



Rapporti Tecnici INAF INAF Technical Reports

Number	317
Publication Year	2024
Acceptance in OA@INAF	2024-08-29T10:35:23Z
Title	Stampante Raise 3D Pro 3 Plus
Authors	CAOCCI, Roberto
Affiliation of first author	O.A. Cagliari
Handle	http://hdl.handle.net/20.500.12386/35301 , https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/317

Stampante Raise 3D Pro 3 Plus

Panoramica generale, setup ed esempi di stampa.

Autore Roberto Caocci ⁽¹⁾
Revisori Alessandro Cabras ⁽¹⁾, Pierluigi Ortu ⁽¹⁾

⁽¹⁾ INAF – Osservatorio Astronomico di Cagliari

Sommario

1	Introduzione.....	1
2	Hardware	2
2.1	Descrizione generale	3
2.2	Piano di stampa.....	5
2.3	Estrusori e Filamenti.....	6
2.4	Elettronica, connettività ed interfaccia utente.	7
2.5	Manutenzione	7
2.6	Configurazione iniziale.....	8
3	Materiali compatibili	12
3.1	PLA (Polylactide).....	12
3.2	ABS (Acrylonitrile butadiene styrene)	12
3.3	ASA (Acrylic styrene-acrylonitrile)	12
3.4	PETG (Polyethylene terephthalate glycol-modified)	13
3.5	PC (Polycarbonate).....	13
3.6	PETG ESD.....	13
3.7	TPU (Thermoplastic polyurethane)	14
3.8	PVA (Polyvinyl alcohol)	14
3.9	CF (Carbon Fiber Reinforced Filament)	14
4	Software Idea Maker	15
4.1	Prepara lo Slicing – Seleziona il Profilo.....	17
4.2	Stampante	18
4.2	Estrusore Sinistro.....	19
4.3	Profilo	20
4.3.1	Quality	20
4.3.2	Estrusore	21
4.3.3	Riempimento	22
4.3.4	Riempimento solido.....	23
4.3.5	Supporto	24
4.3.6	Piattaforme.	25
4.3.7	Temperature.....	26
4.3.8	Altro.....	27
5	Esempi di stampa.....	28
5.1	Convogliatore d'aria.....	29
5.1.1	Test di stampa n.1	30
5.1.2	Test di stampa n.2.....	31

5.2 Radiotelescopio	35
6 Conclusioni.....	42
7 Elenco Acronimi.....	43
8 Reference.....	44

1 Introduzione

Nel contesto della ricerca e dello sviluppo, è frequente la necessità di prototipare componenti sia nel campo elettronico, come le PCB (Printed Board Circuit), sia in quello meccanico, per supporti e pezzi meccanici. L'evoluzione tecnologica continua richiede aggiornamenti costanti, specialmente per i macchinari utilizzati.

Con il supporto dei fondi PNRR (Piano Nazionale di Ripresa Resilienza), in particolare attraverso il “WP5000 – Upgrade Laboratorio Elettronica”, l'Osservatorio Astronomico di Cagliari ha intrapreso un significativo progetto di rinnovamento e ampliamento delle capacità dei suoi laboratori. Questo progetto ha permesso l'acquisto di una nuova stampante 3D e, in futuro, di macchinari per la prototipazione di schede PCB, consentendo così la produzione interna delle PCB senza ricorrere a fornitori esterni.

Questo report presenta la stampante Raise 3D Pro3 Plus, un dispositivo avanzato per la prototipazione meccanica che offre un'ampia gamma di applicazioni. La stampante è dotata di un piano di stampa particolarmente ampio, soprattutto lungo l'asse Z, rendendola adatta a lavorare su dimensioni significative. Essa rappresenta un passo cruciale nella fase di prototipazione, precedendo il passaggio alla prototipazione in alluminio tramite macchine CNC (Computer Numerical Control).

2 Hardware



Fig. 1 - Stampante 3D Pro3 Plus. Frontalmente Display di comando e accesso al piano; lateralmente connettività USB e accesso alle bobine dei filamenti.

2.1 Descrizione generale

Printer	Raise3D Pro3			Raise3D Pro3 Plus		
Build Volume (W × D × H)	Single Extruder Print	Dual Extruder Print		Single Extruder Print	Dual Extruder Print	
	300 × 300 × 300 mm (11.8 × 11.8 × 11.8 inch)	255 × 300 × 300 mm (10 × 11.8 × 11.8 inch)		300 × 300 × 605 mm (11.8 × 11.8 × 23.8 inch)	255 × 300 × 605 mm (10 × 11.8 × 23.8 inch)	
Machine Size (W × D × H)	620 × 626 × 760 mm (24.4 × 24.6 × 29.9 inch)			620 × 626 × 1105 mm (24.4 × 24.6 × 43.5 inch)		
Weight	Net Weight	Gross Weight (Carton Only)	Gross Weight (Carton with Pallet)	Net Weight	Gross Weight (Carton Only)	Gross Weight (Carton with Pallet)
	56.2 kg (123.9 lbs)	67 kg (147.8 lbs)	74.5 kg (164.3 lbs)	66.6 kg (146.9 lbs)	83.3 kg (183.7 lbs)	90.8 kg (200.2 lbs)
Electrical	Power Supply Input	100-240 V AC, 50/ 60 Hz 230 V @ 3.3 A		Power Supply Output 24 V DC, 600 W		
General	Print Technology	Fused Filament Fabrication (FFF)				
	Print Head System	Dual-head with Electronic Lifting System				
	Filament Diameter	1.75 mm				
	XYZ Step Size	0.78125, 0.78125, 0.078125 micron				
	Print Head Travel Speed	15-350 mm/s				
	Build Plate	Flexible Steel Plate with BuildTak				
	Max Build Plate Temperature	120°C				
	Heated Bed Material	Silicone				
	Build Plate Leveling	Mesh-leveling with Flatness Detection				
	Filament Run-out Sensor	Available				
	Layer Height	The Pro3 Series is compatible with 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0 mm nozzles, and the layer height can vary between 0.05-0.6 mm. To achieve stable print results, when using 0.4 mm nozzles, we recommend using a layer height between 0.1-0.3 mm.				
	Nozzle Diameter	0.4 mm (Default), 0.2/ 0.6/ 0.8/ 1.0 mm (Available)				
	Max Nozzle Temperature	300°C				
	Connectivity	Wi-Fi, LAN, USB port, Live Camera				
	Noise Emission (Acoustic)	< 55 dB (A) When Building				
	Operating Ambient Temperature	15-30°C, 10-90% RH, non-condensing				
	Storage Temperature	-25°C to +55°C, 10-90% RH, non-condensing				
	Filter	HEPA Filter with Activated Charcoal				
	EVE Smart Assistant	Available				
Material	Material Type	PLA/ ABS/ ASA/ PETG/ PC/ PETG ESD/ TPU 95A/ PVA+				
	Third Party Material	Supported by Raise3D OFP (Open Filament Program)*				
Software	Slicing Software	ideaMaker				
	Supported File Types	STL/ OBJ/ 3MF/ OLTP				
	Supported OS	Windows/ macOS/ Linux				
	Machine Code Type	GCODE				
Printer Controller	User Interface	7-inch Touch Screen				
	Network	Wi-Fi, Ethernet				
	Power Loss Recovery	Available				
	Screen Resolution	1024 × 600				
	Motion Controller	Atmel ARM Cortex-M4 120 MHz FPU				
	Logic Controller	NXP ARM Cortex-A9 Quad 1 GHz				
	Memory	1 GB				
	Onboard Flash	16 GB				
	OS	Embedded Linux				
	Ports	USB 2.0 × 2, Ethernet × 1				

Tab 1 – Caratteristiche generali della stampante Raise 3D Pro 3 Plus

Rispetto ai modelli precedenti, questa stampante si distingue per numerose migliorie. Il piano di stampa misura 300x300x605 mm, consentendo la realizzazione di prototipi con un'ampia estensione sull'asse Z. Di conseguenza, le dimensioni complessive della stampante sono aumentate, raggiungendo 620x626x1105 mm, con un peso netto di circa 66 kg.

La stampante è composta da un telaio in acciaio e pareti, nonché un coperchio, in policarbonato. Sul lato frontale e sulla parete laterale destra, sono presenti due sportelli con chiusura magnetica che permettono di accedere rispettivamente al piano di stampa e alle bobine dei filamenti. Sempre sulla parte frontale, si trova un display touchscreen da 7 pollici, tramite il quale è possibile gestire la prima inizializzazione, le future ricalibrature e le operazioni di stampa.

Sulla parete laterale destra sono presenti due porte USB per caricare i file GCODE da stampare.

Sul retro, la stampante è dotata di una ventola esterna, un tasto di accensione e una porta Ethernet per la gestione remota tramite il software Idea Maker, che sarà trattato nel Cap. 4. Nella parte superiore si trova un coperchio che permette di operare sugli estrusori, ad esempio durante la sostituzione del filamento.

La stampante è equipaggiata con quattro ruote per un facile spostamento. All'interno, ci sono due viti a ricircolo di sfere da 16 mm sul lato sinistro per il movimento lungo l'asse Z e due assi incrociati per lo spostamento sugli assi X e Y. Al centro si trova il piano di stampa con il gruppo di estrusione. La stampante è inoltre dotata di un filtro HEPA con carboni attivi, utile per filtrare le sostanze nocive emesse durante la stampa.

Per migliorare la controllabilità da remoto, all'interno sono state installate due telecamere che permettono di monitorare lo stato della stampa tramite il tool *Raise Cloud*.

2.2 Piano di stampa

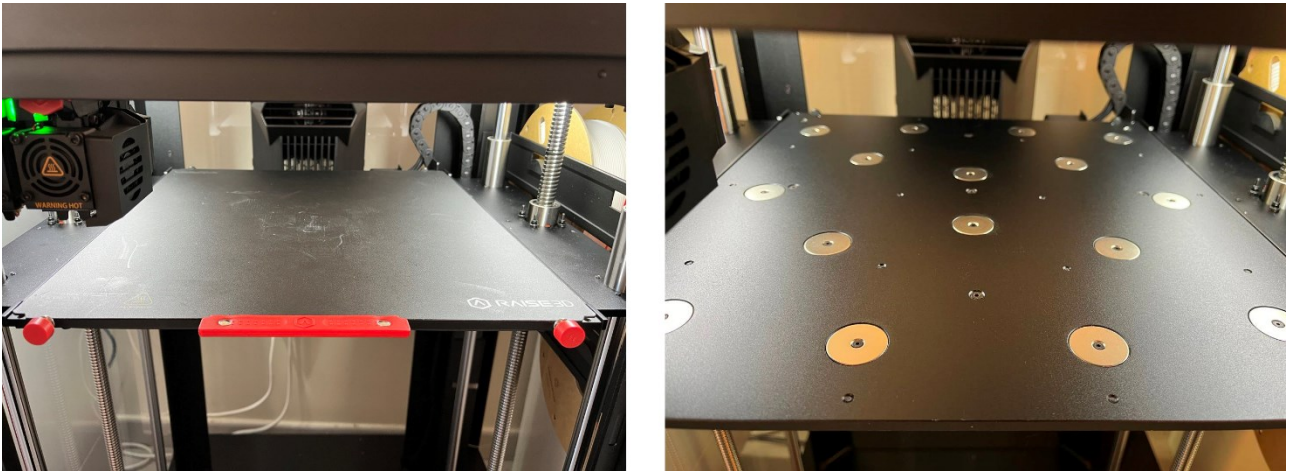


Fig. 2 – A sinistra il piano di stampa flessibile, costituito da una maniglia al centro e due viti di fissaggio posti all'estremità; a destra vengono mostrati i magneti presenti sotto il piano di stampa flessibile.

Come già accennato, l'area di stampa misura 300x300x605 mm. Su di essa sono presenti magneti che permettono di ancorare un piano di stampa flessibile, il quale è rimovibile per facilitare la rimozione degli oggetti stampati. Nel bordo del piano flessibile, è presente una maniglia in silicone per agevolare la rimozione nonché l'inserimento, mentre due viti poste alle estremità servono a fissare saldamente il piano di stampa flessibile al piano sottostante. Il piano di stampa può raggiungere temperature che vanno dai 45°C, ideali per l'utilizzo del PLA, fino ai 120°C, necessarie per garantire la stampa con ABS.

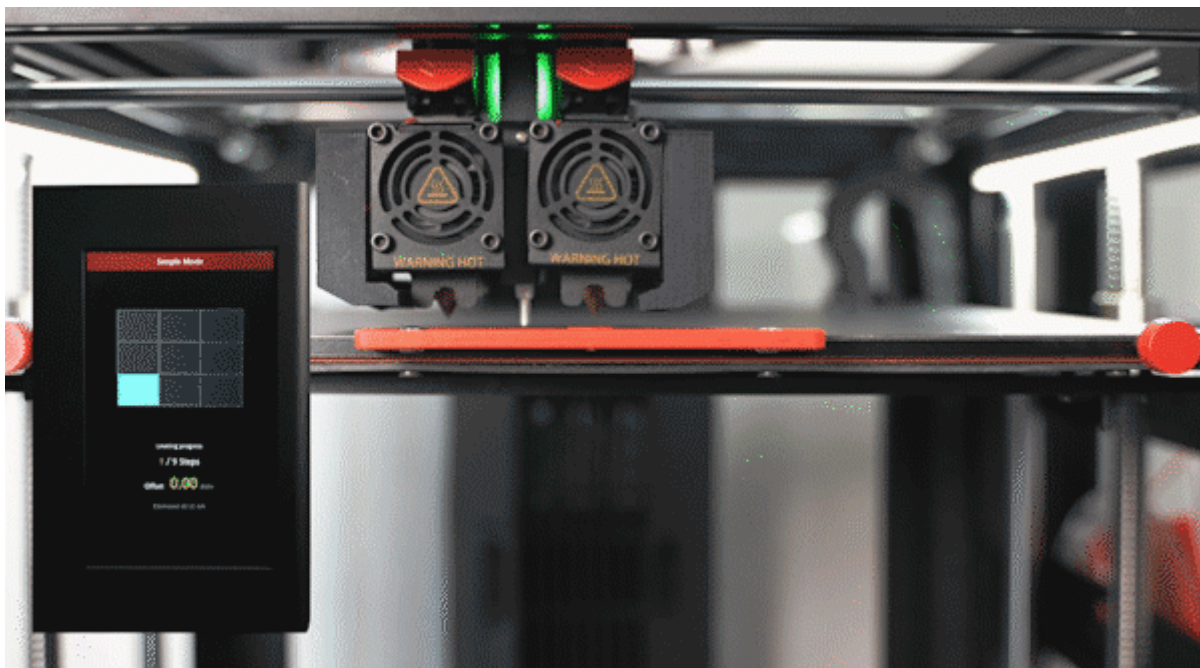


Fig. 3– Esempio di funzionamento del sensore di livellamento touch utilizzato per il livellamento del piano [1].

Una feature interessante riguarda il livellamento del piano in quanto è presente un sensore di livellamento touch che permette di rilevare 9 o anche 64 punti del piano al fine di ottenere una precisione migliore.

2.3 Estrusori e Filamenti



Fig. 4– Kit estrusione, costituito da estrusori e ventole di raffreddamento. Al centro sono presenti le levette di sgancio rapido degli estrusori.

Il gruppo di estrusione è composto da due estrusori, che consentono di eseguire stampe in due colori diversi o, in alternativa, di montare sull'estrusore secondario un materiale specifico per i supporti. Quando uno degli estrusori non è in uso, viene sollevato per non interferire con la lavorazione dell'altro estrusore.

I motori utilizzati sono di tipo Nema 14, con un consumo di 0.8 A, e permettono di raggiungere una velocità di stampa compresa tra 15 e 150 mm/s. Di serie, la stampante è equipaggiata con estrusori da 0.4 mm, ma è possibile utilizzare ugelli con diametri variabili da 0.2 mm a 1 mm. La temperatura massima di estrusione raggiunge i 300°C.

Un'altra caratteristica interessante è la presenza di estrusori a sgancio rapido, che permettono di rimuovere facilmente l'intero kit composto da ugello, ventola e altri componenti, grazie a una semplice levetta rossa come mostrata in Fig. 4.

La Raise 3D Pro3 Plus è in grado di stampare una vasta gamma di materiali, tra cui PLA, ABS, ASA, PETG, PC, PETG ESD, TPU 95A e PVA+ (la descrizione dettagliata di tutti i materiali è disponibile nel Cap. 3). I filamenti compatibili hanno un diametro di 1.75 mm.

2.4 Elettronica, connettività ed interfaccia utente.

Il display da 7" permette di gestire autonomamente la stampante senza l'ausilio del software esterno purchè si abbia già a disposizione il file GCODE per la stampa. La movimentazione è controllata da un microcontrollore Cortex M4 da 120 MHz, mentre la logica è gestita da un processore NXP ARM Cortex-A9 Quad 1 GHz. La stampante è dotata di 1 GB di RAM e 16 GB di memoria ROM.

Per l'alimentazione, vengono utilizzati due alimentatori da 24V: uno da 500W per la gestione del piano di stampa e uno da 200W per la logica. Inoltre, la stampante è equipaggiata con sensori ottici di fine filamento e sensori di apertura per la porta frontale e il coperchio superiore, che possono essere attivati per interrompere la stampa in caso di apertura.

In termini di connettività, la stampante dispone di due porte USB sulla parete laterale destra, una porta Ethernet sul retro e supporta la connettività WiFi a 2.4 GHz e 5 GHz. Il sistema operativo è basato su architettura Linux, e l'interfaccia grafica (GUI) è molto intuitiva, consentendo una gestione quasi completamente autonoma della stampa, della temperatura degli estrusori e del piano, nonché l'attivazione manuale della ventola esterna.

È inoltre disponibile un assistente virtuale chiamato Eve, che fornisce supporto in caso di problemi o per richieste di informazioni generali.

