

Studio, realizzazione e messa
in campo di antenne Vivaldi per
il progetto “Medicina “Array
Demonstrator”

M. Schiaffino

IRA 511/17

Referee interno: **Alessandro Cattani**

Sommario

Lista figure	3
Introduzione.....	4
Processo produttivo	5
Tavole realizzative.....	9
Messa in campo antenne per array MAD:.....	27
Rilievi delle reali posizioni	31

Lista figure

Figura 1 – Modello elettromagnetico Vivaldi 2.0	4
Figura 2 – Layers 2 e 3 ali	5
Figura 3 – Layers 1 e 4 ali	5
Figura 4 – Coperture esterne.....	6
Figura 5 – Assemblaggio antenna	6
Figura 6 – Elementi di fissaggio.....	7
Figura 7 – Elettronica dentro ali	7
Figura 8 – Collegamento probe	8
Figura 9 – Settori ala.....	9
Figura 10 – Array MAD	27
Figura 11 – Selezione campo	27
Figura 12 – Matrice CAD	28
Figura 13 – Identificazione punti di riferimento	28
Figura 14 – Tracciatura griglia	29
Figura 15 – Identificazione punti centrali antenna.....	29
Figura 16 – Picchetti fissaggio antenna	30
Figura 17 – Array in campo.....	30
Figura 18 – Posizione Marker	31
Figura 19 – Posizione centri con rilevamento manuale	31
Figura 20 – Posizione centri con rilevamento fotogrammetrico.....	32
Figura 21 – Scostamenti rispetto alla posizione teorica (valori in metri)	32

Introduzione

Lo scopo principale della produzione di un piccolo numero di antenne di tipo Vivaldi 2.0 fu quello di testare e dimostrare, mediante misure sul campo, l'affidabilità delle misure elettromagnetiche svolte su tale antenna.

Per questo motivo l'obiettivo da raggiungere fu quello di realizzare una antenna il più possibile simile al modello elettromagnetico studiato, svincolandoci da normali valutazioni tipo costi, funzionalità, facilità di assemblaggio, ecc.

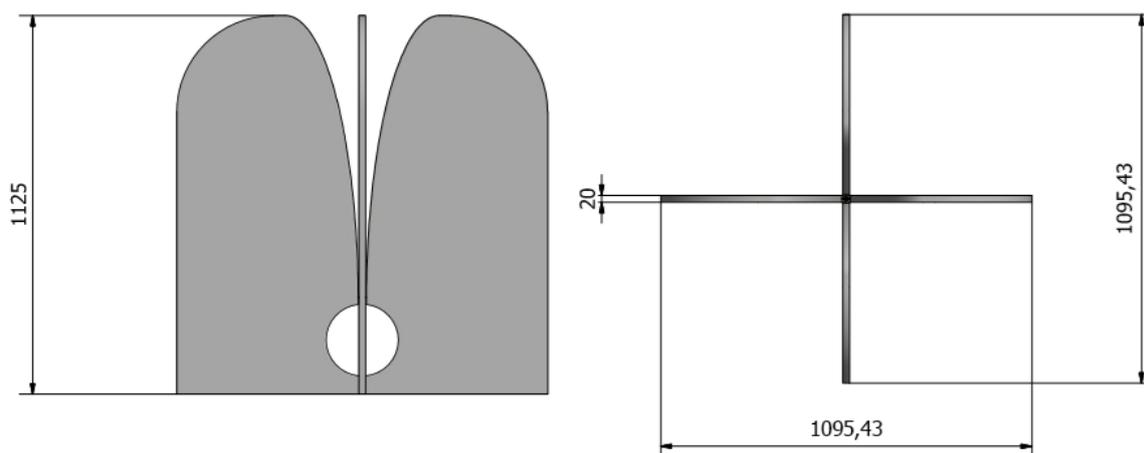


Figura 1 – Modello elettromagnetico Vivaldi 2.0

Si è quindi deciso di realizzare un piccolo array con tali antenne (MAD), in modo da poter effettuare i test sul campo mediante l'utilizzo di un drone¹.

¹ G. Pupillo., G. Naldi, G. Bianchi, A. Mattana, J. Monari, F. Perini, M. Poloni, M. Schiaffino, P. Bolli, A. Lingua, I. Aicardi, H. Bendea, P. Maschio, M. Piras, G. Virone, F. Paonessa, Z. Farooqui, A. Tibaldi, G. Addamo, O. A. Peverini, R. Tascone, S. J. Wijnholds, "**Medicina array demonstrator: calibration and radiation pattern characterization using a UAV-mounted radio-frequency source**" *Experimental astronomy (Print)* 39 (2015): 405–421. doi:10.1007/s10686-015-9456-z

Processo produttivo

Per la realizzazione dell'antenna, tenendo conto della necessità di realizzare dei prototipi il più possibile uguali per dimensioni al modello elettromagnetico di partenza, del basso numero di pezzi necessari e della dimensione delle parti, si è deciso di utilizzare in processo di taglio lamiera, che consente di raggiungere una buona precisione dei pezzi prodotti unita ad una ottima flessibilità delle geometrie ottenibili.

Utilizzando quindi lamiere appositamente sagomate di vario spessore, sovrapponendole l'una all'altra, è stato possibile, realizzare un modello di antenna praticamente identico a quello voluto.

L'antenna è composta da 4 ali, denominate "A", "B", "C" e "D".

Le ali sono composte da 4 layers di lamiera di spessore diversi che compongono il frame esterno e una copertura per finalizzare la forma, ovvero:

- Layers 2 e 3, di spessore 5 mm l'uno compongono la struttura centrale del frame. Sono presenti anche gli elementi di rinforzo, di interfaccia per il fissaggio al terreno (evidenziati in rosso, anche nell'ingrandimento) e di collegamento del probe (evidenziati in azzurro, anche nell'ingrandimento) questi ultimi variano da ala ad ala.

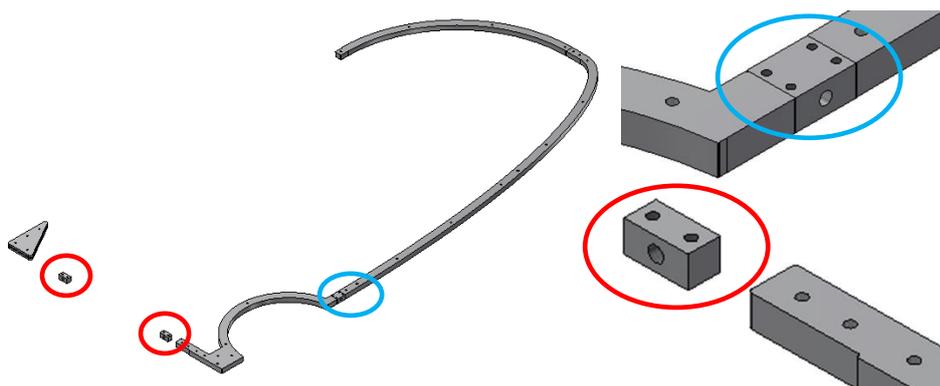


Figura 2 – Layers 2 e 3 ali

- Layers 1 e 4, di spessore 4 mm l'uno, completano il frame esterno.

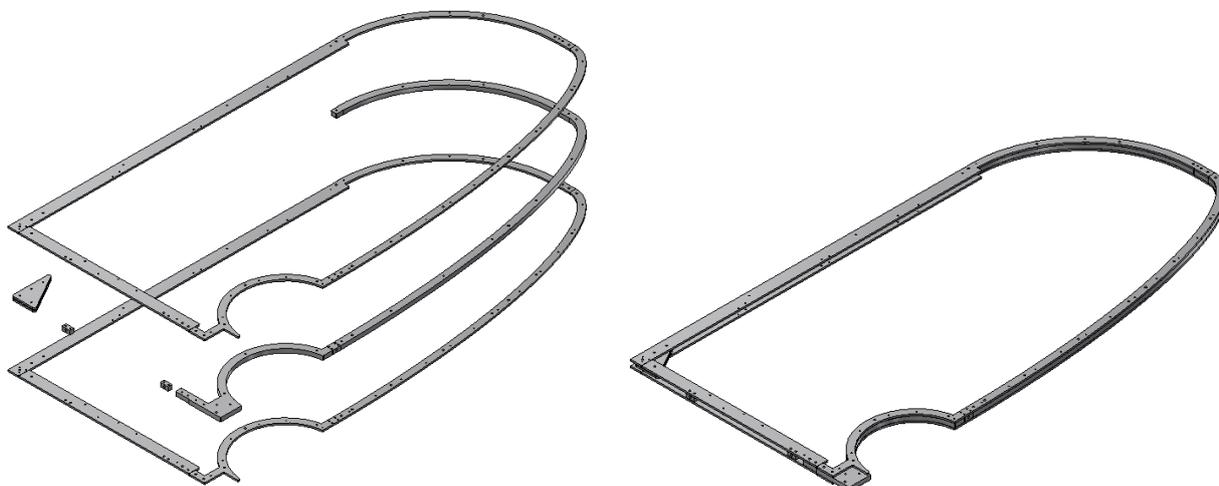


Figura 3 – Layers 1 e 4 ali

- Coperture esterne, lamiere di 1mm, a completare la geometria dell'ala (per le ali "A" e "B", sono presenti anche degli sportellini per accedere all'elettronica).

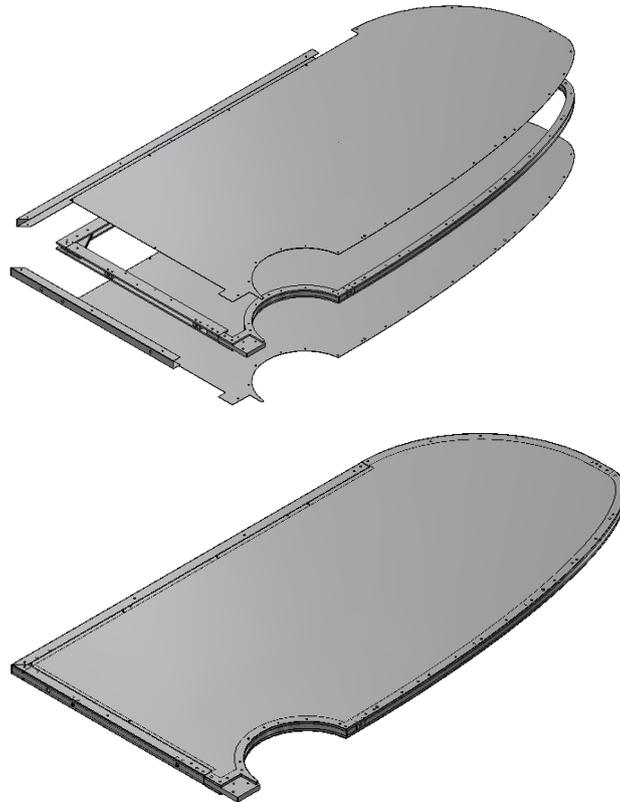


Figura 4 – Coperture esterne

Le 4 ali così realizzate vengono unite per comporre la struttura dell'antenna.

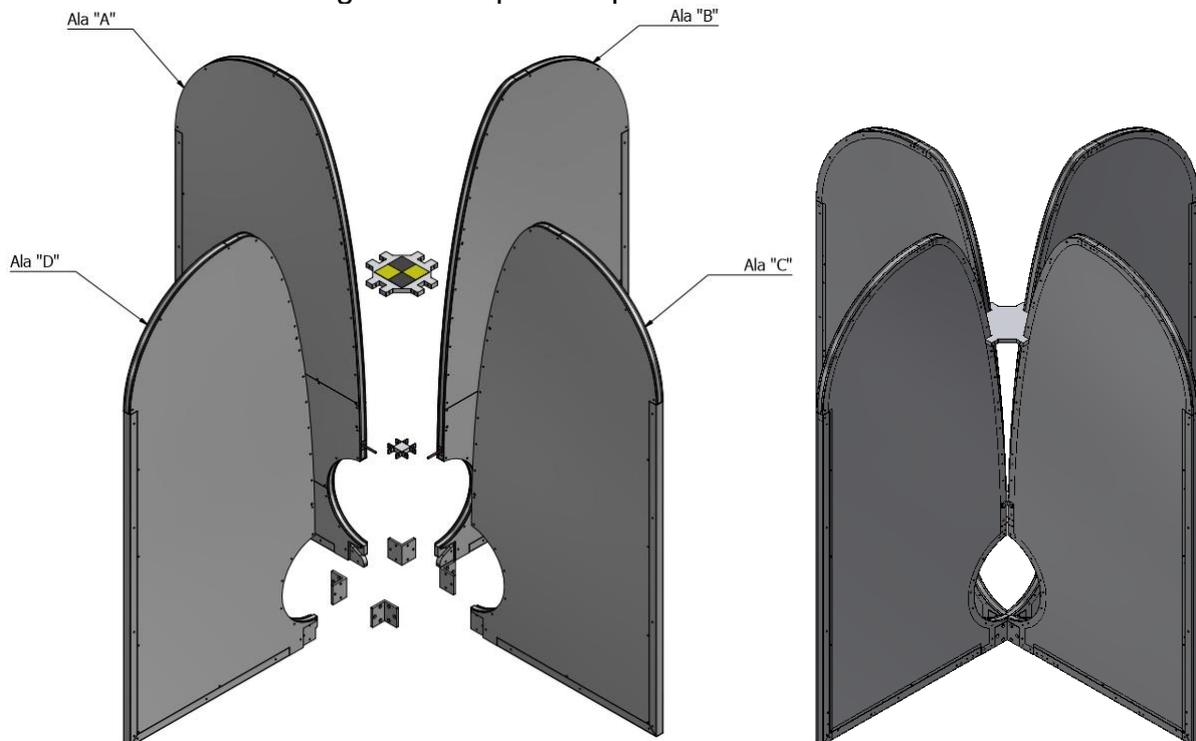


Figura 5 – Assemblaggio antenna

Nella tavola sottostante sono indicati gli elementi di fissaggio atti ad unire le 4 ali che compongono l'antenna. Nel particolare "A" è indicato uno dei 4 angolari che bloccano tra loro le 4 ali, mentre nei particolari "B" e "C" i due elementi (separatori) di supporto.

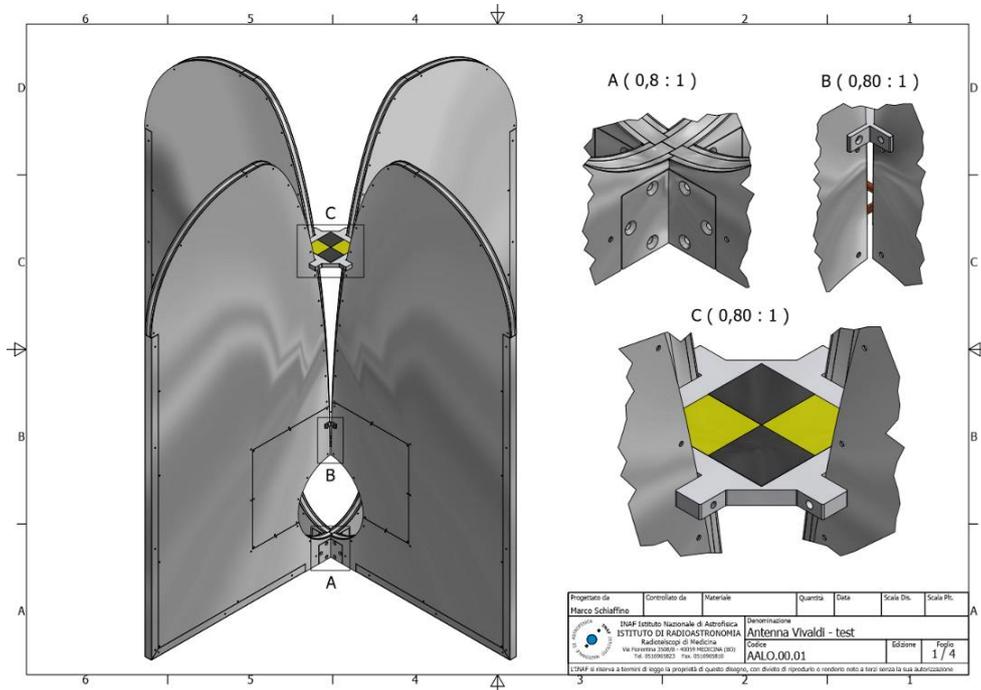


Figura 6 – Elementi di fissaggio

All'interno delle ali "A" e "B", si è ricavato lo spazio idoneo a contenere l'LNA e il trasmettitore ottico. Sempre nell'ottica di non perturbare le misure elettromagnetiche in fase di test, si sono dotate le antenne di apposite batterie ricaricabili interne adatte ad alimentare l'elettronica, in modo da non dover stendere sul campo cavi coassiali o elettrici, ma solamente fibre ottiche, che, essendo realizzate in materiale dielettrico, non possono turbare le misure.

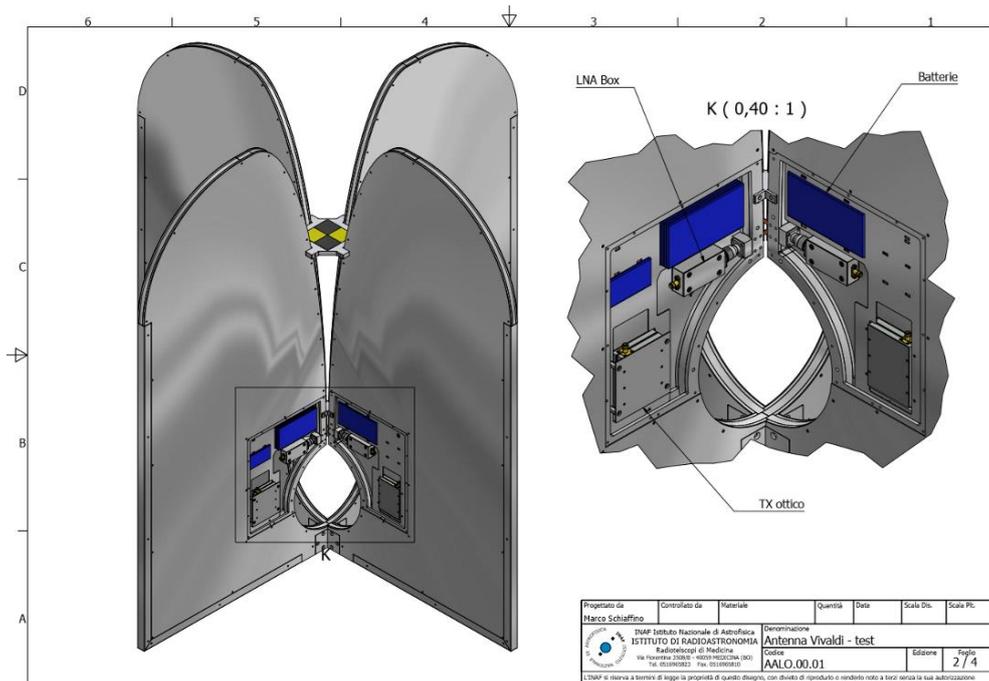


Figura 7 – Elettronica dentro ali

L'ala "A" viene connessa alla ala "C" mediante un probe, sul quale è saldato un connettore TNC (al quale si collegherà la catena ricevente). Tale connettore è fissato al corpo dell'ala "A" mediante 4 viti, mentre il probe si avvita direttamente sul corpo dell'ala "C".
 La medesima situazione è presente sulle ali "B" e "D". I probes che uniscono le due coppie di ali sono sfalsati di 14 mm.

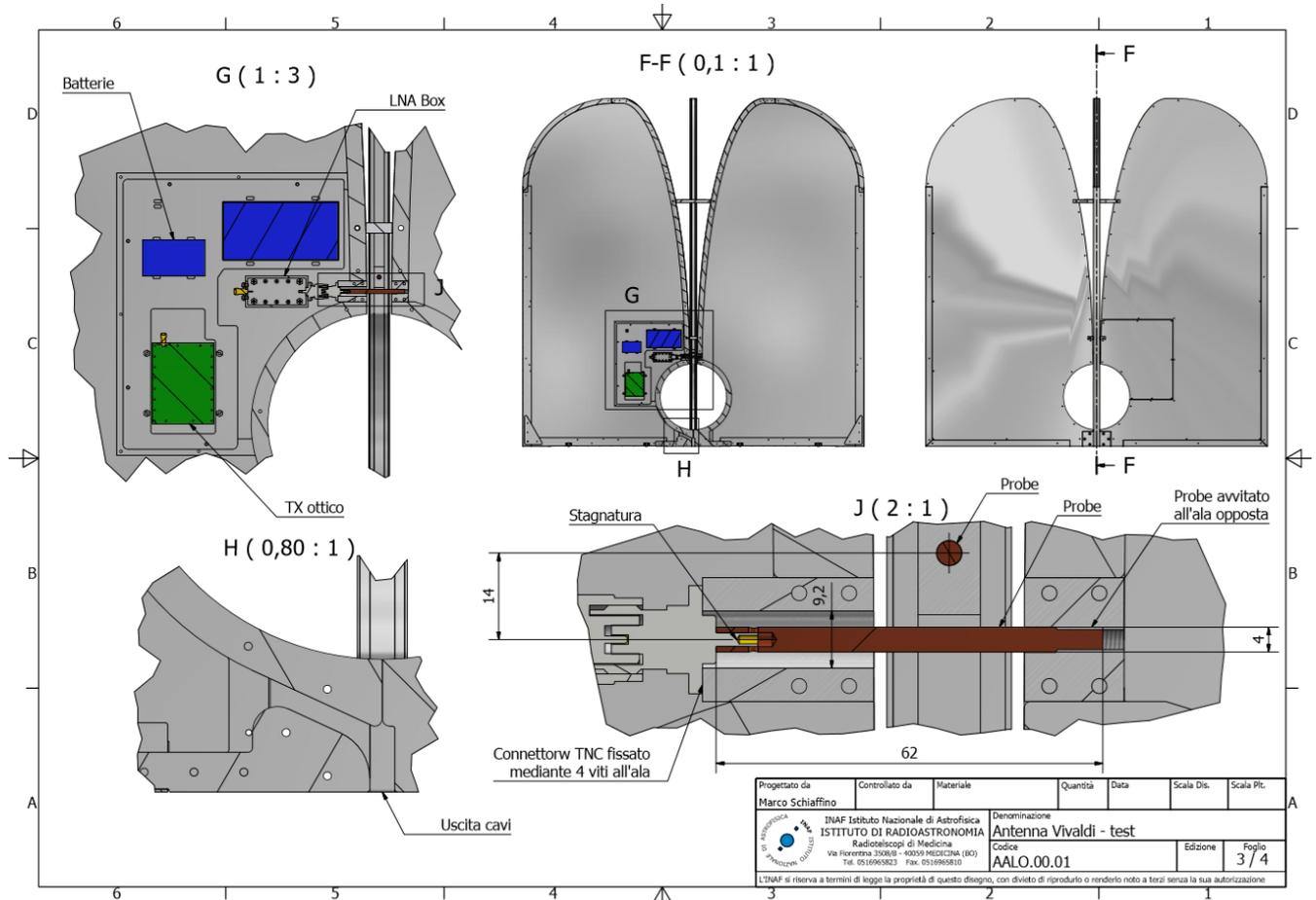


Figura 8 – Collegamento probe

Tavole realizzative

Di seguito le tavole atte a realizzare l'antenna.

