATA** da parte del RUP, la necessità di affidare la realizzazione dei suddetti VPHGs ad un produttore altamente qualificato che sia in grado di garantire le prestazioni di tali dispositivi, soprattutto in termini di efficienza di diffrazione, e che abbia già dimostrato in passato di poter realizzare componenti con caratteristiche simili;

**ATTESO** che dall'analisi effettuata dal RUP sui VPHGs realizzati in passato dalle uniche aziende del settore in grado di garantire l'affidabilità di tali componenti (Kaiser Optical Systems, Inc., Wasatch Photonics e Syzygy Optics, LLC), si evince chiaramente come la Kaiser Optical System, Inc. abbia la maggiore esperienza nella realizzazione di questi elementi per ambito astronomico e, soprattutto, sia l'unica ad aver realizzato VPHGs di grandi dimensioni con elevata densità di linee, caratteristiche peculiari dei reticoli olografici di volume ad alta risoluzione richieste per lo spettrografo WEAVE;

**VISTA** la nota del Responsabile dell'Unità Scientifica II – Gestione Progetti da Terra della Direzione Scientifica, dott. Filippo Maria Zerbi, con la quale la Direzione Scientifica, attraverso la USC-II, ha espresso parere favorevole all'assegnazione della fornitura alla ditta Kaiser Optical System Inc. in virtù della assenza di un produttore Italiano od Europeo e sulla base delle evidenze portate a supporto dal RUP nella sua relazione;

#### **DELIBERA**

con voto unanime dei presenti, espresso nei modi di legge:

CAB

47



- di approvare, nel testo allegato al presente provvedimento in modo da formarne parte integrante e sostanziale, la relazione in merito all'unicità del fornitore redatta dal Responsabile Unico del procedimento finalizzato all'acquisizione di reticoli olografici di volume (VPHGs) ad alta risoluzione per lo spettrografo WEAVE.

Con successiva deliberazione il Consiglio di Amministrazione, previa indicazione delle coordinate di bilancio sulle quali saranno imputate le spese per l'acquisizione della strumentazione in questione, autorizzerà l'avvio della procedura da esperirsi ai sensi dell'art. 57, comma 2, lett. b), del Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 e ss.mm.ii..

Roma, 16 aprile 2015

*Il Segretario*

*Il Presidente*



## Individuazione del Fornitore per VPHGs spettrografo WEAVE

Il progetto WEAVE prevede la realizzazione di uno spettrografo multi-oggetto ad ampio campo con elevatissime capacità di *multiplexing* (fino a 1000 spettri di oggetti celesti contemporaneamente) da montare al telescopio William Herschel Telescope (4.2-m di diametro) situato presso l'Osservatorio del Roque de Los Muchachos (La Palma, Canarie). Tale strumentazione consiste di un sistema di fibre ottiche che fungono da fenditure di piano focale che portano la luce allo spettrografo il quale è diviso in un braccio che copre la regione spettrale del rosso ed un altro che copre la regione del blu. Per entrambi esiste una modalità a bassa risoluzione ed una ad alta. WEAVE sarà uno spettrografo di fondamentale importanza nei prossimi anni per studi galattici e cosmologici soprattutto in combinazione con altre strumentazioni/missioni quali Gaia e SKA ed è sicuramente un progetto di elevata entità economica e di impatto scientifico. Il progetto WEAVE ha appena concluso la fase di *FDR* (Final Design Review) e si prevede sia in operazione nel 2017. INAF è coinvolto formalmente in WEAVE sia per quanto concerne la parte scientifica che quella strumentale. Tra queste ultime attività vi è quella relativa allo studio ed acquisizione del sistema disperdente.

Focalizzando l'attenzione sul sistema disperdente, dai dati di progetto, si evidenzia come si tratti di **reticoli olografici di volume (VPHG)** i quali sono oggi considerati i sistemi disperdenti di riferimento per la strumentazione ottica astronomica. Tali elementi **non sono standard**, ma devono essere realizzati ad hoc sulla base dei dati di progetto ottico. E' opportuno sottolineare come l'Osservatorio Astronomico di Brera ha sviluppato negli anni una competenza specifica in tali sistemi disperdenti.

