



FERMI ENGINEERING SPECIFICATION DOCUMENT

N. 081-ITA

*Specifiche Tecniche per la Realizzazione degli Specchi Toroidali
EIS_x_y_z_i della beamline EIS-TIMER di FERMI@Elettra*

AUTHOR

MARCO ZANGRANDO

Date of Submission	06-05-2011
Date of Review	13-05-2011
Review Number	6
Date of Publication	22-11-2011



Indice dei contenuti

1	Generalità.....	3
1.1	Introduzione.....	3
1.2	Oggetto della fornitura	3
1.3	Condizioni generali	3
1.4	Fasi del contratto di fornitura	5
1.5	Qualità	6
2	Specifiche degli specchi toroidali	8
2.1	Generalità.....	8
2.2	Specifiche tecniche.....	8
2.3	Specifiche dei raggi di curvatura.....	12
2.4	Specifiche delle slope error e della rugosità.....	13
2.5	Costruzione degli specchi: generalità	13
3	Ispezioni e misure metrologiche in fabbrica e presso ST	14
3.1	Dimensioni ed aspetto	14
3.2	Raggi di curvatura	14
3.3	Slope error	15
3.4	Rugosità	15



1 Generalità

1.1 Introduzione

Sincrotrone Trieste S.c.p.A. (ST) ha costruito Elettra, una delle prime sorgenti di luce di sincrotrone di terza generazione in Europa, ad alta brillantezza, ottimizzata per l'emissione nella regione dei "soft X-ray", che ora gestisce nelle sue operazioni. Questa macchina di luce di sincrotrone è composta da un "booster" e uno "storage ring" (anello di accumulazione).

Una nuova macchina sorgente di luce, basata sull'emissione "FEL" (Free Electron Laser) e alimentata da un "Linac", è in fase di commissioning. Questo nuovo progetto denominato FERMI@Elettra (FERMI) ha prodotto la prima luce alla fine del 2010, ed il suo completamento è previsto entro il 2011.

1.2 Oggetto della fornitura

Il presente documento fornisce la descrizione e definisce le specifiche, i vincoli e i limiti degli specchi rifocalizzanti della beamline EIS-TIMER di FERMI.

L'oggetto del contratto è la fornitura degli specchi toroidali della beamline EIS-TIMER di FERMI denominati EIS_x_y_z_i, sulla base delle specifiche descritte nel Capitolo 2. L'Appaltatore sarà responsabile della fabbricazione dei substrati, del rivestimento ottico (ove previsto) delle superfici, dell'imballo e della spedizione a ST di

- 24 (ventiquattro) specchi rifocalizzanti toroidali EIS_x_y_z_i,

pronti per l'installazione e l'operazione, inclusa la costruzione di qualsiasi tipo di attrezzatura necessaria alla realizzazione.

L'Appaltatore sarà responsabile:

- della realizzazione di un Cronoprogramma dettagliato per la fornitura (vedi paragrafo 1.4), dell'approvvigionamento dei materiali e delle parti commerciali necessarie, della preparazione e dell'invio a ST di disegni dettagliati delle ottiche;
- della realizzazione a regola d'arte dei substrati ottici (bulk), rispettando vincoli e limiti specificati nel Capitolo 2 del presente documento;
- del rivestimento delle superfici ottiche (coating), ove previsto, così come specificato nel Capitolo 2 del presente documento;
- dell'esecuzione delle misure metrologiche di caratterizzazione dei substrati e delle ottiche rivestite (con coating), così come specificato nel Capitolo 3 del presente documento.