2.5 Manutenzione

Per quanto riguarda la manutenzione, durante le prime 500-600 ore di utilizzo non dovrebbe essere necessario alcun intervento. Una volta superato questo periodo, il display segnalerà le varie procedure di manutenzione necessarie, come la lubrificazione di specifiche parti, utilizzando i prodotti originali della Raise 3D.

2.6 Configurazione iniziale

Il primo utilizzo viene notevolmente semplificato mediante la guida mostrata sul display della stampante.

Dopo aver selezionato la lingua, viene spiegata passo-passo la procedura da seguire, come la rimozione dei blocchi inseriti all'interno della stampante (blocchi barre filettate etc), il settaggio della connettività (LAN o WiFi).

Successivamente verrà eseguita la procedura di calibrazione degli offset strutturata in 5 step differenti, della durata complessiva di circa 1 ora.

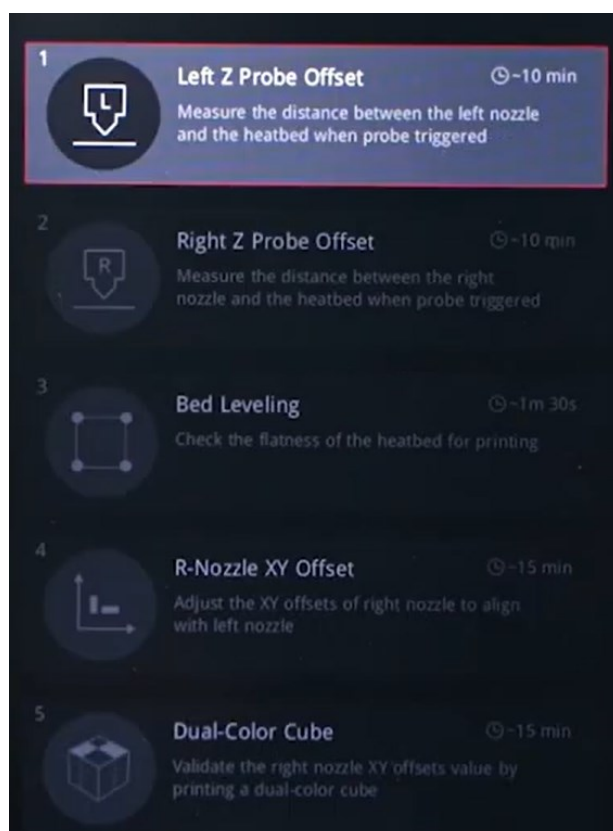


Fig. 5– In questa figura sono presenti i 5 step da eseguire per la calibrazione; i primi due sono relativi alla calibrazione degli estrusori, segue il livellamento del piano, l'allineamento dei due estrusori, test di offset XY con esempio di stampa.

Come mostrato nella Fig. 5, i primi due step della procedura riguardano la calibrazione dell'offset lungo l'asse Z dei due estrusori, partendo dall'estrusore sinistro e poi proseguendo con quello destro. Durante questa procedura guidata, sul display verranno fornite istruzioni su come eseguire la calibrazione, che consiste nell'inserire una scheda dello spessore di 0.3 mm sotto l'ugello.

Utilizzando i comandi sullo schermo, è possibile spostare l'estrusore lungo l'asse Z con step di 1 mm, 0.1 mm e 0.01 mm. La calibrazione corretta si ottiene quando la scheda si muove con una leggera resistenza, dovuta all'attrito con l'ugello.

Successivamente, viene richiesto di inserire le bobine di filamento nei relativi alloggiamenti e di caricare il filamento nei due estrusori.

La procedura prosegue con la stampa di una serie di linee con strutture differenti.

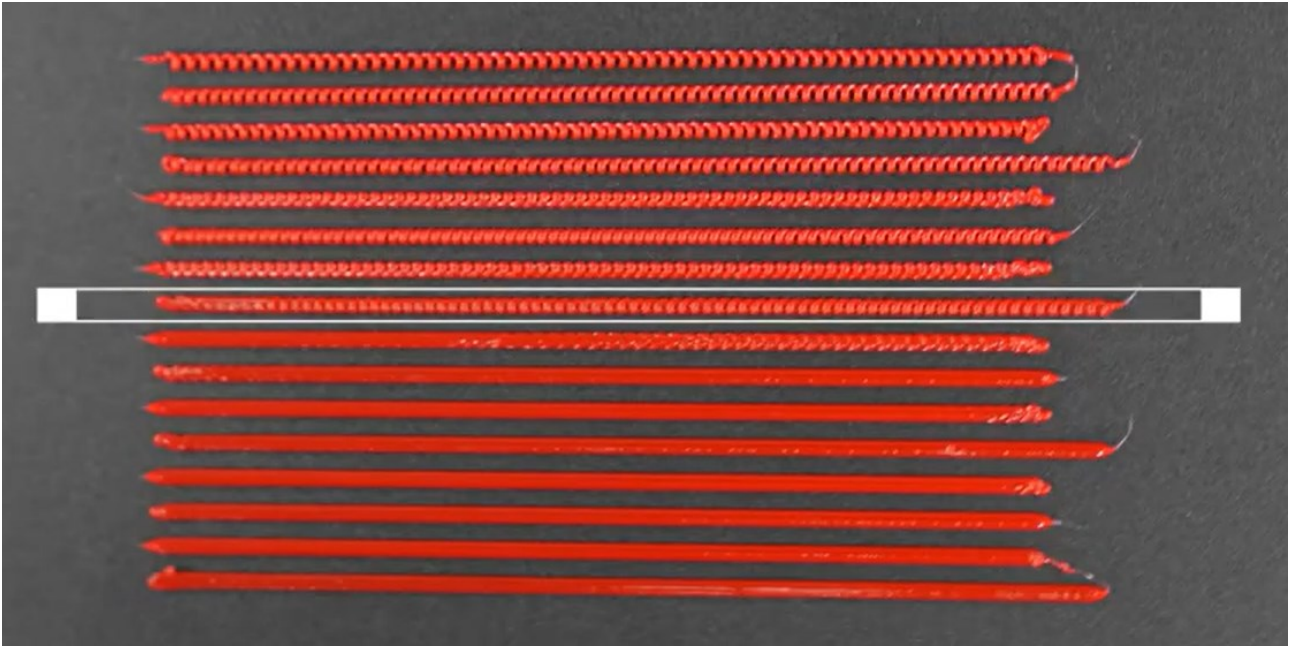


Fig. 6– Prima stampa di verifica di corretta calibrazione dell'estrusore destro. Si prende come riferimento la prima riga completamente ondulata.

Una volta individuata la prima riga completamente ondulata, utilizzando lo schermo touchscreen, sarà necessario selezionare il numero della linea corrispondente. Le linee dispari possono essere riconosciute perché sono più lunghe. Dopo aver effettuato la selezione, il display mostrerà lo Z-Offset relativo all'estrusore sinistro. La stessa procedura verrà poi ripetuta per l'estrusore destro.

Il terzo step prevede il livellamento del piano di stampa.

Il quarto step è dedicato all'allineamento dei due estrusori.

Verranno stampati due “pettini” posti uno fronte all’altro, sia per l’asse X che per l’asse Y. Sempre seguendo la guida nel display verrà chiesto di indicare l’offset da impostare al fine di individuare le uniche due punte dei due pettini posti uno davanti all’altro che risultano essere perfettamente allineate.

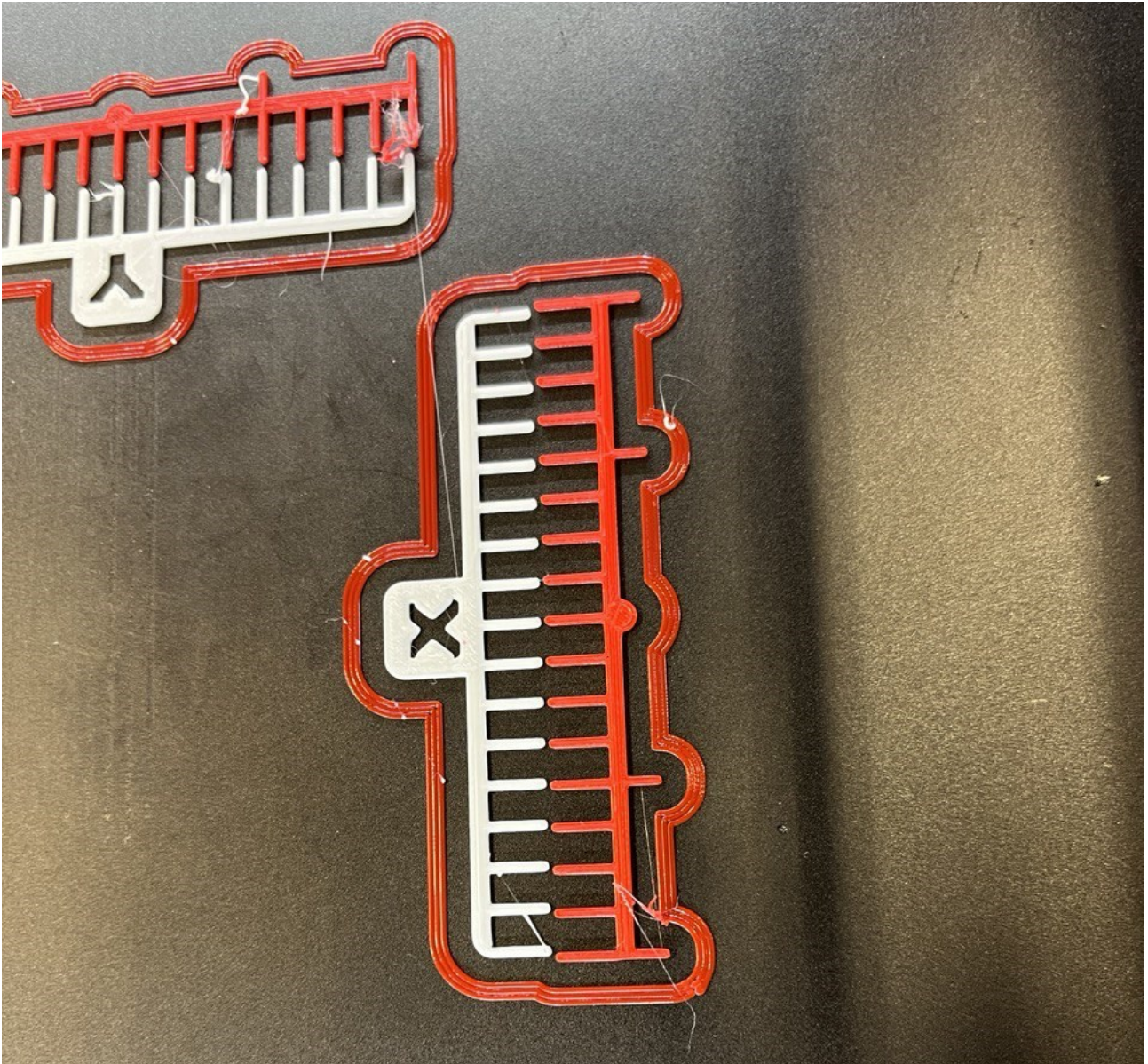


Fig. 7– Quarto step: stampa di verifica della calibrazione dei due estrusori. Si prendono come riferimento le due linee che risultano essere perfettamente allineate fra di loro.

L'offset 0 è rappresentato dalla linea centrale, e dovrà essere regolato incrementandolo di un'unità positiva verso destra o negativa verso sinistra, a seconda del risultato della stampa.

Il quinto e ultimo step consiste nella stampa di test di un oggetto chiamato Dual Color Cube.

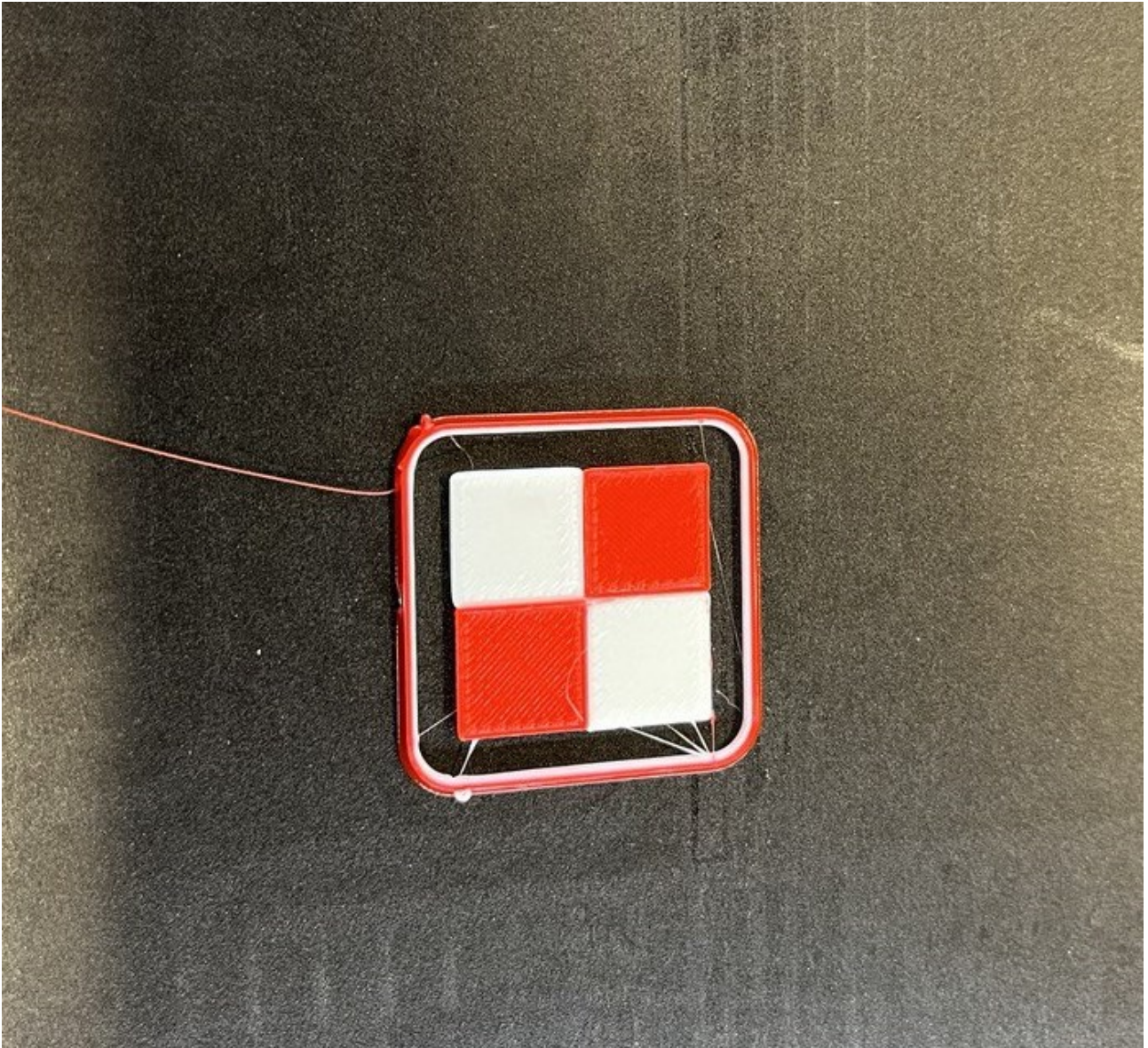


Fig. 8– Quinto Step: stampa di verifica dell'offset XY. L'esito è positivo in quanto non vi sono spazi vuoti al centro nell'unione dei quattro vertici dei quadrati.

Questa stampa può considerarsi eseguita correttamente se non c'è alcuno spazio tra i vertici dei due cubi e se risultano perfettamente allineati. Con questo step si conclude la fase di calibrazione.

È importante ricordare che ogni volta che l'estrusore viene staccato, è necessario ripetere la procedura di calibrazione.

3 Materiali compatibili

La stampante Raise 3D Pro 3 Plus è compatibile con diversi tipi di filamenti [2], tra cui PLA, ABS, ASA, PETG, PC, PETG ESD, TPU 95A e PVA+. Inoltre, è possibile utilizzare anche filamenti rinforzati con fibra di carbonio.

3.1 PLA (Polylactide)

Il PLA (Polilattide) è un termoplastico industriale non tossico e di origine biologica, 100% biodegradabile. È noto per essere facile da stampare, durevole e relativamente resistente, rendendolo uno dei filamenti per stampa 3D più facili da usare disponibili sul mercato. Per questo motivo, è il filamento più consigliato per chi è nuovo nel mondo della stampa 3D. Inoltre, la sua facilità d'uso lo rende ideale per creare parti stampate in 3D per design, prototipazione e strumenti di supporto.

- Facile da stampare con un'eccellente finitura superficiale
- Ampia gamma di opzioni di colore
- Elevata rigidità e resistenza
- Biodegradabile e rispettoso dell'ambiente

3.2 ABS (Acrylonitrile butadiene styrene)

L'ABS (Acrylonitrile butadiene styrene) è un filamento termoplastico per la stampa 3D caratterizzato dalla sua affidabilità, rigidità, resistenza e capacità di assorbire gli urti. Presenta anche una maggiore stabilità dimensionale e resistenza chimica. Queste caratteristiche lo rendono utile per ingegneria, prototipazione, test funzionali, assemblaggio di parti e molto altro. Le parti stampate in 3D con ABS vengono utilizzate in custodie per elettronica, giocattoli e parti della carrozzeria automobilistica, solo per citarne alcuni esempi.

- Eccellente resistenza agli urti
- Buona rigidità e resistenza alla trazione
- Buona resistenza chimica

3.3 ASA (Acrylic styrene-acrylonitrile)

L'ASA (Acrylonitrile styrene acrilato) è un filamento termoplastico opaco per la stampa 3D con proprietà meccaniche simili all'ABS ma con una resistenza superiore ai raggi UV e agli agenti atmosferici. Per questo motivo, è comunemente utilizzato in applicazioni all'aperto, in grado di mantenere il colore e le proprietà nel tempo.

