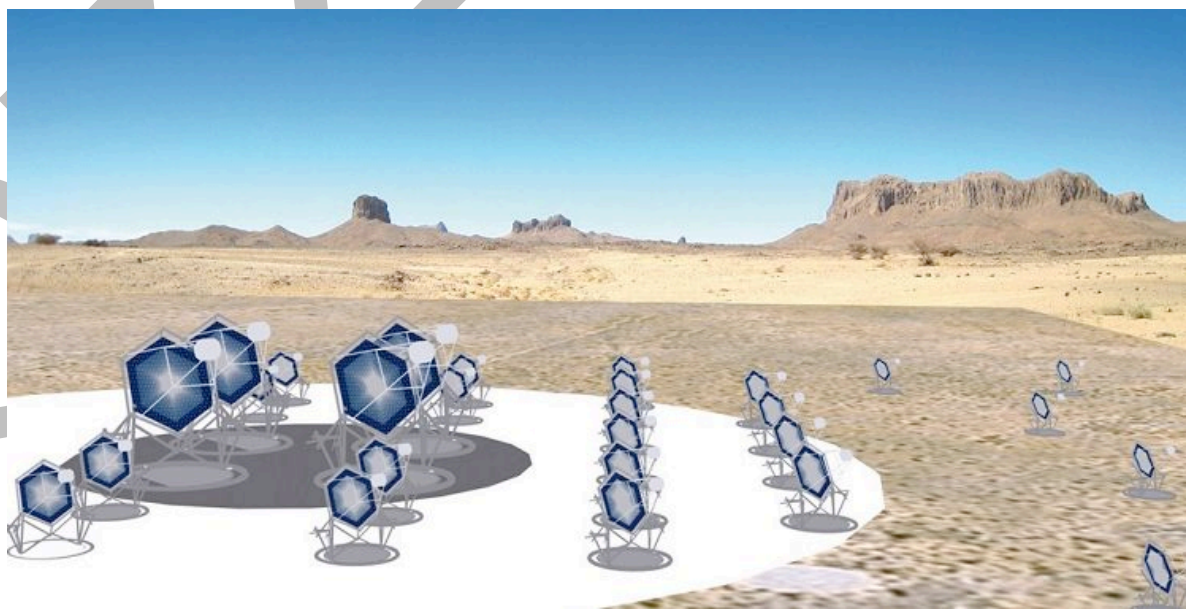
Sviluppo di tecnologie per depositi sottili ottimizzati per specchi per astronomia Cherenkov



Redatto da: NOME Dr. R. Canestrari FIRMA _____ DATA _____
INAF-OAB

NOME Dr. P. Conconi FIRMA _____ DATA _____
INAF-OAB

NOME Prof. G. Pareschi FIRMA _____ DATA _____
INAF-OAB

All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.

BOZZA

TABLE OF CONTENTS

DISTRIBUTION LIST **3**

LIST OF ACRONYMS **4**

APPLICABLE DOCUMENTS **4**

REFERENCE DOCUMENTS **4**

Change log **5**

1. Introduzione **6**

2. Attività 1: sviluppo di multistrati altamente riflettenti per luce UV-VIS **7**

PARTE 1 7

A carico di ZAOT 7

A carico di INAF-OAB 7

PARTE 2 7

A carico di ZAOT 8

A carico di INAF-OAB 8

PARTE 3 8

PARTE 4 9

3. Attività 2: sviluppo di multistrati ad alta trasmissione per luce UV-VIS **10**

PARTE 1 10

A carico di ZAOT 10

A carico di INAF-OAB 10

PARTE 2 10

4. Attività 3: sviluppo di una camera di deposizione per specchi di grandi dimensioni **11**

All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.

DISTRIBUTION LIST

NAME	AFFILIATION
Canestrari Rodolfo	INAF-Osservatorio Astronomico di Brera
Pareschi Giovanni	INAF-Osservatorio Astronomico di Brera
	Zaot

BOZZA

All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.