Il set di VPHG per WEAVE consta di 5 reticoli (si veda la tabella di specifiche allegata per tutti i dettagli), due (uno nel blu e uno nel rosso) a bassa risoluzione (LR) e tre ad alta risoluzione (HR, due nel blu e uno nel rosso). Le dimensioni dei reticoli è elevata (*clear aperture* di circa 190x200 mm<sup>2</sup> per LR e 190x310 mm<sup>2</sup> per HR) e ciò è dovuto al particolare disegno ottico ed alla necessità di ottenere elevate risoluzioni. Inoltre gli intervalli spettrali di funzionamento sono ampi, grazie all'utilizzo di sensori dall'elevato numero di pixel (2 da 6k x 6k per ogni ramo dello spettrografo) ed è quindi necessario ottenere una elevata efficienza su tutto l'intervallo.

E' importante notare anche le caratteristiche di densità di linee per i reticoli HR (2431 l/mm per il rosso e 3580 l/mm e 3057 l/mm per i blu) che si traducono in un angolo di incidenza elevato (per ottenere risoluzioni elevate) e una conseguente criticità per garantire efficienza di diffrazione su tutto l'intervallo spettrale. Le prestazioni richieste sono ottenibili spingendo al limite la tecnologia olografica attuale. Queste specifiche rendono la realizzazione dei VPHG per WEAVE estremamente complessa, soprattutto per quanto riguarda i reticoli HR. Inoltre, è stato messo in rilievo come il sistema disperdente sia un componente cruciale e critico dello strumento per il suo funzionamento. E' necessario quindi trovare un produttore affidabile in grado di garantire le prestazioni di tali dispositivi soprattutto in termini di efficienza di diffrazione e che abbia dimostrato in passato di poter realizzare elementi con caratteristiche simili.

E' opportuno sottolineare come la produzione di questi elementi ottici richieda un processo molto complesso che va dalla preparazione del materiale sensibile (Gelatina dicromatica), all'esposizione olografica (soprattutto nel caso di densità di linee elevate) fino allo sviluppo chimico del substrato impressionato. Il risultato in termini di efficienza di diffrazione e di omogeneità dipende dal controllo accurato di tutte le fasi di produzione. Inoltre vi sono altri fattori che influenzano le prestazioni finali del VPHG tra i quali è utile sottolineare l'incollaggio del secondo substrato sullo strato attivo. Poiché inoltre tali elementi sono specifici e unici per ogni strumento, l'esperienza che si è accumulato nel realizzare sistemi

I.N.A.F. - Istituto Nazionale di Astrofisica

Sede Legale - Viale del Parco Mellini, 84 00136 ROMA - Codice Fiscale 97220210583 P.Iva 06895721006

Osservatorio Astronomico di Brera

Via Brera, 28 - 20121 MILANO - Telefono +39 02 72320300 - Fax +39 02 72001600

Via E. Bianchi, 46 - 23807 MERATE - Telefono +39 0272320500- Fax +39 0272320601

simili è un requisito indispensabile per ridurre al minimo il rischio di fallimento. Tale rischio si traduce facilmente in un rallentamento nella realizzazione dello strumento con ovvie conseguenze in termini di ricadute scientifiche.

La produzione di VPHG in ambito astronomico è un mercato di nicchia ed è noto che **non vi siano produttori in Europa di VPHG per l'ambito astronomico**, ma ci sono solo tre produttori nord americani. Tale constatazione è stata in passato anche oggetto di preoccupazione della comunità astronomica europea, ma ad oggi non si è trovata ancora una soluzione.

I tre produttori nord americani sono:

- Kaiser Optical Systems, Inc. (371 Parkland Plaza, Ann Arbor, MI 48103, Stati Uniti);
- Wasatch Photonics (1305 North 1000 West Suite 120, Logan, UT 84321, Stati Uniti);
- Syzygy Optics, LLC (P.O. Box 211, Chapel Hill, NC 27514, Stati Uniti).