- Resistenza ai raggi UV
- Elevata resistenza agli urti e all'usura
- Alta resistenza al calore
- Grande tenacità

3.4 PETG (Polyethylene terephthalate glycol-modified)

Il PETG (Polietilene tereftalato modificato con glicole) è un filamento termoplastico industriale per la stampa 3D con eccellente resistenza chimica. Il PETG è forte, durevole, con buona resistenza al calore e facile da stampare. Le parti stampate in 3D con PETG possono essere utilizzate per prototipazione, test funzionali, assemblaggio di parti e molto altro.

- Eccellente resistenza chimica
- Facile da stampare
- Elevata rigidità e resistenza
- Buona resistenza agli urti

3.5 PC (Polycarbonate)

Il PC (Policarbonato) è un filamento termoplastico per stampa 3D noto per la sua eccellente resistenza agli urti, elevata rigidità e proprietà di resistenza al calore. Grazie a queste caratteristiche, il filamento PC può assorbire gli urti, prevenire deformazioni o crepe e mantenere la stabilità alle alte temperature. Con una resistenza al calore di 110°C, il PC si comporta bene in ambienti ad alta temperatura, come sotto il cofano di un'auto. Conosciuto anche per la sua resistenza agli urti, il PC è comunemente utilizzato per la produzione di parti rigide, test funzionali, assemblaggio di parti finite e produzione.

- Eccellente resistenza agli urti
- Elevata rigidità e resistenza
- Alta resistenza al calore
- Grande tenacità
- Ritardante
- Trasparenza ottica

3.6 PETG ESD

Il filamento Industrial PETG ESD di Raise3D è un materiale di stampa sicuro contro le scariche elettrostatiche, basato su PETG riempito con nanotubi di carbonio. Grazie alla sua eccellente stampabilità, resistenza chimica e proprietà dissipative elettrostatiche, il PETG ESD è ideale per applicazioni nei settori automobilistico, aerospaziale, manifatturiero generale e nell'industria elettronica. Il filamento Industrial PETG ESD è perfetto per usi come alloggiamenti, custodie, attrezzature e fissaggi dove è richiesta la protezione contro le scariche elettrostatiche (ESD).

- Resistenza superficiale costante e affidabile
- Finitura superficiale di qualità
- Eccellente resistenza chimica
- Buona resistenza agli urti

3.7 TPU (Thermoplastic polyurethane)

Il TPU (Poliuretano termoplastico) è un tipo di filamento per stampa 3D flessibile ed elastico. È adatto per applicazioni che richiedono assorbimento degli urti e una superficie al tatto morbida. Esempi di parti stampate in 3D con TPU includono tubi, guarnizioni, boccole e ammortizzatori di vibrazioni.

- Elastico e flessibile
- Resistente all'usura
- Durevole e resiliente

3.8 PVA (Polyvinyl alcohol)

Il Raise3D Premium PVA+ (Alcol polivinilico) è un materiale per stampa 3D solubile in acqua fredda, con una forte adesione quando abbinato a PLA, PETG, Nylon, ecc., rendendolo un materiale di supporto ideale per diversi tipi di filamenti. I supporti in PVA+ si dissolvono quando immersi in acqua, lasciando una superficie liscia sulla parte stampata in 3D.

- Solubile in acqua
- Eccellente per la stampa 3D con più materiali
- Ideale come materiale di supporto per la stampa 3D
- Lascia una superficie liscia sugli altri materiali

3.9 CF (Carbon Fiber Reinforced Filament)

I filamenti per stampa 3D rinforzati con fibra di carbonio sono materiali compositi composti da fibre di carbonio di piccole dimensioni tritate in una matrice polimerica, come PLA, ABS, PETG, Nylon, PP, ecc. Le fibre di carbonio riducono il restringimento e la deformazione durante il raffreddamento, migliorando notevolmente la resistenza e la rigidità della parte stampata in 3D. Attualmente, Raise3D ha lanciato il filamento Raise3D Industrial PA12 CF per la serie di filamenti rinforzati con fibra di carbonio.

- Alto rapporto resistenza/peso
- Elevata rigidità
- Alta stabilità dimensionale
- Minore restringimento e deformazione
- Proprietà di scarica elettrostatica (ESD)

Inoltre, il filamento rinforzato con fibra di carbonio è abrasivo e può consumare rapidamente un ugello in ottone. Si consiglia di utilizzare una tipologia di ugello più rigida.

4 Software Idea Maker

Al fine di poter gestire in maniera completa i modelli da stampare è necessaria l'installazione di un software gratuito chiamato *Idea Maker*.

La versione utilizzata è la 5.0.6.

E' possibile scaricare il software¹ dal sito internet ufficiale il quale risulta essere disponibile per piattaforme Windows, MAC OS e Linux.

Una volta installato il software, vengono richiesti i primi settaggi, e l'unico che va impostato è il tipo di stampante 3D ovvero la Raise 3D Pro 3 Plus; tutti gli altri settaggi avverranno successivamente.

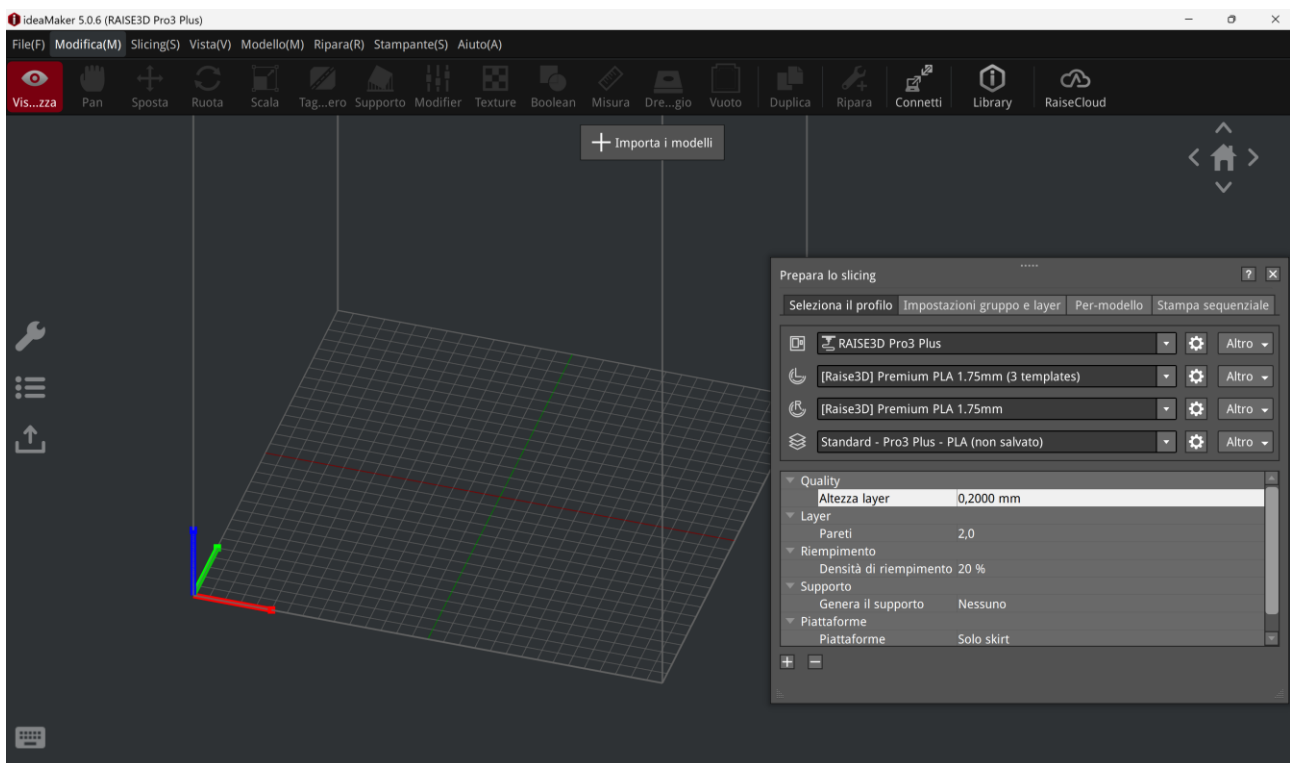


Fig. 9 – Pagina principale del software Idea Maker, necessario per poter creare il file GCODE per la stampante.

Una volta completata la configurazione iniziale ci si ritrova davanti alla schermata principale, come mostrata in Fig. 9.

L'impostazione del modello della stampante durante la configurazione iniziale ha consentito di preimpostare il volume di stampa, visualizzando l'area della stampante direttamente sullo schermo.

Finché non viene importato un modello 3D, la barra degli strumenti in alto rimarrà quasi completamente disabilitata, ad eccezione della funzione di connessione a un account, necessaria per la gestione remota della stampante.

Nel riquadro di destra invece si trovano le impostazioni da settare per lo Slicing del modello che verranno esaminate nel dettaglio in seguito.

¹ Link al download del software Idea Maker: <https://www.ideamaker.io/download.html>

Il software permette il suo completo utilizzo solo dopo aver importato un modello. È possibile farlo selezionando **File > Importa modelli** oppure cliccando sul pulsante al centro sotto la barra degli strumenti.

Sono supportati diversi tipi di file, tra cui STL, OBJ, 3MF e OLTP. Il modello finale sarà salvato come file GCODE, l'unico formato leggibile dalla stampante 3D.

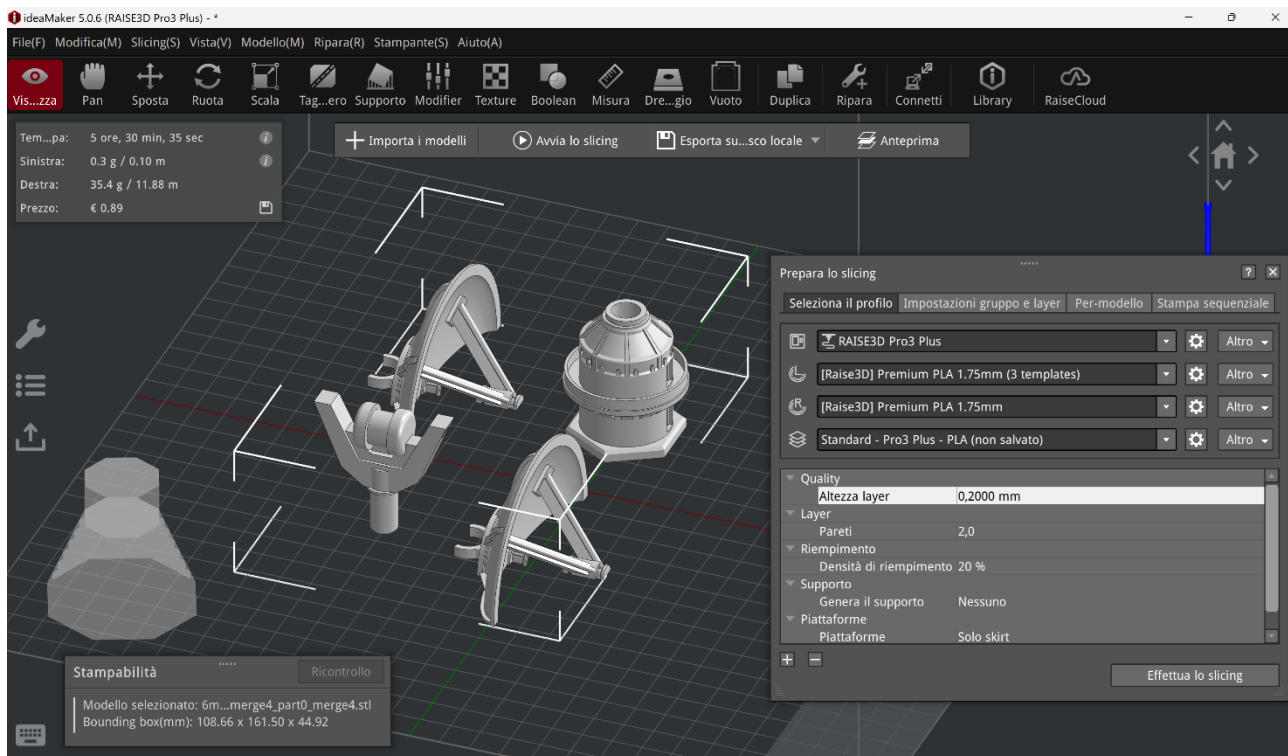


Fig. 10 – Schermata relativa al software Idea Maker una volta importato un modello. Si nota l'attivazione della barra strumenti in alto, un riquadro in alto a sinistra col riassunto della stampa, ed una finestra sulla destra con le opzioni di stampa.

Spesso, dopo aver importato un modello, potrebbe apparire una finestra in basso a sinistra che riguarda la stampa. Questa finestra mostra gli errori della mesh, come ad esempio il numero di spigoli non a contatto. Tali errori, noti come "Non-Manifold", possono derivare dall'esportazione in STL del modello CAD 3D, quando due superfici che dovrebbero essere unite risultano solamente avvicinate, creando una fessura a livello microscopico. È importante correggere questi errori, che possono essere riparati cliccando sull'icona **Ripara** presente nella barra degli strumenti.

La barra degli strumenti include comandi base come **Visualizza**, **Sposta**, **Ruota**, **Scala**, **Supporto**, **Misura**, **Duplica**, e altri. È fortemente sconsigliato utilizzare il comando **Scala**, poiché potrebbe non mantenere le caratteristiche corrette dell'oggetto e causare errori durante la stampa.

Il tasto **Supporto** merita una considerazione particolare. Dopo aver caricato un modello, a seconda della sua struttura, potrebbe essere necessario aggiungere supporti per evitare collassamenti o errori di stampa.

I supporti visualizzati in questa fase sono solo dei segnaposto e non rappresentano la struttura finale del supporto che verrà effettivamente stampato. Questi segnaposto sono dei pilastri, il cui diametro può essere selezionato, e indicano solo le aree in cui verranno posizionati i supporti reali durante la stampa.

Sulla parte sinistra dell'interfaccia sono presenti tre icone nella palette: una a forma di chiave inglese, un elenco puntato e un simbolo di caricamento. La chiave inglese fornisce le opzioni relative al comando selezionato nella barra degli strumenti, l'elenco puntato offre informazioni sul progetto e il simbolo di caricamento permette di visualizzare la coda delle operazioni.

4.1 Prepara lo Slicing – Seleziona il Profilo

Nella finestra **Prepara lo Slicing**, situata sulla destra, è necessario impostare alcuni parametri per ottimizzare le stampe.

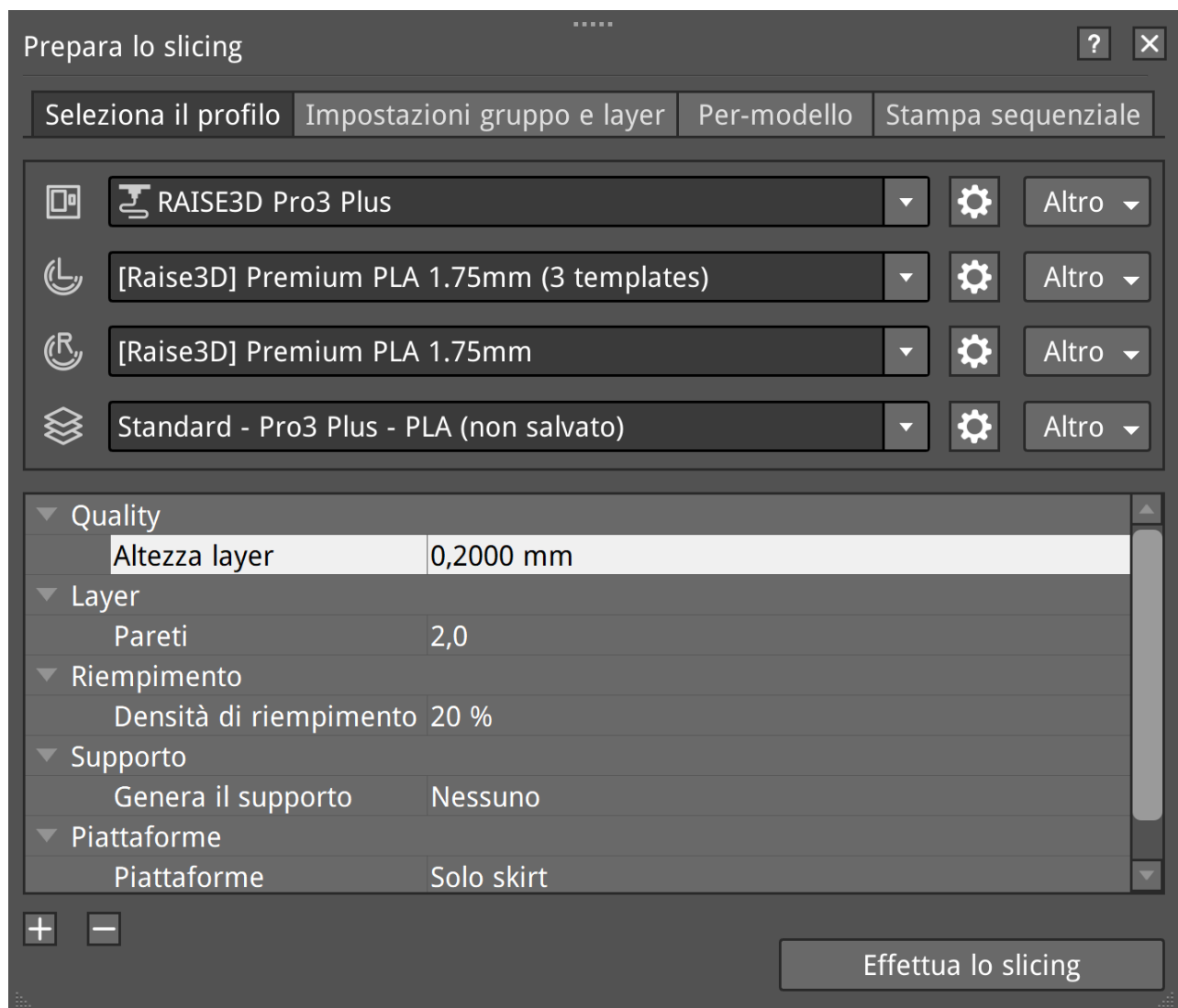


Fig. 11 – Breve analisi relativa alla finestra di preparazione allo Slicing. In questa finestra è possibile settare i parametri della stampa, dei due estrusori e modificare il profilo di stampa.