LIST OF ACRONYMS

BOZZA

APPLICABLE DOCUMENTS

[AD1] Contract

REFERENCE DOCUMENTS

[RD1] 1

All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.

Change log

ACTION	DATE
First release and distribution	

BOZZA

All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.

BOZZA

1. Introduzione

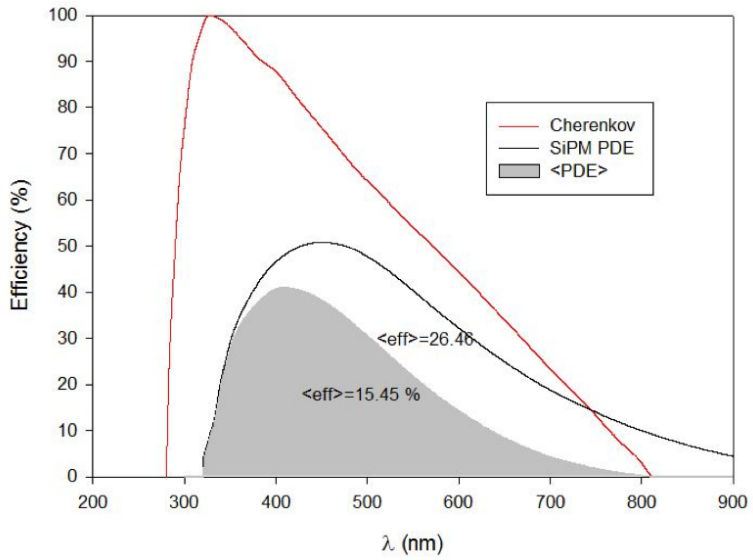
Il presente documento ha lo scopo di descrivere le attività che si propongono di condurre in collaborazione tra INAF-OAB e ZAOT s.r.l. in vista del progetto Cherenkov Telescope Array (CTA).

La finalità delle attività è lo sviluppo di tecnologie per la deposizione di strati e multistrati sottili su substrati di tipo vetroso. Tali sviluppi avverranno in massima parte per mezzo di campioncini prototipali di piccole dimensioni. I substrati dei provini saranno forniti da INAF-OAB che avrà anche l'incarico di eseguire le caratterizzazioni post-deposizione (riflettività, trasmittività, indice di rifrazione, spessore degli strati). Le deposizioni saranno eseguite da ZAOT, dopo averne concordato le modalità e ricette con INAF-OAB.

I depositi da studiare potranno essere sia di tipo riflettente (con riflettività di picco dell'ordine del 95%) che di elevata trasmissione. La parte di spettro elettromagnetico su cui ottimizzare le prestazioni è la porzione UV-VIS, indicativamente da 320 nm a 700 nm, dove è concentrata l'emissione di luce Cherenkov (vedi figura). Infine, i depositi dovranno esibire un'elevata resistenza meccanica e chimica (adesione al substrato e resistenza ai graffi, ridotto invecchiamento causato dall'esposizione agli agenti atmosferici naturali).

Un'ulteriore parte delle attività è la progettazione di una struttura di deposizione adatta a soddisfare le esigenze del progetto CTA con particolare attenzione alle massime dimensioni degli specchi e relativa uniformità degli strati depositati.

Le tecnologie sviluppate all'interno di queste attività potranno trovare applicazione sia sul prototipo end-to-end di piccolo telescopio a doppia riflessione che la comunità INAF sta sviluppando all'interno del progetto ASTRI che all'interno del progetto CTA, di visibilità internazionale.



All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.

BOZZA

2. Attività 1: sviluppo di multistrati altamente riflettenti per luce UV-VIS

PARTE 1

Deposito e caratterizzazione di strati sottili di materiali ad alto indice di rifrazione. Materiali da concordare. Si richiede il test di due (2) TBC differenti tipi di materiale.