1.3 Condizioni generali

- 1.3.1 L'accettazione formale degli specchi toroidali avverrà solo dopo ispezione e collaudo positivo in sede di ST (misure metrologiche: dimensioni, raggi di curvatura, slope error, rugosità), da parte di ST.
- 1.3.2 In caso di rifiuto di un qualsiasi specchio, sulla base dei test specificati nel Capitolo 3, l'Appaltatore sarà responsabile di organizzare e sostenere le spese per il trasporto presso la propria sede, per la necessaria rilavorazione. In quest'ultimo caso ST si riserva il diritto di richiedere l'esecuzione di tutti i test previsti da questo documento, prima della spedizione dello specchio rilavorato a ST. Una volta rispedito a ST, lo specchio sarà accettato solamente dopo l'esito positivo dei test presso ST di cui al Capitolo 3.
- 1.3.3 Non sarà consentita alcuna modifica, a meno di richiesta scritta da parte dell'Appaltatore ed accettazione scritta da parte di ST, alla documentazione di corredo (parametri, disegni costruttivi, etc.), dopo che ST avrà approvato la documentazione stessa.
- 1.3.4 L'Appaltatore dovrà preparare tutta la documentazione tecnica richiesta in fase di esecuzione, in forma cartacea e in formato digitale, in Italiano e/o in Inglese.
- 1.3.5 L'Appaltatore dovrà nominare un Project Manager che curerà tutte le comunicazioni con ST per tutta la durata del contratto; ST da parte sua procederà ad analoga nomina.
- 1.3.6 Tutta la documentazione tecnica (calcoli, disegni costruttivi, etc.) rimarrà di esclusiva proprietà di ST. Non ne verrà permesso l'impiego, da parte dell'Appaltatore, per alcun altro scopo, a meno di autorizzazione scritta da parte di ST.
- 1.3.7 Qualsiasi tipo di approvazione da parte di ST non esimerà l'Appaltatore dalla sua responsabilità di realizzare specchi toroidali conformi ai parametri meccanici e ottici descritti in questa specifica.
- 1.3.8 Il periodo di garanzia per gli specchi, oggetto di questo documento, sarà di almeno 24 (ventiquattro) mesi. Il periodo di garanzia comincerà a partire dalla data dall'accettazione formale (v. 1.3.2) dell'ultimo specchio consegnato a ST.
- 1.3.9 ST si riserva il diritto di presenziare ad ogni ispezione e/o test descritto in questo documento. A questo scopo ST dovrà essere avvisata con un anticipo di almeno 2 (due) settimane rispetto alla data dell'esecuzione di ogni ispezione e/o test. Verrà garantito al personale di ST libero accesso alle sedi di fabbricazione sia dell'Appaltatore che di ogni eventuale sub-contraente, durante il normale orario lavorativo.
- 1.3.10 L'Appaltatore dovrà spedire gli specchi toroidali completati (con il coating, ove previsto) solo dopo che avrà ricevuto notifica scritta, da parte di ST,

dell'accettazione dell'esito delle misure metrologiche effettuate in fabbrica su ciascuna ottica (di cui al Capitolo 3).

1.4 Fasi del contratto di fornitura

- 1.4.1 La consegna degli specchi toroidali dovrà avvenire rispettando il Cronoprogramma allegato alla Lettera di Invito. Eventuali proposte migliorative dei tempi di consegna da parte del Concorrente costituiranno elemento di valutazione dell'offerta da parte di ST, come specificato nella Lettera di Invito.
- 1.4.2 La fornitura degli specchi toroidali sarà suddivisa nelle tre fasi temporali specificate dal Cronoprogramma.
- 1.4.3 La prima fase comprenderà:
- Il progetto opto-meccanico degli specchi e la descrizione di tutta la strumentazione ed attrezzatura necessarie alla realizzazione degli specchi stessi.
 - La redazione di un Fascicolo Tecnico del progetto.
 - L'approvazione da parte di ST del Fascicolo Tecnico del progetto.
- 1.4.4 La seconda fase comprenderà:
- L'eventuale approvvigionamento e costruzione di tutta l'attrezzatura necessaria alla realizzazione degli specchi.
 - L'approvvigionamento di tutti i materiali e componenti per la realizzazione degli specchi (bulk e coating).
 - La realizzazione dei substrati secondo specifiche.
 - Le misure metrologiche dei substrati e la comunicazione ed invio dei risultati a ST.
 - L'approvazione da parte di ST dei risultati delle misure metrologiche sui substrati.
- 1.4.5 La terza fase comprenderà:
- La spedizione a ST delle ottiche secondo lo schema a lotti specificato in Tabella 2 (colonna "Lotto"). In particolare, verranno spediti a ST i substrati richiesti senza coating (lotti 1 e parte del 2) che siano stati accettati da ST al termine della fase 2.
 - La realizzazione dei rivestimenti ottici (coating) dei vari specchi, ove previsto (lotti dal 2 al 6).
 - Le misure metrologiche degli specchi completati e la comunicazione ed invio dei risultati a ST.
 - L'approvazione da parte di ST dei risultati delle misure metrologiche sugli specchi completati.
 - La spedizione a ST degli specchi (con coating) completati.

