LIN | Laboratorio di Disegno e Metodi dell'Ingegneria Industriale
*Design Tools and Methods in Industrial Engineering Laboratory*
*via Venezia, 1 – 35131 Padova*

# La stampa 3D nel settore odontotecnico:

## Risultati di un'indagine nazionale

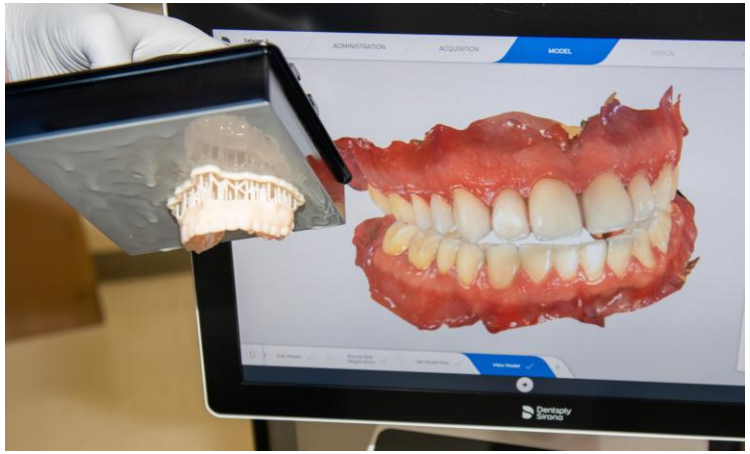


**Elisa Vargiu**

Università degli Studi di Padova

# Le applicazioni della stampa 3D nel settore odontotecnico

La stampa 3D si è progressivamente integrata nella pratica odontotecnica, affiancando le tecniche di produzione tradizionali.



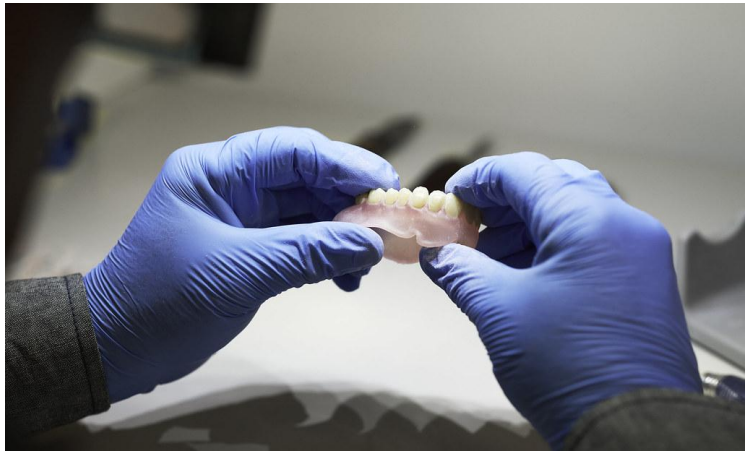
## Modelli di lavoro

Supporto alle lavorazioni protesiche e alla realizzazione di apparecchi ortodontici.



## Guide chirurgiche

Trasferimento della pianificazione implantare alla fase chirurgica.



## Protesi e splint

Produzione diretta di protesi, splint e altri dispositivi personalizzati.

# Perché osservare le pratiche di laboratorio

L’impiego della stampa 3D dipende anche da come il laboratorio organizza e controlla la produzione.



**Il quadro disponibile**

Le indagini precedenti descrivono l’esperienza degli utilizzatori e le dotazioni dei centri di produzione.

**Le pratiche di lavoro**

È meno frequente una lettura congiunta delle tecnologie adottate e delle modalità di produzione e controllo.