Per quanto riguarda il materiale in taglio lamiera, il codice identificativo di ogni singolo pezzo descrive la posizione dello stesso nell'antenna, ossia:

- La prima lettera (o primo gruppo di lettere) indica l'ala (o le ali) interessata.
- Il primo numero (o primo gruppo di numeri) indica il layer (o i layers).
- Il secondo numero (o secondo gruppo di numeri) indica la posizione/settore del pezzo seguendo lo schema sotto riportato.

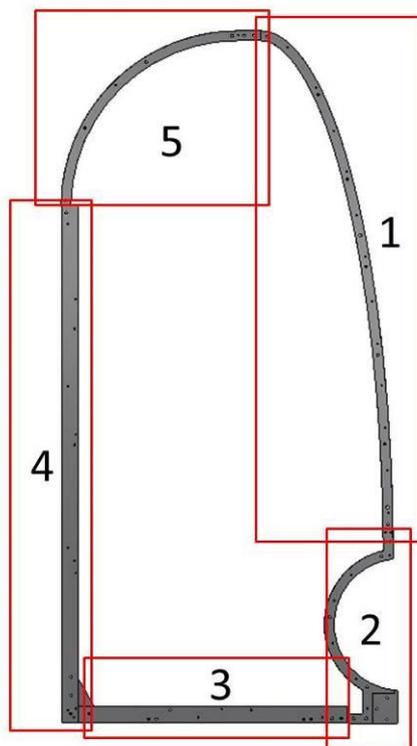
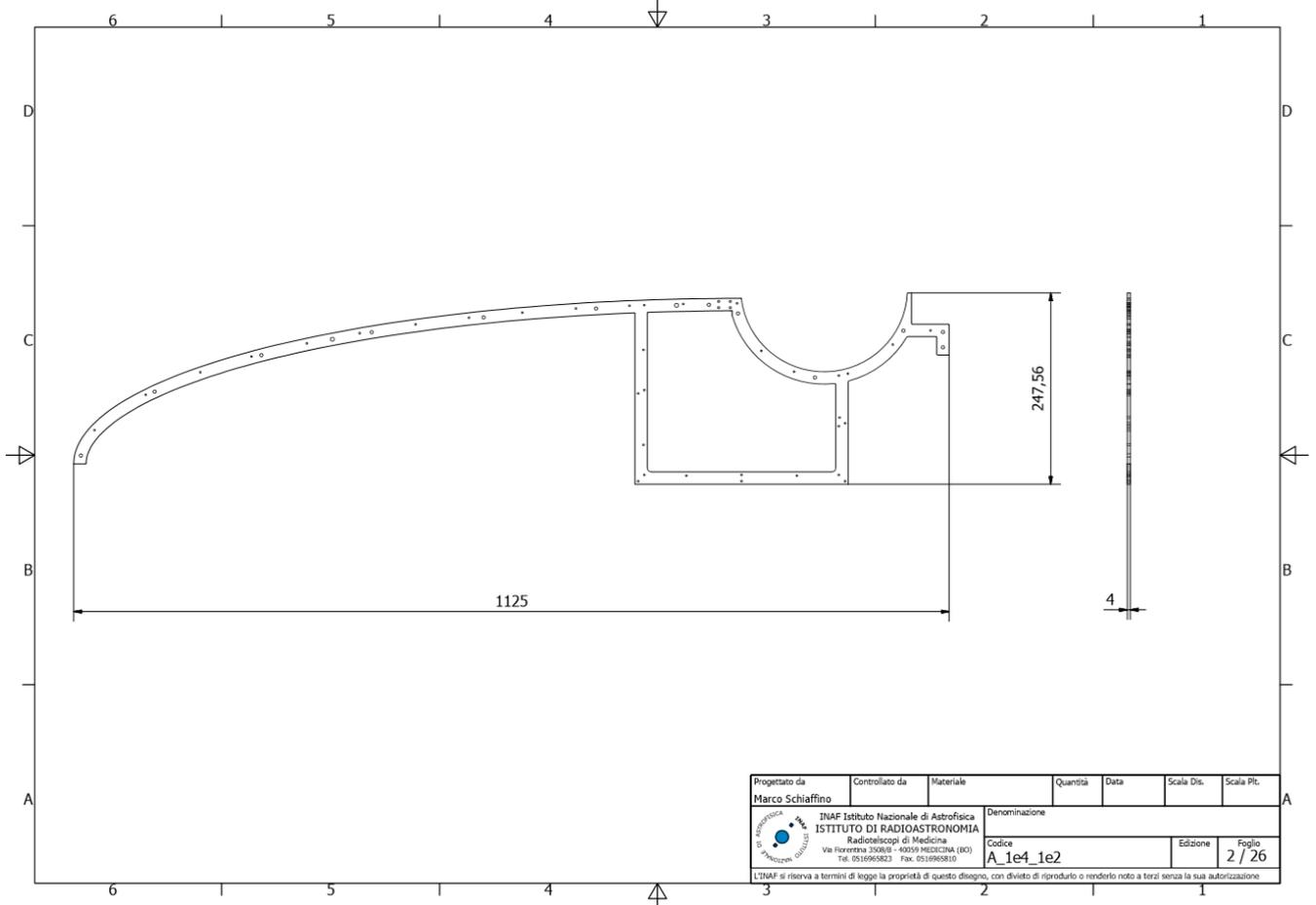
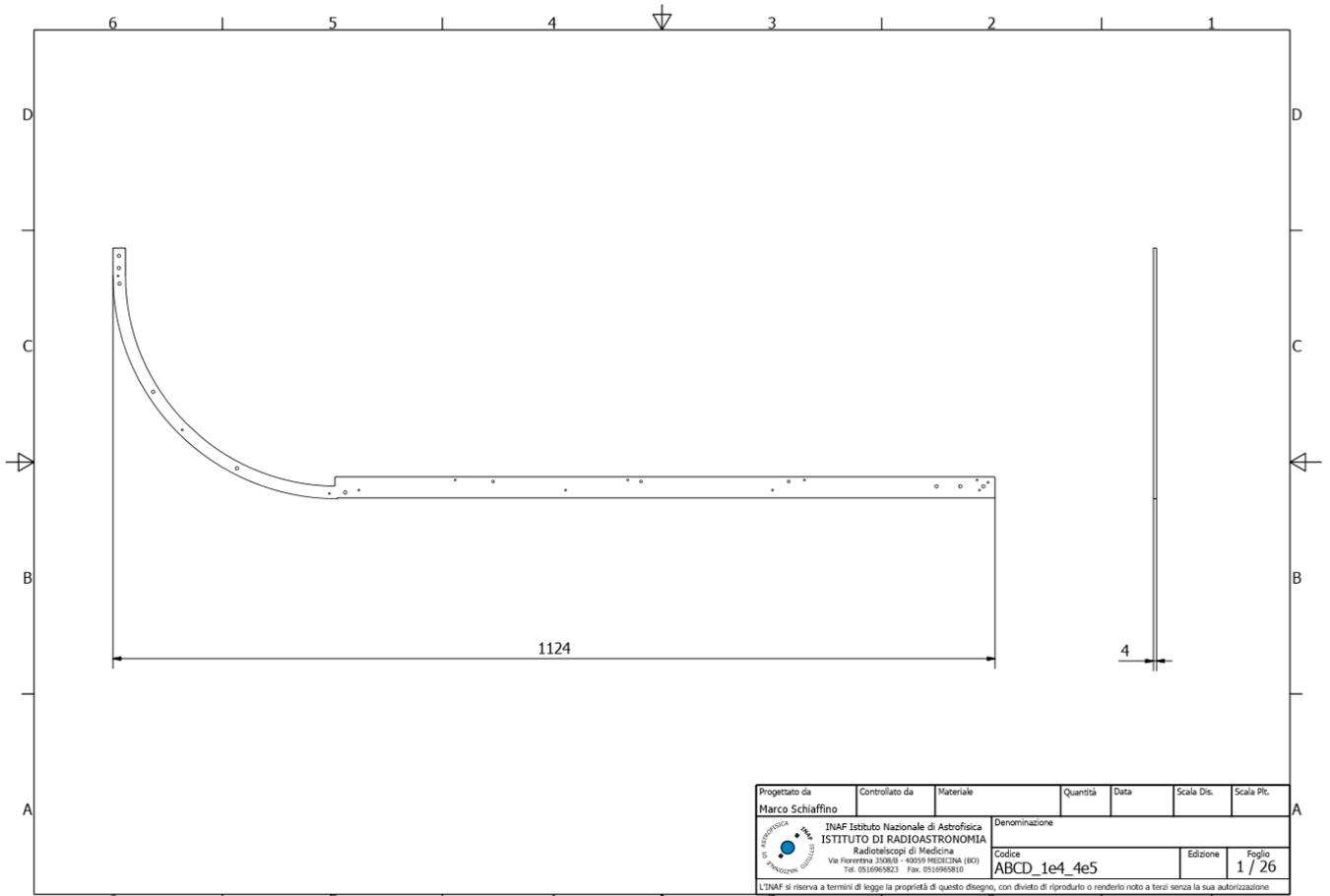


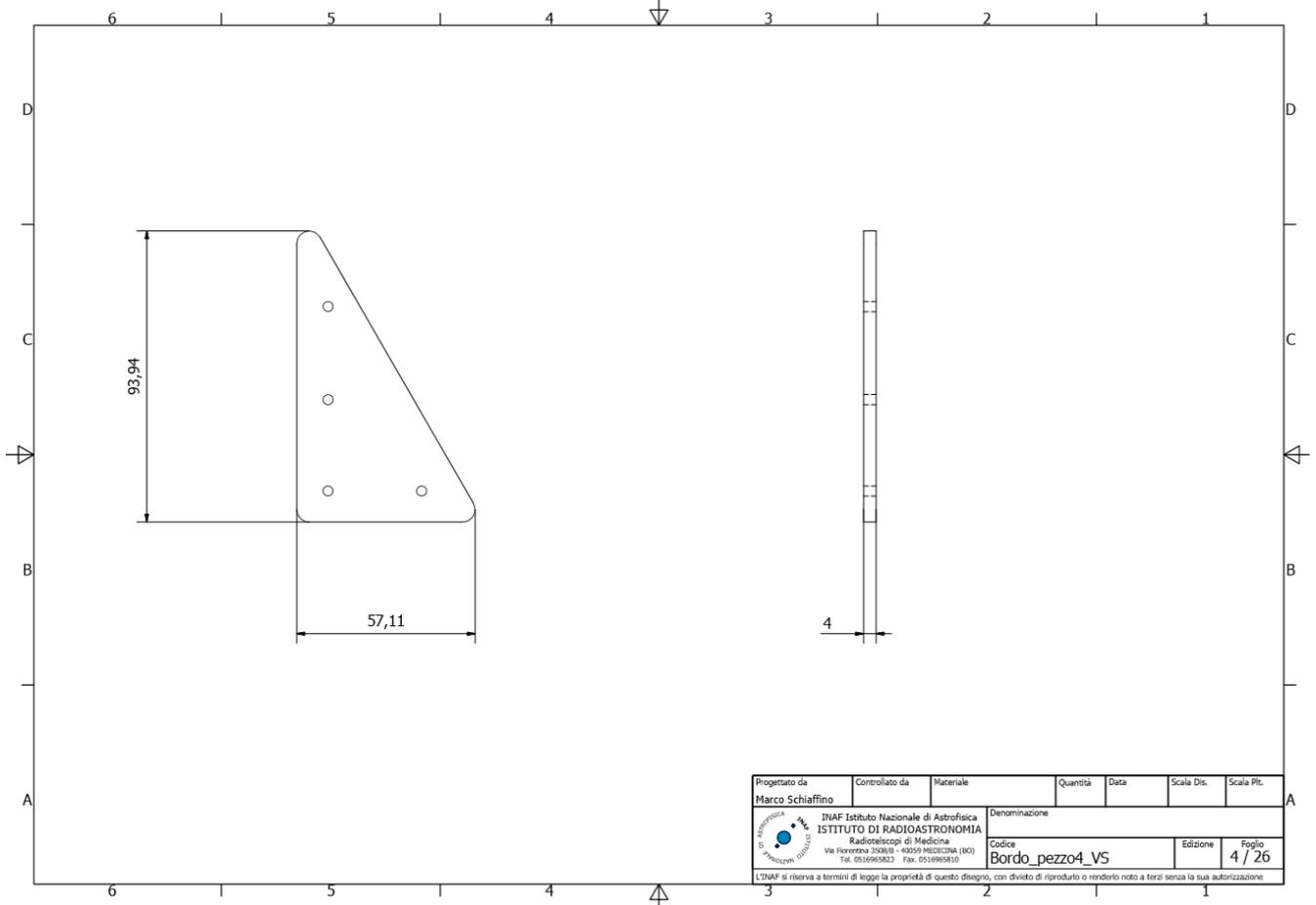
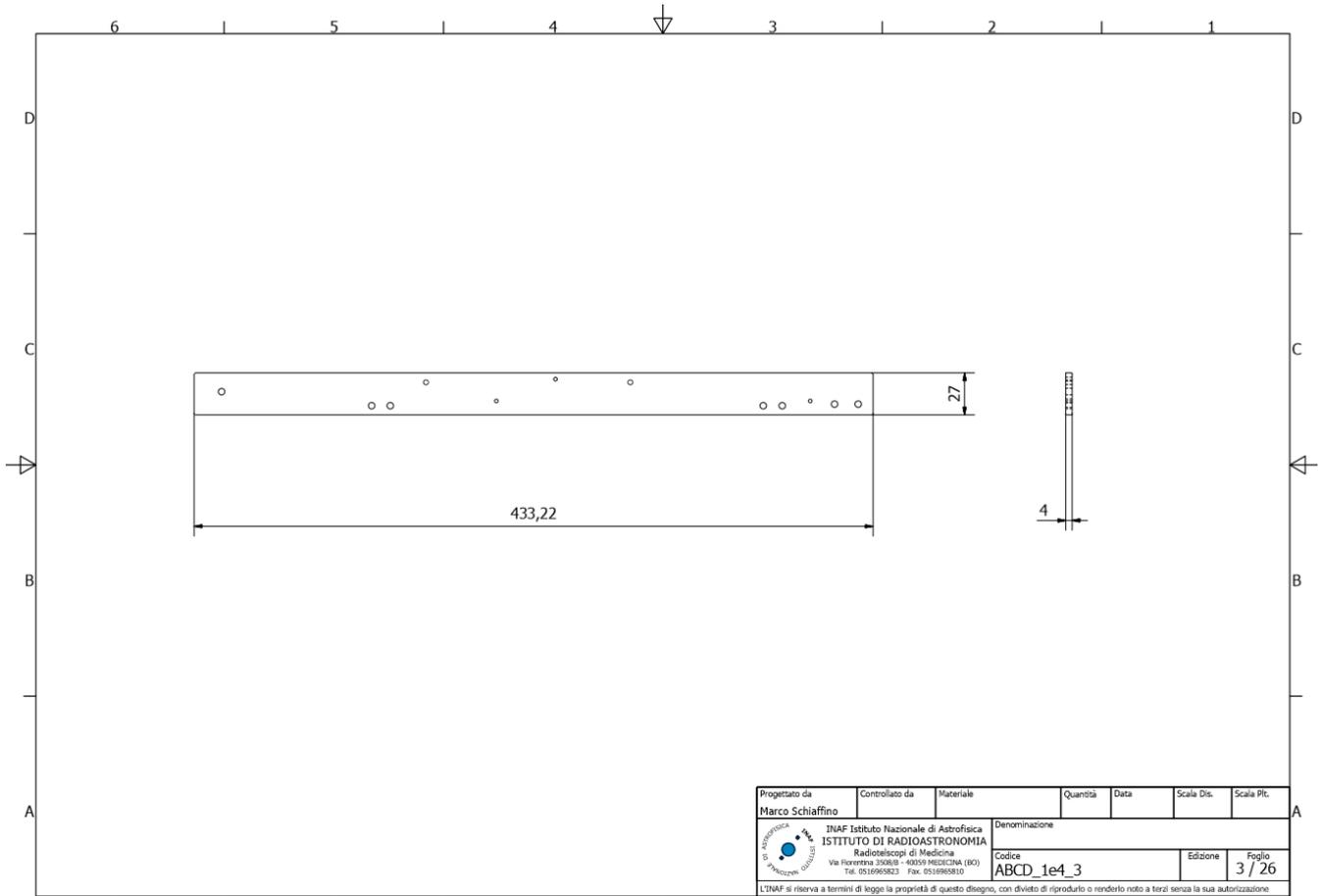
Figura 9 – Settori ala