- 1.4.6 Al massimo entro i tempi previsti dal Cronoprogramma, l'Appaltatore dovrà completare, in collaborazione con ST, e consegnare a ST per approvazione, il Fascicolo Tecnico del progetto degli specchi di cui al precedente punto 1.4.3. Il Fascicolo Tecnico dovrà contenere una descrizione dettagliata del progetto optomeccanico degli specchi, e una descrizione di tutta la strumentazione ed attrezzatura necessarie per la realizzazione e la caratterizzazione metrologica degli specchi stessi. Dovranno essere inclusi:
- un set completo di disegni costruttivi;
 - una lista completa della descrizione e delle prestazioni della strumentazione metrologica che sarà impiegata dall'Appaltatore per verificare la rispondenza alle specifiche tecniche in termini di dimensioni, raggi di curvatura, slope error e rugosità.
- 1.4.7 I disegni costruttivi dovranno essere sviluppati impiegando un sistema CAD e dovranno soddisfare le normative UNI – ISO. Dovrà essere fornito dall'Appaltatore un set di disegni costruttivi in formato digitale, da definirsi in accordo con ST.
- 1.4.8 Il Fascicolo Tecnico dovrà contenere una descrizione e valutazione delle procedure e misure utilizzate (in passato) che hanno permesso di certificare le accuratezze dei sistemi di misura metrologici utilizzati per determinare raggi di curvatura, slope error e rugosità.
- 1.4.9 La revisione e l'approvazione del Fascicolo Tecnico da parte di ST non solleva l'Appaltatore dalle sue responsabilità nell'eseguire tutte le azioni che si rendano necessarie per realizzare specchi che rispondano alle specifiche contenute in questo documento. ST rilascerà formale autorizzazione scritta a procedere con la seconda fase della fornitura.
- 1.4.10 In seguito alla citata autorizzazione (1.4.9), l'Appaltatore dovrà procedere all'esecuzione di tutte le azioni previste dalla fase 2.
- 1.4.11 Per ciascun substrato, soltanto dopo l'approvazione formale da parte di ST delle relative misure metrologiche (dimensioni, raggi di curvatura, slope error e rugosità), la fase 3 potrà aver inizio.
- 1.4.12 L'Appaltatore sarà in ogni caso responsabile del raggiungimento dei parametri operativi specificati in questo documento.

1.5 Qualità

- 1.5.1 L'Appaltatore dovrà realizzare gli specchi adottando un sistema di controllo di qualità che soddisfi gli standard internazionali ISO 9001 o equivalente.
- 1.5.2 Entro 10 (dieci) giorni lavorativi dal termine dei test metrologici dei singoli substrati l'Appaltatore dovrà redigere un Verbale di Misura Substrato, nel quale

verrà certificata la conformità di ogni substrato rispetto ai disegni costruttivi e alle specifiche tecniche richieste. Nel Verbale di Misura Substrato dovranno essere elencati i risultati di tutti i test eseguiti durante il processo di costruzione e lavorazione, compresi i test metrologici su raggi di curvatura, slope error e rugosità.