**L’indagine offre un quadro delle tecnologie utilizzate e delle pratiche di lavoro dichiarate dai partecipanti.**

# Quesiti e obiettivi dell’indagine

**Descrivere l’impiego dell’AM nella pratica biomedicale, con particolare attenzione al settore odontotecnico italiano**

| QUESITI DI RICERCA | OBIETTIVI SPECIFICI |
| --- | --- |
| **Chi utilizza la stampa 3D?** | Delineare il profilo dei partecipanti, la formazione e l’esperienza nelle diverse fasi del lavoro. |
| **Quali risorse vengono impiegate?** | Rilevare tecnologie, materiali e software e collegarli alle applicazioni dichiarate. |
| **Come si gestisce la produzione?** | Descrivere scelta dei parametri, monitoraggio, post-processing e controlli sul manufatto. |

# La struttura del questionario

01



## Profilo dei partecipanti

Contesto e settore di attività

Esperienza e formazione

Coinvolgimento nel processo

Benefici e criticità percepiti

02



## Tecnologie di stampa 3D

Stampanti e tecnologie

Materiali e applicazioni

Software di preparazione

03



## Processo produttivo

Selezione dei parametri

Monitoraggio della stampa

Post-processing

Controllo qualità

# Profilo del campione

**84** **partecipanti all'indagine**

## Contesto di attività



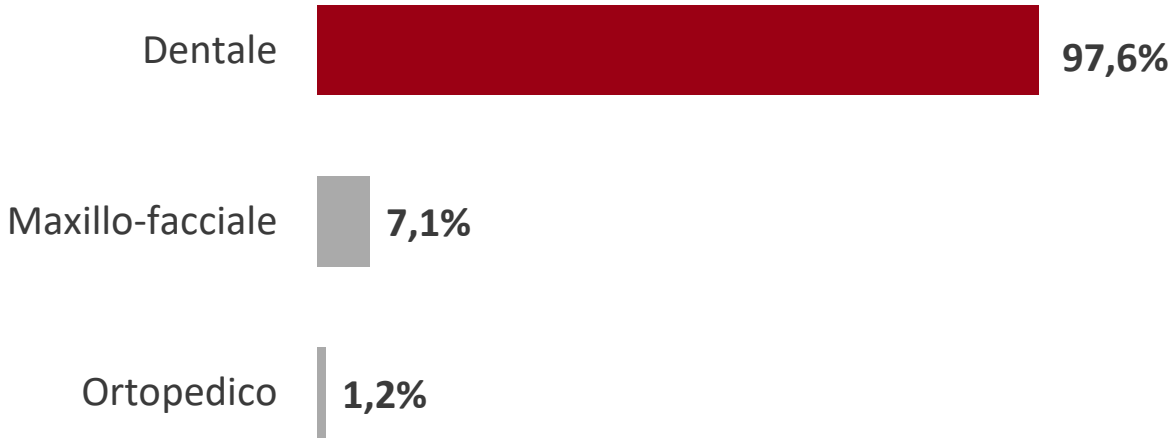
**91,5% Sanitario**

75 su 82

**8,5% Industriale**

7 su 82

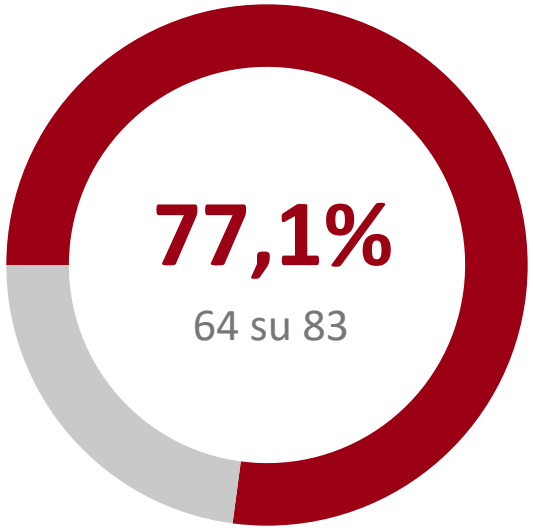
## Settori biomedicali



# Formazione ed esperienza dei partecipanti

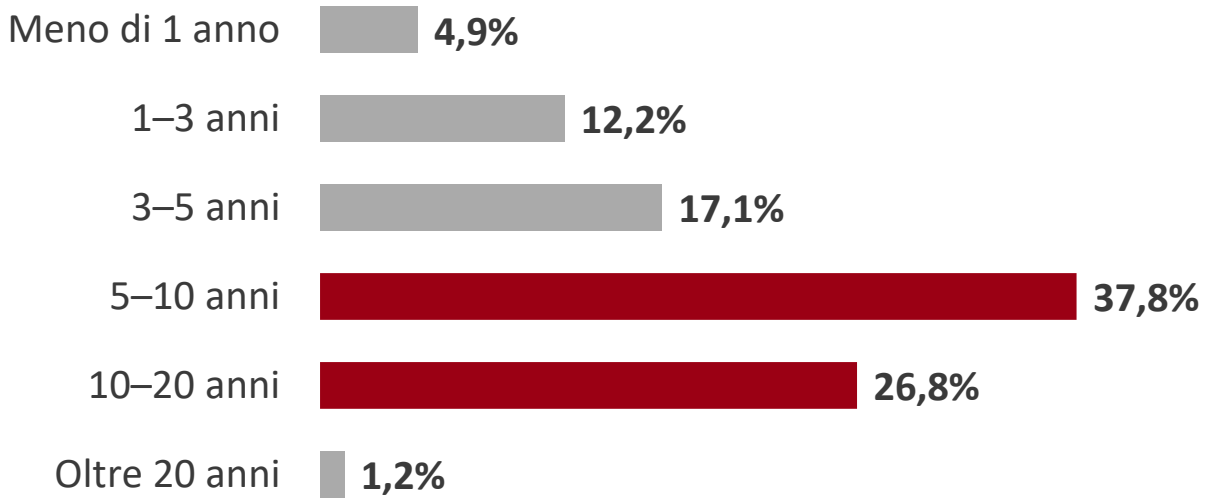
Prevalgono partecipanti con formazione specifica ed esperienza pluriennale.

