



## Rapporti Tecnici INAF INAF Technical Reports

<b>Number</b>	269
<b>Publication Year</b>	2023
<b>Acceptance in OA@INAF</b>	2023-02-24T15:10:20Z
<b>Title</b>	Stampa di tavolette tattili per il Festival di Astronomia di Castellaro Lagusello
<b>Authors</b>	DIMA, Marco, DI GIACOMO, FEDERICO
<b>Affiliation of first author</b>	O.A. Padova
<b>Handle</b>	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12386/33835">http://hdl.handle.net/20.500.12386/33835</a> , <a href="https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/269">https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/269</a>



## **Stampa di tavolette tattili per il Festival di Astronomia di Castellaro Lagusello**

Autori: Marco Dima,  
Federico Di Giacomo  
INAF-Osservatorio Astronomico di Padova

# Abstract

L'astronomia è uno dei campi del sapere che più affascina e attrae tutte le persone: chiunque può interrogarsi su come si è formato l'Universo, o cosa accadrà quando si spegnerà il Sole, o se esiste vita su altri pianeti. E tutti dovrebbero avere l'opportunità di conoscere le risposte a queste domande, almeno per quanto gli scienziati hanno scoperto finora. Per questa ragione l'Istituto Nazionale di Astrofisica sta perseguendo, da vari anni, strategie per rendere i suoi materiali didattici idonei anche a un pubblico di persone ipovedenti o non vedenti. Le risorse tipicamente disponibili per presentare concetti astronomici a persone con difficoltà visive sono limitate a figure tridimensionali, figure piane tattili e alcune lezioni in Braille. Alcune istituzioni accademiche, luoghi pubblici e musei hanno una selezione limitata di materiali adatti che possono essere utilizzati per elaborare concetti di astronomia e sono disponibili per l'uso da parte di visitatori e studenti ipovedenti. Imparare a presentare i concetti di astronomia secondo le esigenze individuali in questo modo non solo migliora l'apprezzamento individuale dei concetti e l'accesso alla conoscenza scientifica, ma promuove anche una cultura del rispetto per le differenze degli altri.

Questo documento si pone come obiettivo quello di raccogliere e descrivere le prime esperienze di stampa 3D con la stampante Stratasys j55 volte e realizzare una serie di modelli tattili di galassie e costellazioni che saranno utilizzati durante la terza edizione del Festival di Astronomia di Castellaro Lagusello

# Indice

<b>1. Introduzione</b>	4
<b>2. Il Festival di Astronomia</b>	4
<b>3. La realizzazione dei modelli e la stampa delle tavolette</b>	5
<b>3.1 La stampante</b>	5
3.2 L'ottimizzazione del modello	6
3.3 La stampa	8

# 1. Introduzione

La potenza e il fascino dell'astronomia possono essere usati per includere il disagio, sia esso fisico, di genere, culturale, cognitivo? La risposta sembra ovvia. Ma spesso l'astronomia inclusiva è pensata solo come "astronomia anche per", i ciechi, i sordi, i migranti. L'obiettivo ambiziosissimo che l'Istituto Nazionale di astrofisica (INAF) si propone è quello di raccontare l'astronomia "senza barriere", secondo il modello della progettazione universale: non per tutti, che sarebbe presuntuoso e forse irrealizzabile, ma accessibile da diversi punti di vista e che offra anche spunti di riflessione sull'altro, secondo i principi dell'inclusione sociale, in cui tutte le differenze (non solo i deficit) sono pensate come modi personali di porsi nelle diverse relazioni e interazioni. L'intento principale dell'INAF è quello di progettare e testare attività ed esperienze inclusive di didattica e divulgazione che tengano conto al massimo della vasta diversità di persone che si avvicinano all'astrofisica. Presentare approcci diversi arricchisce l'esperienza complessiva e offre molteplici punti di vista a tutti, indipendentemente dalle loro capacità. Agire per promuovere l'inclusione delle persone con difficoltà e disabilità si traduce, quindi, in un miglioramento delle opportunità di apprendimento delle scienze di tutti i partecipanti. Infine, crediamo che questo approccio possa anche ispirare atteggiamenti più consapevoli in tutti gli attori coinvolti, sia nella progettazione sia nella fruizione.