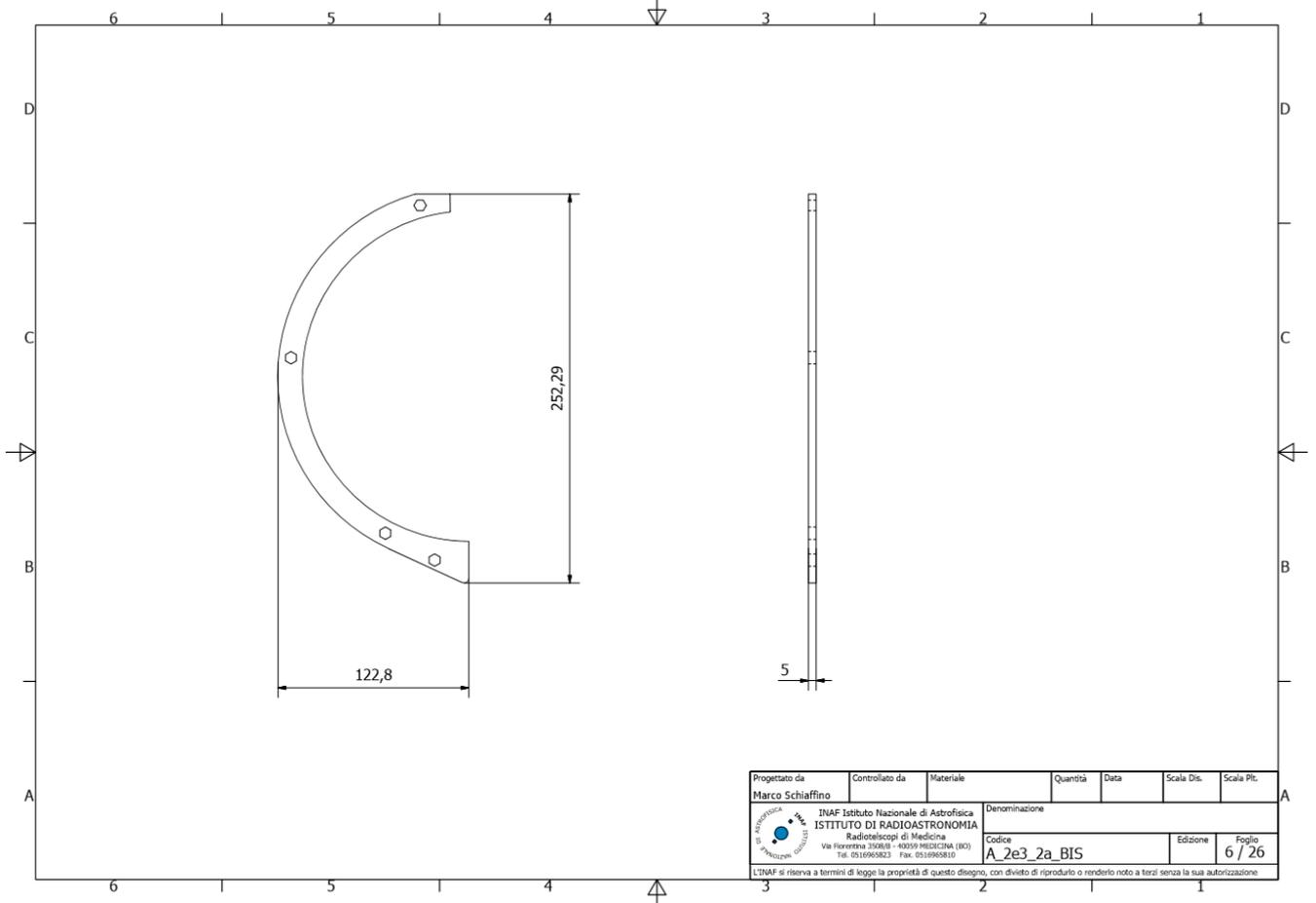
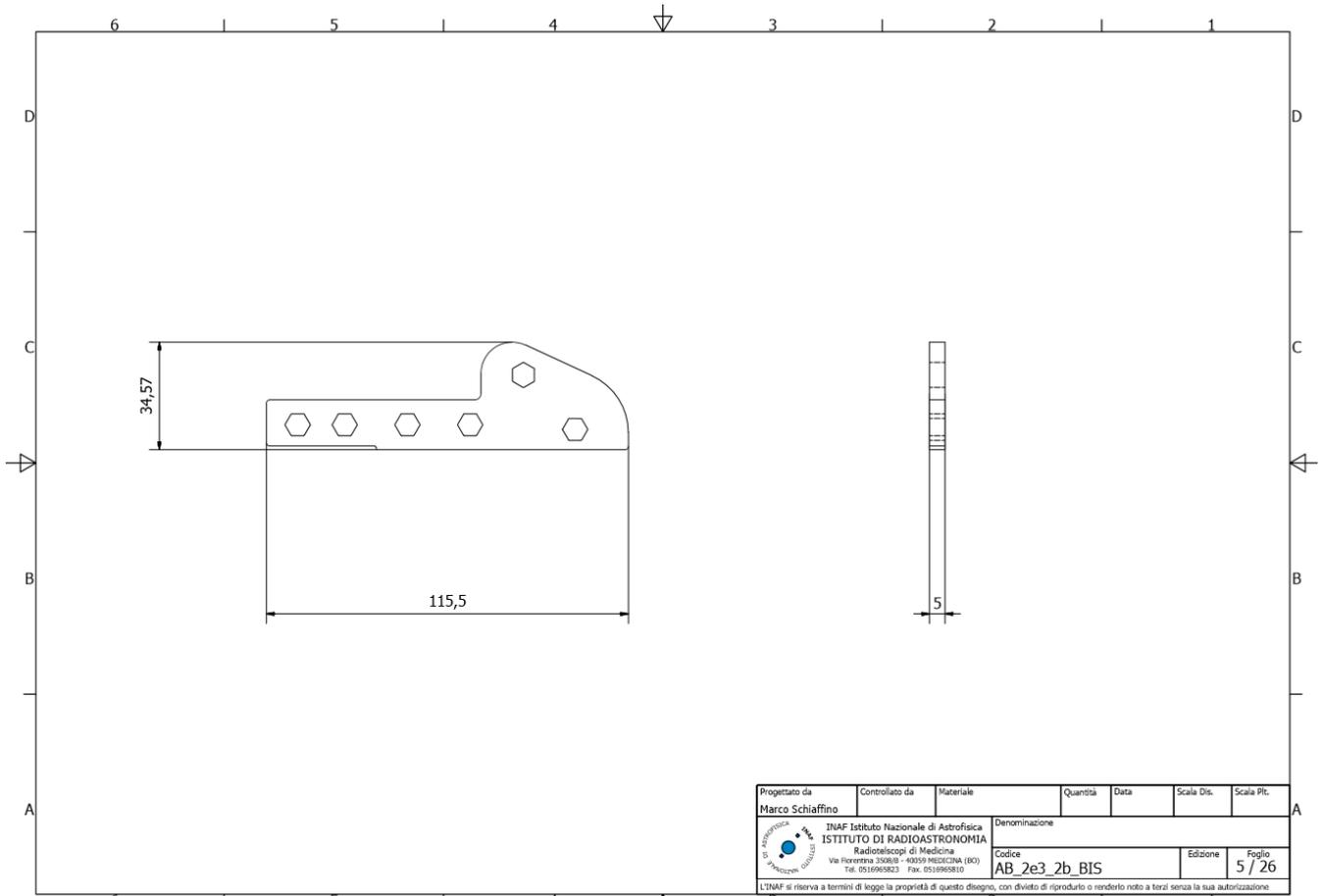
Per esempio, il pezzo col codice A_1e4_1e2 significa che compone l'ala "A", viene utilizzato nei layers 1 e 4 e copre le posizioni 1 e 2.

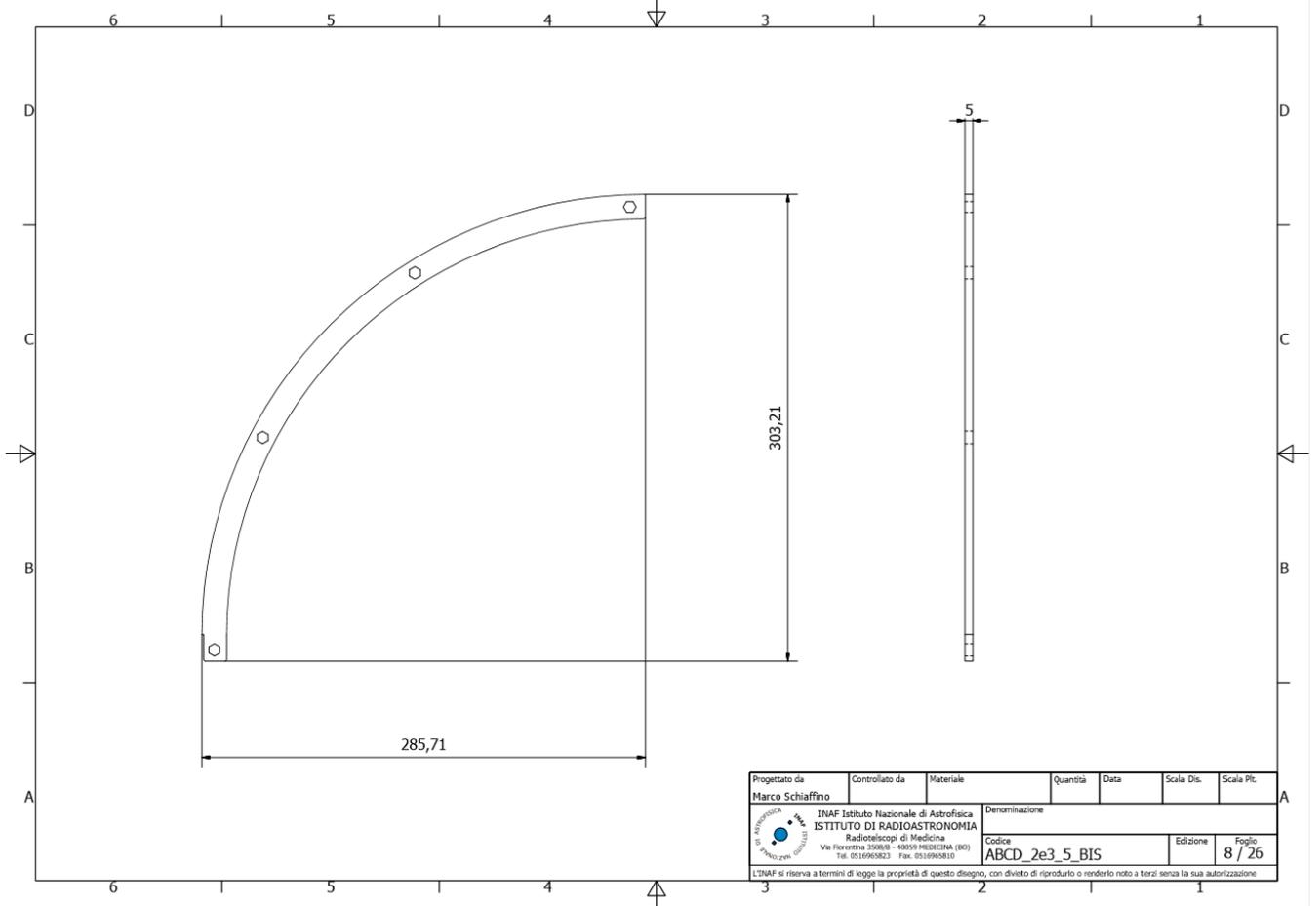
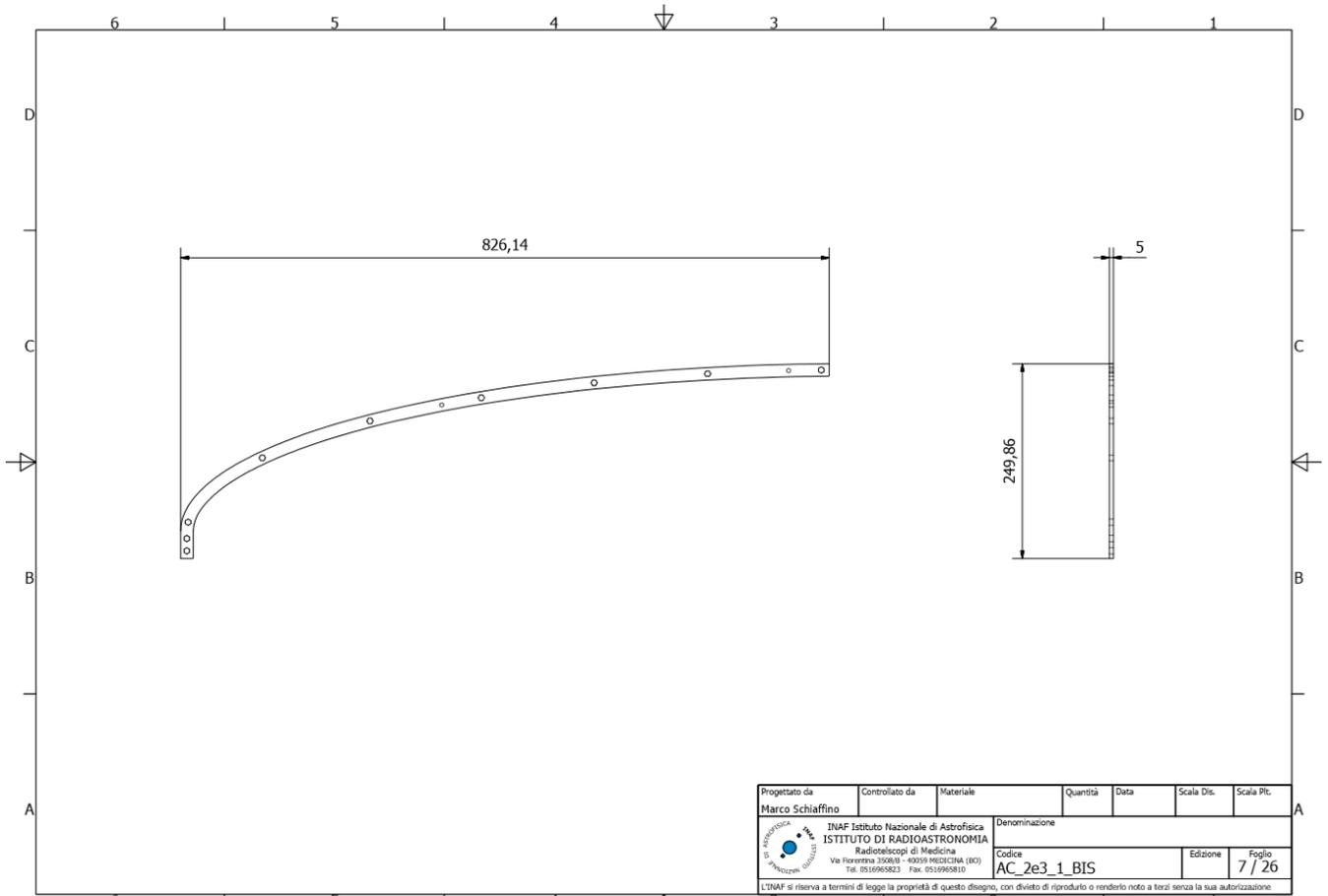
Codici più descrittivi vengono utilizzati per altri componenti, tipo le coperture esterne e gli elementi di rinforzo.

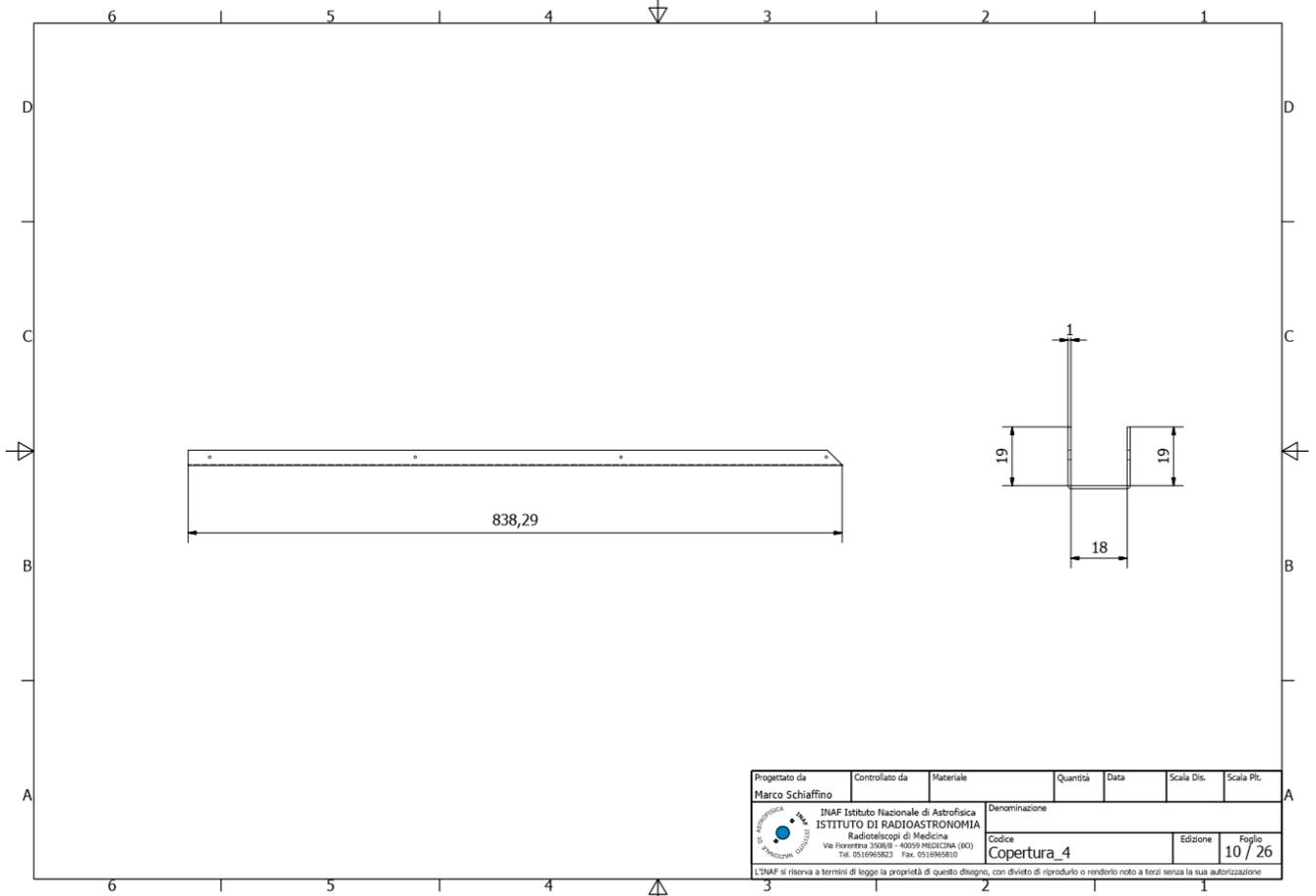
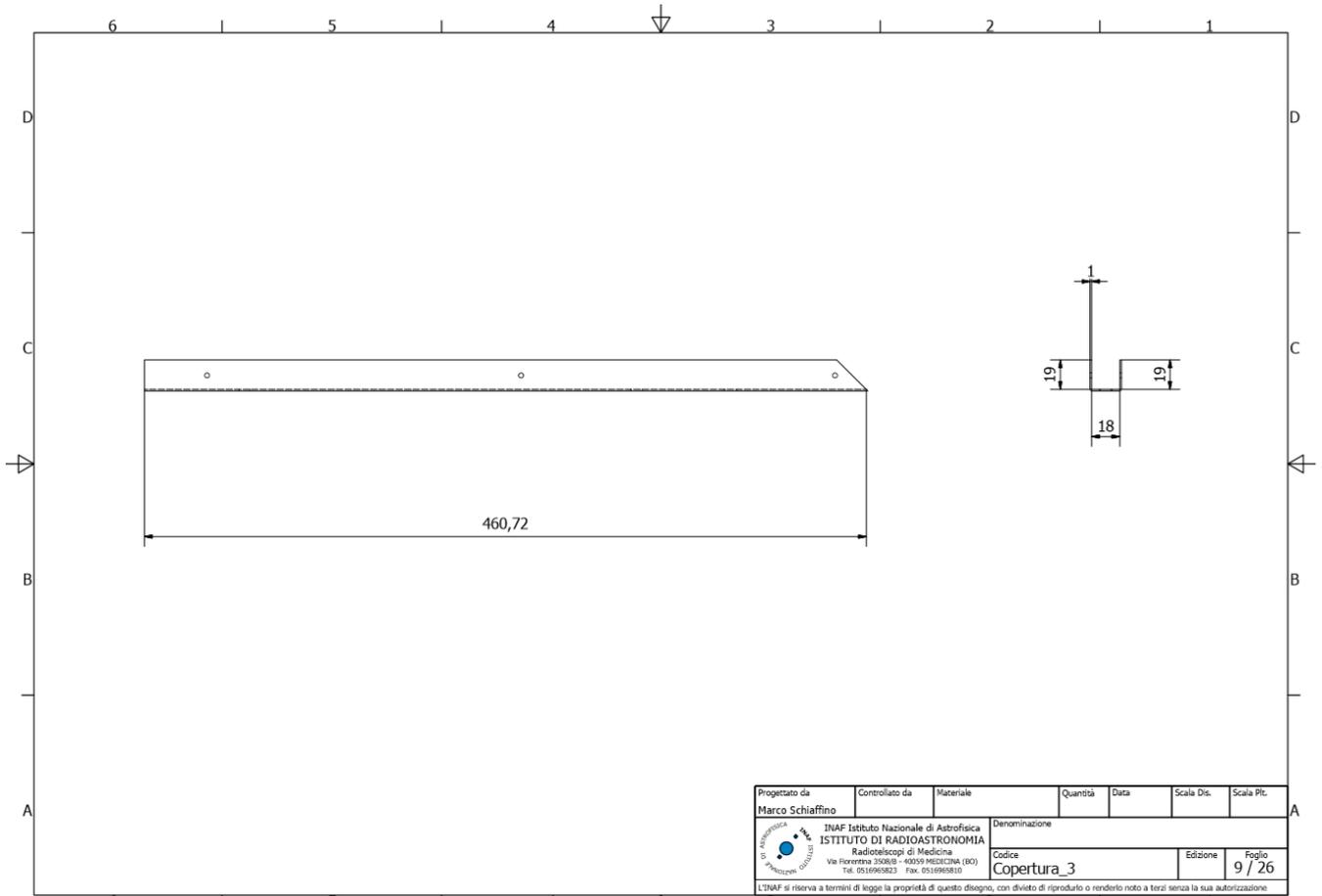
Nelle tavole non sono presenti tutte le quote, ma solo le dimensioni esterne, in quanto per la realizzazione dei pezzi in taglio lamiera è sufficiente l'utilizzo di un file DXF da inserire in macchina in fase di lavorazione.