## Formazione sull'AM




**Formazione specifica sulla stampa 3D**

## Esperienza nell'AM biomedicale

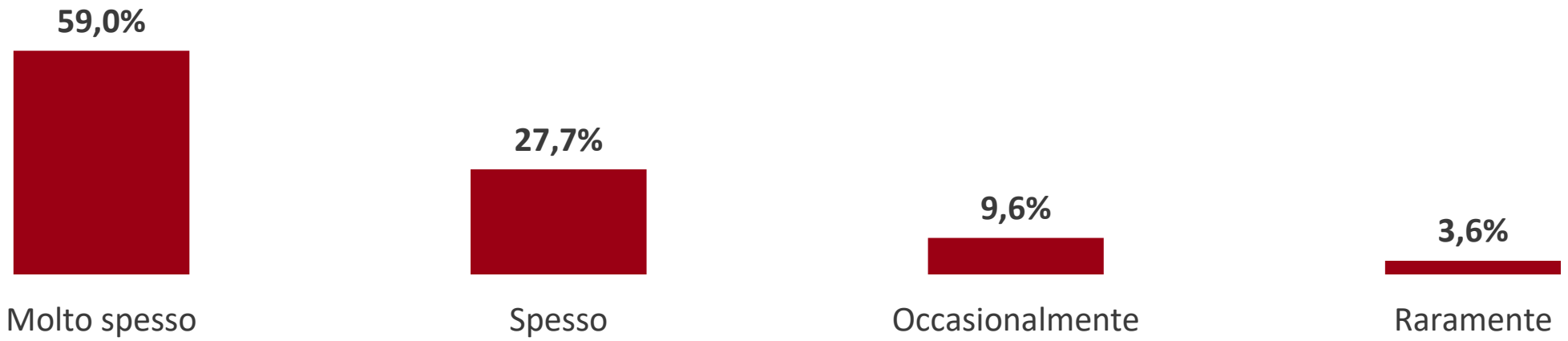



**L'esperienza si concentra soprattutto tra 5 e 20 anni.**

# L’uso frequente caratterizza il campione

## Nel campione prevale un utilizzo regolare della stampa 3D.

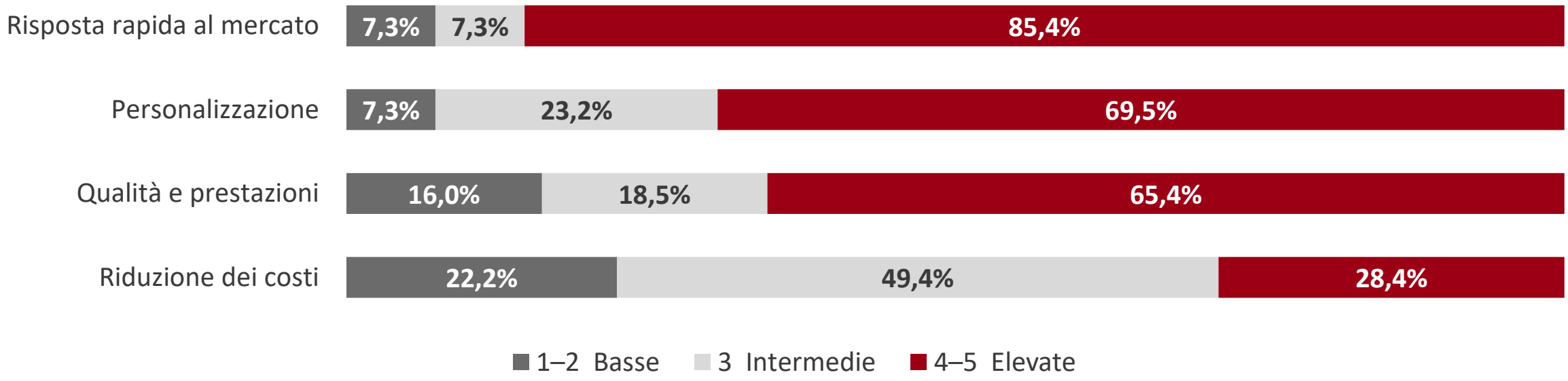
La distribuzione della frequenza d’uso delinea un campione prevalentemente attivo nella produzione additiva, con una presenza limitata di utilizzatori occasionali.