- 1.5.3 In seguito all'approvazione formale da parte di ST di ogni Verbale di Misura Substrato (v. 1.4.11), l'Appaltatore dovrà procedere al rivestimento ottico (coating), ove previsto e con i materiali specificati, e ripetere quindi le misure metrologiche.
- 1.5.4 Il risultato di tali misure (1.5.3) dovrà essere riportato in un Verbale di Misura Specchio che sarà inviato a ST entro 10 (dieci) giorni lavorativi dal termine dei test metrologici su ogni singolo specchio. In tale verbale dovranno essere riportati i risultati delle misure dei raggi di curvatura, delle slope error e della rugosità per approvazione da parte di ST.
- 1.5.5 Nel caso di substrati richiesti senza coating, il Verbale di Misura Specchio coinciderà con il Verbale di Misura Substrato e si applicherà quanto riportato in 1.5.4.
- 1.5.6 Le ispezioni e le approvazioni previste dai documenti di cui ai punti 1.5.2, 1.5.3 e 1.5.4 non sollevano l'Appaltatore da alcuna responsabilità per quanto riguarda l'intera fornitura.

2 Specifiche degli specchi toroidali

2.1 Generalità

- 2.1.1 Il Concorrente dovrà predisporre un'offerta conforme alle specifiche tecniche in seguito riportate.
- 2.1.2 Gli specchi opereranno in ultra alto vuoto e saranno usati per focalizzare radiazione con lunghezze d'onda tra 100 e 3nm in camera sperimentale. Visto il carico termico trascurabile, gli specchi non saranno raffreddati.

2.2 Specifiche tecniche

- 2.2.1 Ogni specchio verrà identificato dalla seguente nomenclatura: EIS_x_y_z_i (EIS = nome della beamline; x (1,2) = sorgente FEL utilizzata; y (1,3) = armonica utilizzata; z (1,2,3,4) = configurazione ottica utilizzata; i (a,b) = identificativo per le coppie di specchi uguali).
- 2.2.2 Su ogni specchio deve essere indicato il suo codice identificativo (v. 2.2.1), tipicamente su una delle quattro facce lungo la direzione H (vedi figura 1).
- 2.2.3 È previsto l'utilizzo degli specchi in condizioni di Ultra Alto Vuoto con pressioni $\leq 10^{-10}$ mbar. I materiali ed il trattamento utilizzati nella realizzazione degli specchi dovranno soddisfare questa condizione fondamentale. Inoltre, gli specchi dovranno essere compatibili con temperature fino a 120° C.
- 2.2.4 Gli specchi, una volta installati nelle definitive camere da vuoto, dovranno essere montati su opportuni manipolatori per permetterne l'allineamento ottico di precisione. Di conseguenza, sono stati previsti degli alloggiamenti per i supporti sul corpo (bulk) degli specchi stessi. Tali alloggiamenti sono riportati nelle figure 1 e 2.
- 2.2.5 Le caratteristiche comuni a tutti gli specchi sono riportate in tabella 1. Per i parametri specifici di ciascuno specchio si veda il punto seguente (2.2.6).
- 2.2.6 L'Appaltatore dovrà realizzare gli specchi in modo da soddisfare i parametri operativi elencati nelle seguenti tabelle 1, 2 e 3. Sono da considerarsi parte delle specifiche richieste anche le note alle Tabelle 1 e 2.
- 2.2.7 Nel caso di specchi con coating, se è necessario l'utilizzo di un *binding layer* tra coating stesso e substrato esso dovrà essere approvato preventivamente da ST.
- 2.2.8 Quando si richiedono coppie di specchi identici (indicati con Quantità = 2; es. EIS_x_1_z_i) è fondamentale che, per ogni coppia, gli specchi abbiano raggi di curvatura il più possibile uguali tra di loro (sia tangenzialmente che sagittalmente), sempre restando nell'intervallo di valori richiesti ed ammessi. L'uguaglianza tra i raggi di curvatura deve essere considerata prioritaria rispetto

alla loro rispondenza al valore nominale. Ciò significa che, per una data coppia di specchi identici, è preferibile avere raggi di curvatura uguali tra loro anche se leggermente diversi dal valore nominale, pur entro i limiti riportati in tabella 2.