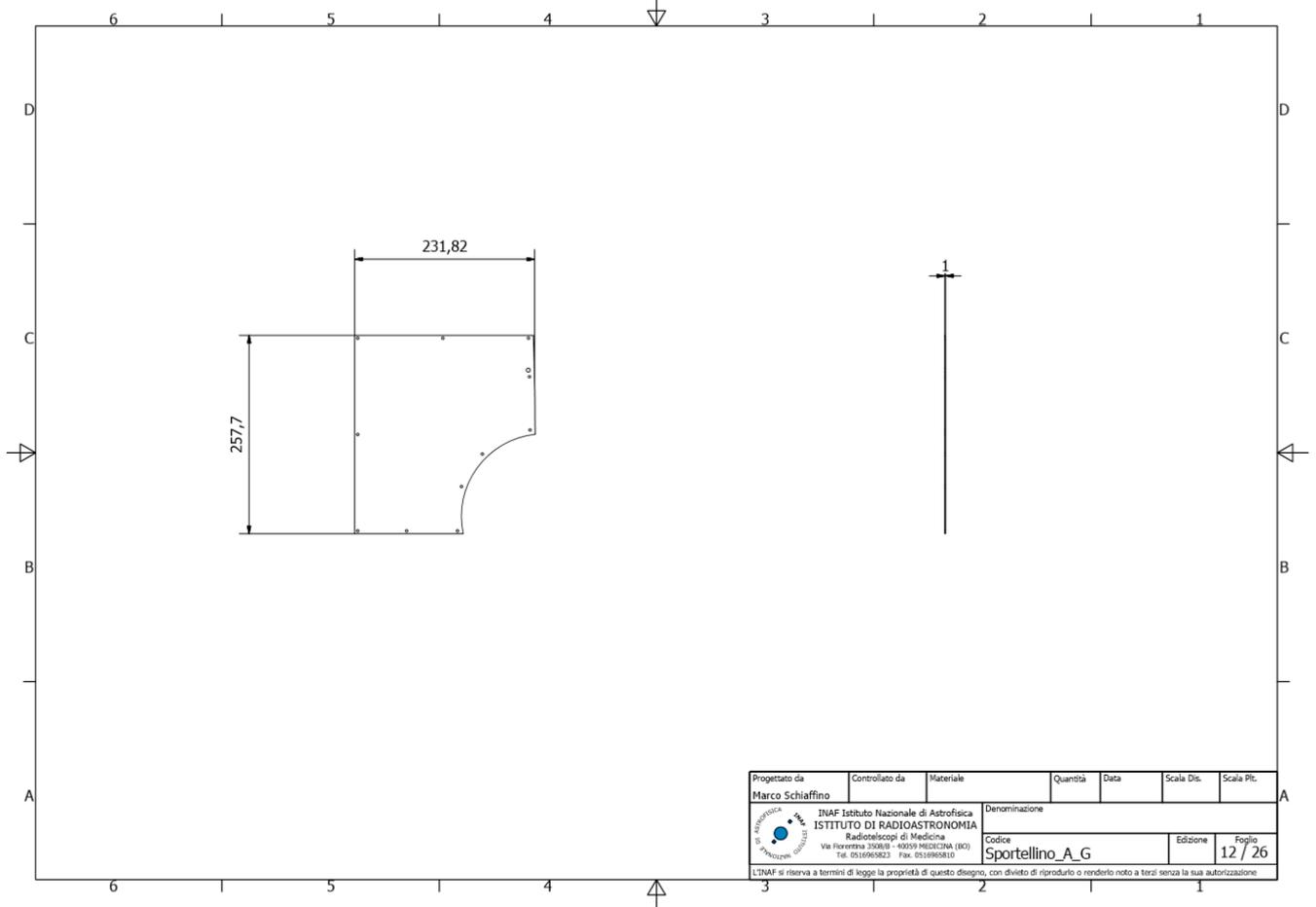
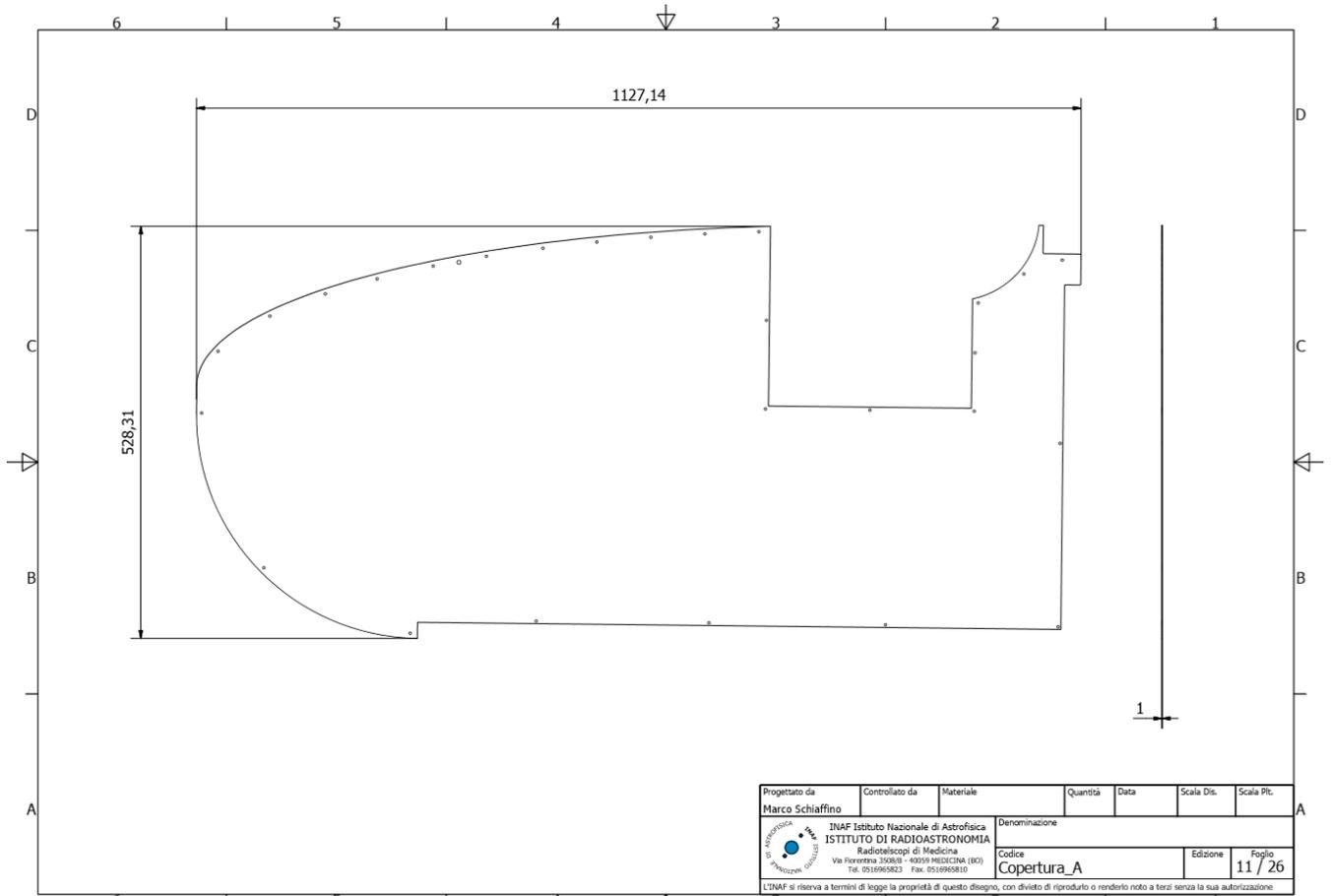


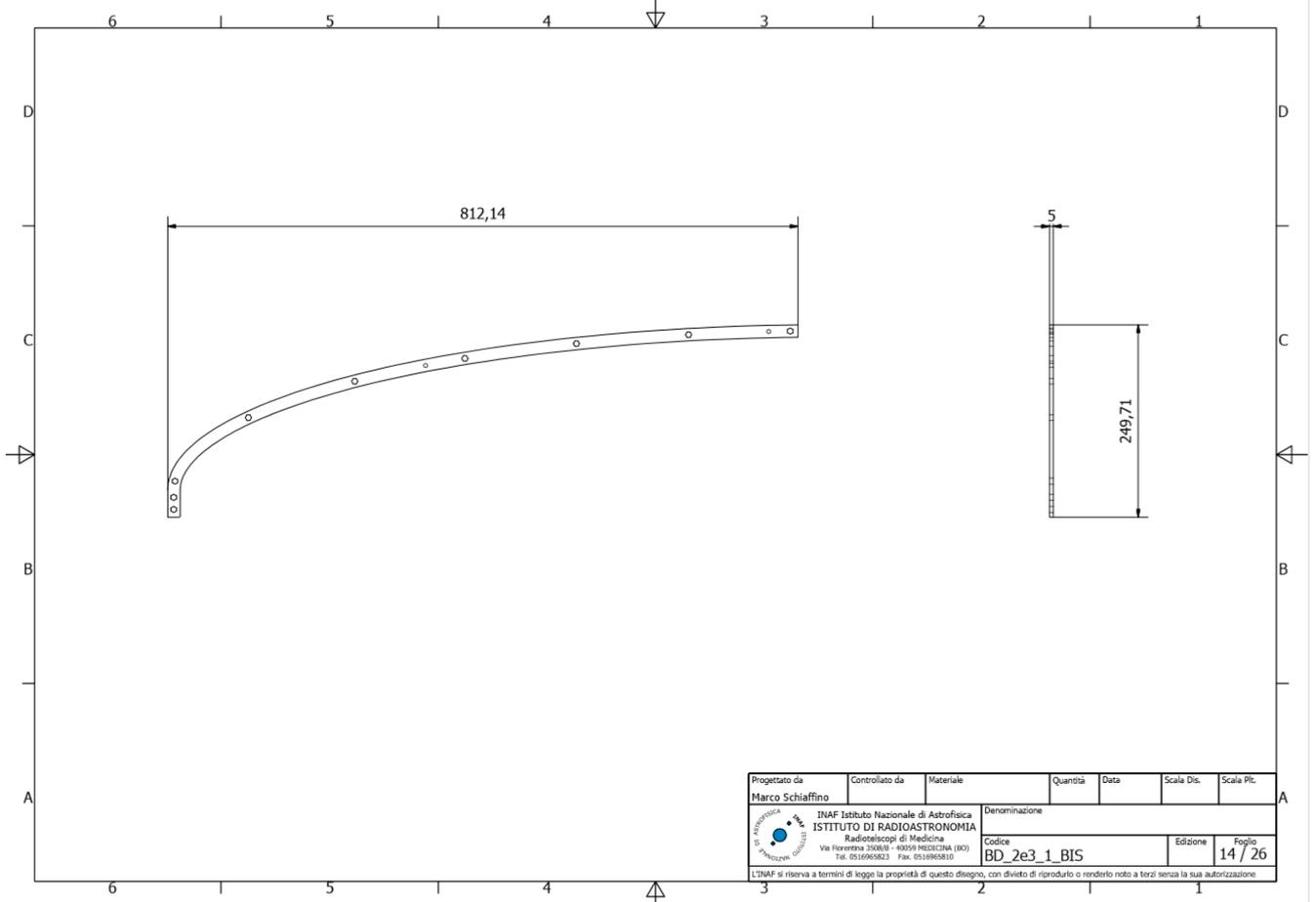
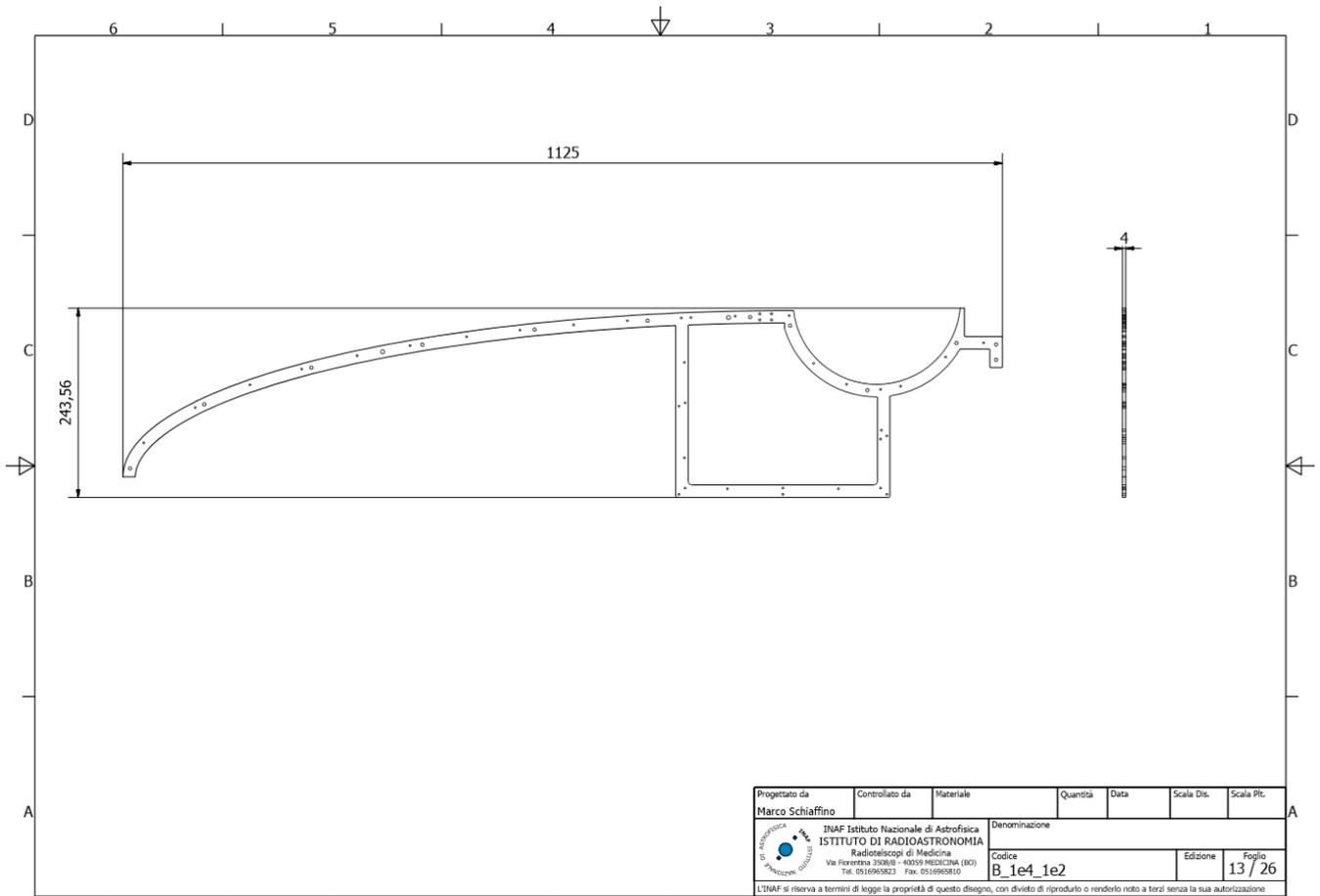


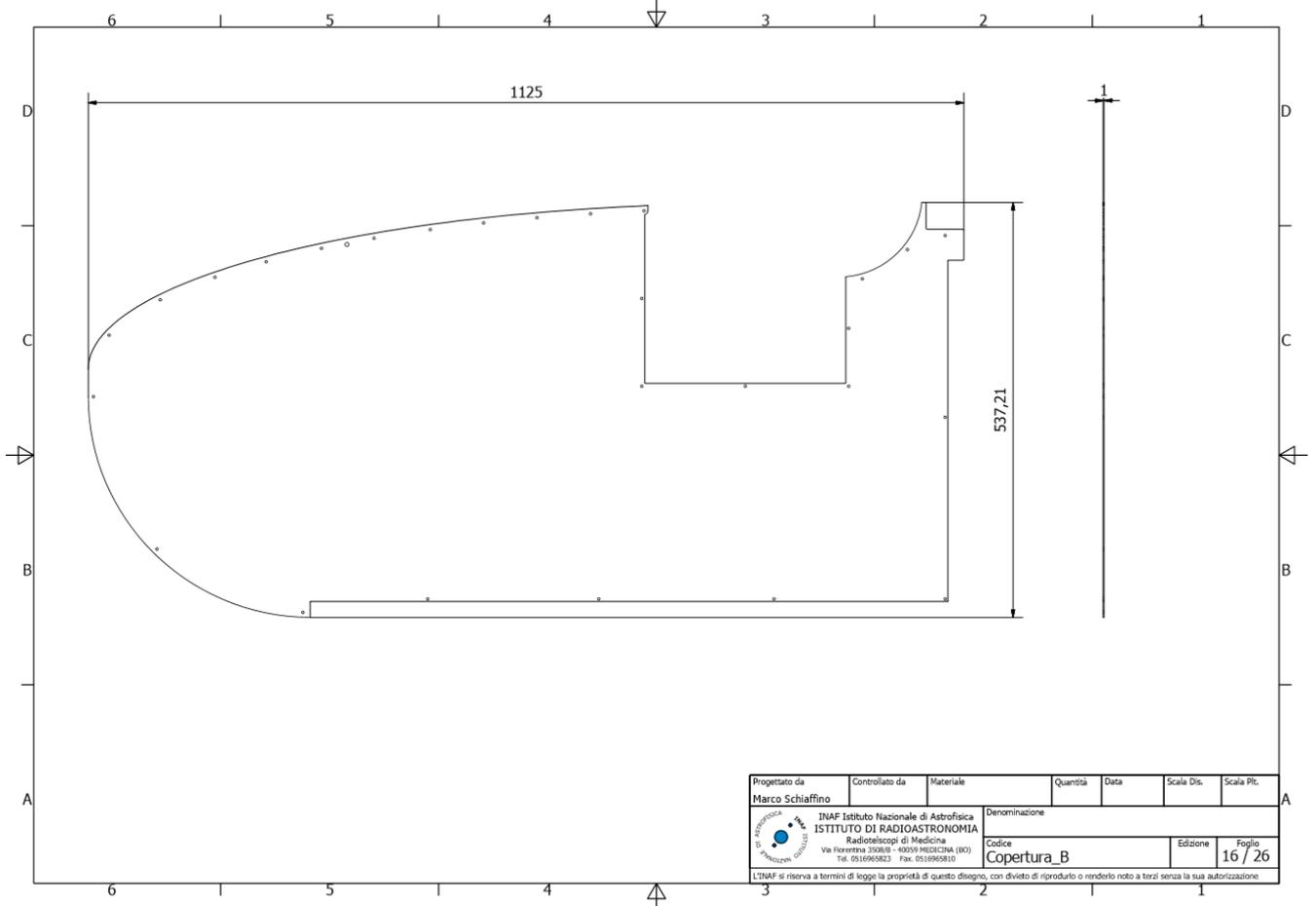
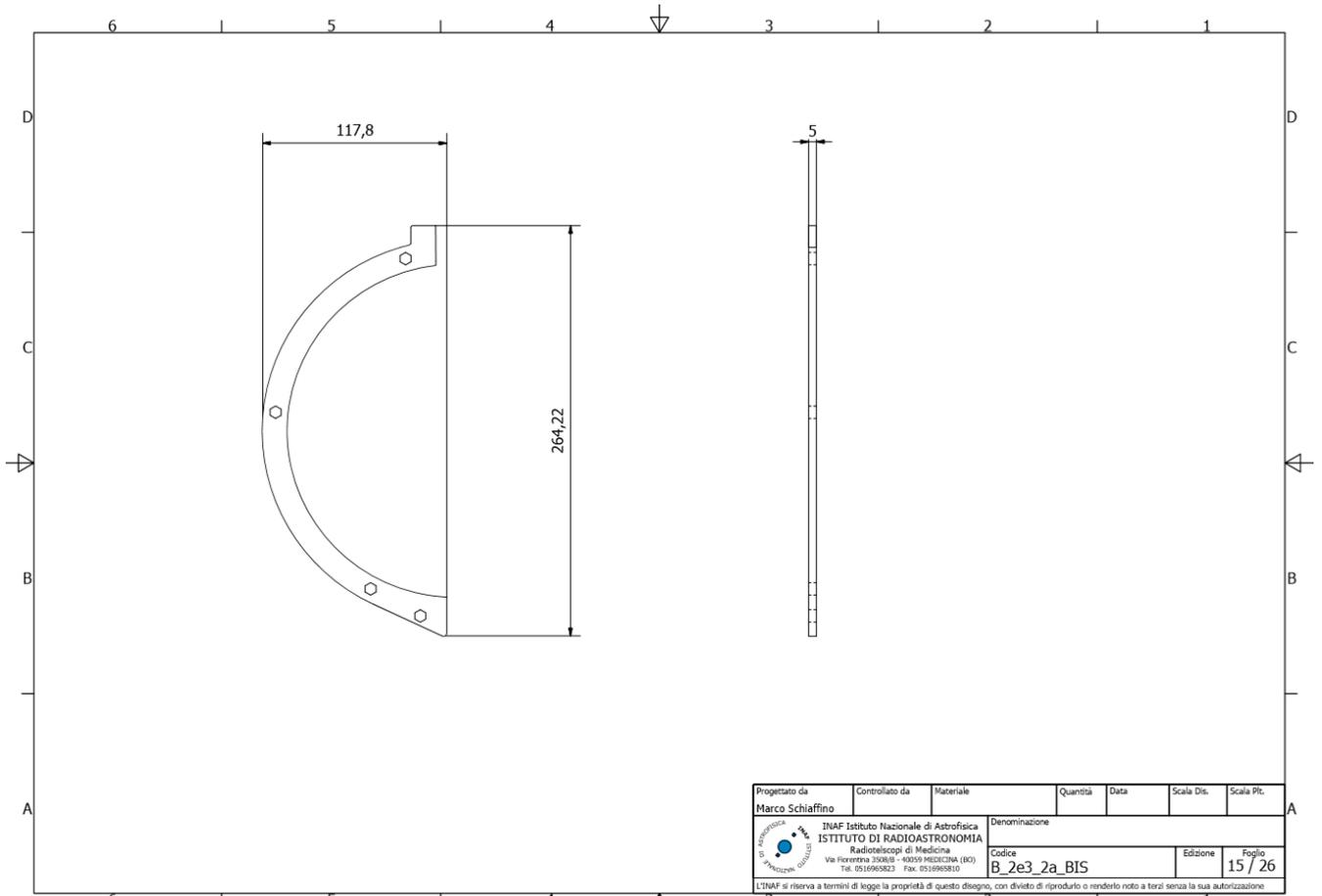