I risultati restituiscono quindi soprattutto il punto di vista di chi ha già inserito la stampa 3D nella propria attività.

# Benefici percepiti della stampa 3D

## Il valore percepito riguarda soprattutto la flessibilità e la personalizzazione.

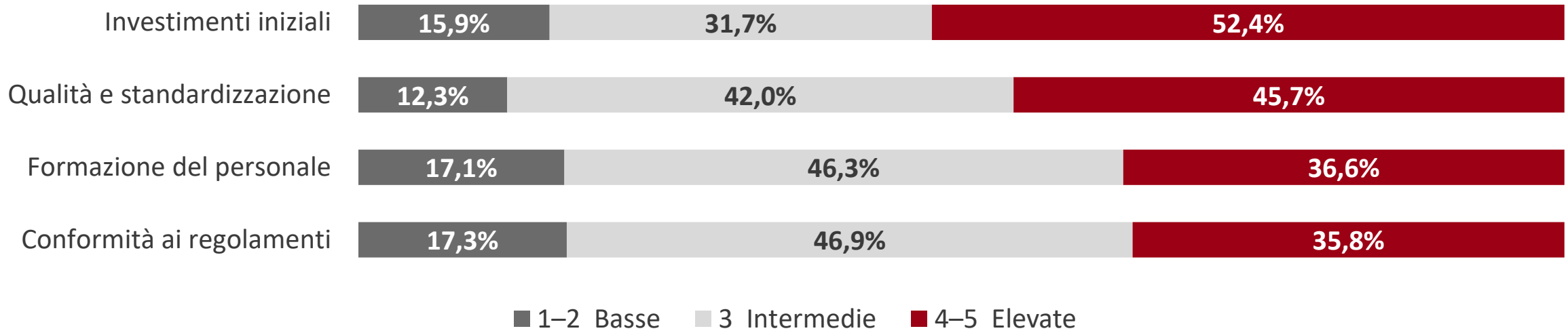



I vantaggi più riconosciuti riguardano la risposta al mercato e la personalizzazione. La riduzione dei costi raccoglie valutazioni più caute: il beneficio economico appare meno condiviso rispetto a quello produttivo.