Per quanto riguarda le disabilità sensoriali, oltre a partecipare a diversi progetti pionieristici a livello mondiale, INAF sviluppa risorse educative, mostre e percorsi multisensoriali, per aumentare le possibilità di accesso all'informazione e arricchire l'esperienza per tutti, coinvolgendo gli stessi fruitori delle attività e ricercatori esperti nella co-progettazione dei percorsi. Proprio in quest'ottica, sfruttando utilizzando le risorse messe a disposizione dal progetto TactileUniverse<sup>1</sup>, un progetto internazionale volto ad aprire l'astronomia a persone con problemi visivi, sono state stampate in 3D 24 tavolette tattili rappresentanti varie tipologie di galassie osservate in diverse bande osservative. Queste tavolette tattili saranno utilizzate per realizzare diverse attività didattico-divulgative che saranno presentate durante la terza edizione del Festival di Astronomia di Castellaro Lagusello.

## 2. Il Festival di Astronomia

Da sempre l'umanità si interroga sul proprio posto all'interno dell'Universo e l'astronomia accende passione e curiosità in persone di ogni età e cultura. La meraviglia che genera in noi il cielo stellato e la bellezza affascinante dell'Universo fanno da guida in questo Festival dove appassionati, bambini e adulti incontrano

---

<sup>1</sup> <https://tactileuniverse.org/>

astronomi e astrofili e scoprono la passione che anima la ricerca e la divulgazione scientifica.

In questa terza edizione tutte le attività del Festival saranno multisensoriali, includendo non solo elementi visivi, ma anche tattili e sonori. In questo modo tutti i visitatori, vedenti e non vedenti, potranno avere equamente accesso alla conoscenza dell'astronomia e scopriranno nuovi modi di esplorare l'Universo. Un weekend all'insegna della scienza in cui le strade e i cortili di Castellaro Lagusello faranno da cornice al festival. Il pubblico sarà accolto da una mostra che si snoderà lungo la strada principale, guidando i visitatori all'ingresso del borgo. I cortili ospiteranno laboratori interattivi per bambini e bambine di ogni età e adulti. Saranno organizzate conferenze di divulgazione, spettacoli e osservazioni del cielo con telescopi amatoriali. Immagini dei maggiori osservatori astronomici saranno proiettate sulla Torre e sulla parete esterna di Villa Arrighi, accompagnate dal suono. Nei numerosi eventi del Festival, l'astronomia si intreccerà all'arte, alla



letteratura, alla filosofia e alla psicologia, oltre alla musica. "E quindi uscimmo...a riascoltar le stelle".

La descrizione del festival e delle varie attività proposte sono raccolte all'interno del sito web della manifestazione:

<https://www.astronomiacastellaro.oapd.inaf.it>

## 3. La realizzazione dei modelli e la stampa delle tavolette

### 3.1 La stampante

Per la stampa delle tavolette tattili è stata utilizzata una stampante a resina *polyjet j55 StratasyS*. Tale stampante utilizza cartucce a resina alloggiato al di sotto della camera di stampa dove possono essere alloggiato fino a 6 cartucce differenti. Durante il processo di stampa la resina viene nebulizzata e successivamente

polimerizzata tramite una lampada UV a 405 nm. In questo modo il materiale viene solidificato strato su strato.