Sono presenti quattro tab: **Seleziona Profilo**, **Impostazioni gruppo e layer**, **Per-modello** e **Stampa sequenziale**. Tra questi, i più importanti sono il primo, **Seleziona Profilo**, che contiene la maggior parte delle impostazioni, e il tab **Per-modello**, dove è possibile scegliere con quale estrusore eseguire la stampa.

Il primo tab, **Selezione Profilo**, sarà esaminato in dettaglio. Come mostrato nella Fig. 11, sono presenti quattro ingranaggi che permettono di configurare rispettivamente la **Stampante**, l'**Estrusore sinistro**, l'**Estrusore destro** e il **Profilo**.

4.2 Stampante

Per quanto riguarda il settaggio relativo alla stampante, le uniche voci da modificare sono quelle relative al diametro degli estrusori; di default sono settati a 0.4mm.

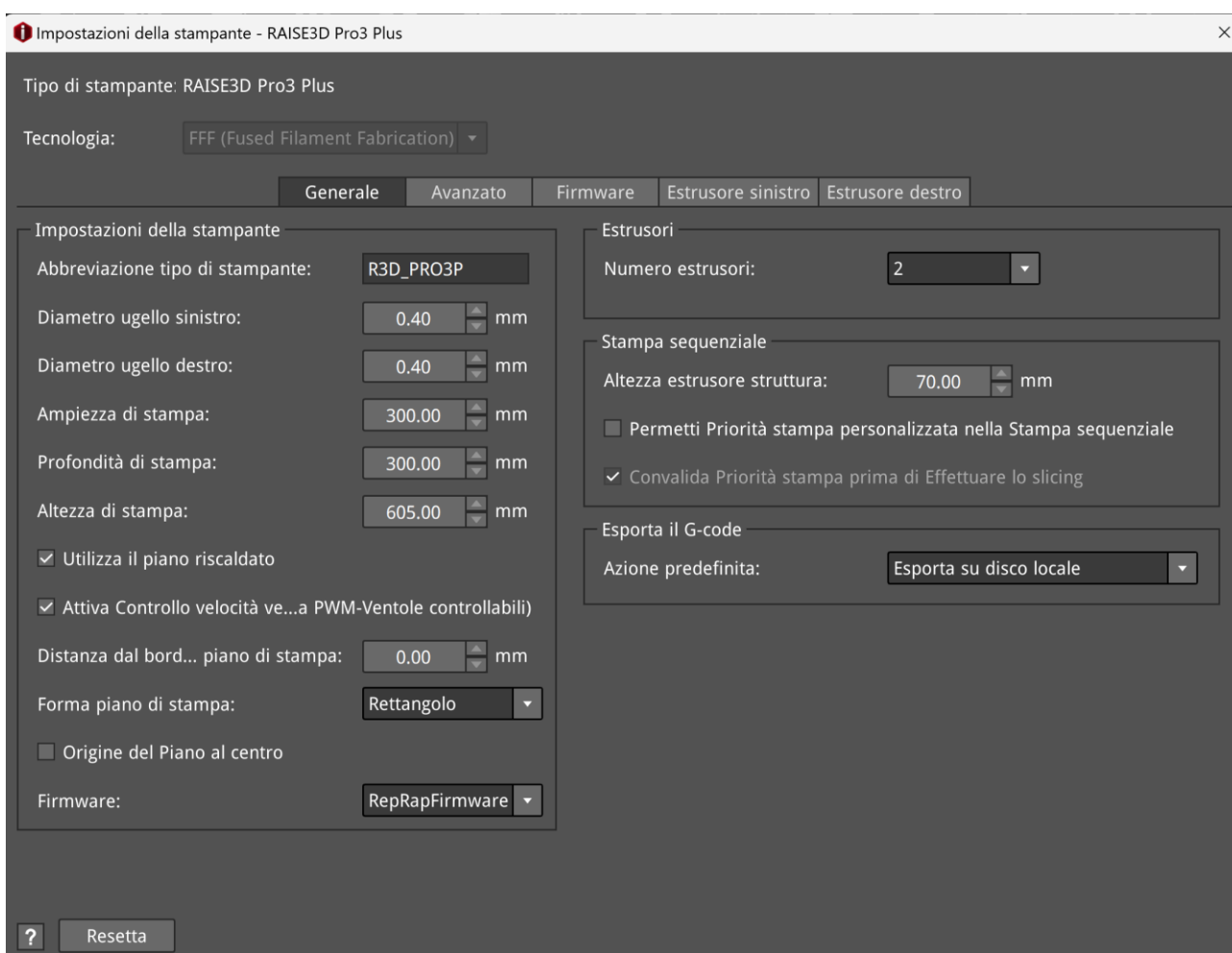


Fig. 12 – Panoramica delle Impostazioni relative alla stampante mediante la finestra “Prepara lo slicing”. In essa vengono impostati i diametri degli ugelli.

4.2 Estrusore Sinistro

Il secondo settaggio riguarda l'**estrusore sinistro**, dove è possibile selezionare il tipo di filamento e il relativo marchio. La stessa procedura è applicabile anche all'**estrusore destro**.

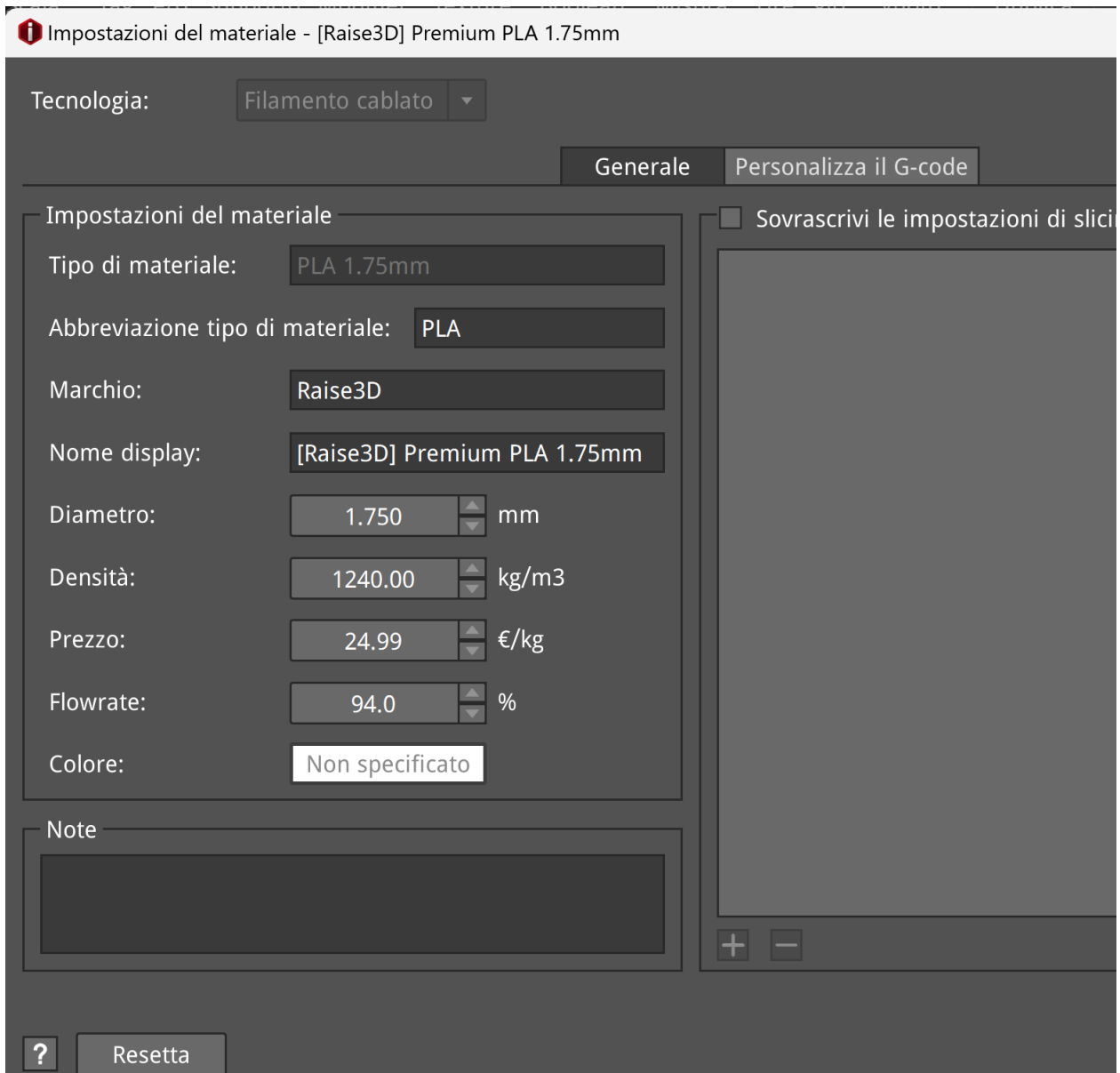


Fig. 13 - Panoramica delle Impostazioni relative al tipo di filamento da utilizzare nell'estrusore sinistro, mediante la finestra "Prepara lo slicing".

4.3 Profilo

Meritano un approfondimento particolare le opzioni relative al **profilo**. In questa sezione, si analizzeranno solo le impostazioni che potrebbero necessitare di modifiche, oppure quelle che potrebbero richiedere un'attivazione in base al tipo di stampa previsto.

4.3.1 Quality

Il valore dell'altezza del layer deve essere impostato all'interno di un intervallo compreso tra il 25% e l'80% del diametro dell'ugello. Pertanto, con un ugello di 0.4 mm, è possibile scegliere un'altezza del layer compresa tra 0.1 mm e 0.3 mm; è stato settato un valore intermedio di 0.2 mm.

Inoltre, è possibile modificare l'altezza del primo layer, ovvero quello che si appoggia sul piano di stampa. Le altre impostazioni possono rimanere invariate.

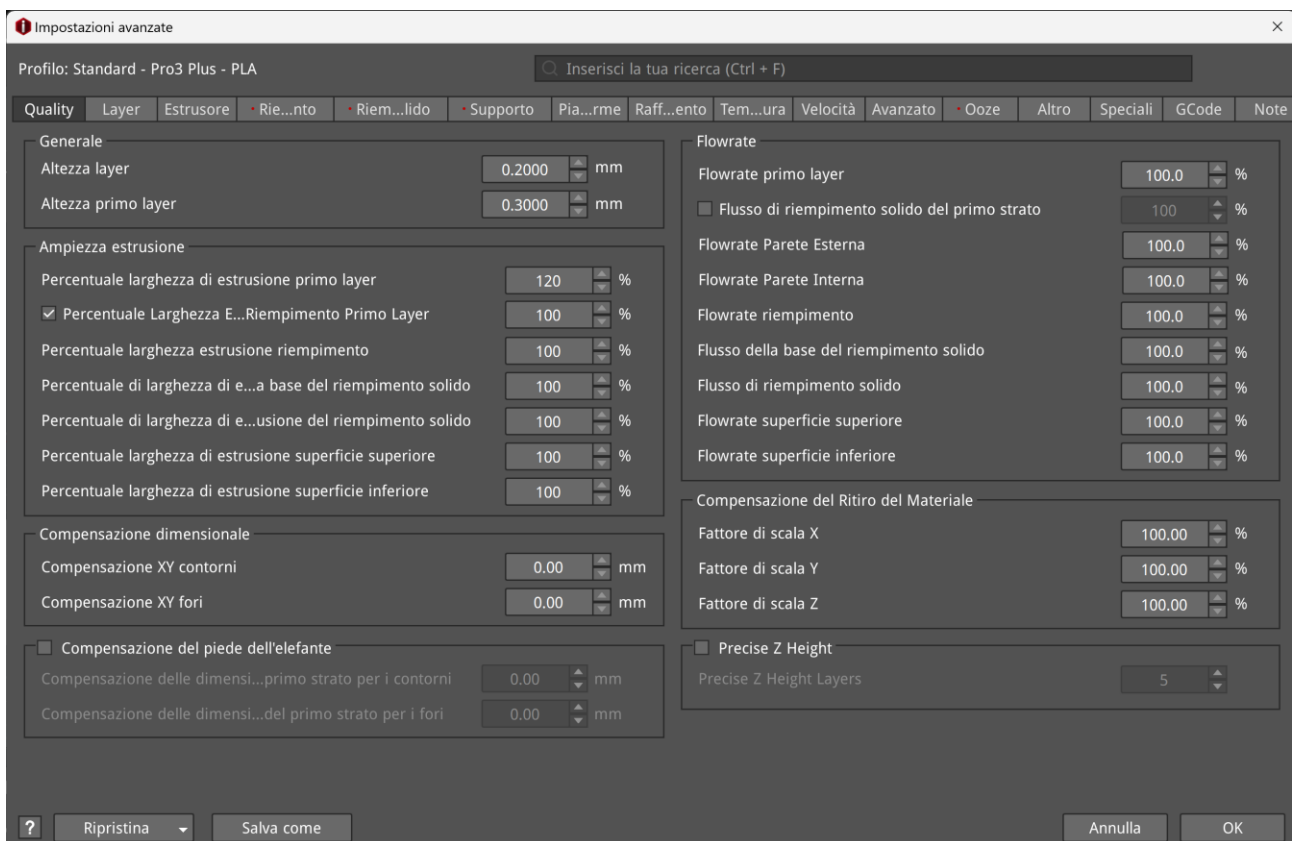


Fig. 14 - Panoramica delle Impostazioni relative al "Profilo" mediante la finestra "Prepara lo slicing", Tab "Quality".

4.3.2 Estrusore

In questa sezione, è fondamentale ricordare di aggiornare il valore dell'**Ampiezza dell'estrusione** ogni volta che si cambia l'ugello con uno di diametro diverso. Le due grandezze devono essere compatibili per garantire una corretta estrusione.

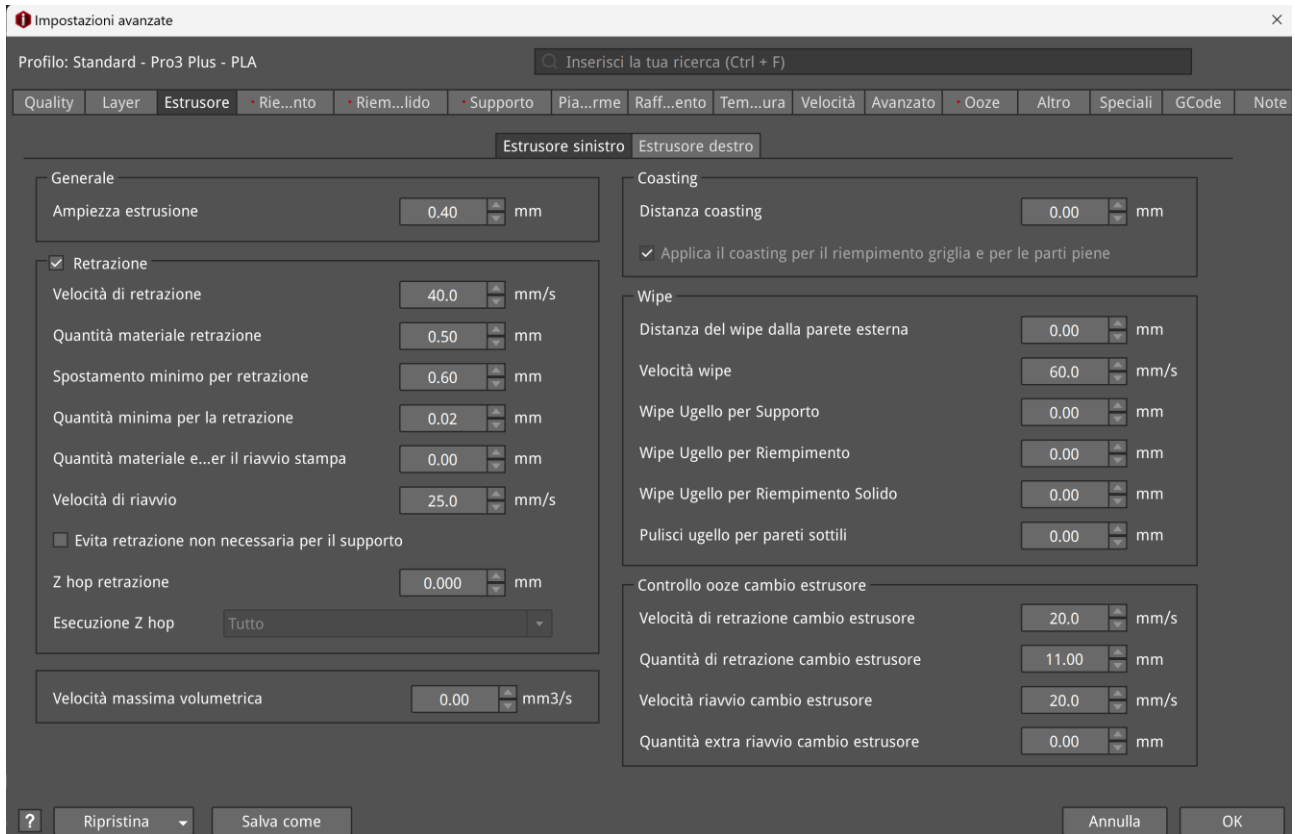


Fig. 15 - Panoramica delle Impostazioni relative al "Profilo", Tab "Estrusore". In questa sezione è possibile modificare tutte le impostazioni relative all'estrusione.