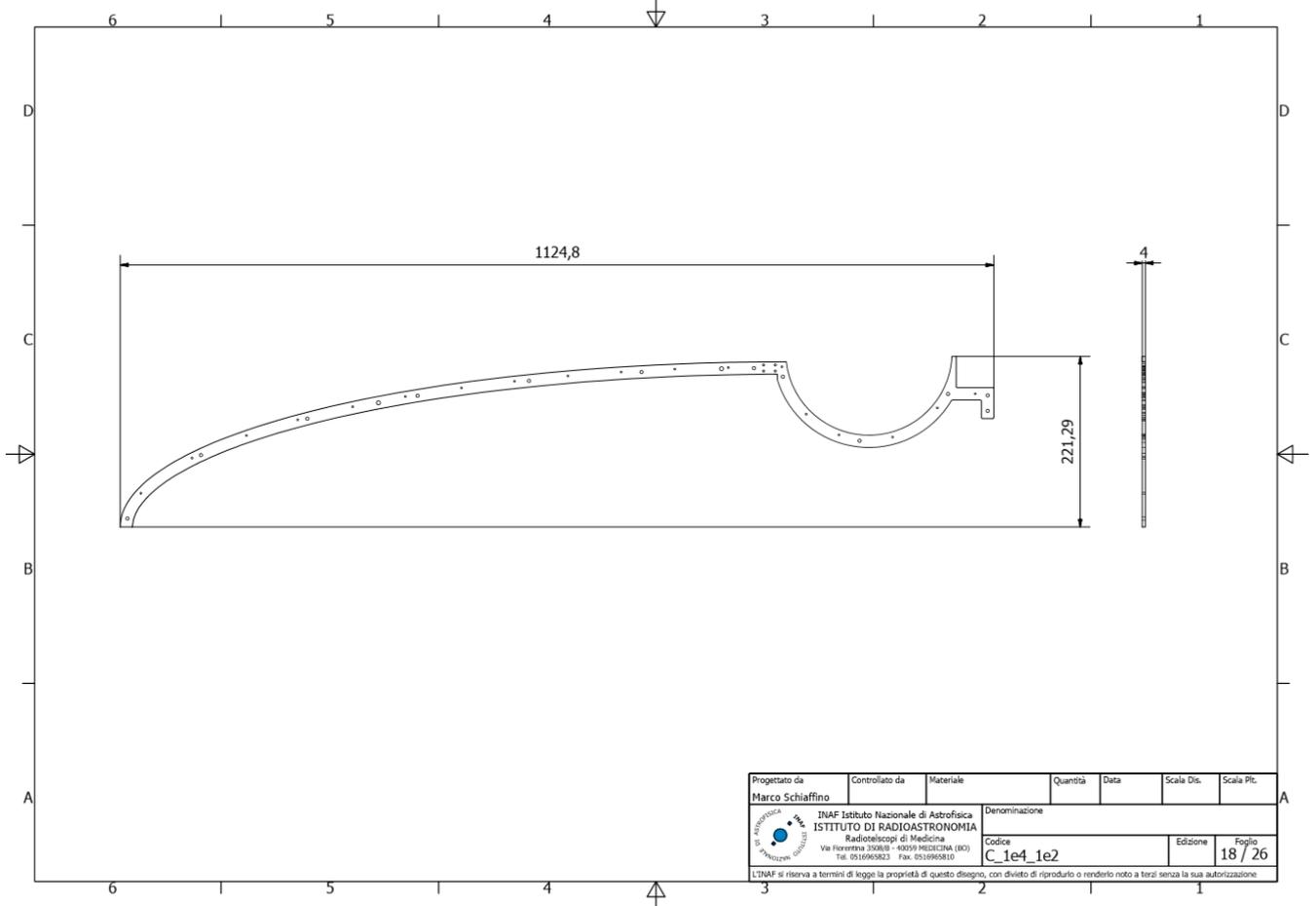
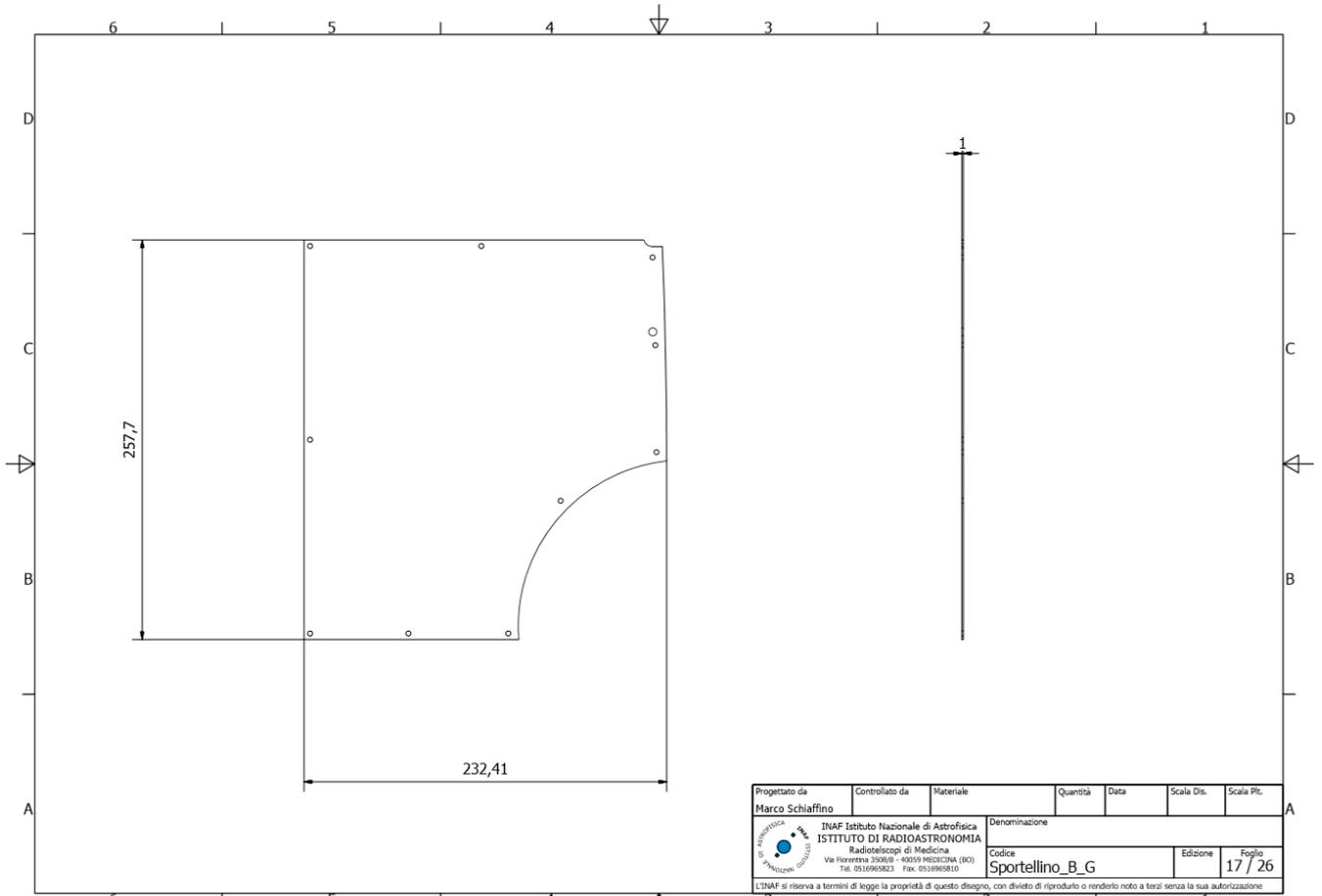


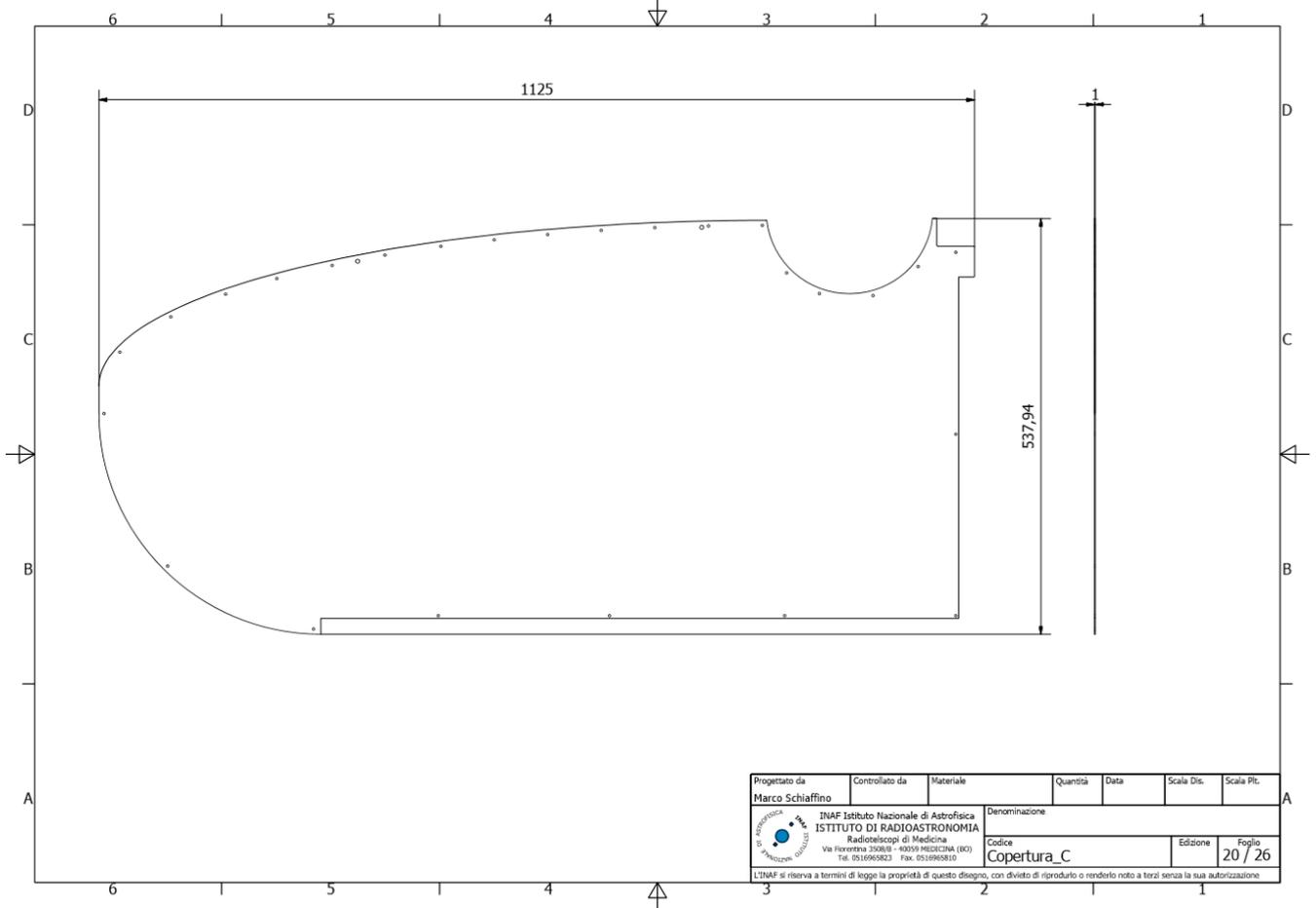
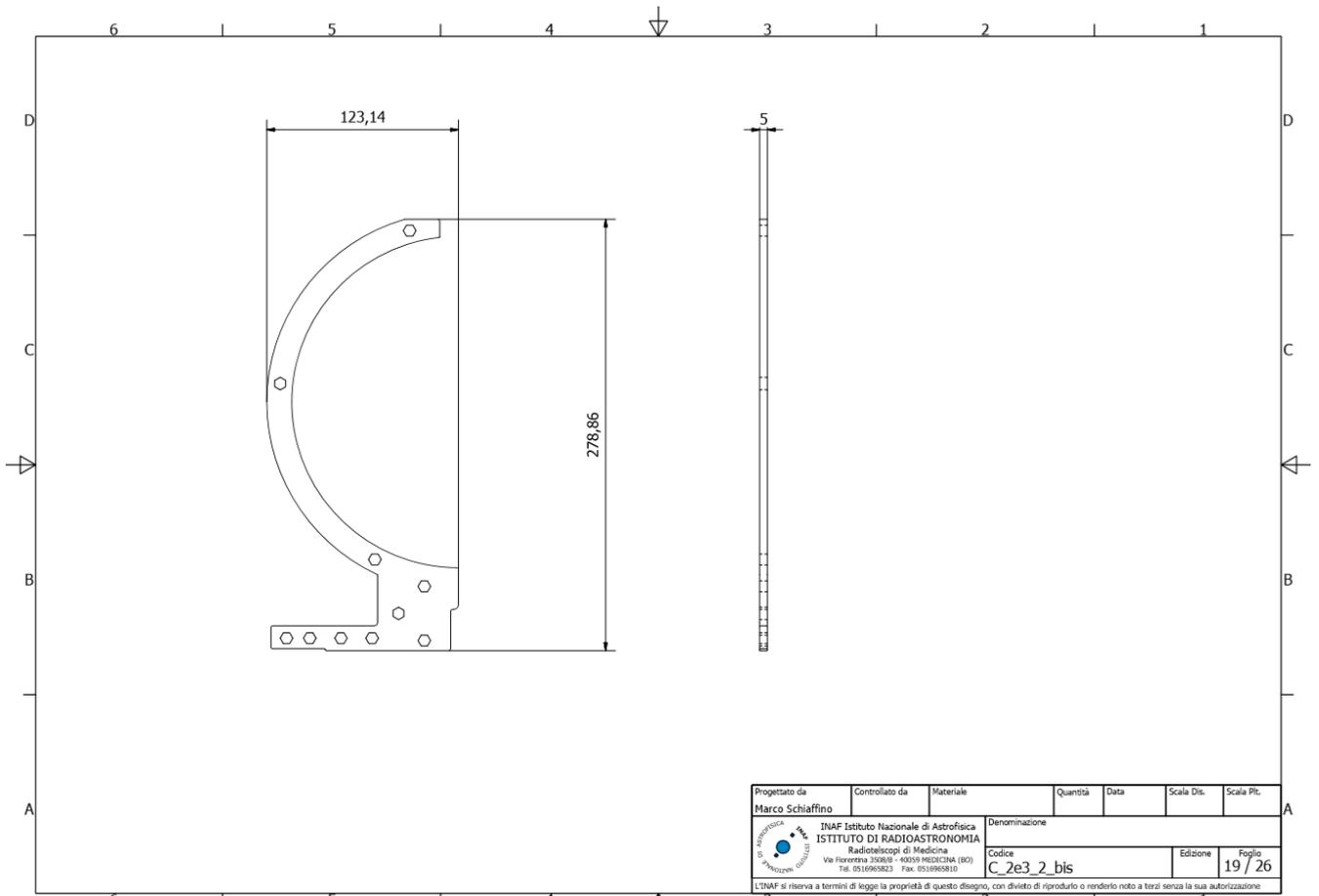


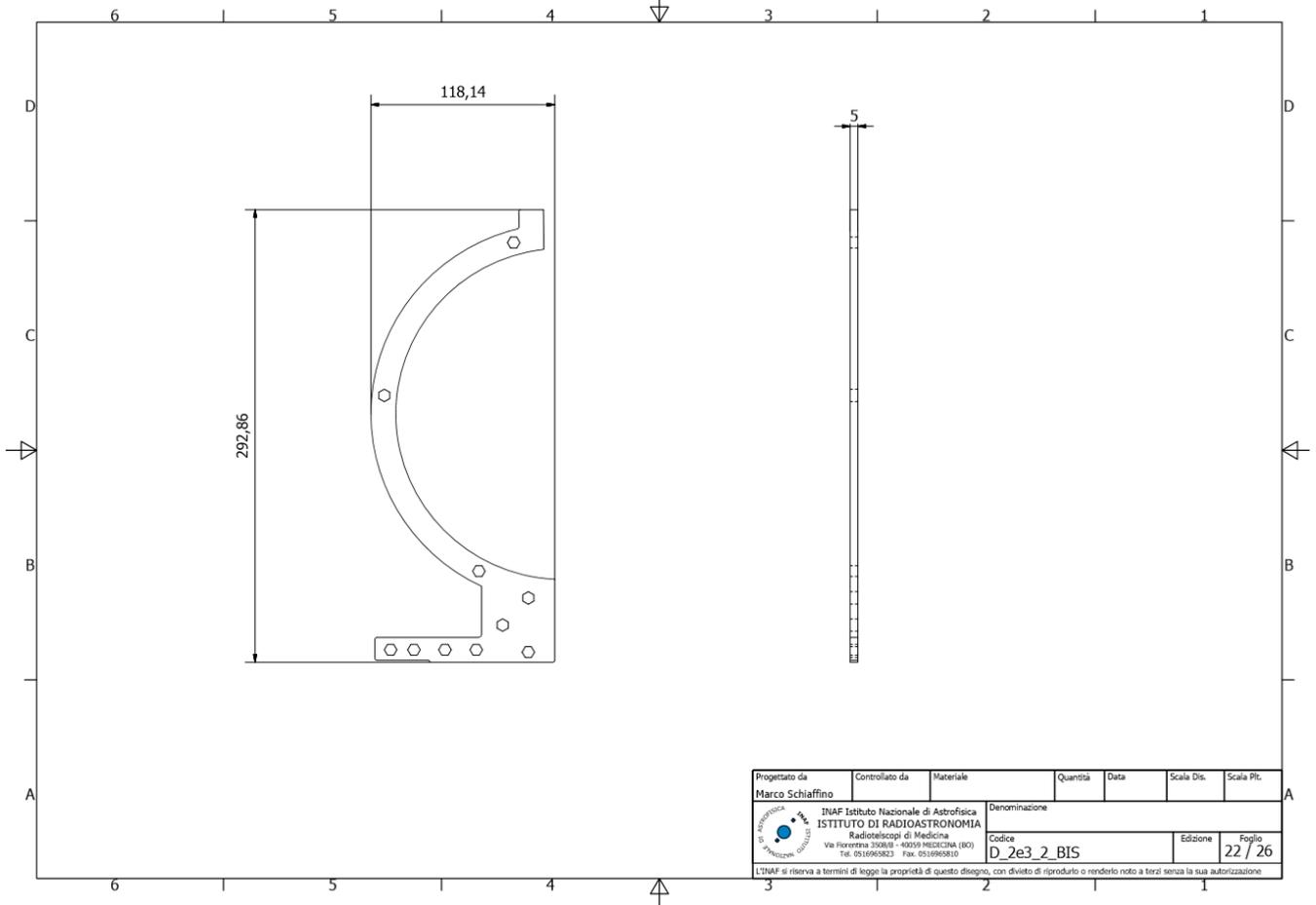
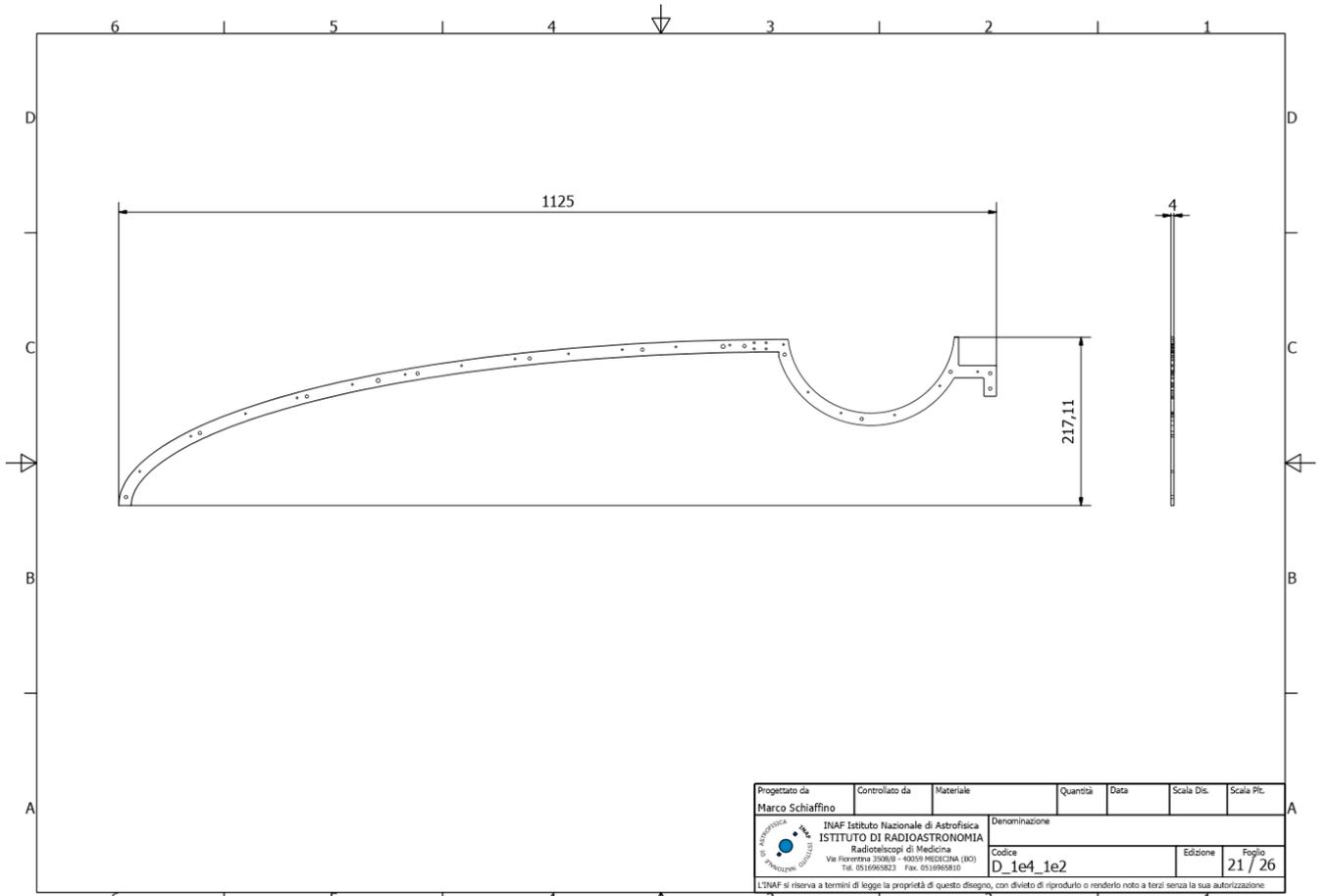