A carico di ZAOT

Deposizione di singolo strato su cinque (5) TBC provini quadrati di dimensioni indicative 50x50 mm in vetro BOROFLOAT disposti in linea all'interno della camera di deposizione tale da coprire uniformemente un diametro di almeno 100 cm.

Questa attività viene ripetuta per tutti i materiali in esame.

RUN1: deposito di materiale "A" di spessore indicativo di 50-70 nm.

RUN2: deposito di materiale "B" di spessore indicativo di 50-70 nm.

A carico di INAF-OAB

Caratterizzazione ottica dei provini con copertura a singolo strato. Scopo delle misure è la verifica dello spessore depositato e sua uniformità tra i differenti provini, valutazione dell'indice di rifrazione dalla misura della riflettività. Le caratterizzazioni sono ripetute per tutti i materiali in esame.

RUN1: caratterizzazione di provini con materiale "A".

RUN2: caratterizzazione di provini con materiale "B".

PARTE 2

Deposito e caratterizzazione di multistrati altamente riflettenti ottimizzati per la parte UV-VIS dello spettro. I multistrati seguiranno una ricetta tipo Al + 2x(SiO_2 + Xx). Materiali e spessori saranno definiti a seguito delle attività e conseguenti risultati ottenuti durante la PARTE 1.

All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.

BOZZA

A carico di ZAOT

Deposizione di multistrato su cinque (5) provini quadrati di dimensioni indicative 50x50 mm in vetro BOROFLOAT disposti in linea all'interno della camera di deposizione tale da coprire uniformemente un diametro di almeno 100 cm.

Questa attività viene ripetuta per tutti i multistrati in esame.

RUN3: deposito di Al + 2x(SiO_2 + Aa)

RUN4: deposito di Al + 2x(SiO_2 + Bb)

A carico di INAF-OAB

Caratterizzazione ottica dei provini con copertura a multistrato. Scopo delle misure è la verifica degli spessori depositati e loro uniformità tra i differenti provini, valutazione della riflettività complessiva del multistrato. Le caratterizzazioni sono ripetute per tutti i multistrati in esame.

RUN3: caratterizzazione di provini con Al + 2x(SiO_2 + Aa)

RUN4: caratterizzazione di provini con Al + 2x(SiO_2 + Bb)

PARTE 3

INAF-OAB eseguirà un numero di test, anche distruttivi, per simulare un accelerato invecchiamento delle superfici al fine di verifica delle caratteristiche di resistenza meccanica e chimica e valutazione dell'eventuale perdita di riflettività. I test saranno eseguiti sui provini a multistrato realizzati e caratterizzati durante i RUN3 e RUN4.

I test previsti comprendono:

- adesione al substrato (tape test);
- ciclatura termica in caldo e freddo;
- resistenza alla corrosione e all'umidità (salt-fog test);
- resistenza all'abrasione;
- esposizione ambientale (all'aperto) per invecchiamento naturale

All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.

BOZZA

PARTE 4

Deposito su tre (3) TBC pannelli prototipali di forma esagonale e dimensioni nominali (lato 490 mm, ossia diagonale di 982 mm) della copertura riflettente a multistrato selezionata. La scelta del multistrato è fatta da INAF-OAB a seguito dei risultati ottenuti durante le precedenti parti delle attività.

INAF-OAB provvederà all'acquisto di finestre in vetro BOROFLOAT di dimensioni 50x50 mm e spessore 3.3 mm da EDMUND (stock nr. F48-543). Se ne prevede un acquisto di 25 pezzi.

All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.

BOZZA

3. Attività 2: sviluppo di multistrati ad alta trasmissione per luce UV-VIS

PARTE 1

Deposito e caratterizzazione di multistrati anti-riflesso su vetri sottili ad alto indice di rifrazione. Materiali e ricetta da concordare su indicazione di INAF-OAB. Preliminarmente il multistrato può essere considerato del tipo Xx + 3x(Yy + Zz).