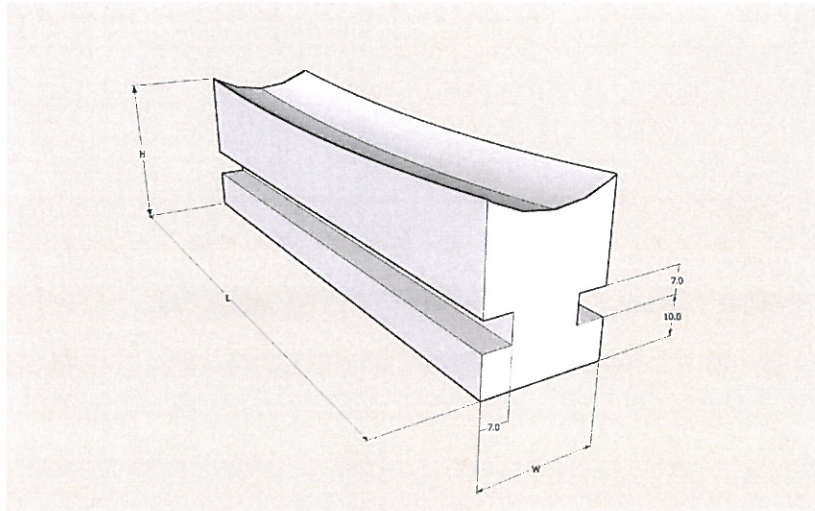


Figura 1 – Dimensioni degli specchi (in mm) ed alloggiamenti per il supporto meccanico nel caso di specchi con H=40mm.

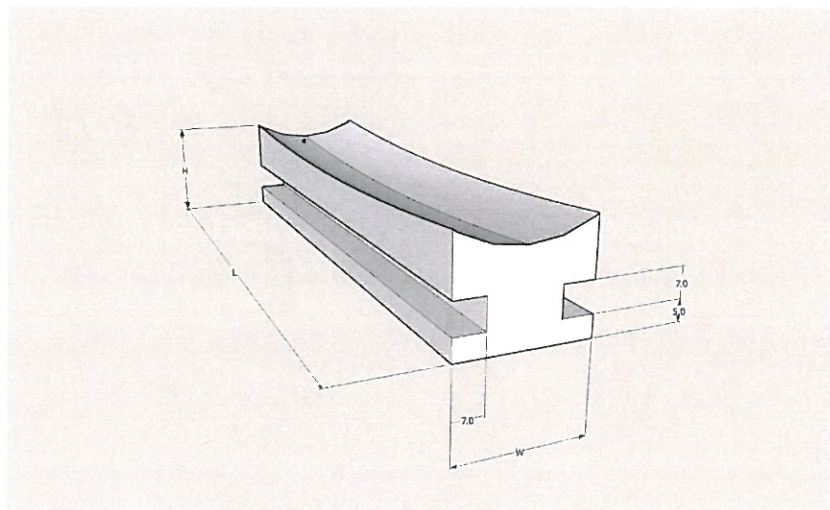


Figura 2 – Dimensioni degli specchi (in mm) ed alloggiamenti per il supporto meccanico nel caso di specchi con H=25mm.

Materiale del substrato	Fused silica	
Superficie ottica	Toroidale	
Slope error tangenziale (rms)	≤ 5	μrad
Slope error sagittale (rms)	≤ 5	μrad
Spessore coating ottico (ove previsto)	50	nm
Errore di forma P-V (peak to valley) dopo la sottrazione della sfera migliore su ogni sezione da 10cm dello specchio.	≤ 10	nm
Rugosità (rms) 2D, misurata su un periodo spaziale 1-300 μm	≤ 3	\AA

Tab. 1 – Parametri comuni a tutti gli specchi.