Grazie al fatto che il mondo della strumentazione astronomica è circoscritto, è stato possibile analizzare quali VPHG siano stati realizzati dalle diverse aziende e per quali tipi di strumento. Quello che è fondamentale capire è quali di essi è stato in grado di produrre VPHG ad alta risoluzione di dimensioni simili a quelle di WEAVE o maggiori.

**Kaiser Optical Systems, Inc.:** E' l'azienda che realizza VPHG in astronomia da più tempo, infatti i primi prototipi risalgono al 1999(1). Ha sviluppato due VPHG per ULTRASPEC/EFOSC2 (1070 e 1550 l/mm), un VPHG per AMAC (500 l/mm). Recentemente e più significativamente ha realizzato: i) VPHG per la strumentazione MUSE (@VLT) i quali avevano la caratteristica di dover essere 24 esemplari praticamente identici (120x80x20 mm, 639 l/mm)(2); ii) il VPHG per lo spettrografo nel vicino infrarosso APOGEE(3) il quale era caratterizzato dalle elevate dimensioni (290x480 mm, 1008 l/mm) e dal fatto di essere realizzato a mosaico (con tolleranze realizzative strettissime); iii) i VPHG per lo spettrografo ad alta risoluzione HERMES@AAO(4) che invece erano caratterizzati da un'elevata densità di linee (da 2400 l/mm a 3800 l/mm) e da una dimensione di circa 220x500 mm; iv) i GRISM basati su VPHG a 3300 l/mm per lo strumento VIRUS-W (Hobby-Eberly Telescope) (5). Ha inoltre prodotto i VPHG che funzioneranno da *cross disperser* per lo spettrografo ESPRESSO (VLT) che è in fase di integrazione.

**Wasatch Photonics:** questa azienda produce VPHG soprattutto per piccoli spettrografi da banco, per quanto concerne le applicazioni in ambito astronomico. Si può annoverare la recente produzione di un VPHG per lo spettrografo RSS-NIR del telescopio SALT(6) con 950 l/mm e dimensioni di 160 x 260 mm<sup>2</sup>. Ha inoltre prodotto dei VPHG campione operanti nel NIR (come Kaiser Optical Systems) per l'Infrared Imaging Spectrograph (IRIS) che potenzialmente sarà montato al TMT (7) ed altri campioni di 100x100 mm<sup>2</sup> (fino a 1500 l/mm) per lo spettrografo del telescopio SOAR(8). E' stato anche prodotto un VPHG campione con 3400 l/mm (non è riportata la dimensione) per una nuova tipologia di strumento pensato per il GTC(9). Questa Azienda non ha mai prodotto reticoli nelle caratteristiche richieste per WEAVE ne risulta averne le capacità produttive necessarie.

**Syzygy Optics, LLC:** Non è immediato trovare dati relativi a questa azienda in quanto è nata recentemente dall'attività di ricerca portata avanti da Chris Clemens presso l'Università della Carolina. Sono stati prodotti i reticoli VPHG per il Goodman Spectrograph (montato al SOAR) con 300, 600 e 1200 l/mm con diametro di circa 100 mm(10). Inoltre, molto più recentemente, stati prodotti i VPHG per lo strumento VIRUS (montato al Hobby-Eberly Telescope), essi sono in tutto 170 reticoli identici con diametro di circa 140 mm e con 930 l/mm(11). Ha inoltre proposto l'utilizzo di VPHG curvi per spettrografi innovativi, mostrando dei prototipi di piccole dimensioni (12). Anche questa Azienda non ha mai prodotto reticoli nelle caratteristiche richieste per WEAVE ne risulta averne le capacità produttive necessarie.