Rispetto a una classica stampante a filamento FDM, una stampante a resina presenta costi e tempi di produzione più elevati. Tuttavia, il vantaggio principale dell'utilizzo di questo tipo di stampante risiede nel fatto che essa possiede un'altissima risoluzione, pari a circa 18 micron contro i 130 micron di una FDM, oltre alla possibilità di stampare a colori. Inoltre, a differenza di una FDM tradizionale, una stampante polyjet non consente la creazione di un pattern di stampa stile honeycomb per minimizzare i consumi, ma riempie l'intero volume del modello 3D facendo lievitare i costi. Per questo motivo si è deciso di fare una serie di test e successive modifiche al modello 3D al fine di ridurre il consumo di materiale e abbattere i costi.

## 3.2 L'ottimizzazione del modello

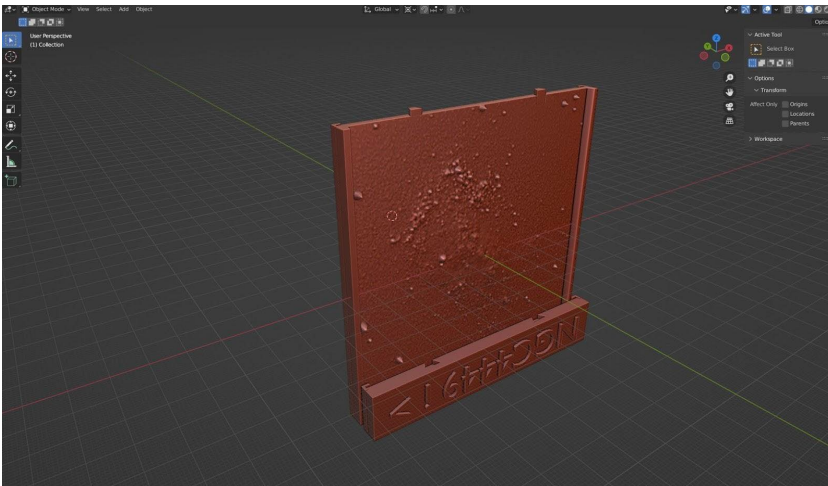
Tutti i modelli sono stati scaricati dal sito del progetto [TactileUniverse](#). Da qui accedendo alla sezione "models and resource" si viene indirizzati ad una cartella Drive che contiene:

- *Blend Installer*: questa cartella racchiude i programmi di installazione per Mac, Windows e Linux per Blender.
- *Plugin Blender*: questa cartella contiene i plugin realizzati per Blender al fine di creare i file STL. Questa versione funziona con Blender 2.79 e 2.82.
- *Galaxy Images*: questa cartella contiene tutte le immagini originali utilizzate per realizzare tutti i modelli inclusi nel kit insieme alle etichette ad esse allegate. Sono incluse anche immagini a colori di ciascuna delle galassie.
- *File Galaxy Model STL*: i file STL per ciascuna delle galassie che possono essere utilizzate dalle stampanti 3D.
- *File Galaxy Model STL con frame posteriori*: file STL aggiornati per ogni galassia. Questi modelli hanno una "cornice" che può essere utilizzata per contenere la tavoletta 3D
- *Istruzioni tecniche*: questa cartella contiene le istruzioni per configurare e utilizzare il plug-in Blender per creare file stampabili in 3D personalizzati.

L'ottimizzazione del modello 3D è stata eseguita utilizzando il Blender<sup>2</sup>. Si tratta di un software libero e multiplatforma di modellazione, rigging, animazione, montaggio video, composizione, rendering e texturing di immagini tridimensionali e bidimensionali.