Nota Bene:

I valori relativi alle slope error (tangenziale e sagittale) devono risultare inferiori al limite indicato in tabella. Inoltre, si specifica che il valore risulta tanto migliore quanto più prossimo a 0.

Quantità	Rif.	Range (nm)	R (cm)	ΔR (%)	ρ (cm)	$\Delta\rho$ (%)	Angolo	Coating	Lotto
2	1_1_1	60-20	5851.5	± 0.3	88.5	± 0.5	82.9°	C	3
2	1_1_2	60-20	3379	± 0.4	90	± 0.6	80.6°	C	3
2	1_1_3	60-20	680	± 0.7	97.6	± 0.5	67.75°	Au	4
2	1_1_4	60-20	440	± 0.5	103.4	± 0.6	61.15°	Au	4
1	1_3_1	20-6.6	10390	± 1.2	15.45	± 1.9	87.8°	C	2
1	1_3_2	20-6.6	5650	± 0.4	15.8	± 1.9	87°	C	2
1	1_3_3	20-6.6	1100	± 0.9	16.1	± 1.5	83.2°	C	5
1	1_3_4	20-6.6	725	± 1.4	16.2	± 1.2	81.6°	TiO2	5
2	2_1_1	20-10	5900	± 1.7	91	± 1.2	82.9°	C	6
2	2_1_2	20-10	3420	± 1.2	92.74	± 1.3	80.6°	C	6
2	2_1_3	20-10	675	± 0.5	101	± 1.5	67.75°	- *	1
2	2_1_4	20-10	440	± 0.5	107	± 1.9	61.15°	- *	1
1	2_3_1	6.6-3.3	10500	± 1.9	17.5	± 5.1	87.8°	Ni	5
1	2_3_2	6.6-3.3	5670	± 1.4	17.6	± 4.5	87°	Ni	5
1	2_3_3	6.6-3.3	1115	± 0.9	18	± 5	83.2°	- *	2
1	2_3_4	6.6-3.3	730	± 0.4	18.1	± 4.5	81.6°	- *	2
				14.3		33.7			

Tab. 2 – Specchi toroidali: parametri ottici. Gli specchi con quantità = 2 saranno distinti tra loro con $i = a, b$ (v. 2.2.2).

*: senza coating.

Nota Bene:

Il concorrente ha la facoltà di scegliere al massimo due righe (ossia due tipologie di specchi) della precedente Tabella 2 per le quali gli specchi corrispondenti potranno avere delle tolleranze sui raggi di curvatura (ΔR e $\Delta\rho$) aumentate fino a $(\Delta R + 5\% \Delta R)$ e $(\Delta\rho + 5\% \Delta\rho)$, rispettivamente.

Esempio: specchi 2_1_3: $\Delta R_{ideale} = \pm 0.5\%$ e $\Delta\rho_{ideale} = \pm 1.5\%$, cioè $\Delta R_{ideale} = \pm 3.375\text{cm}$ e $\Delta\rho_{ideale} = \pm 1.515\text{cm}$; si può accettare che tale specchio abbia delle tolleranze aumentate fino a: $\Delta R_{accettato} = \pm (3.375\text{cm} + 5\% \cdot 3.375\text{cm}) = \pm 3.54375\text{cm}$ e $\Delta\rho_{accettato} = \pm (1.515\text{cm} + 5\% \cdot 1.515\text{cm}) = \pm 1.59075\text{cm}$.