Le attività a carico di ZAOT e INAF-OAB dovranno essere iterate fino alla corretta taratura del sistema valutata in base alle misure di trasmittività. Si prevede un numero di iterazioni di circa 5.

A carico di ZAOT

Deposizione del multistrato su un singolo provino quadrato di dimensioni indicative 40x40 mm e spessore 2.5 mm in vetro LAK9 o LAK8 (o equivalenti).

RUN1: deposito di Xx + 3x(Yy + Zz)

A carico di INAF-OAB

Caratterizzazione ottica e meccanica (adesione al substrato) del provino con copertura anti-riflesso. Scopo delle misure è la verifica e valutazione della trasmittività complessiva del provino (vetro + multistrato) nonché l'adesione del multistrato al substrato. La sola trasmittività del vetro sarà preventivamente misurata da INAF-OAB.

RUN1: caratterizzazione di provino con Xx + 3x(Yy + Zz)

PARTE 2

Deposizione su circa due centinaia di "guide di luce" o "piramidine" prototipali per il test sperimentale del sistema di ri-focalizzazione del prototipo di telescopio sviluppato nel contesto del progetto ASTRI. Le "piramidine" avranno dimensione indicativa di 14x14 mm e spessore 2.5 mm, una sola superficie dovrà essere ricoperta, in materiale vetroso di tipo LAK9 o LAK8 (o equivalenti).

INAF-OAB provvederà all'acquisto di finestre in vetro LAK9 o LAK8 (o equivalenti) di dimensioni 40x40 mm e spessore 2.5 mm. Se ne prevede un acquisto di circa 6 pezzi.

All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.

BOZZA

4. Attività 3: sviluppo di una camera di deposizione per specchi di grandi dimensioni

In vista del progetto CTA si prevede la necessità di realizzare una notevole quantità di superficie riflettente. La tipologia dei depositi richiesta è analoga a quanto sviluppato nell'Attività 1 e di alta qualità vista l'applicazione di tipo astronomico.

Il progetto CTA prevede ad oggi l'implementazione di circa 5700 m^2 di specchi così suddivisi:

- 4 telescopi di tipo LST, ognuno avente una superficie riflettente di circa 430 m^2;
- 25 telescopi di tipo MST, ognuno avente una superficie riflettente di circa 110 m^2;
- 30 telescopi di tipo SST-DC, ognuno avente una superficie riflettente di circa 40 m^2

in alternativa ai telescopi di tipo SST-DC

- 60 telescopi di tipo SST-SC, ognuno avente una superficie riflettente di circa 15 m^2

Telescopi diversi montano specchi di diversa dimensione, scelta per minimizzare la struttura meccanica del telescopio a supporto degli specchi (e quindi i costi) pur mantenendo una adeguata maneggiabilità e realizzabilità dei singoli specchi.