I.N.A.F. - Istituto Nazionale di Astrofisica

Sede Legale - Viale del Parco Mellini, 84 00136 ROMA - Codice Fiscale 97220210583 P.Iva 06895721006

Osservatorio Astronomico di Brera

Via Brera, 28 - 20121 MILANO - Telefono +39 02 72320300 - Fax +39 02 72001600

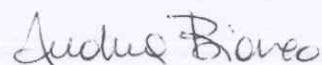
Via E. Bianchi, 46 - 23807 MERATE - Telefono +39 0272320500 - Fax +39 0272320601

Dall'analisi effettuata si evince chiaramente come la Kaiser Optical System, Inc. abbia in generale la maggiore esperienza nella realizzazione di VPHG per ambito astronomico. Ancora più importante è il fatto che essa è l'unica ad aver realizzato di VPHG di elevate dimensioni con elevata densità di linee le quasi sono due caratteristiche peculiari dei VPHG ad alta risoluzione richiesti per lo spettrografo WEAVE (si veda soprattutto i VPHG per HERMES). Queste sono anche le due caratteristiche di maggiore criticità unite al fatto di mantenere una efficienza di diffrazione sostanziale su tutto l'intervallo spettrale.

*Si raccomanda pertanto di considerare Kaiser Optical System, Inc. come unica azienda produttrice in grado di fornire il prodotto richiesto minimizzando i rischi e permettendo di raggiungere le specifiche di progetto e di procedere a contattare questa azienda per ottenere la relativa offerta.*

Merate, 9 aprile 2015

Il Responsabile Unico del Procedimento



I.N.A.F. - Istituto Nazionale di Astrofisica

Sede Legale - Viale del Parco Mellini, 84 00136 ROMA - Codice Fiscale 97220210583 P.Iva 06895721006

**Osservatorio Astronomico di Brera**

Via Brera, 28 - 20121 MILANO - Telefono +39 02 72320300 - Fax +39 02 72001600

Via E. Bianchi, 46 - 23807 MERATE - Telefono +39 0272320500- Fax +39 0272320601

**Tabella specifiche del set di VPHG per lo spettrografo WEAVE:**

Property	Value		
Operating temperature	Room temperature		
Operating pressure	0.8x10 <sup>5</sup> Pascal		
Outer shape	Rectangular, grating grooves aligned along shorter side		
Total substrate thickness (gelatine and cement thickness is some tents of microns)	40 mm	50 mm	50 mm
Substrate material	Fused Silica		
Optical quality of transmitted beam	< $\lambda$ over the full clear aperture (PtV)*		
A/R coating on external substrate surface	Average R<1% (goal <0.5%) per surface over the wavelength range covered by the VPH		
Fringe angular orientation (glass substrate)	0.5° (measured with accuracy better than 5 arcmin)		
Grating nominal footprint	192x202 mm	190x309mm	190x309 mm
Centre (Littrow) wavelengths	490 nm (blue) 775 nm (red)	438 nm (blue) 645 nm (red)	513 nm (blue)
Blue wavelength coverage	366 nm – 606 nm	404 nm – 465 nm	473 nm – 545 nm
Red wavelength coverage	579 nm – 959 nm	595 nm – 685 nm	
Blue VPH ruling density (+/- 1 line/mm)	1385.2 lines / mm	3579.7 lines / mm	3056.7 lines / mm
Red VPH ruling density (+/- 1 line/mm)	875.8 lines / mm	2430.8 lines / mm	
VPH incidence angle (in air) blue	22.46°	54.18°	54.18
VPH output angle (in air) blue	17.01°	48.98°	48.98
VPH incidence angle (in air) red	19.52°	51.30°	
VPH output angle (in air) red	19.86°	51.65°	

I.N.A.F. - Istituto Nazionale di Astrofisica

Sede Legale - Viale del Parco Mellini, 84 00136 ROMA - Codice Fiscale 97220210583 P.Iva 06895721006