Quantità	Rif.	Area utile (mm)		Dimensioni bulk suggerite (mm)		
		L	W	L	W	H
2	1_1_1	150	30	160	40	40
2	1_1_2	150	30	160	40	40
2	1_1_3	100	30	110	40	40
2	1_1_4	70	30	80	40	40
1	1_3_1	300	20	310	30	40
1	1_3_2	200	20	210	30	40
1	1_3_3	100	20	110	30	40
1	1_3_4	100	20	110	30	40
2	2_1_1	150	30	160	40	40
2	2_1_2	150	30	160	40	40
2	2_1_3	100	30	110	40	25
2	2_1_4	70	30	80	40	25
1	2_3_1	300	20	310	30	40
1	2_3_2	200	20	210	30	40
1	2_3_3	100	20	110	30	25
1	2_3_4	100	20	110	30	25

Tab. 3 – Specchi toroidali: parametri dimensionali

2.3 Specifiche dei raggi di curvatura

- 2.3.1 I raggi di curvatura (tangenziale e sagittale) richiesti sono riportati in tabella 2 nelle colonne R e ρ , rispettivamente.
- 2.3.2 In tabella 2 sono riportate le massime variazioni percentuali tollerate sul valore finale misurato dei raggi di curvatura tangenziale e sagittale (colonne ΔR e $\Delta \rho$, rispettivamente). A titolo di esempio per i due specchi identici EIS_1_1_1_i (i=a,b) è richiesto un raggio di curvatura tangenziale di 5851.5 cm $\pm 0.3\%$, intendendo che saranno accettate delle variazioni di ± 17.5 cm dal valore ideale (ferma restando la richiesta di cui al punto 2.2.8).

- 2.3.3 I valori dei raggi di curvatura di ciascun specchio dovranno essere oggetto di verifica da parte dell'Appaltatore dopo la realizzazione/lavorazione ottica del substrato (bulk) e dopo il successivo coating (ove previsto). In entrambi i casi ST dovrà accettare formalmente il risultato delle misure prima del passaggio alla fase successiva (paragrafo 1.4).
- 2.3.4 I raggi di curvatura saranno infine misurati presso ST per l'accettazione finale di ogni singola ottica (1.3.1 e 1.3.2).

2.4 Specifiche delle slope error e della rugosità

- 2.4.1 Le slope error (tangenziale e sagittale) e la rugosità richieste, assieme alle tolleranze su queste quantità, sono riportate in tabella 1.
- 2.4.2 I valori di slope error e rugosità di ciascun specchio dovranno essere oggetto di verifica da parte dell'Appaltatore dopo la realizzazione/lavorazione ottica del substrato (bulk) e dopo il successivo coating (ove previsto). In entrambi i casi ST dovrà accettare formalmente il risultato delle misure prima del passaggio alla fase successiva (paragrafo 1.4).
- 2.4.3 Le slope error e la rugosità saranno infine misurate presso ST per l'accettazione finale di ogni singola ottica (1.3.1 e 1.3.2).

2.5 Costruzione degli specchi: generalità

- 2.5.1 Tutti gli specchi dovranno essere adeguatamente protetti da danneggiamenti durante le fasi di costruzione, lavorazione, test, trasporto e stoccaggio.

3 Ispezioni e misure metrologiche in fabbrica e presso ST

Il sistema di misura e la strumentazione utilizzati per le misure metrologiche in fabbrica dovranno essere adeguati a comprovare il raggiungimento dei parametri operativi specificati, per ogni ottica; il tipo di sistema di misura e la strumentazione dovranno essere sottoposti ad approvazione da parte di ST.

Per quel che riguarda le misure metrologiche finali presso ST si considerano validi ed accettati in particolare i punti: 1.3.1, 1.3.2, 2.3.4 e 2.4.3. Restano peraltro valide e accettate tutte le disposizioni di cui ai punti precedenti.

3.1 Dimensioni ed aspetto

3.1.1 Tutti gli specchi dovranno essere misurati dall'Appaltatore, in fabbrica, prima della spedizione a ST. Tutte le dimensioni di ogni ottica devono essere conformi alle specifiche tecniche.