4.3.3 Riempimento

La voce **Densità di riempimento** indica il livello di riempimento interno dell'oggetto, impostato di default al 20%. Questo valore è calcolato non in base alle dimensioni dell'oggetto, ma sul piano di stampa, quindi rimane invariato sia per oggetti di 1 cm che per oggetti di 30 cm.

Il tipo di riempimento che offre il miglior equilibrio tra tempo di stampa e precisione è il tipo **Linee**. Tuttavia, di default è impostato **Gyroid**.

Ogni volta che viene modificato un settaggio, appare un pallino rosso accanto al nome del tab e un simbolo a forma di freccia curva accanto all'impostazione modificata. Questo consente di ripristinare facilmente il valore predefinito.

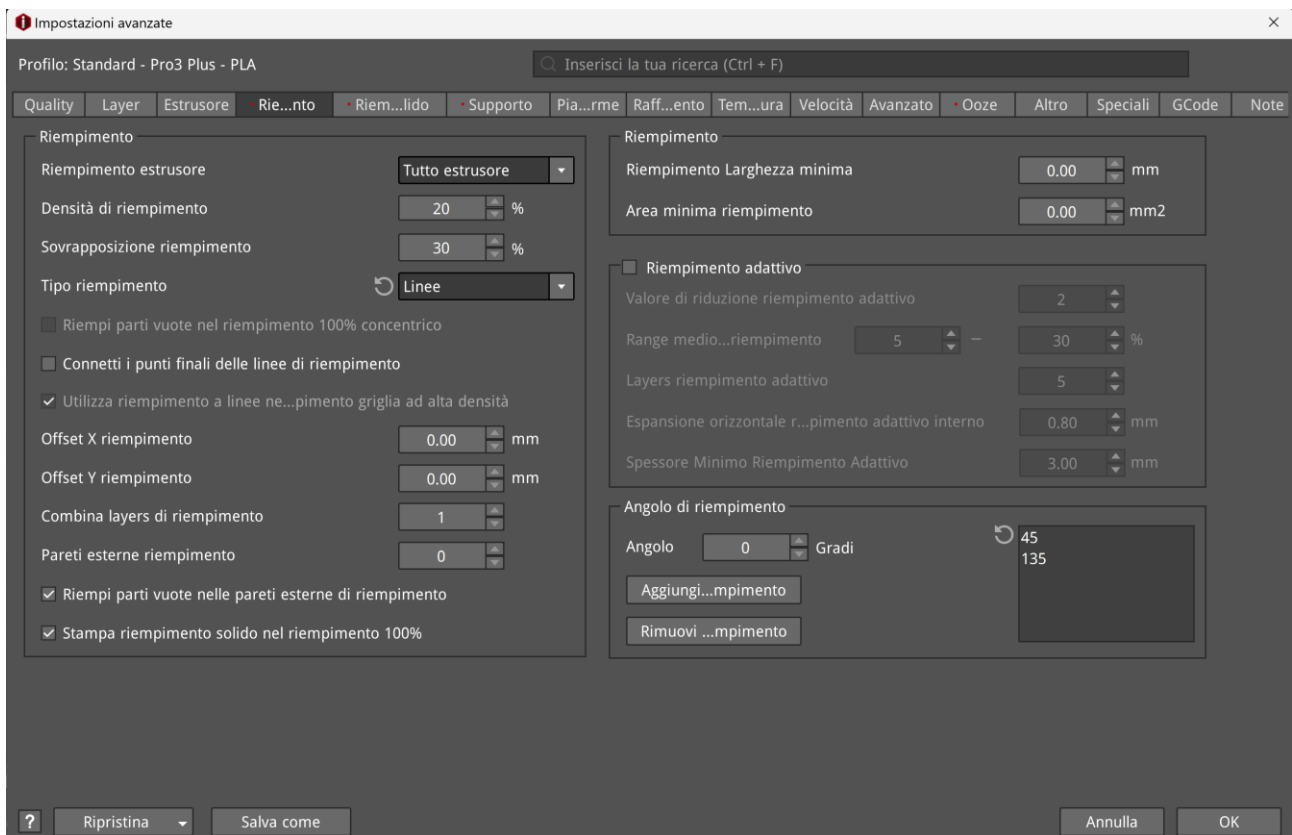


Fig. 16 - Panoramica delle Impostazioni relative al "Profilo", Tab "Riempimento". In questa sezione è possibile modificare le impostazioni relative al riempimento. In particolare è stata modificata la voce relativa al tipo di riempimento impostando "Linee".

4.3.4 Riempimento solido

In questo tab, le uniche due voci da modificare sono **Pattern della base del riempimento solido** e **Tipo di modello di riempimento solido**. Entrambe le impostazioni devono essere configurate su **Linee**.

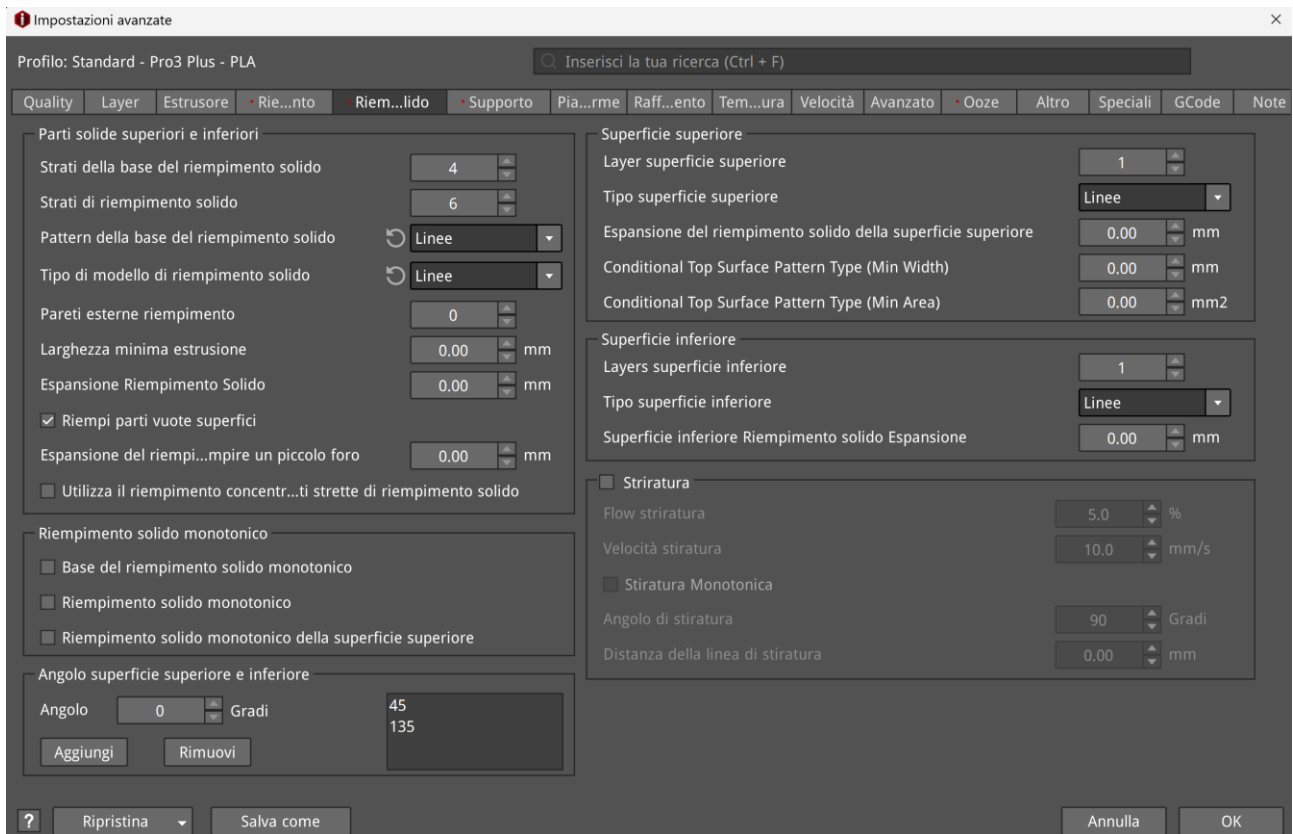


Fig. 17 - Panoramica delle Impostazioni relative al "Profilo", Tab "Riempimento Solido". In questa sezione è possibile modificare le impostazioni relative al riempimento solido. In particolare sono stati modificati il pattern della base del riempimento solido ed il tipo di modello di riempimento solido impostando "Linee".

4.3.5 Supporto

È possibile preimpostare la tipologia di supporto da utilizzare scegliendo tra **Nessuno**, **Solo Contatto col piano** e **Tutto**. Di default, i supporti sono disattivati, ma è comunque possibile aggiungerli successivamente. Una volta caricato il modello, basta cliccare sull'icona **Supporto** nella barra degli strumenti in alto per gestire i supporti in autonomia. Se invece si seleziona una delle opzioni nel tab, i supporti verranno inseriti automaticamente.

Sono disponibili tre tipi di supporto:

- **Normale**: crea un supporto su tutta la struttura con una percentuale di riempimento del 30%. Se questa percentuale è inferiore, la struttura potrebbe collassare su se stessa.
- **Denso**: dovrebbe essere utilizzato solo se si impiega un materiale di supporto idrosolubile. In questa modalità, è necessario impostare il **Layer Supporto Denso** su una quantità pari a **5**.
- **Adattivo**: crea supporti con linee che aumentano la densità in base alla vicinanza alla superficie da supportare.

Generalmente, è consigliabile utilizzare il supporto **Normale** o il supporto **Denso** nel caso di materiali idrosolubili.

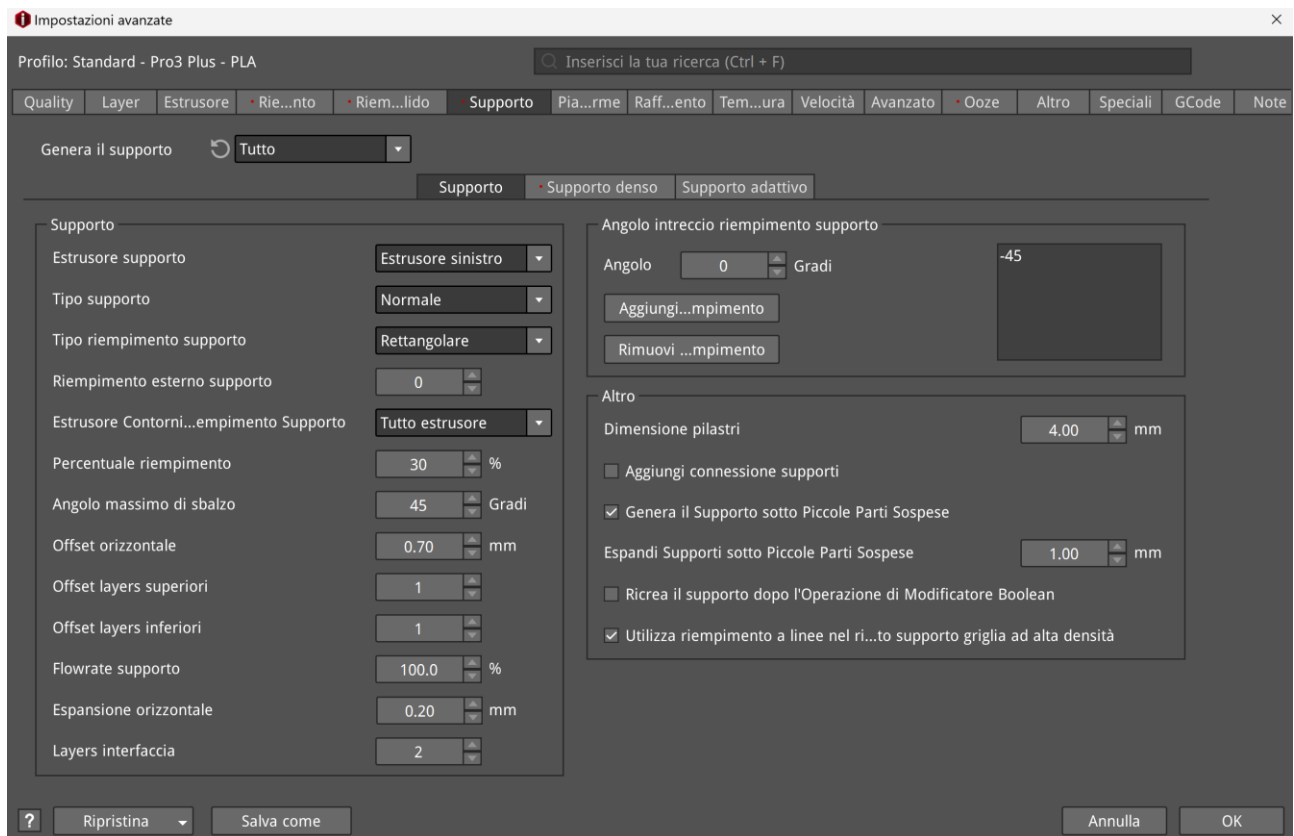


Fig. 18 - Panoramica delle Impostazioni relative al “Profilo”, Tab “Supporto”. In questa sezione è possibile modificare le impostazioni relative al supporto. In particolare è stato modificato il numero di Layer nel Supporto Denso impostando un valore pari a 5.

4.3.6 Piattaforme.

È possibile selezionare tra tre tipologie di piattaforme diverse o una combinazione di esse:

- **Skirt:** Questa modalità esegue uno spurgo esterno per riempire completamente l'ugello prima di iniziare la stampa. È utile per garantire che il filamento sia pronto e uniforme prima di iniziare a stampare il modello.
- **Brim:** Utilizzata quando la base di appoggio dell'oggetto è molto piccola rispetto alla sua altezza in quanto le vibrazioni della stampa potrebbero far crollare l'oggetto. L'impostazione **Brim** crea un primo strato (quello di adesione al piano di stampa) molto più ampio rispetto alla base dell'oggetto, migliorando la stabilità durante la stampa. Per impostare il **Brim**, inserire un **Numero di Linee** pari a 30. Considerando un ugello di diametro 0.4 mm, moltiplicato per 5, si otterrebbe una base di 2 cm. Questo valore potrebbe necessitare di aggiustamenti in base al modello da stampare.
- **Raft:** Crea un primo strato di adesione al piano di stampa, ed è consigliato per modelli cilindrici o oggetti che potrebbero muoversi o ruotare a causa del punto di appoggio. Il **Raft** assicura che il modello resti fermo e garantisce una superficie rotonda poiché il primo piano di stampa viene modellato in base alla forma dell'oggetto. È particolarmente utile con materiali che tendono a ritirarsi, come il Nylon, per assicurare una buona adesione al piano di stampa.

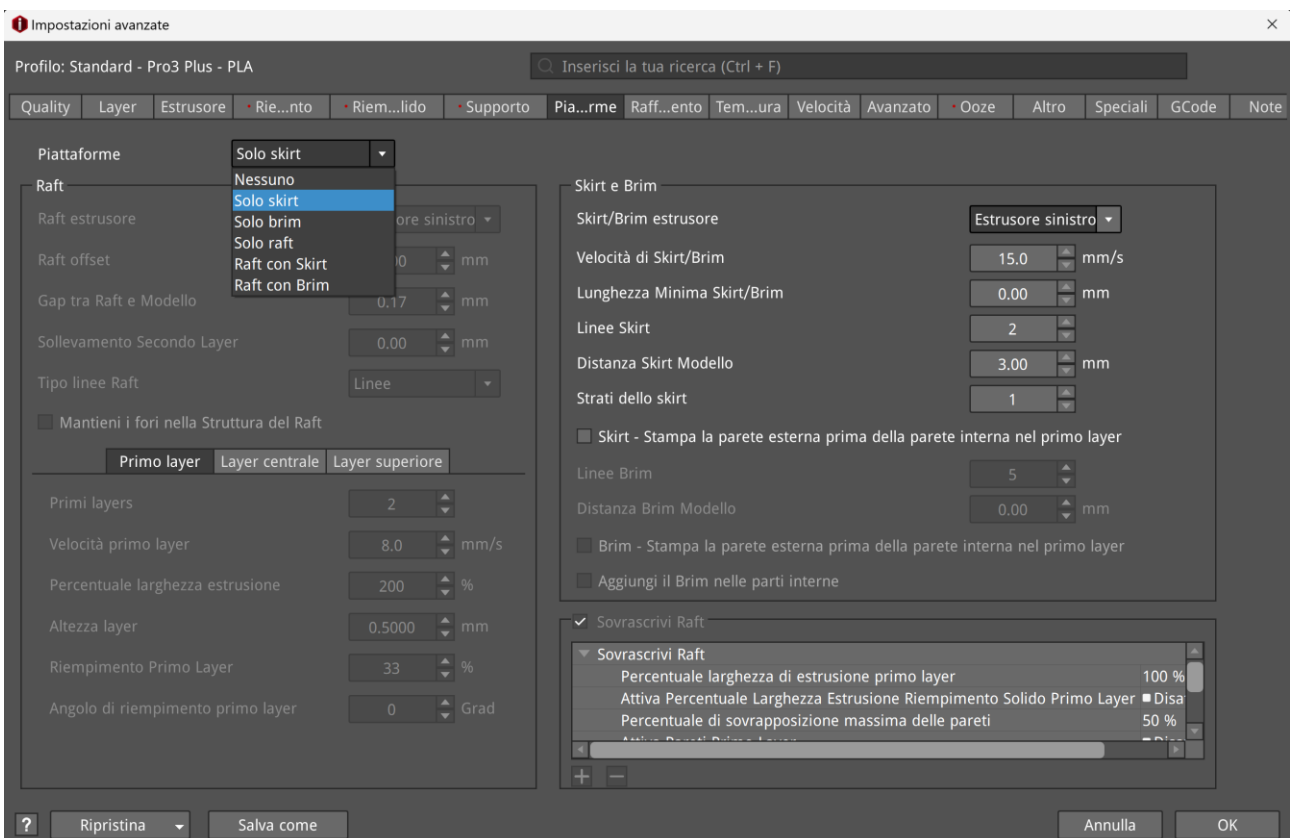


Fig. 19 - Panoramica delle Impostazioni relative al "Profilo", Tab "Piattaforme". In questa sezione è possibile modificare le impostazioni relative al tipo di piattaforme, da scegliere in base alla tipologia di modello da stampare.