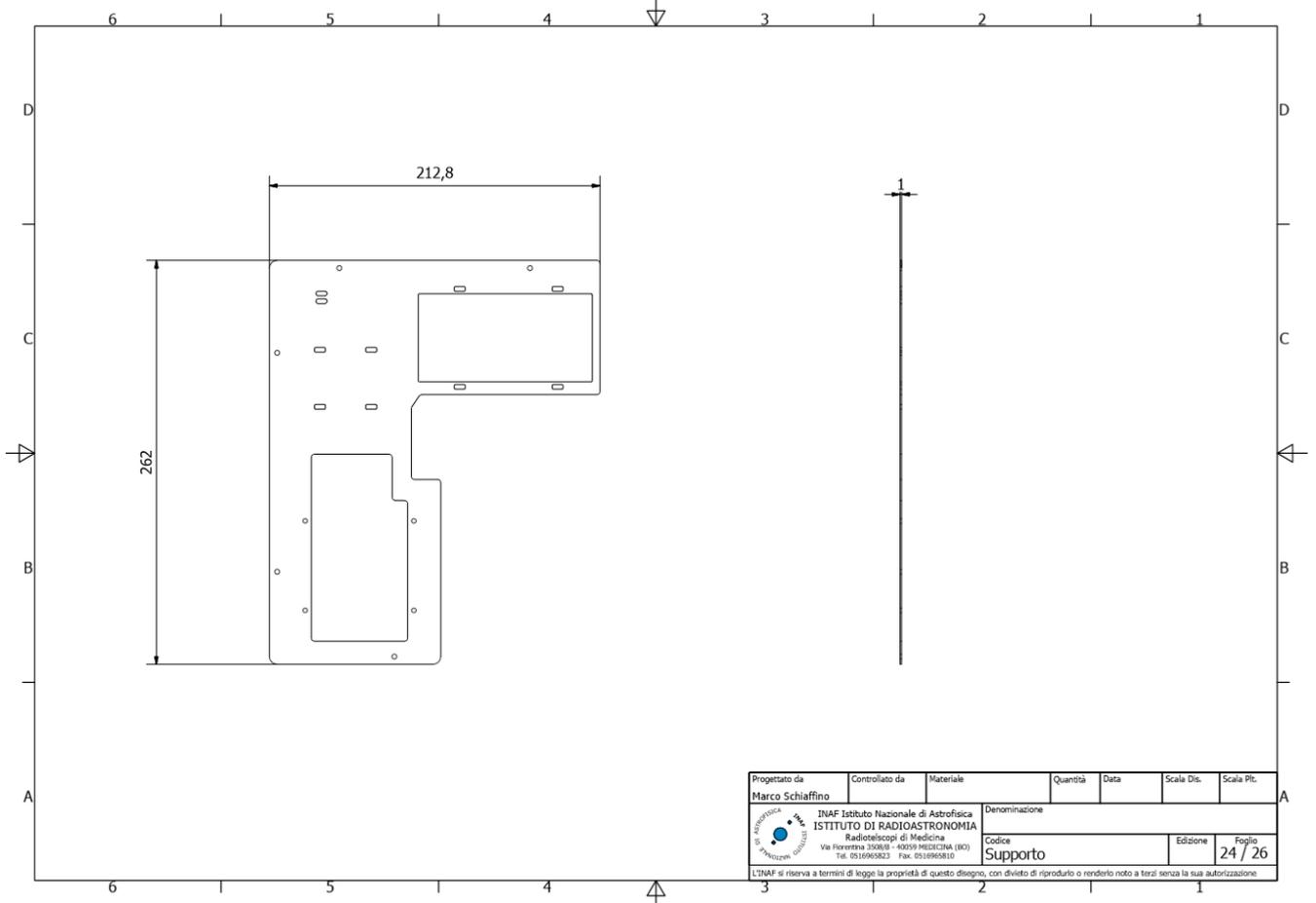
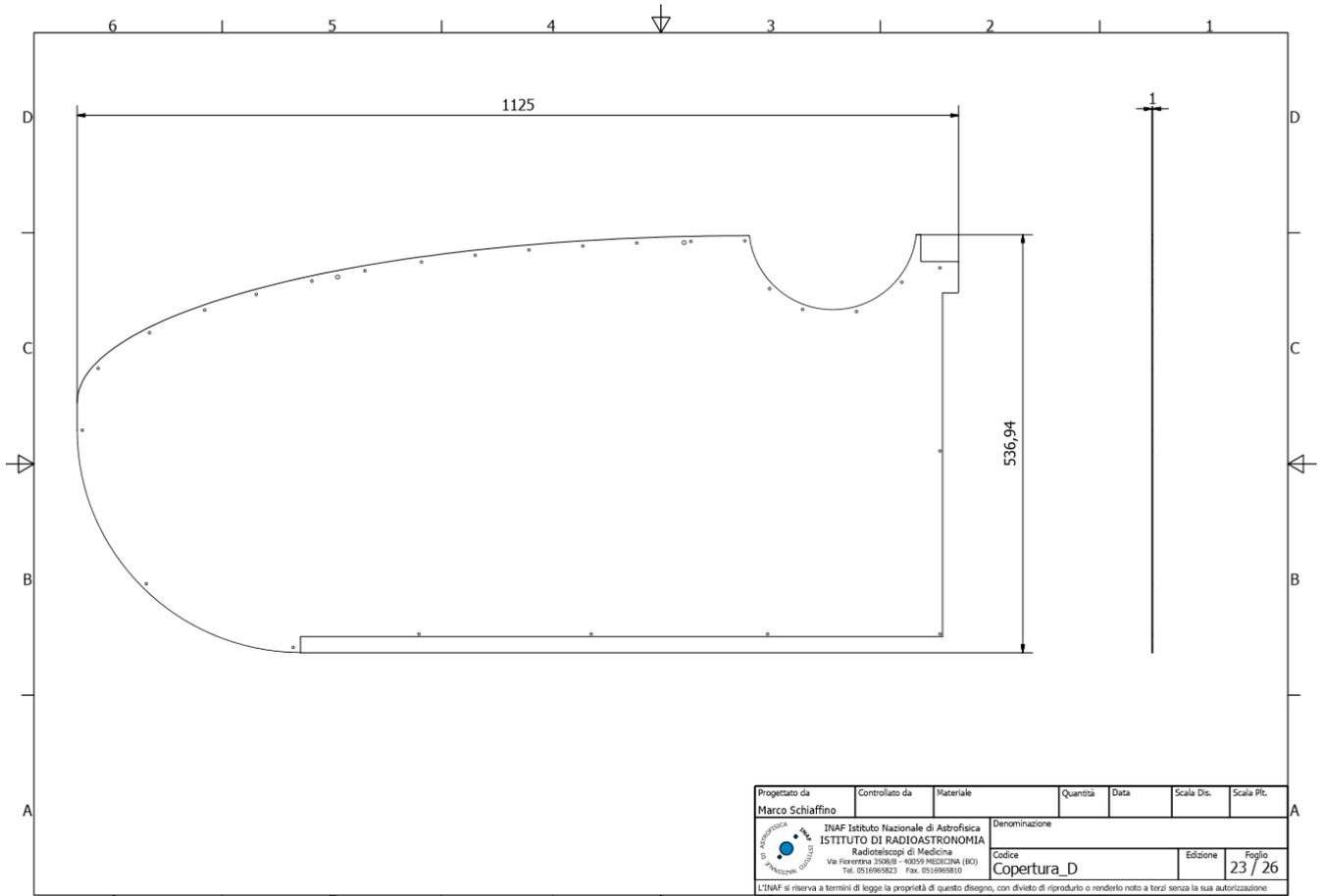


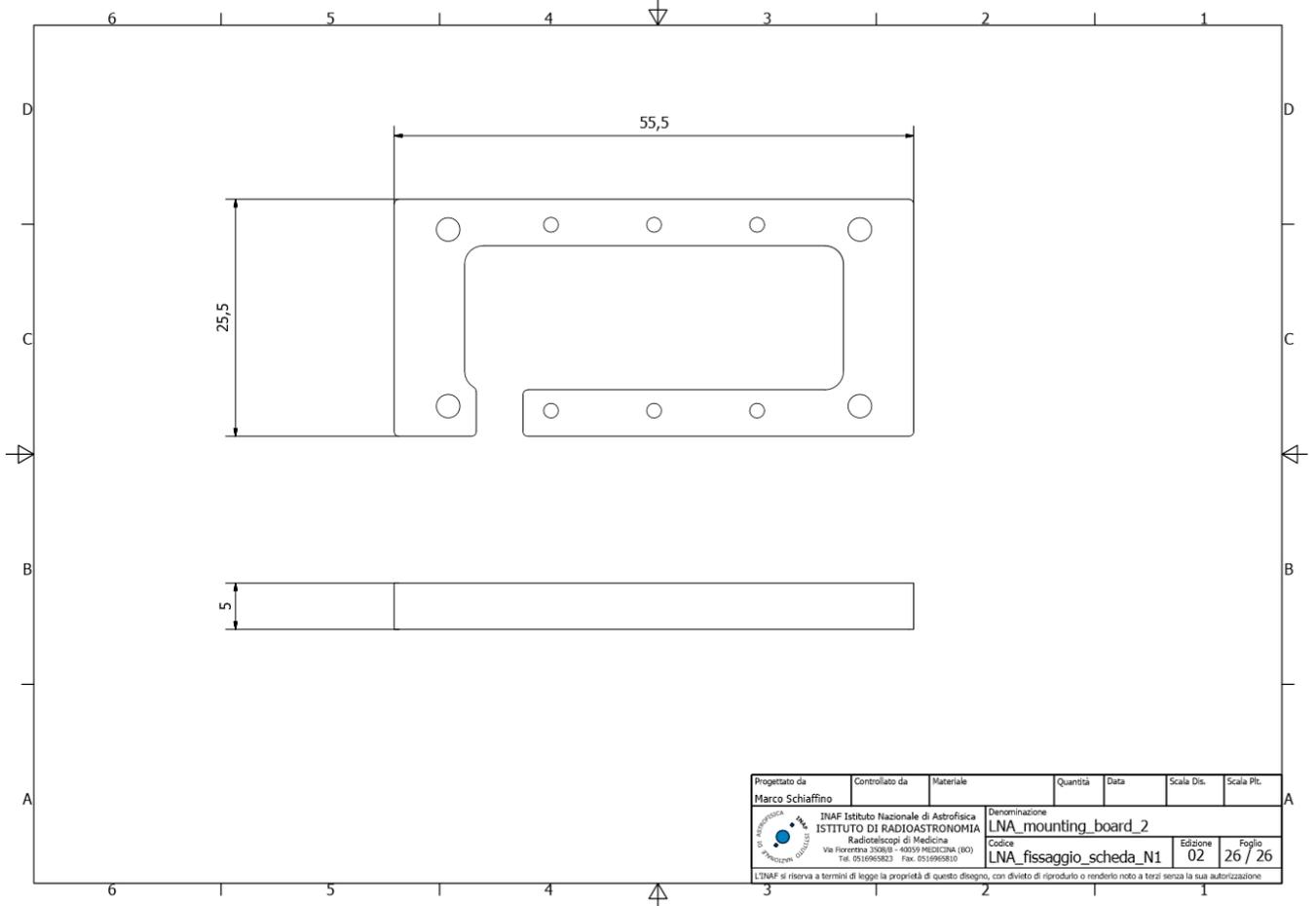
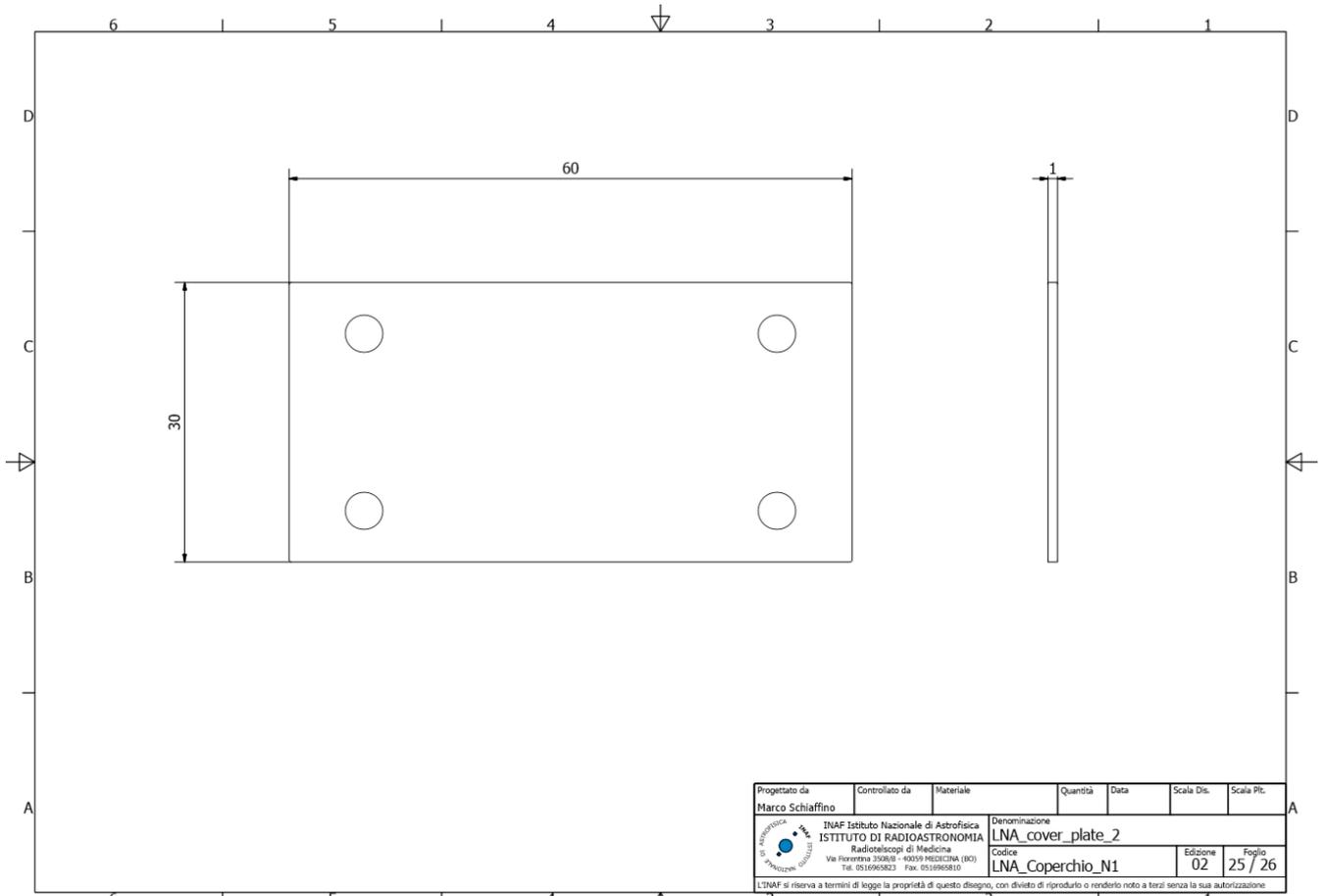




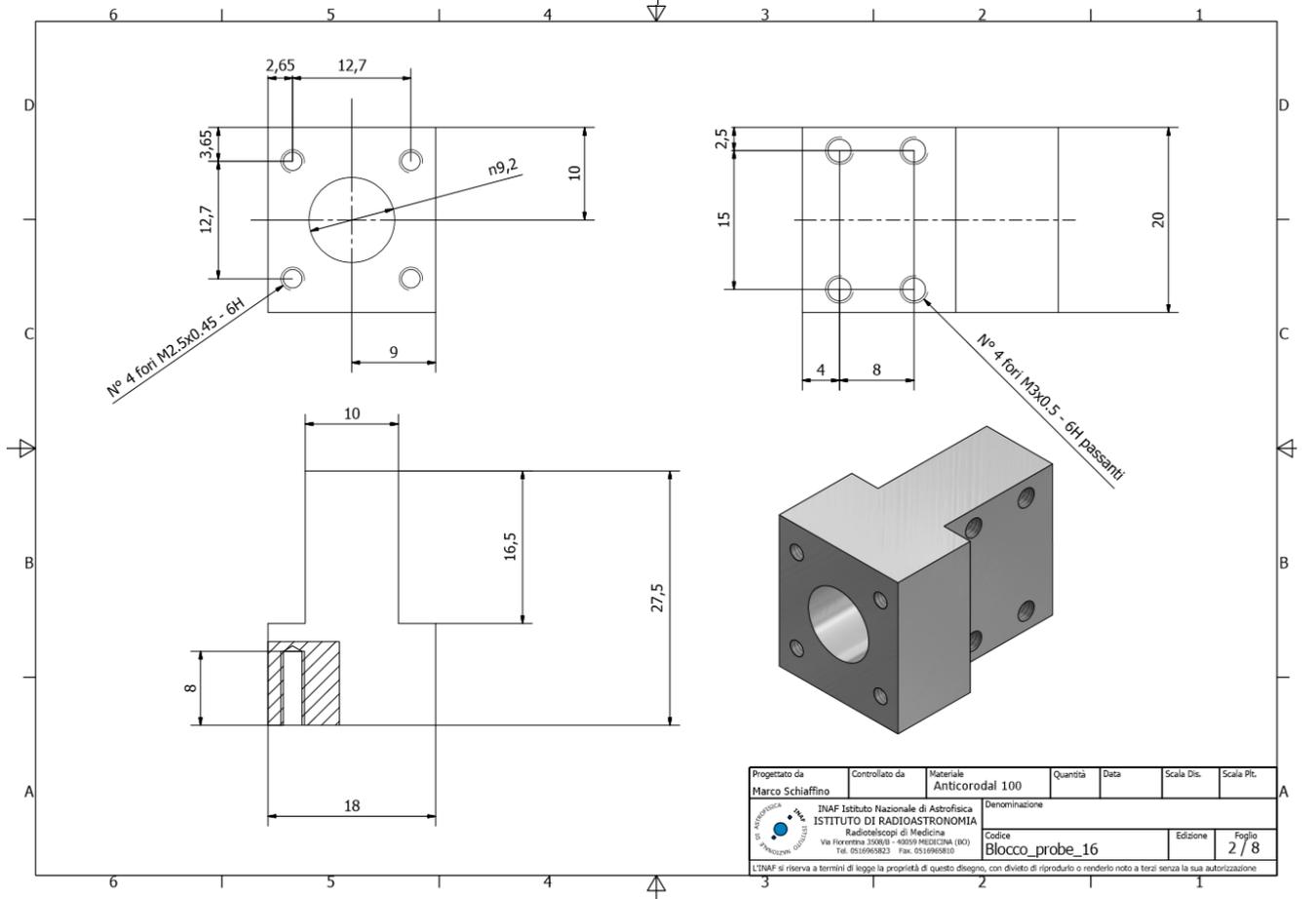
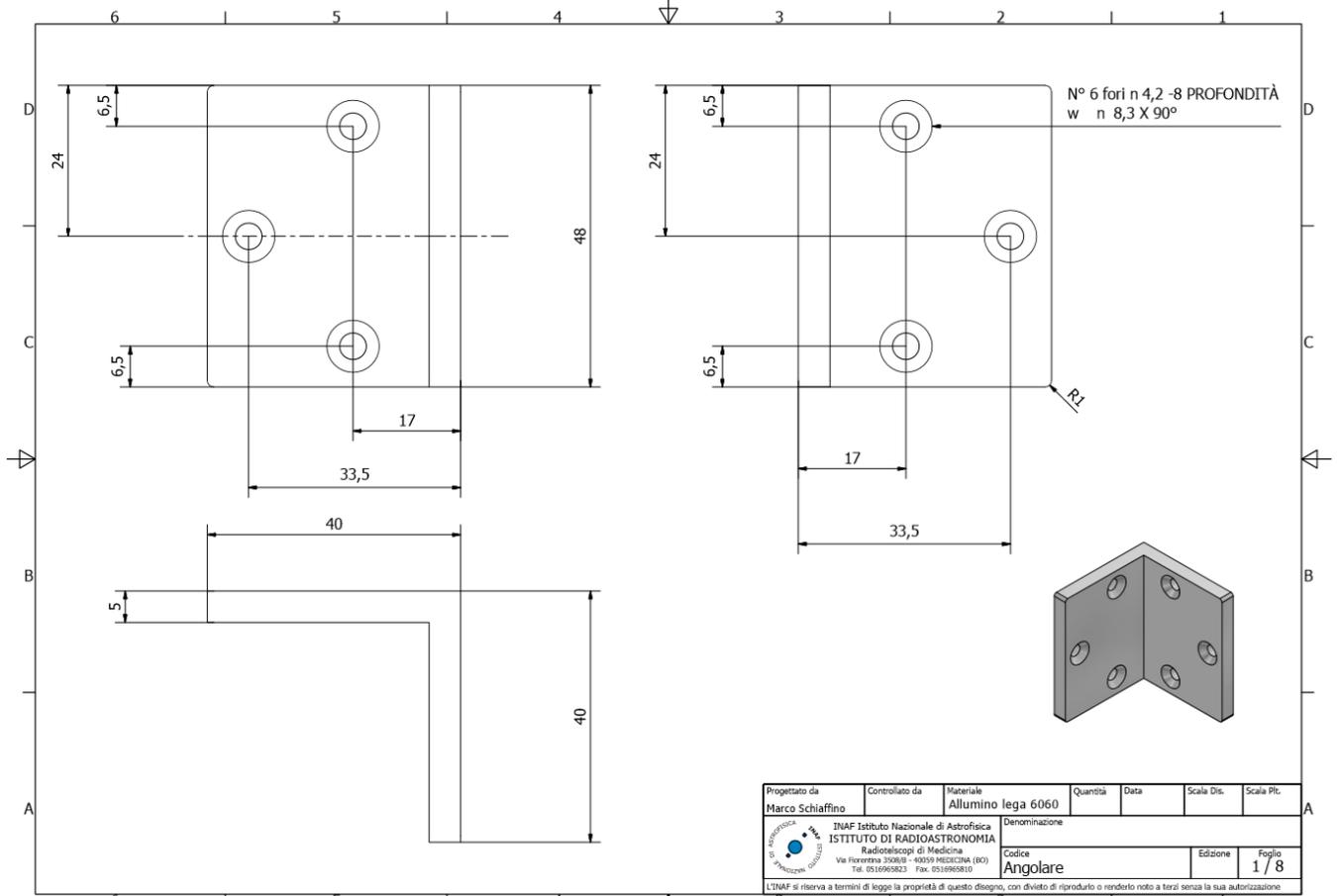