---

<sup>2</sup> <https://www.blender.org/>



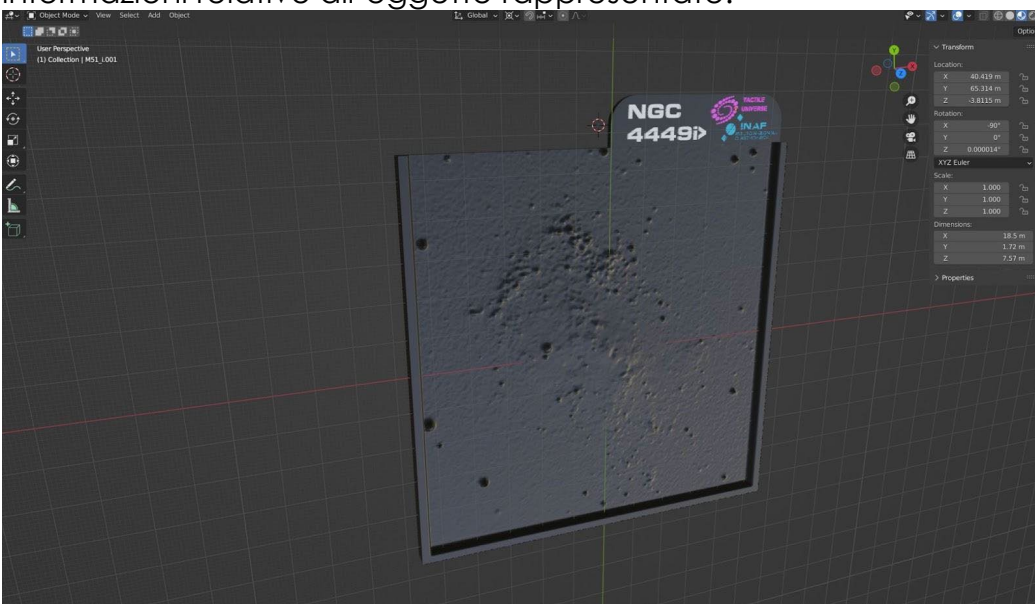
Uno dei primi interventi che sono stati fatti al fine di ottimizzare il progetto riguarda la riduzione dello spessore del modello 3D. Originariamente la tavoletta aveva uno spessore di 8 mm che è stato ridotto a 5 mm. Inoltre, come si può vedere nell'immagine a fianco, la tavoletta presenta una base di supporto che riporta il nome dell'oggetto astronomico

rappresentato. Sia per motivi estetici che di economia di materiale si è deciso di minimizzare l'etichetta come mostrato nell'immagine sottostante. Alla nuova etichetta si è dato un layout tipo *folder*, a cui è stato aggiunto il logo di INAF e quello di *TactileUniverse*.

Inoltre, sul retro di ogni tavoletta è stata ricavata una nicchia circolare all'interno della quale verrà inserito un tag NFC. Sono dei minuscoli circuiti integrati collegati a un'antenna, che permette al chip di interagire con un lettore NFC, come uno smartphone NFC. Sono dispositivi elettronici passivi, infatti non richiedono nessuna alimentazione, sui quali possono essere scritte molteplici tipologie di informazioni. Alcune di queste sono per un uso privato e permettono di eseguire molte azioni in automatico, come ad esempio:

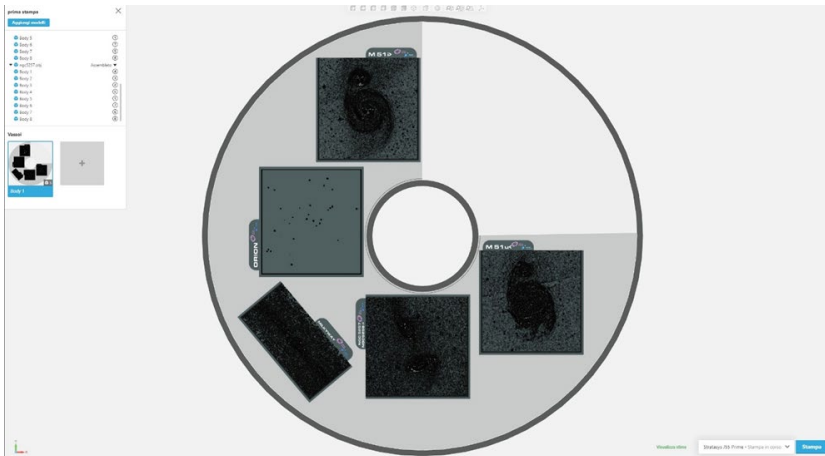
- attivare/disattivare la Wi-Fi, Bluetooth, GPS, etc.
- alzare/abbassare volume, suoneria, livello di luminosità
- aprire/chiudere un'applicazione

In particolare, per questo progetto scansionando il relativo tag NFC, gli utenti potranno avviare una serie di contenuti audio, e non solo, ma anche una serie di informazioni relative all'oggetto rappresentato.