4.3.7 Temperature.

Le impostazioni devono essere modificate in base al tipo di materiale di stampa utilizzato:

- **Temperatura del Piano Riscaldato:** Questa temperatura dovrebbe essere impostata in base alla temperatura di rammollimento o transizione vetrosa del materiale. Ad esempio, per il PLA è consigliato mantenere la temperatura del piano attorno ai 45°C, mentre per l'ABS è più appropriato un valore di circa 100°C.
- **Temperatura di Stampa:** È importante fare riferimento al datasheet del materiale, che fornisce un intervallo di temperature piuttosto che un valore assoluto. L'estremo inferiore dell'intervallo favorisce una migliore qualità superficiale, mentre l'estremo superiore migliora l'adesione tra gli strati, conferendo all'oggetto una maggiore resistenza meccanica.

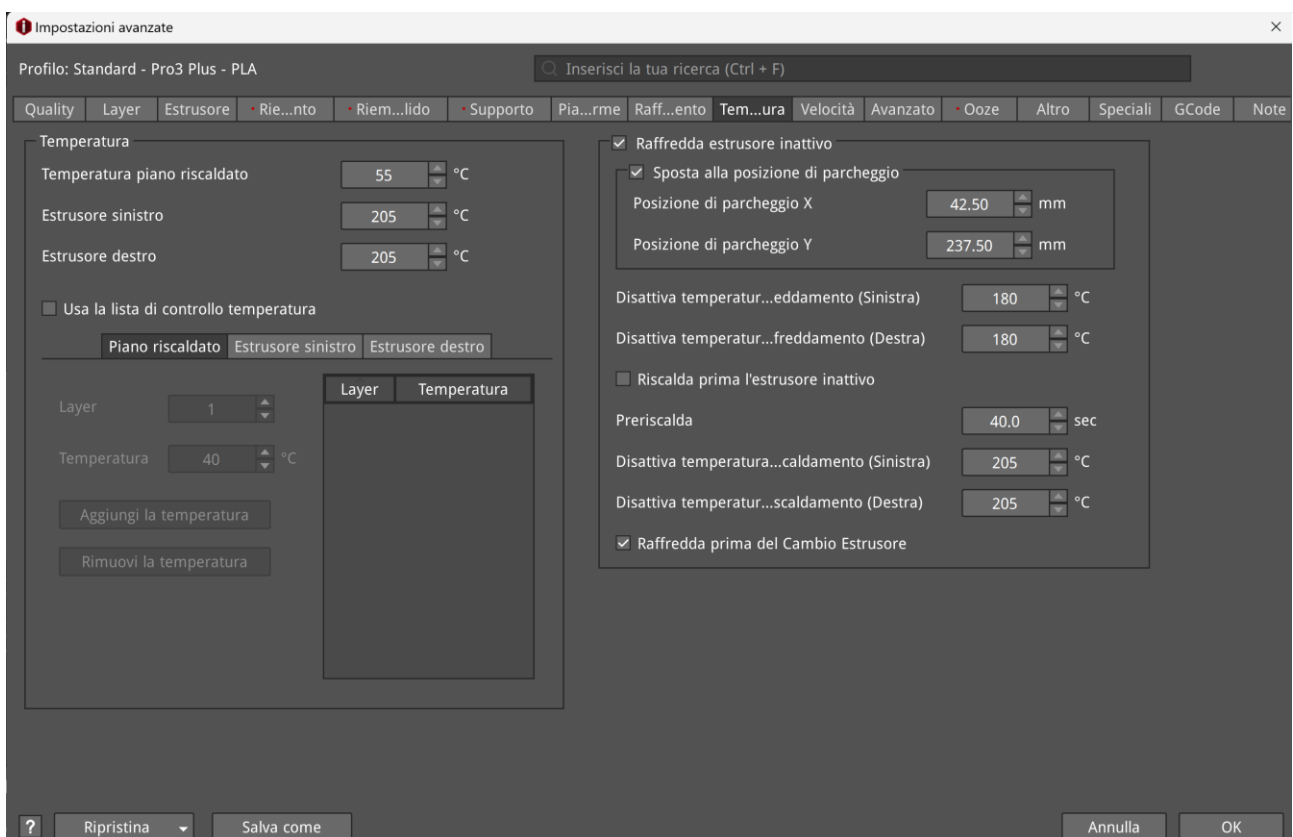


Fig. 20 - Panoramica delle Impostazioni relative al "Profilo", Tab "Temperature". In questa sezione è possibile modificare le impostazioni relative alle temperature di stampa; esse vanno settate in base al tipo materiale del filamento.

4.3.8 Altro

In questa sezione, la funzione "**Attiva controllo ponti**" può risultare particolarmente utile. Quando si lavora con modelli che presentano strutture a ponte, è essenziale fornire supporto per evitare il collasso della struttura. Abilitando questa opzione, la stampante tenterà di gestire i ponti senza supporti aggiuntivi, una funzione utile soprattutto per modelli artistici e dettagliati.

Una volta configurate tutte le impostazioni necessarie, si può procedere con il processo di **Slicing**. In questa fase, il software fornirà un riepilogo che include il tempo stimato di stampa, la quantità di materiale utilizzato e il costo previsto del materiale. Inoltre, è possibile salvare il file in formato GCODE, sia localmente sul computer che inviandolo direttamente alla stampante tramite connessione remota.

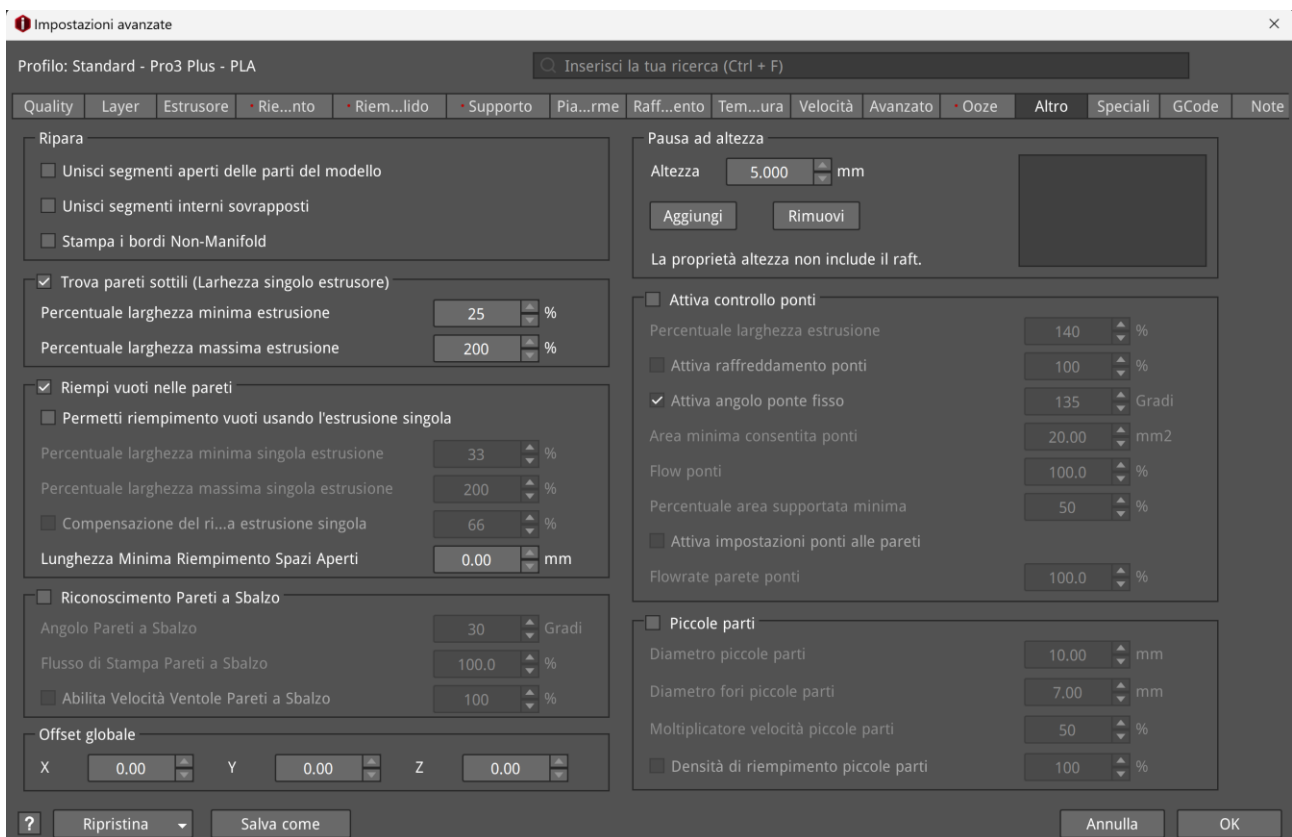


Fig. 21 - Panoramica delle Impostazioni relative al "Profilo", Tab "Altro". In questa sezione è possibile modificare le impostazioni relative alla stampa, come il riconoscimento di strutture particolari, quali Pareti a Sbalzo e Ponti.

5 Esempi di stampa

Sono stati eseguiti test di stampa per valutare le prestazioni della stampante e l'efficacia dei supporti. Per queste prove sono state utilizzate le bobine di PLA fornite in dotazione, impiegando le configurazioni di base per la stampa:

- **Piano riscaldato:** 55°C
- **Temperatura dell'estrusore:** 200°C

Il software è stato configurato secondo i settaggi descritti in precedenza, assicurando l'applicazione delle impostazioni ottimali per ogni fase della stampa.

5.1 Convogliatore d'aria

Nel seguente esempio², sono stati effettuati test su un modello specifico: un convogliatore d'aria progettato per un macchinario che, attraverso una ventola, emette sostanze potenzialmente nocive. Questo convogliatore sarà fissato al macchinario tramite calamite e collegato a un tubo flessibile per il trasporto dell'aria verso l'esterno. Il test ha permesso di evidenziare l'importanza dei supporti nella stampa 3D, sia sotto il profilo strutturale che nella realizzazione precisa di componenti critiche del modello. La verifica ha dimostrato come i supporti siano essenziali per garantire la stabilità e la qualità della stampa, specialmente in parti delicate che richiedono un'attenzione particolare durante la fase di prototipazione.

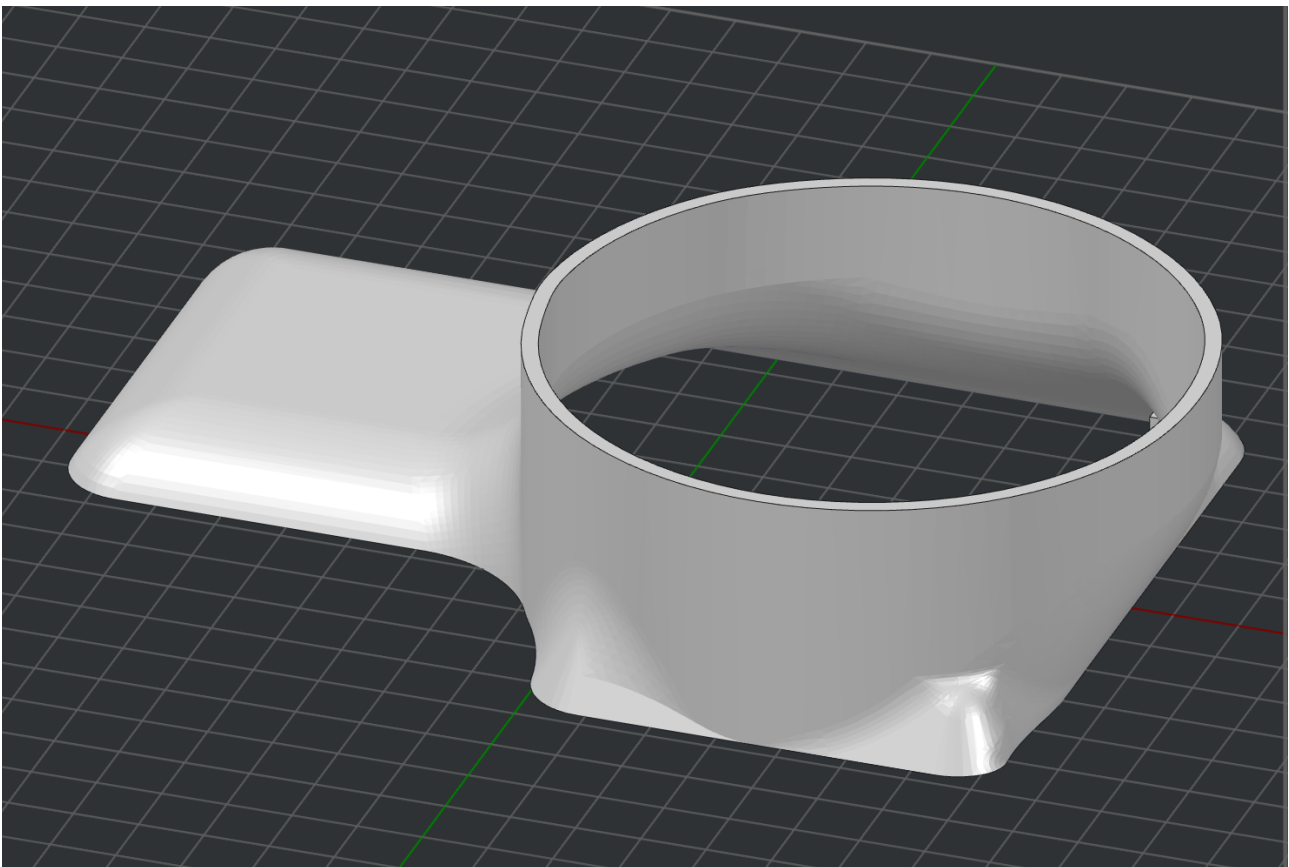


Fig. 22 – Esempio di stampa n.1 – Convogliatore d'aria. Oggetto che si attacca mediante calamite in prossimità della ventola di un macchinario; l'estremità cilindrica viene connessa ad un tubo flessibile per il trasporto di aria all'esterno.

In particolare, nella Fig. 22 è visibile una chiusura della struttura, che forma una sorta di ponte (Cap. 3.8, Tab “Altro”). Questo design richiede obbligatoriamente l'uso di supporti, altrimenti la struttura rischia di crollare durante la stampa.

² Link al download del Convogliatore d'aria - <https://www.thingiverse.com/thing:4702213>

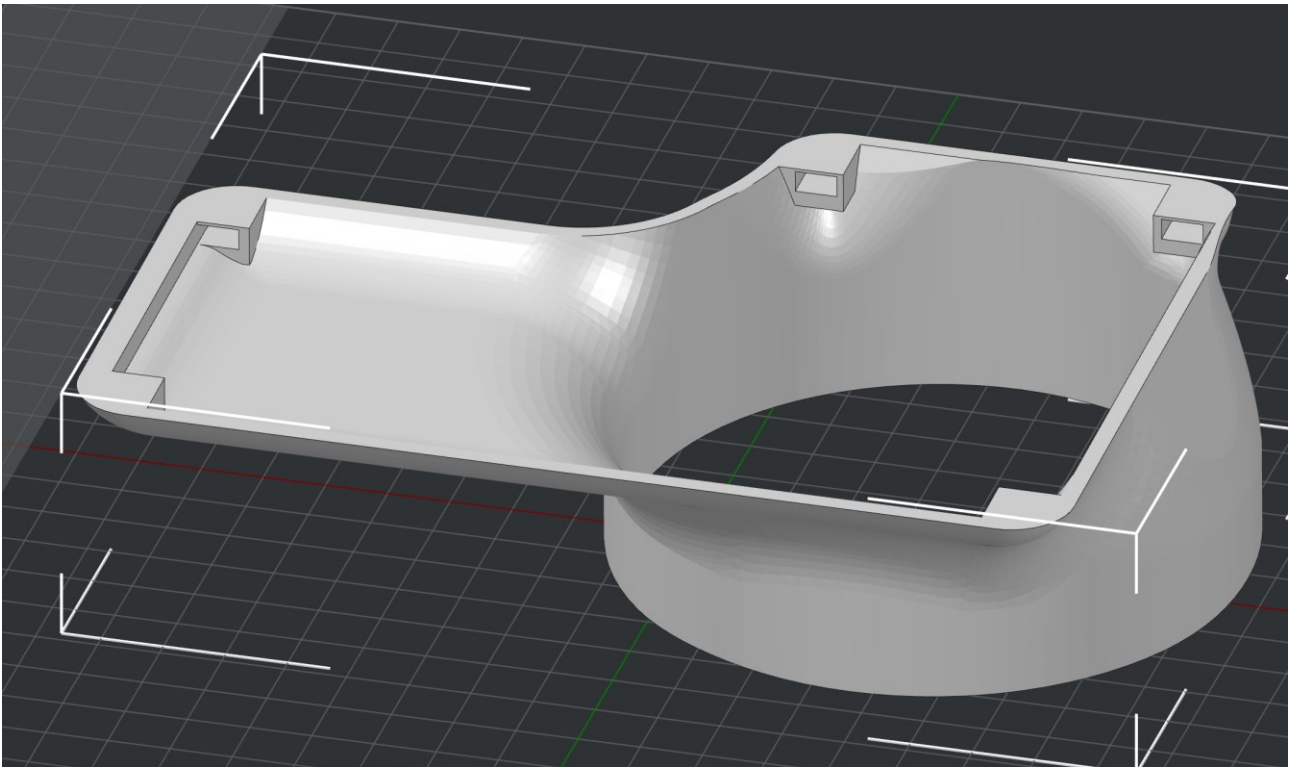


Fig. 23 – Esempio di stampa n.1 – Bottom. Vengono messi in evidenza gli alloggiamenti per le calamite posti nei quattro angoli.