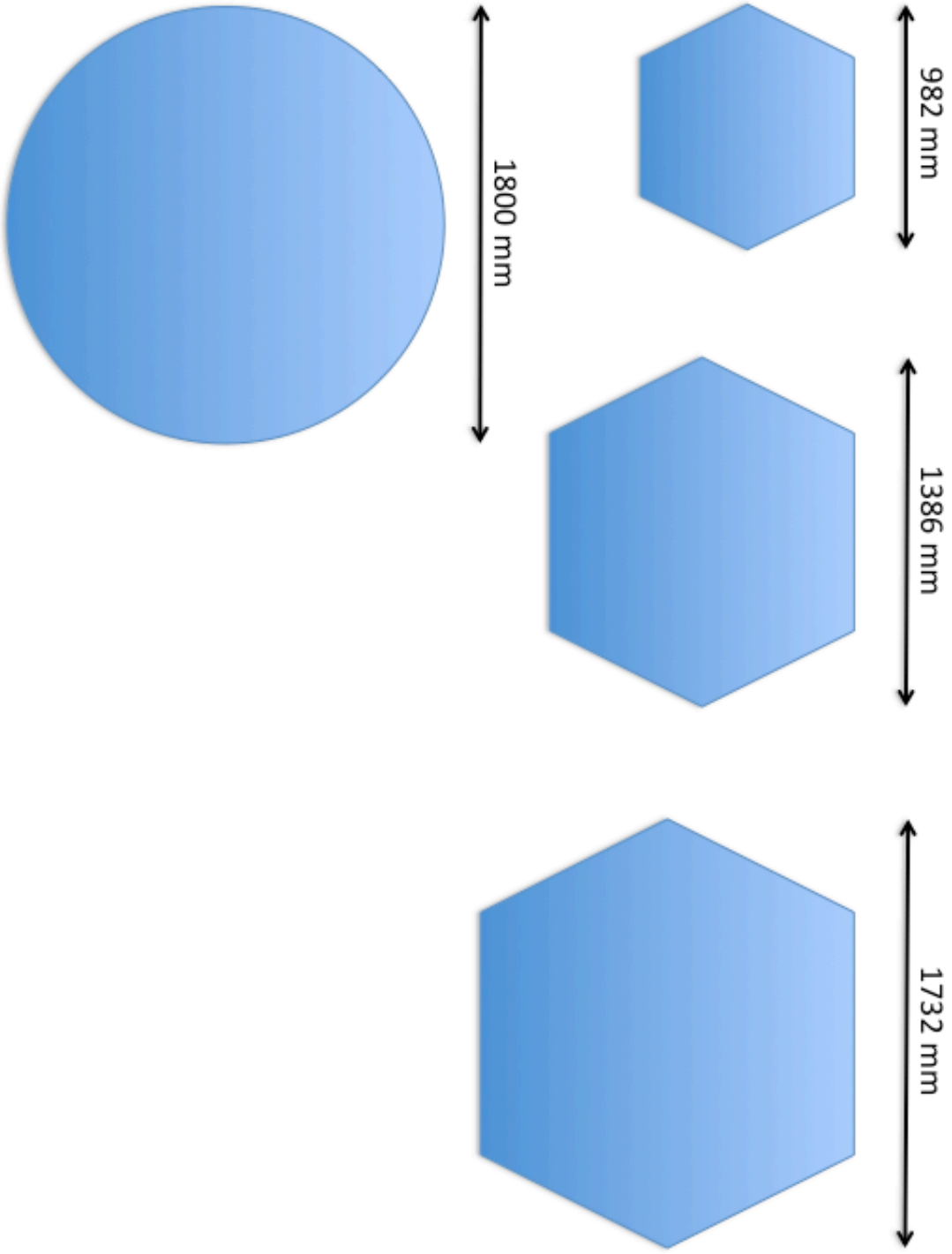
In particolare le tipologie di specchi sono divise come segue (vedi figura):

- esagono regolare di lato 866 mm ossia diagonale di 1732 mm;
- esagono regolare di lato 693 mm ossia diagonale di 1386 mm;
- esagono regolare di lato 490 mm ossia diagonale di 982 mm;
- cerchio di diametro 1800 mm

Lo spessore di questi specchi varia di conseguenza con la tipologia di telescopio, da pochi centimetri (2-3 cm) fino a qualche decina (30-40 cm). Il valore massimo è dettato dallo specchio monolitico di diametro 1800 mm che presenta una sagitta di circa 20 cm. È quindi prevedibile che tale specchio abbia uno spessore totale di circa 30-40 cm.

Lo sviluppo di una camera di deposizione ottimizzata per la realizzazione delle coperture riflettenti di CTA è quindi considerata di grande importanza. La struttura da progettare dovrà quindi essere in grado di alloggiare tutte le tipologie di specchio sopra menzionate per realizzare le coperture riflettenti selezionate nelle precedenti attività garantendo un'adeguata uniformità su tutta la superficie in oggetto.

All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.



All information contained in this document is property of **INAF.** All rights reserved.