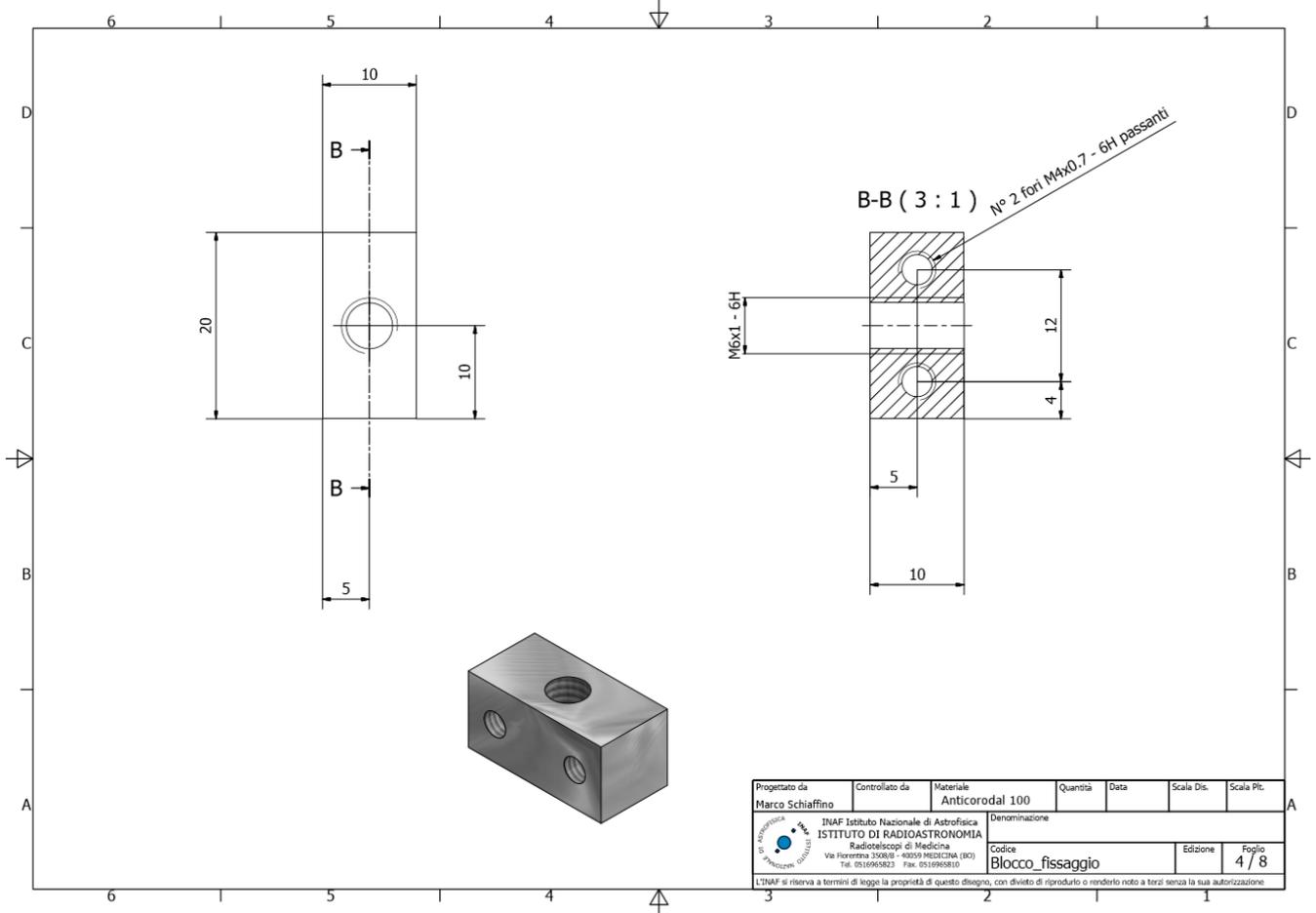
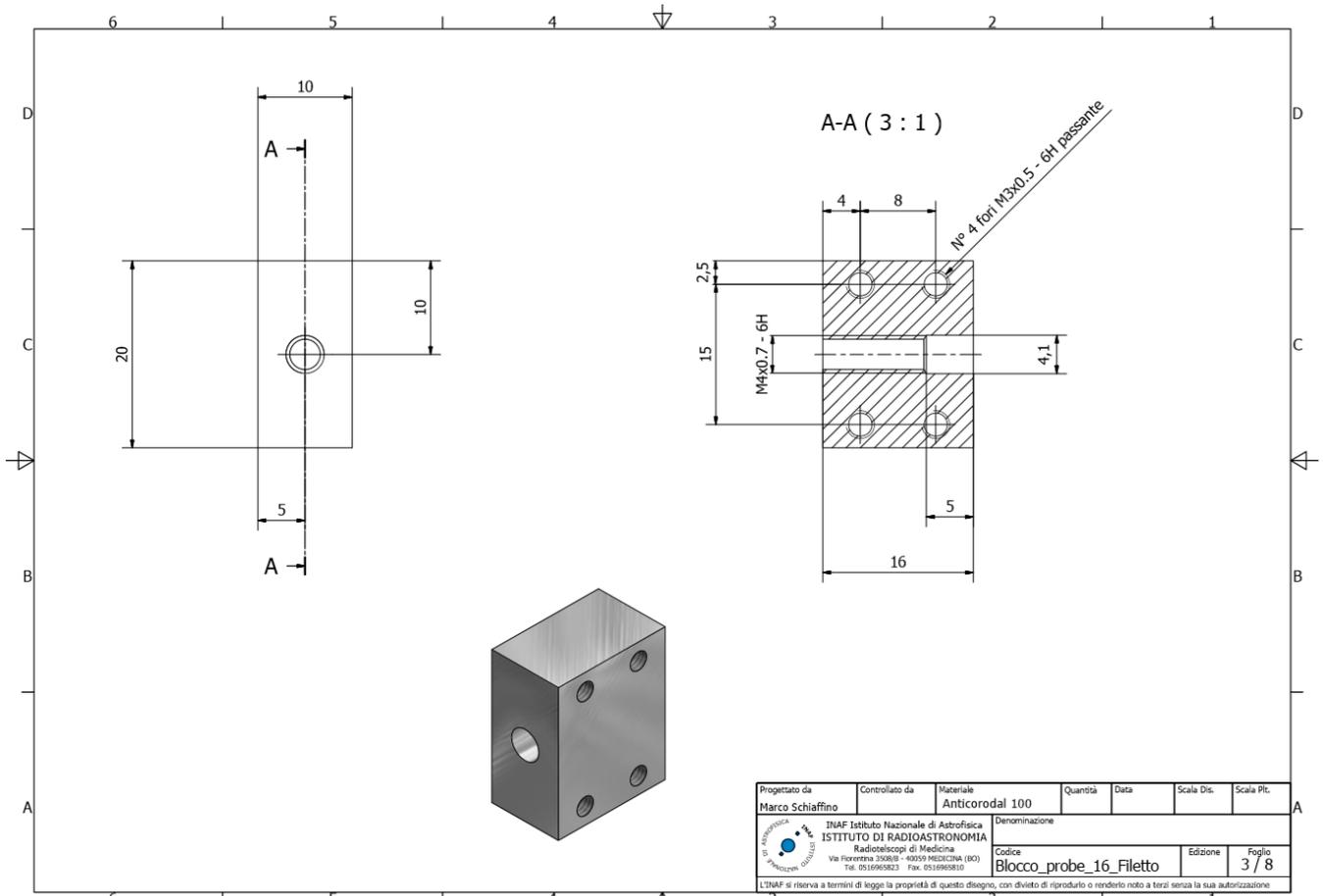


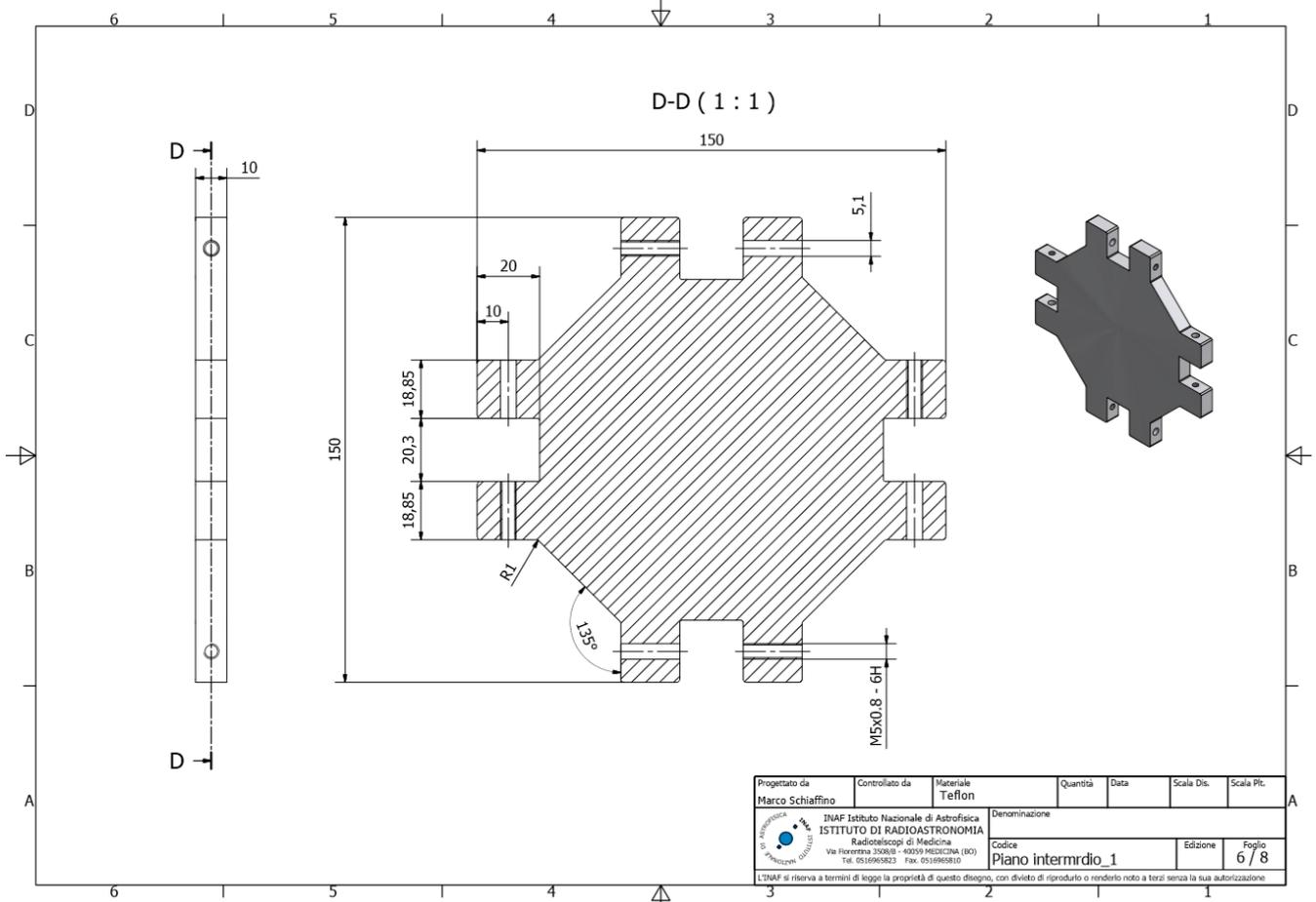
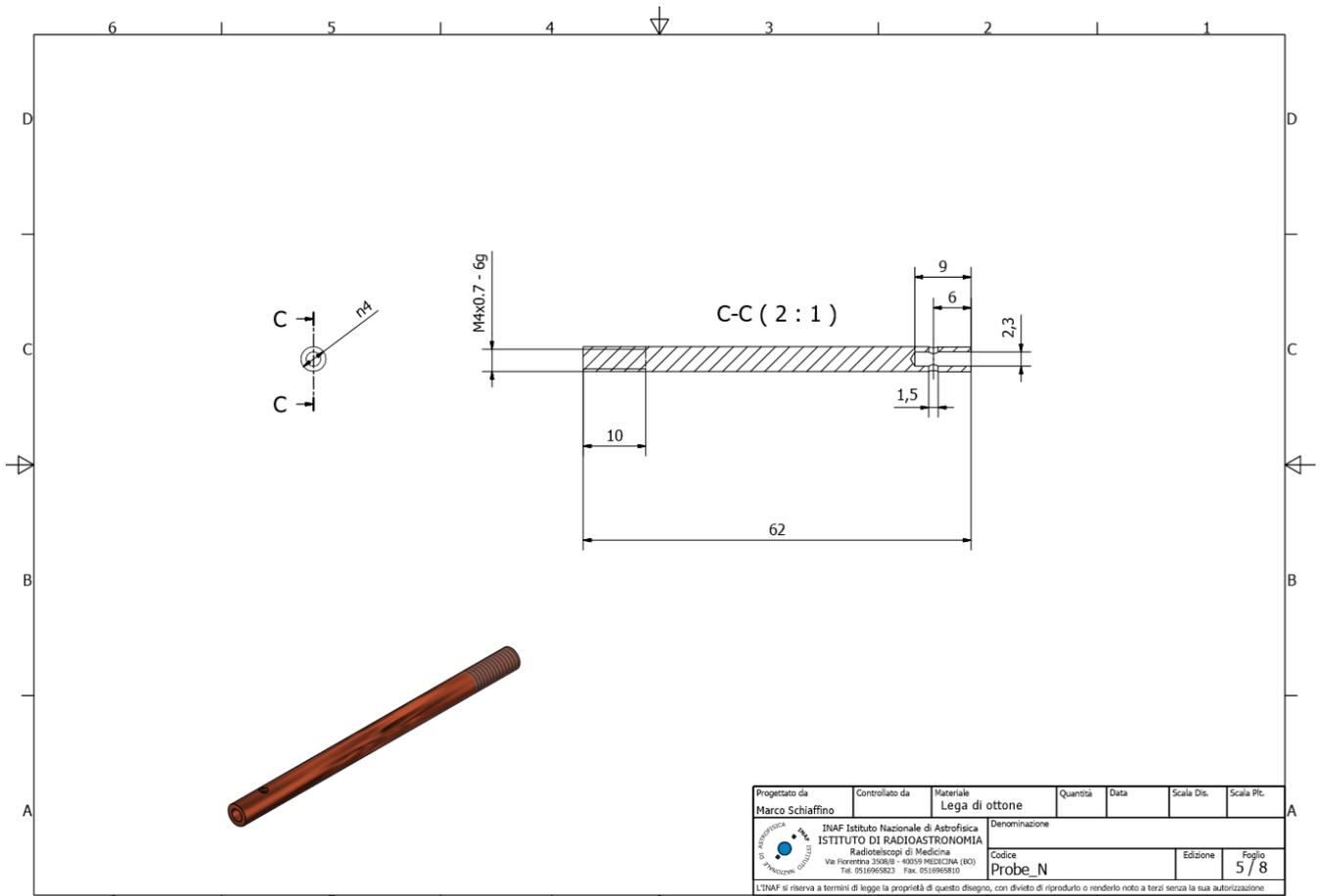


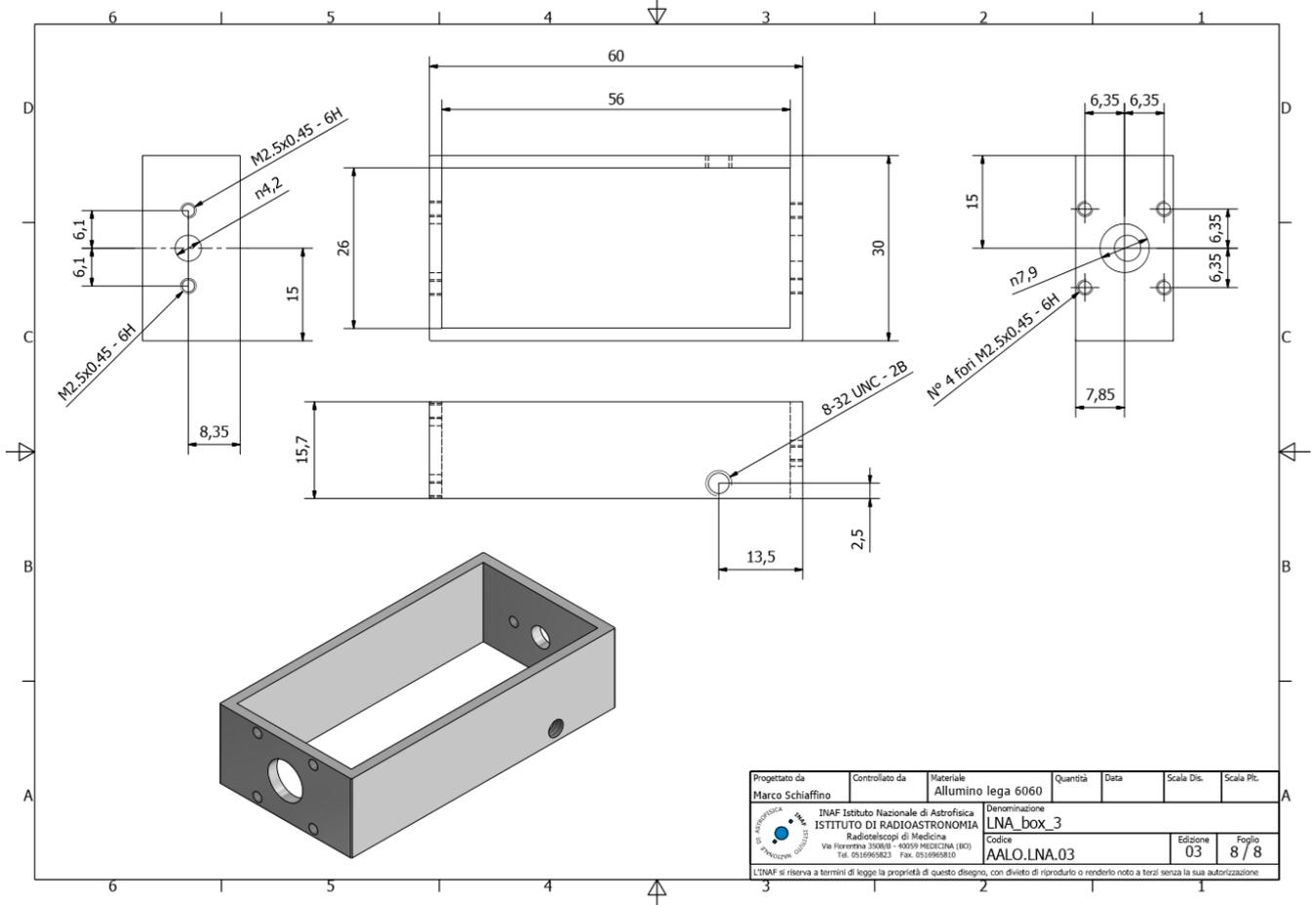
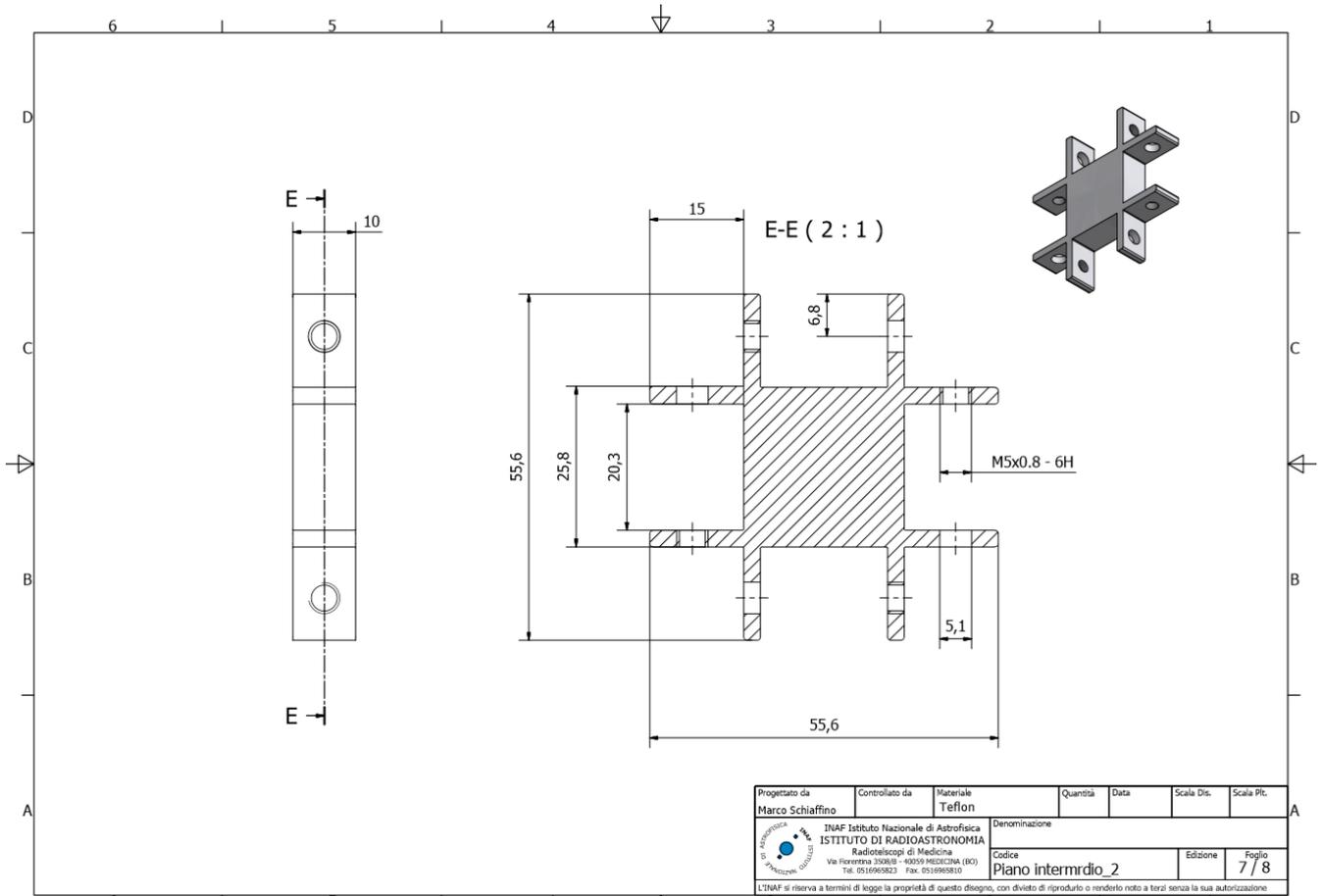


Di seguito i disegni dei pezzi realizzati per asportazione di truciolo.