**Osservatorio Astronomico di Brera**

Via Brera, 28 - 20121 MILANO -Telefono +39 02 72320300 - Fax +39 02 72001600

Via E. Bianchi, 46 - 23807 MERATE -Telefono +39 0272320500- Fax +39 0272320601

**Riferimenti bibliografici**

1. J. A. Arns, W. S. Colburn, S. C. Barden and J. B. Williams, "Volume-Phase Holographic Gratings for Astronomical Spectrographs," in *Bulletin of the American Astronomical Society*, p. 839 (1999).
2. E. Renault, M. Loupiau, L. Adjali, J. Arns, R. Bacon, D. Boudon, P. Caillier, P. Coadour, H. Dekker, J. P. Dubois, J. Kosmalski, L. Pinard and A. Remillieux, "Efficiency measurements performed on the MUSE VPHG," SPIE, Ed., p. 77394R, SPIE, San Diego (2010).
3. J. Arns, J. C. Wilson, M. Skrutskie, S. Smee, R. Barkhouser, D. Eisenstein, J. Gunn, F. Hearty, A. Harding, P. Maseman, J. Holtzman, R. Schiavon, B. Gillespie and S. Majewski, "Development of a large mosaic volume phase holographic (VPH) grating for APOGEE," SPIE, Ed., p. 77351C, San Diego (2010).
4. J. A. C. Heijmans, L. Gers and B. Faught, "Design and development of the high-resolution spectrograph HERMES and the unique volume phase holographic gratings," SPIE, Ed., p. 81671A, Marseille (2011).
5. M. H. Fabricius, F. Grupp, R. Bender, N. Drory, J. Arns, S. Barnes, C. Gössl, J. Snigula, G. J. Hill, U. Hopp, F. Lang-Bardl, P. J. MacQueen, R. Saglia and P. Wullstein, "VIRUS-W: commissioning and first-year results of a new integral field unit spectrograph dedicated to the study of spiral galaxy bulges," pp. 84465K-84465K-84411 (2012).
6. M. J. Wolf, M. P. Mulligan, M. P. Smith, D. P. Adler, C. M. Bartosz, M. A. Bershad, D. A. H. Buckley, M. P. Burse, P. A. Chordia, J. C. Clemens, H. W. Epps, K. Garot, B. L. Indahl, K. P. Jaehnig, R. J. Koch, W. P. Mason, G. Mosby, K. H. Nordsieck, J. W. Percival, S. Punnadi, A. N. Ramaprakash, J. A. Schier, A. I. Sheinis, S. A. Smee, D. J. Thielman, M. W. Werner, T. B. Williams and J. P. Wong, "Project status of the Robert Stobie spectrograph near infrared instrument (RSS-NIR) for SALT," pp. 91470B-91470B-91415 (2014).
7. S. Chen, E. Meyer, S. A. Wright, A. M. Moore, J. E. Larkin, J. Maire, E. Mieda and L. Simard, "The infrared imaging spectrograph (IRIS) for TMT: volume phase holographic grating performance testing and discussion," pp. 91478X-91478X-91413 (2014).
8. F. F. Ribeiro, O. J. Katime-Santrich, C. D. Gneiding, B. V. Castilho, R. P. Campos and R. A. Nicolau, "The LNA VPH characterization experiment," pp. 70184V-70184V-70110 (2008).
9. E. Sánchez-Blanco, M. García-Vargas, M. Maldonado, J. Gallego, A. Gil de Paz, E. Carrasco, A. Pérez, I. Martínez-Delgado and J. Zamorano, "Sliced-pupil grating: a novel concept for increasing spectral resolution," pp. 80111I-80111I-80110 (2011).
10. J. C. Clemens, J. A. Crain and R. Anderson, "The Goodman spectrograph," pp. 331-340 (2004).
11. T. S. Chonis, A. Frantz, G. J. Hill, J. C. Clemens, H. Lee, S. E. Tuttle, J. J. Adams, J. L. Marshall, D. L. DePoy and T. Prochaska, "Mass production of volume phase holographic gratings for the VIRUS spectrograph array," pp. 91511J-91511J-91516 (2014).
12. J. C. Clemens, D. O'Donoghue and B. H. Dunlap, "Curved VPH gratings for novel spectrographs," pp. 91511K-91511K-91517 (2014).

I.N.A.F. - Istituto Nazionale di Astrofisica

Sede Legale - Viale del Parco Mellini, 84 00136 ROMA - Codice Fiscale 97220210583 P.Iva 06895721006

**Osservatorio Astronomico di Brera**

Via Brera, 28 - 20121 MILANO - Telefono +39 02 72320300 - Fax +39 02 72001600

Via E. Bianchi, 46 - 23807 MERATE - Telefono +39 0272320500 - Fax +39 0272320601