### 3.3 La stampa

Per quanto riguarda il software di stampa è stato utilizzato GrabCAD di Stratasys<sup>3</sup>. Si tratta di un software elaborato per ottimizzare il flusso di lavoro dell'ingegneria di stampa 3D. Il software GrabCAD Print facilita la fabbricazione 3D per ottenere parti di qualità in modo più semplice e veloce. GrabCAD semplifica il flusso di lavoro del centro di stampa 3D per progettisti, ingegneri e operatori, riducendo il tempo dedicato a tracciare le richieste di stampa 3D.

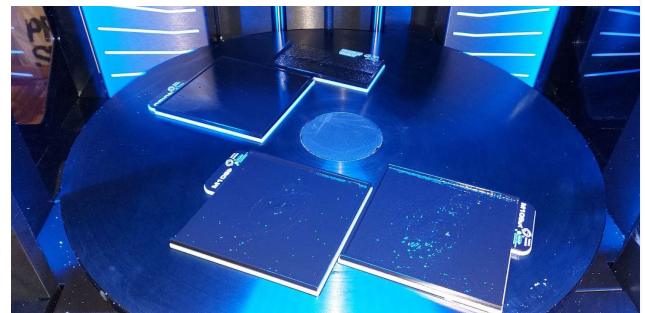


Il software permette di eseguire una simulazione di stampa al fine di ottimizzare sia la disposizione delle tavolette, che stimare i tempi e i consumi. In questo modo, cercando di ottimizzare al massimo tutte le risorse si è cercato di riempire tutto il vassoio di stampa. Per tale ragione sono state inserite fino a 5 tavolette. Nonostante ciò, onde evitare problemi di

qualsiasi genere, si è deciso comunque di stampare un massimo di 4 tavolette alla volta per tre volte.

L'immagine seguente mostra: la tabella contenente le tempistiche di stampa e di consumo di materiali e il piatto di lavoro a processo concluso.

Stime del vassoio	
Body 1	Alta qualità e velocità
Tempo stampa	4h 4m
Materiali totali (g)	372
Supporto totale (g)	258
VeroCyan-V	154
VeroClear	8
VeroMagenta-V	98
VeroPureWhite	88
VeroYellow-V	24
SUP710	258



Infine, volendo stampare le varie tavolette in nero, e dato che il materiale di stampa risulta avere un costo elevato, si è deciso di utilizzare direttamente una cartuccia di resina nera, invece che ottenere il medesimo colore come combinazione CMYK. Tuttavia, si è scoperto che il processo di cambio di cartuccia, inteso come il cambio con un materiale diverso, comporta una procedura di pulizia delle tubature della stampante che induce un consumo pari a circa il 30% del materiale di stampa.

L'intera procedura di stampa ha richiesto circa 20 ore e sono stati utilizzati circa 1.2 kg di cartuccia nera.

La tabella sottostante mette a confronto, da un punto di vista teorico, il costo di produzione di tali tavolette realizzate con una stampante a resina (prima riga) con una FDM (seconda riga)

<sup>3</sup> <https://www.stratasys.com/it/grabcad-software/>

Stampante	Mat.Modello	Mat.Supporto	Costo Macchina
Stratasys j55	445€	160€	127.000€
Stratasys F170	207€	200€	20.000€

Nonostante il costo complessivo della stampa a resina sia maggiore rispetto alla stampa FDM, la qualità del prodotto finito e la risoluzione tattile di queste tavolette risultano essere nettamente superiori.