Messa in campo antenne per array MAD:

MAD è un array regolare 3x3 di antenne di tipo Vivaldi, equi-distanziate l'una dall'altra di 1500mm, secondo lo schema indicato.

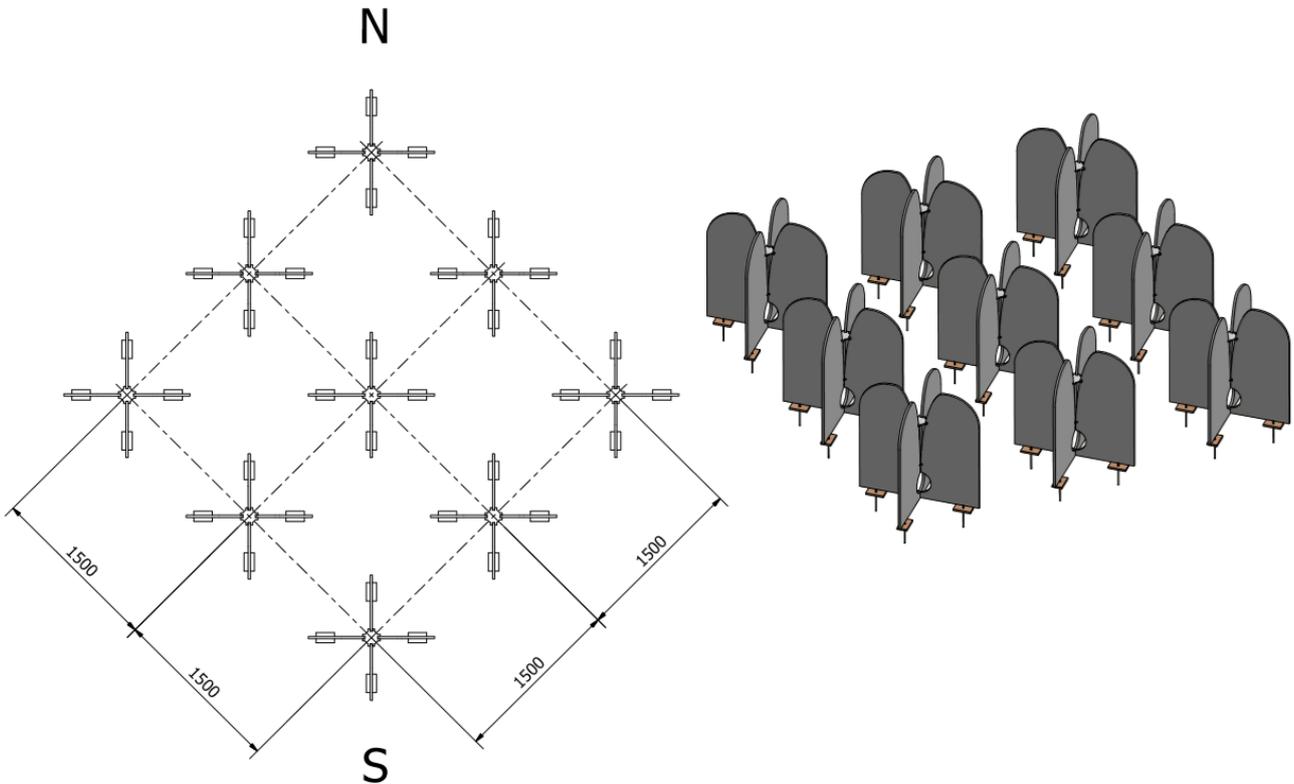


Figura 10 – Array MAD

Per posizione le 9 antenne dell'array è stato necessario:

- Identificare e preparare una porzione di terreno atta a contenere l'array. Detta porzione deve essere sufficientemente lontana e libera da ostacoli. Si è deciso di utilizzare una porzione di terreno a Nord rispetto la stazione (zona in verde).

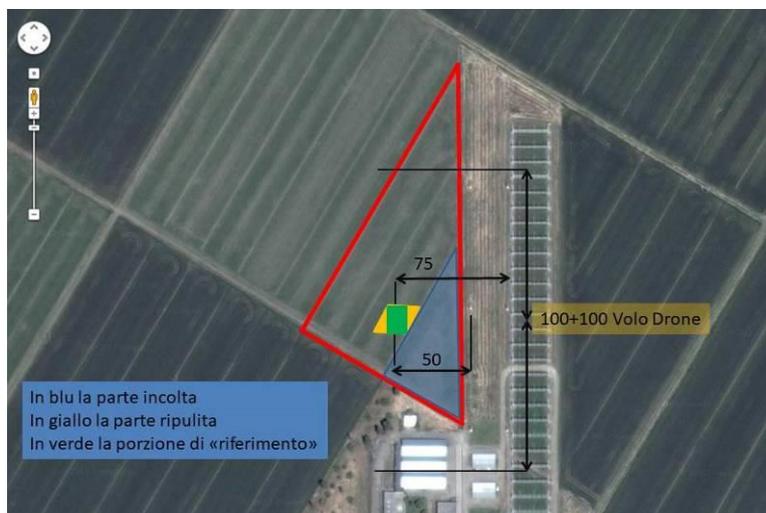


Figura 11 – Selezione campo

- Definire sul campo mediante stazione totale, la posizione di 4 picchetti di riferimento, indicati dai 4 rombi gialli in figura 13, (le posizioni dei 4 picchetti sono state rilevate dal gruppo del politecnico di Torino).
- Creare una matrice mediante CAD, inserendo i 4 punti di riferimento generati dalla posizione dei 4 picchetti, ed inserire all'interno dell'area del poligono l'array (centro antenna).
Tracciare le proiezioni verticali ed orizzontali dei centri antenna sui lati del poligono.

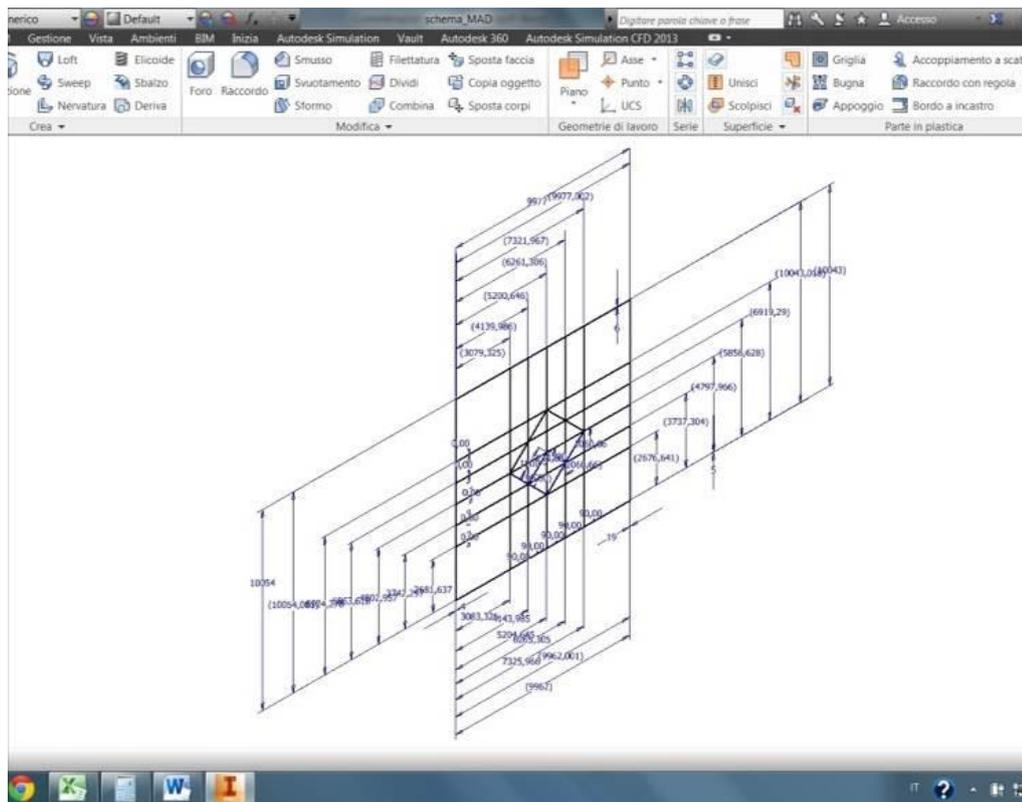


Figura 12 – Matrice CAD

- Tirare sul campo 4 corde, indicate in verde, e definire i 20 punti di riferimento identificati su CAD (indicati in viola, misura ricavata da schema CAD).

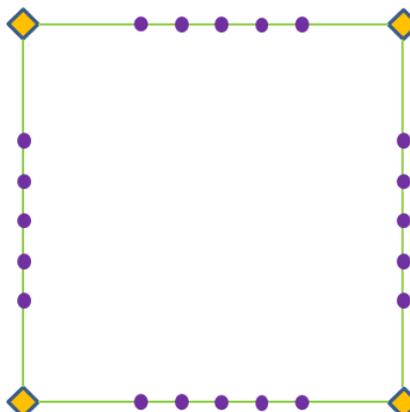


Figura 13 – Identificazione punti di riferimento

- Tirare le corde (in azzurro) tra i punti determinati precedentemente.

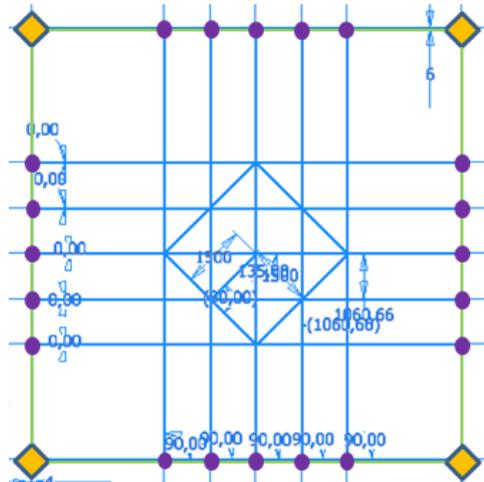


Figura 14 – Tracciatura griglia

- Definire i centri delle antenne (pallini rossi).

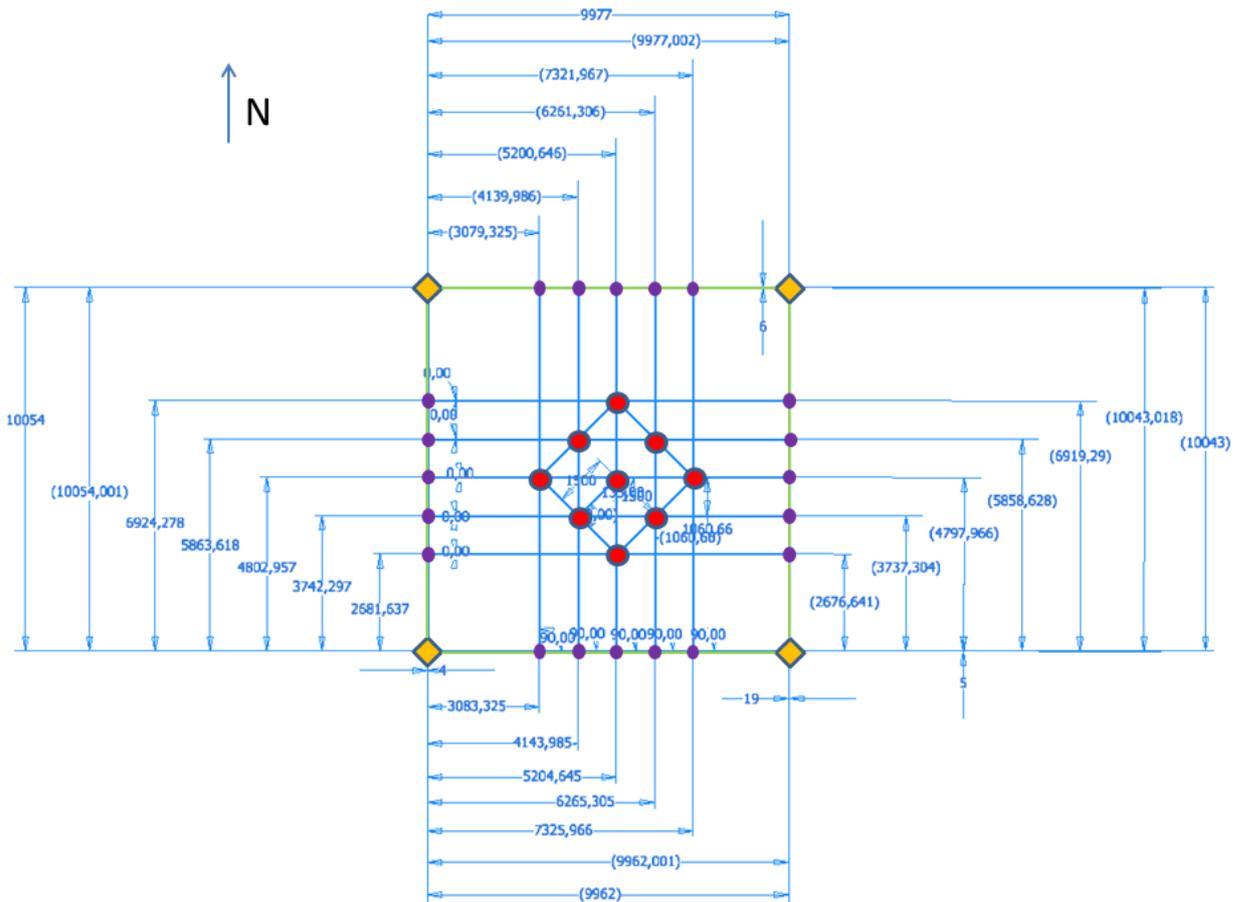


Figura 15 – Identificazione punti centrali antenna

- Sfruttando i centri ed utilizzando apposita dima, definire la posizione dei picchetti (4 per antenna).

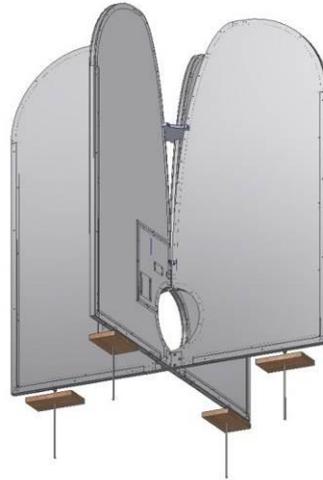


Figura 16 – Picchetti fissaggio antenna

- Montaggio dell'array, e regolazione altezza elementi mediante livella. Per ottenere la stessa quota tra i vari elementi dell'array sono stati utilizzati una asta rigida e la livella.



Figura 17 – Array in campo

Rilievi delle reali posizioni

Una volta montato l'array, sono state misurate le posizioni dei singoli elementi (riferendosi ai centri). Per semplificare le misure è stato inserito un marker sul separatore superiore in teflon di ogni antenna.

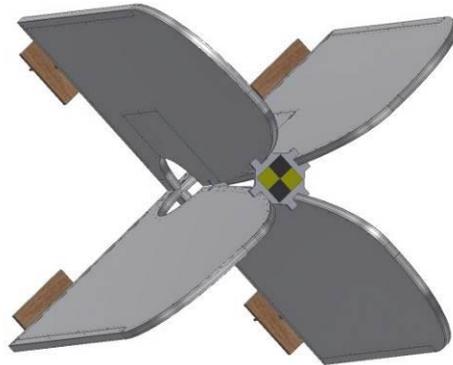


Figura 18 – Posizione Marker

- Rilevamento manuale: È stato utilizzato uno strumento di misura manuale (metro a nastro). L'errore delle misure si stima compreso entro 2 mm di tolleranza. I dati raccolti sono i seguenti.

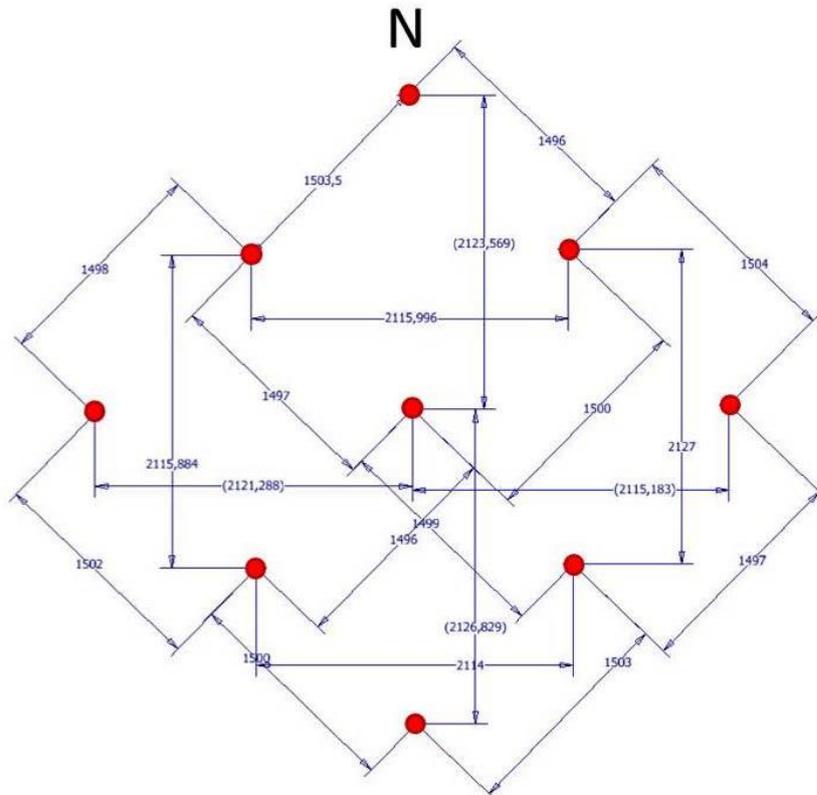


Figura 19 – Posizione centri con rilevamento manuale

- Gli scostamenti misurati dalla posizione teorica sono dell'ordine dei 3 - 4 mm. Per la quota H (altezza) lo scostamento è compreso all'interno di un intervallo di 3 mm.

- Rilevamento fotogrammetrico: Utilizzando il drone (UAV) con fotocamera installata, mediante la tecnica della fotogrammetria, si sono raccolti i seguenti dati (le coordinate sono relative all'antenna centrale "5").

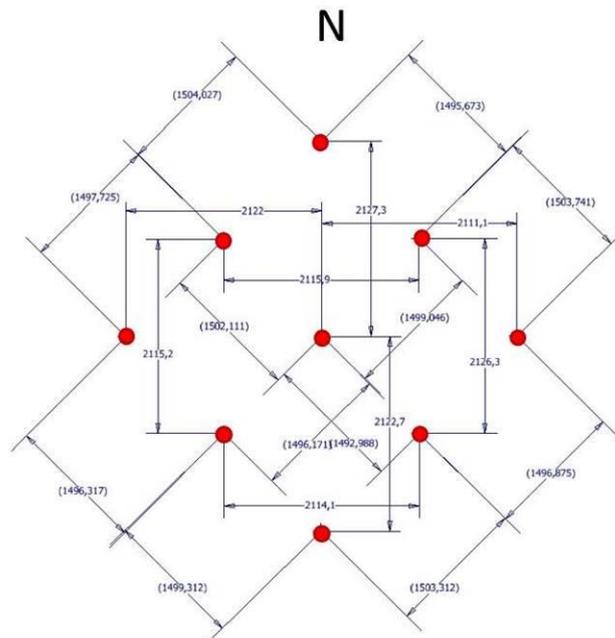


Figura 20 – Posizione centri con rilevamento fotogrammetrico

N° antenna	Coordinate relative origine antenna centrale			Ideali		delta	
	e	n		e	n	e	n
7	-0,0073	-2,1227		0	-2,12132	0,0073	0,00138
4	-1,0604	-1,0555		-1,06066	-1,06066	-0,00026	-0,00516
8	1,0537	-1,0577		1,06066	-1,06066	0,00696	-0,00296
9	2,1111	0,0018		2,12132	0	0,01022	-0,0018
6	1,0513	1,0686		1,06066	1,06066	0,00936	-0,00794
2	-1,0646	1,0597		-1,06066	1,06066	0,00394	0,00096
3	-0,0052	2,1273		0	2,12132	0,0052	-0,00598
1	-2,122	-0,001		-2,12132	0	0,00068	0,001
5	0	0		0	0	0	0

Figura 21 – Scostamenti rispetto alla posizione teorica (valori in metri)

- I valori coincidono abbastanza bene con quelli misurati manualmente. Anche in questo caso, l'errore medio di posizionamento rispetto la posizione teorica è di circa 4 mm.