5.1.1 Test di stampa n.1.

Un primo test è stato effettuato senza l'utilizzo dei supporti.

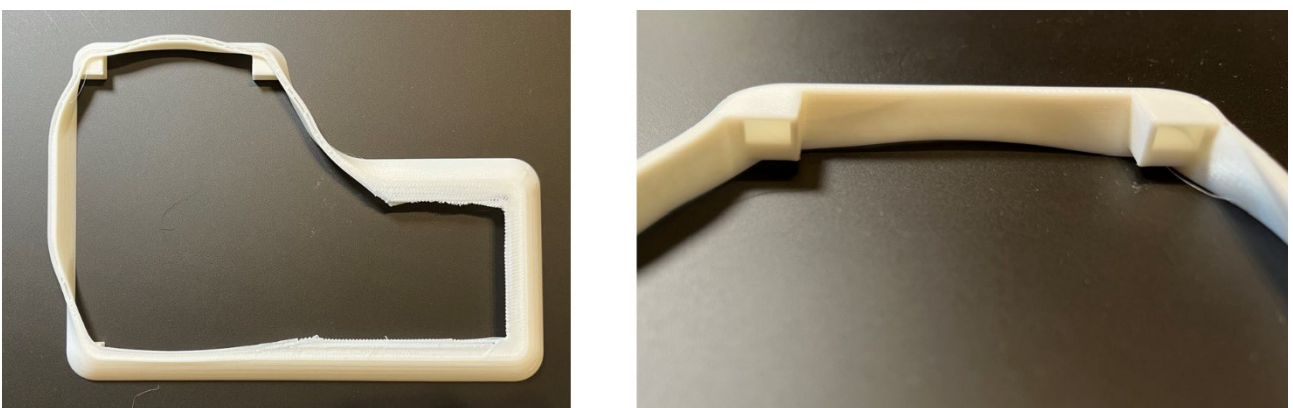


Fig. 24 – Risultato stampa n.1. A sinistra la stampa si è interrotta a causa dell'assenza dei supporti; a destra gli alloggiamenti delle calamite stampati correttamente.

Si osserva che, in assenza dei supporti, la struttura ha subito un collasso, compromettendo la continuità della stampa. Tuttavia, nonostante questo problema, l'alloggiamento delle calamite è stato stampato correttamente.

5.1.2 Test di stampa n.2.

In questo secondo test è stata usata la funzione di generazione automatica dei supporti.

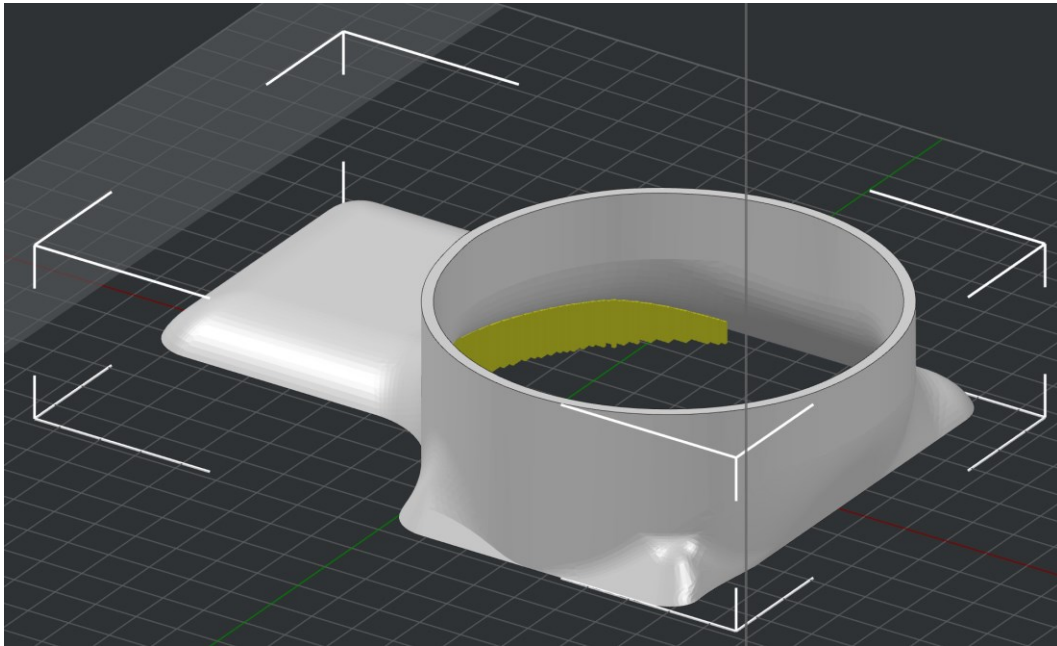


Fig. 25– Variante stampa n.1 – Inserimento di supporti automatici (in giallo).

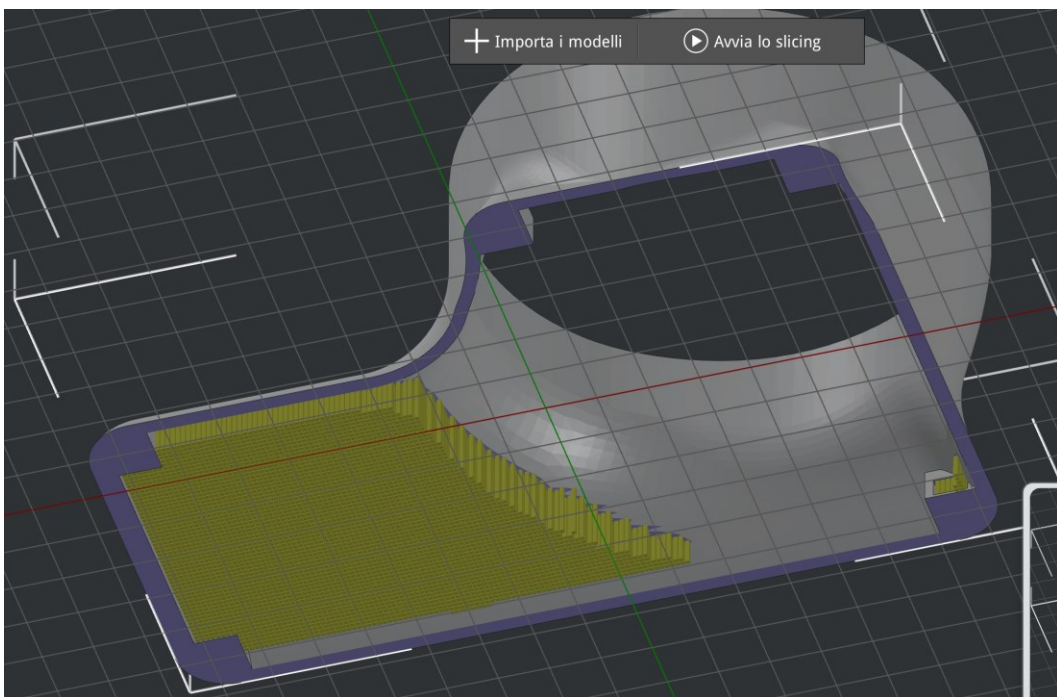


Fig. 26 – Variante stampa n.1 – Bottom. L'intera area pontata è stata supportata; supporti presenti anche negli alloggiamenti delle calamite.

A prima vista, i supporti sembrano adeguati, poiché tutta la superficie a ponte è stata supportata. Tuttavia, sono stati creati anche dei supporti all'interno degli slot per le calamite (nell'angolo in basso a destra), il che potrebbe causare delle complicazioni durante la rimozione dei supporti stessi.

Cliccando sul pulsante **Anteprima** (situato sotto la barra degli strumenti al centro), è possibile visualizzare diverse informazioni dettagliate riguardanti la stampa, come la disposizione dei supporti, la loro densità e le aree che verranno effettivamente stampate. Questa funzionalità consente di identificare eventuali problemi e ottimizzare la configurazione dei supporti prima di avviare la stampa.

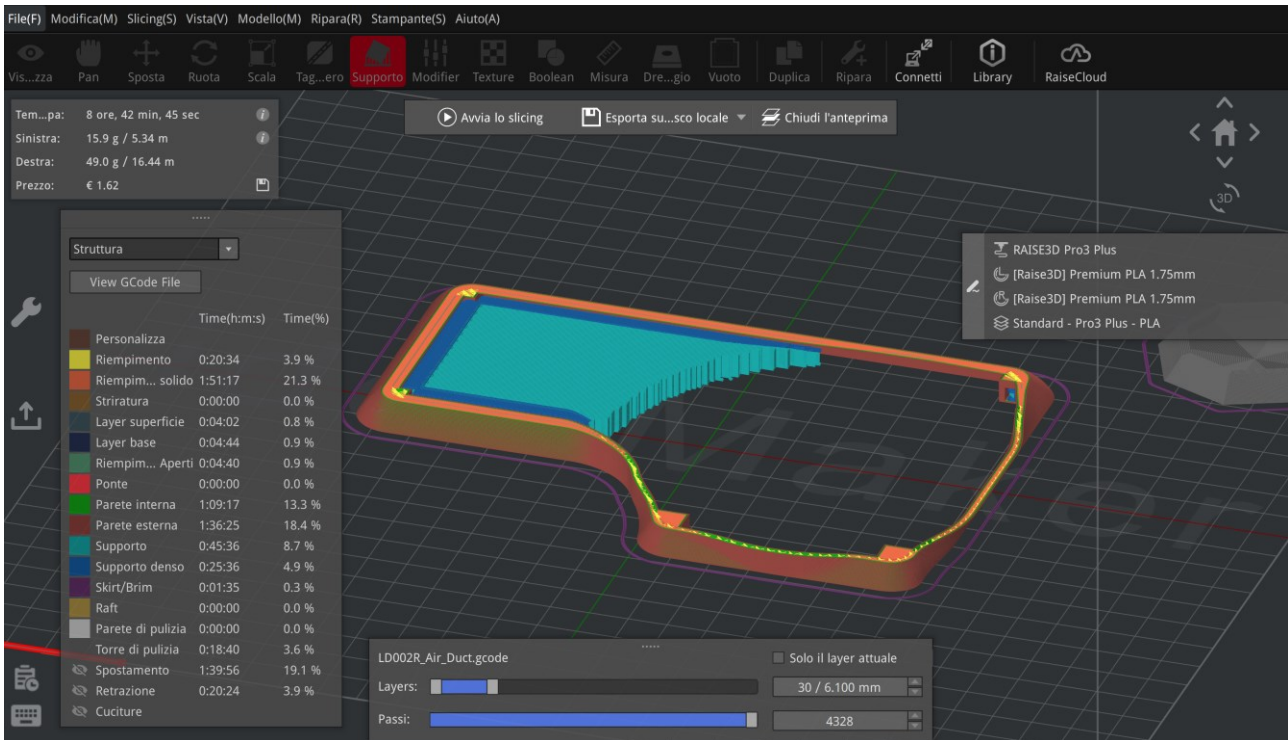


Fig. 27 – Anteprima di stampa. Sulla sinistra informazioni relative al tempo di stampa; in basso preview di stampa muovendo il cursore sulla barra. Nella finestra situata a sinistra della schermata di anteprima, vengono esplicitati tutti gli step della stampa, con l'indicazione del tempo previsto per ciascuno. Questo permette di avere una panoramica dettagliata dell'intero processo di stampa, consentendo di pianificare e monitorare meglio il lavoro.

Nella finestra in basso, è possibile utilizzare il cursore del mouse per regolare le barre blu che rappresentano l'avanzamento temporale della stampa. Queste barre evidenziano i diversi strati di ciascun oggetto, differenziandoli con colori distinti.

Di seguito sono riportate alcune figure che illustrano il processo di stampa del convogliatore d'aria. Per la stampa di questo oggetto, sono stati aggiunti alcuni livelli di appoggio al piano (individuabili in rosso), necessari per garantire la stabilità e la qualità della stampa.

Queste impostazioni sono state utilizzate per migliorare la resa finale del modello, soprattutto nelle aree complesse o critiche.

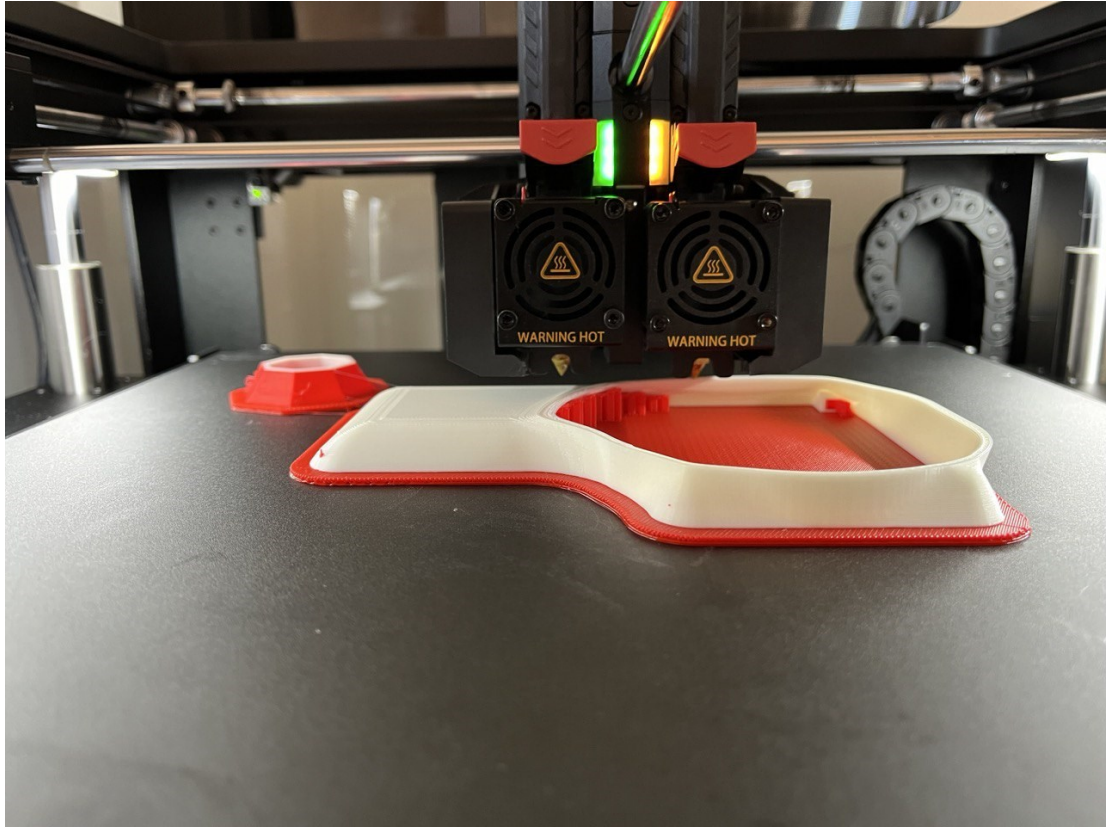


Fig. 28 – Variante stampa n.1. Si notano dei layer di appoggio per la struttura ed i vari supporti sia per la parte pontata che per gli alloggiamenti delle calamite.

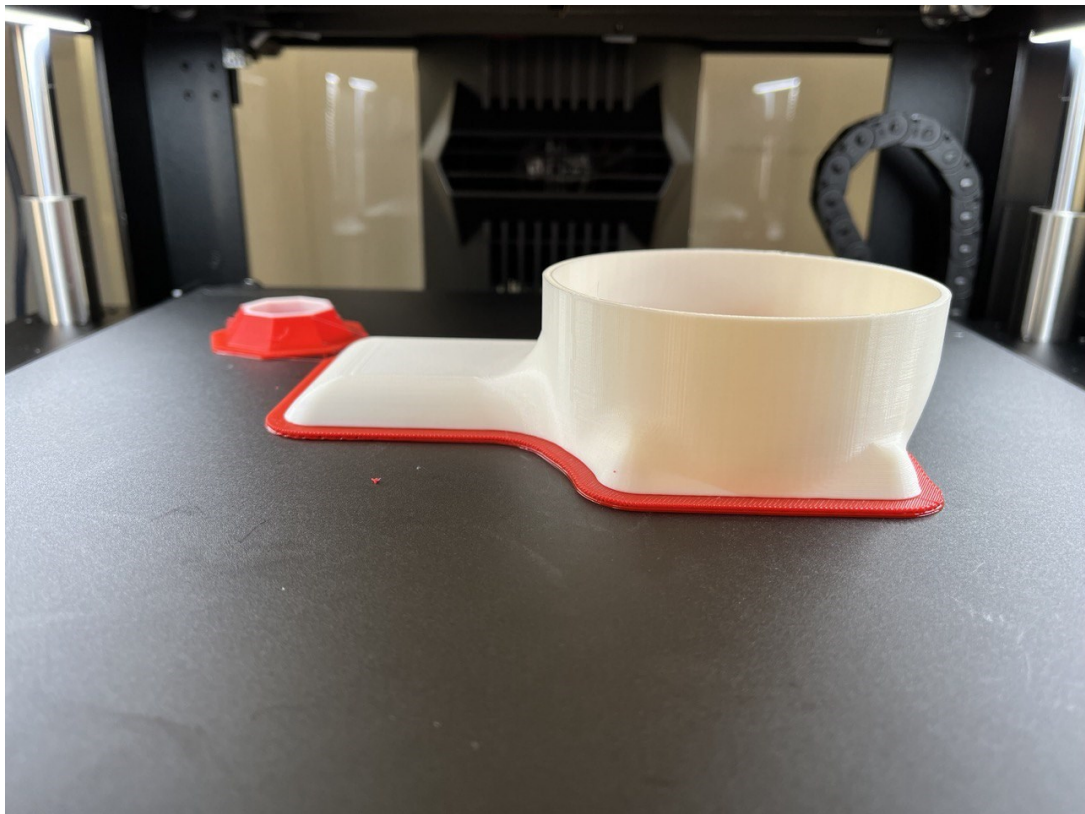


Fig. 29 – Esempio di stampa n.1. Stampa ultimata.