3.1.2 Tutti gli specchi realizzati (con o senza coating) dovranno essere ispezionati visivamente per evidenziare eventuali difetti quali graffi, buchi, disomogeneità e/o polvere sotto il coating. In caso di riscontro di qualche difetto, l'Appaltatore è tenuto a comunicarne a ST l'entità, fornendo un'opportuna documentazione a corredo. ST si riserva il diritto di richiedere la rilavorazione di ogni specchio danneggiato.

3.1.3 Tutti gli specchi spediti a ST saranno nuovamente sottoposti a ispezione visiva (come in 3.1.2) da parte del personale ST per evidenziare eventuali difetti. In caso di riscontro di qualche difetto, si applicherà quanto specificato in 1.3.2.

3.2 Raggi di curvatura

3.2.1 I raggi di curvatura tangenziale e sagittale dovranno essere misurati dall'Appaltatore, in fabbrica, prima del coating ottico (ove previsto) e/o prima della spedizione a ST per l'approvazione definitiva. I risultati di tali misure dovranno essere conformi alle specifiche tecniche.

3.2.2 Le misure dei raggi di curvatura dovranno essere effettuate con strumenti di misura opportuni (Long Trace Profiler o WYKO o...) e preventivamente approvati da ST (v. 1.4.3 e 1.4.6). L'accuratezza di tali misure dovrà essere tale da garantire la rispondenza dei valori dei raggi di curvatura alle specifiche ottiche specificate in tabella 2.

3.2.3 La posizione di lavoro di tutti i 24 specchi sarà con la superficie ottica posta in verticale (deflessione nel piano orizzontale). Ove possibile, le misure dei raggi di

curvatura dovrebbero essere effettuate in questa configurazione per ridurre ai minimi termini i contributi dovuti alla gravità terrestre.

- 3.2.4 Tutti gli specchi spediti a ST saranno nuovamente sottoposti a misurazione dei raggi di curvatura da parte del personale ST. In caso di riscontro di qualche difformità dalle specifiche tecniche, si applicherà quanto specificato in 1.3.2.

3.3 Slope error

- 3.3.1 Le slope error tangenziale e sagittale di ogni specchio dovranno essere misurate dall'Appaltatore, in fabbrica, prima del coating ottico (ove previsto) e prima della spedizione a ST per l'approvazione definitiva. I risultati di tali misure dovranno essere conformi alle specifiche tecniche.
- 3.3.2 Le misure delle slope error dovranno essere eseguite con strumenti di misura opportuni (Long Trace Profiler, WYKO, ecc.) e preventivamente approvati da ST (v. 1.4.3 e 1.4.6). L'accuratezza di tali misure dovrà essere almeno dell'ordine di 0.1" rms.
- 3.3.3 Tutti gli specchi spediti a ST saranno nuovamente sottoposti a misurazione delle slope error da parte del personale ST. In caso di riscontro di qualche difformità dalle specifiche tecniche, si applicherà quanto specificato in 1.3.2.

3.4 Rugosità

- 3.4.1 La rugosità di ogni specchio dovrà essere misurata dall'Appaltatore, in fabbrica, prima della spedizione a ST per l'approvazione definitiva. I risultati di tali misure dovranno essere conformi alle specifiche tecniche.
- 3.4.2 Le misure di rugosità dovranno essere eseguite con strumenti di misura opportuni (MicroMap, Optosurf, ecc.) e preventivamente approvati da ST (v. 1.4.3 e 1.4.6). L'accuratezza di tali misure dovrà essere tale da garantire la rispondenza dei valori di rugosità alle specifiche ottiche specificate in tabella 1.
- 3.4.3 Tutti gli specchi spediti a ST saranno nuovamente sottoposti a misurazione della rugosità da parte del personale ST. In caso di riscontro di qualche difformità dalle specifiche tecniche, si applicherà quanto specificato in 1.3.2.