# Criticità percepite della stampa 3D

## Le criticità si concentrano sull'investimento e sulla gestione della qualità.

L'impegno economico iniziale e la standardizzazione del processo costituiscono i principali elementi di difficoltà percepita.




Il quadro affianca quindi una barriera economica a una difficoltà operativa: rendere la produzione uniforme e controllabile.

# Il processo di additive manufacturing

Il processo comprende le attività svolte prima, durante e dopo la stampa.



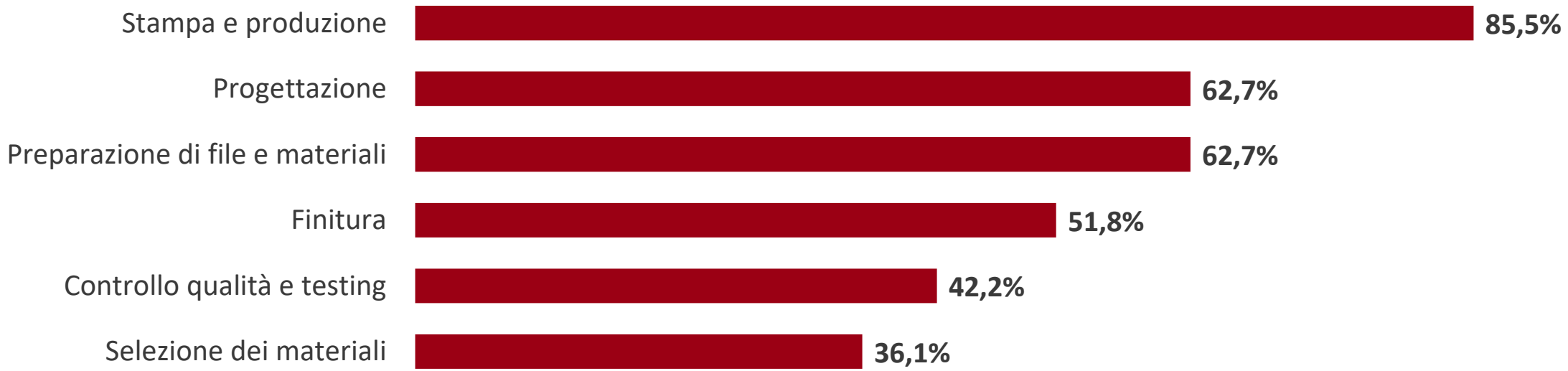
| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Acquisizione** | **Progettazione CAD** | **Preparazione** | **Stampa 3D** | **Post-processing** | **Verifica** |
| Scansione e dati geometrici | Geometria e funzione del manufatto | Materiale, orientamento, supporti e parametri | Produzione e monitoraggio | Trattamenti e finitura | Controlli rispetto all'impiego previsto |