Il risultato finale è stato molto soddisfacente. L'intera struttura del convogliatore d'aria è stata stampata correttamente, dimostrando chiaramente l'importanza cruciale dei supporti nelle strutture con elementi a ponte. L'uso adeguato dei supporti ha permesso di evitare il collasso della stampa e di ottenere un modello finito di alta qualità, evidenziando l'efficacia delle impostazioni ottimali e dei settaggi nel software di slicing.



Fig. 30 – A sinistra viene mostrato come l'adesione fra layer di supporto e layer di contenimento delle calamite si sia rotto a causa dell'unione dei supporti all'interno dell'alloggiamento con il layer di supporto attaccato al piano. A destra invece i supporti non erano attaccati al piano pertanto sono rimasti inseriti all'interno dell'alloggiamento.

D'altro canto, l'abuso della generazione automatica dei supporti ha portato ad un fallimento. Analizzando le figure relative al bottom, si nota che l'inserimento dei supporti negli slot per le calamite ha compromesso l'alloggiamento: da un lato, i supporti si erano fusi con i layer di appoggio al piano, mentre dall'altro lato (a destra) i supporti erano praticamente impossibili da rimuovere senza danneggiare l'alloggiamento.

Per evitare queste problematiche, è fondamentale prestare attenzione nella fase di generazione dei supporti affinché non diventino un tutt'uno con altre parti strutturali. In situazioni in cui i supporti sono necessari ma posizionati in aree difficili da rimuovere, potrebbe essere vantaggioso utilizzare un materiale di supporto idrosolubile. Questo tipo di materiale facilita la rimozione dei supporti dopo la stampa, riducendo il rischio di compromettere la qualità del modello finale.

5.2 Radiotelescopio

Un secondo test di stampa è stato quello relativo ad un modello di un Radiotelescopio³.

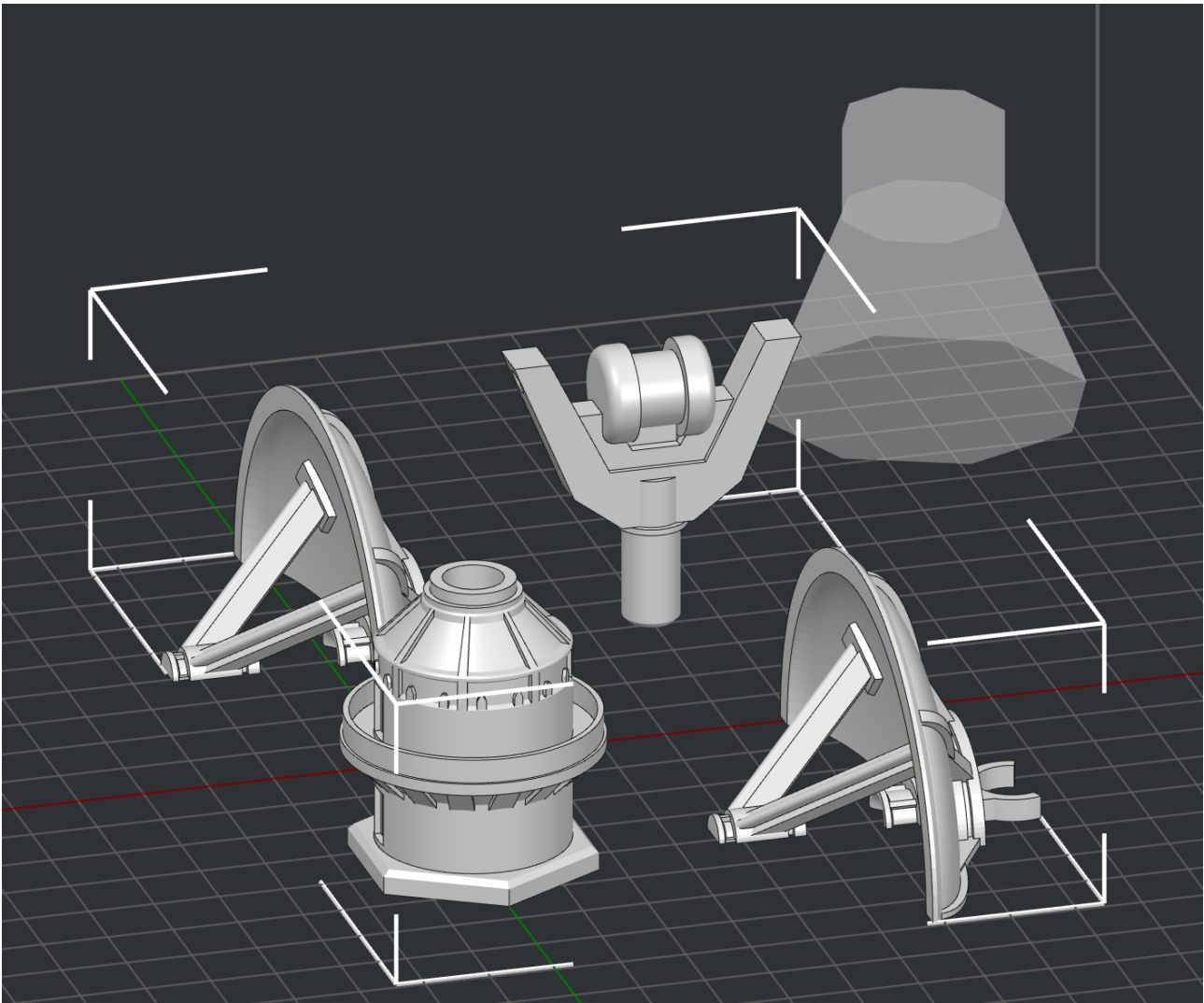


Fig. 31 – Esempio di stampa n.2. Radiotelescopio suddiviso in diverse parti.

In questo modello è possibile notare che ci sono diverse strutture pontate, pertanto l'uso dei supporti sembra risultare imprescindibile.

Sfruttando la generazione automatica dei supporti è stato ottenuto il risultato mostrato in Fig. 32.

³ Link al download del file STL relativo al modello Radiotelescopio: <https://www.thingiverse.com/thing:4893947>

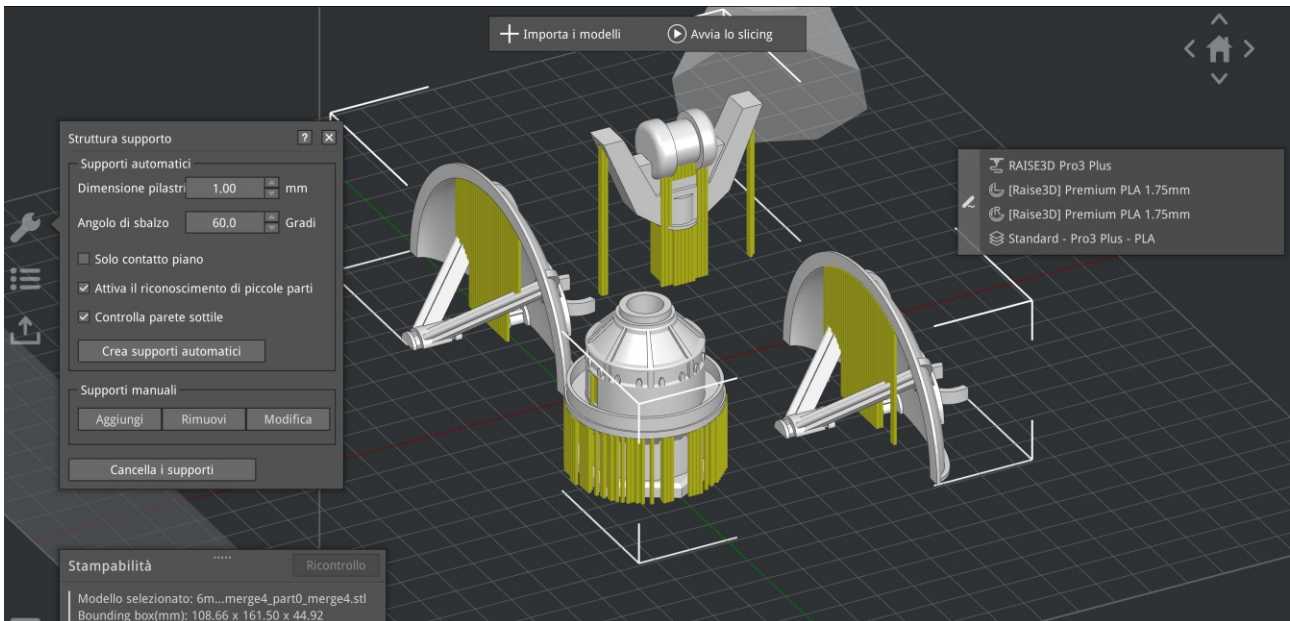


Fig. 32 – Esempio di stampa n.2. Risultato della generazione automatica dei supporti.

In seguito alla verifica dei risultati ottenuti dalla generazione automatica dei supporti, si è osservato che il risultato non era ottimale. In particolare, si notava:

- **Non Continuità dei Supporti:** I supporti erano intermittenti e mancavano in alcune zone cruciali del modello.
- **Aree Senza Supporti:** Alcune parti del modello non erano adeguatamente supportate.

Per questo motivo, è buona norma esaminare attentamente ogni singola parte del modello per garantire che tutti i supporti necessari siano presenti e ben posizionati.

Nonostante la generazione automatica dei supporti suggerisse l'utilizzo dei supporti, si è proseguito senza l'ausilio di essi.

In Fig. 33 vengono evidenziate le fasi iniziali e intermedie di stampa.

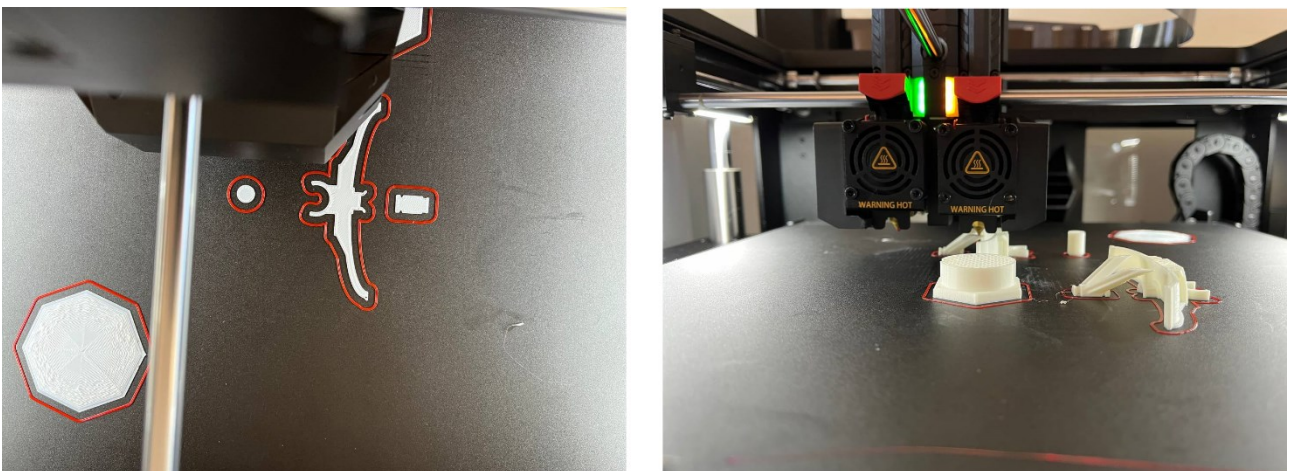


Fig. 33 – Esempio di stampa n.2. A sinistra i primi layer di stampa, a destra la stampa ad una percentuale attorno al 25%.

Durante la fase di stampa, sono state misurate le temperature del piano e degli ugelli utilizzando la termocamera Fluke TiS60 [3].

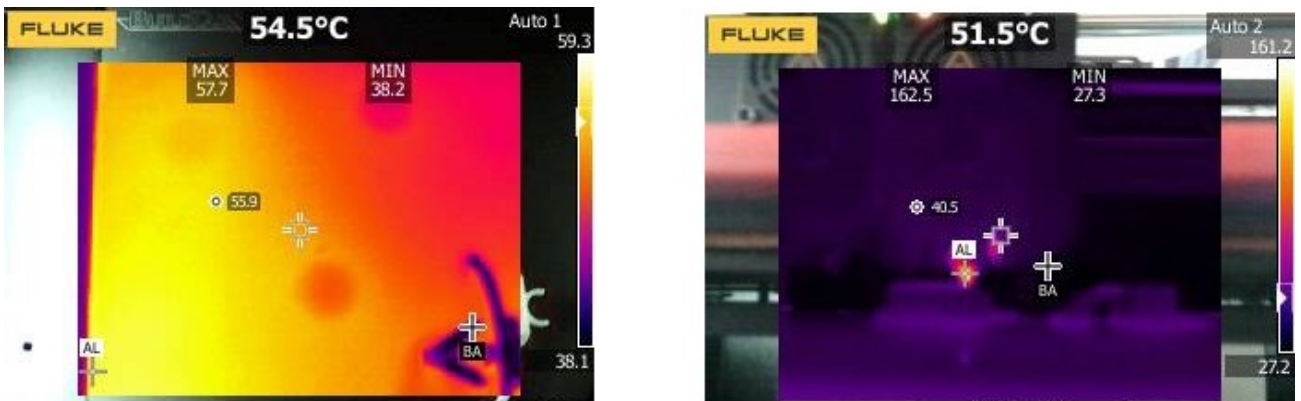


Fig. 34 – Esempio di stampa n.2. Rilevazioni di temperatura durante la fase di stampa. A sinistra la temperatura relativa al piano di stampa; a destra la temperatura dell'ugello.

Nella foto a sinistra si può osservare che la temperatura del piano riscaldante si stabilizza intorno ai 55°C, conforme alle impostazioni. Nella foto a destra, invece, è visibile la temperatura dell'estrusore in fase di stampa, che risulta essere di 162.5°C. Questa temperatura inferiore ai 200°C impostati è dovuta all'effetto delle ventole montate esternamente sull'estrusore.

Di seguito vengono riportati i risultati finali della stampa del modello Radiotelescopio.



Fig. 35 – Esempio di stampa n.2. Stampa completa.



Fig. 36 – Esempio di stampa n.2. Prima foto Radiotelescopio assemblato.



Fig. 37 - Esempio di stampa n.2. Seconda foto Radiotelescopio assemblato.



Fig. 38 – Esempio di stampa n.2. Terza foto Radiotelescopio assemblato.

6 Conclusioni

La Raise 3D Pro3 Plus si distingue per la sua robustezza strutturale grazie al telaio in acciaio, che conferisce solidità e stabilità durante le operazioni di stampa. Le ante frontali e laterali sono progettate per facilitare la rimozione del piano di stampa e il caricamento delle bobine di filamento, rendendo l'uso della stampante particolarmente comodo e pratico. Inoltre, il coperchio superiore non solo semplifica l'inserimento del filamento e la sostituzione degli estrusori, ma offre anche un eccellente isolamento acustico, riducendo significativamente il rumore durante la stampa.

L'inizializzazione della stampante è agevolata da una guida passo-passo intuitiva visualizzabile sul display, che semplifica il processo di configurazione e calibrazione per l'utente. La stampante supporta un ampio range di materiali, dal PLA e ABS a materiali speciali come ESD e rinforzati in carbonio, ampliando notevolmente le possibilità di applicazione, sia per ambienti indoor che outdoor.

Il software Idea Maker risulta molto intuitivo e user-friendly. La sua interfaccia, accompagnata da una barra degli strumenti chiara e ben organizzata, permette di eseguire le principali operazioni con facilità. Nonostante le impostazioni predefinite siano generalmente sufficienti, la possibilità di personalizzare i parametri di stampa consente di ottimizzare la qualità e la risoluzione delle stampe con pochi aggiustamenti.

I test di stampa hanno evidenziato l'importanza critica dei supporti nella qualità del risultato finale. Nel primo test, relativo al convogliatore d'aria, l'assenza di supporti ha causato un collasso della struttura, dimostrando la necessità di supporti per le parti pontate. Tuttavia, l'uso eccessivo dei supporti, ha portato a problemi nell'alloggiamento delle calamite, sottolineando la necessità di una valutazione attenta nella generazione automatica dei supporti. In contrasto, il secondo test ha dimostrato che in alcuni casi, è possibile ottenere risultati soddisfacenti anche senza supporti, sebbene la generazione automatica li avesse suggeriti.

In conclusione, è essenziale eseguire un'analisi preliminare del modello e una valutazione critica sull'uso dei supporti per evitare problemi durante la stampa. Le stampe effettuate hanno dimostrato l'affidabilità della stampante su diverse ore di utilizzo, con durate di stampa che variano a seconda della complessità e della risoluzione del modello.

7 Elenco Acronimi

PCB – Printed Board Circuit

PNRR – Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

CNC – Computer Numerical Control

GCODE – Gerber CODE

HEPA – High Efficiency Particulate Arrestance

PLA – Polilattide

ABS – Acrilonitrile butadiene stirene

ASA – Acrilonitrile stirene acrilato

UV – Ultra Violetti

PETG – Polietilene tereftalato modificato con glicole

PC – Policarbonato

ESD – Electrostatic Discharge

TPU – Poliuretano termoplastico

PVA+ - Alcol polivinilico

RAM – Random Access Memory

ROM – Read Only Memory

GUI – Graphic User Interface

LAN – Local Area Network

CF – Carbon Fiber

8 Reference

- [1] GIF autolivellamento piano <https://www.raise3d.com/pro3-series/>
- [2] Filamenti <https://www.raise3d.com/filaments/>
- [3] Termocamera: <https://www.fluke.com/it-it/prodotto/termocamera/tis60>