**Fasi analizzate nell'indagine**

# Il coinvolgimento nelle fasi del processo

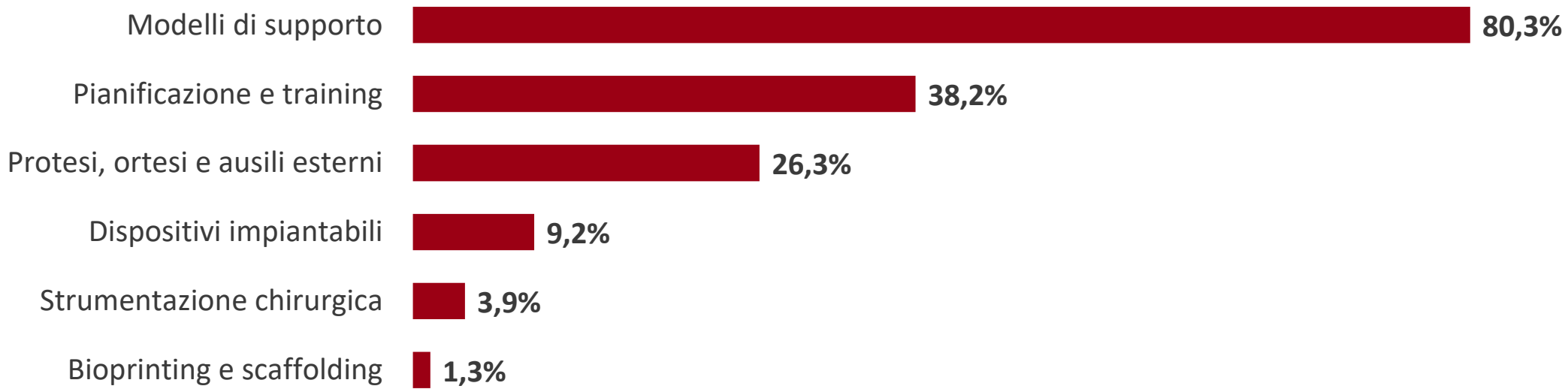
## Il coinvolgimento si concentra nella preparazione e nella produzione.

La partecipazione alle attività di progettazione, preparazione e stampa è più estesa rispetto a quella nelle fasi di finitura e verifica.



# Le applicazioni dichiarate dai partecipanti

## Nel campione prevalgono le applicazioni modellistiche.



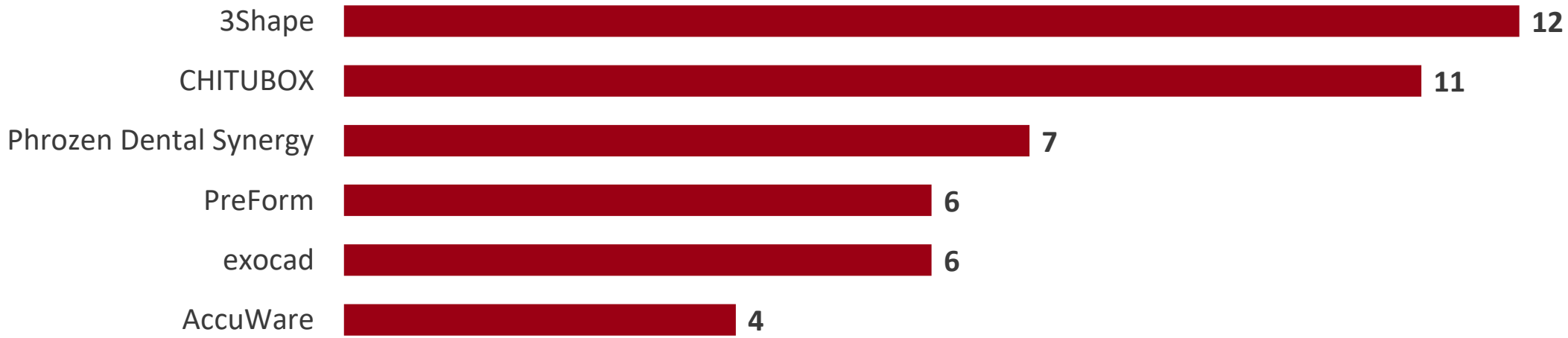

L'impiego dell'AM si concentra sui modelli a supporto dell'attività clinica e di laboratorio. La fabbricazione diretta di dispositivi è più circoscritta e riguarda soprattutto protesi, ortesi e ausili esterni.

# Pre-processing: i software di preparazione

Acquisizione → Progettazione CAD → **Preparazione** → Stampa 3D → Post-processing → Verifica

## Il pre-processing comprende strumenti software diversi per la preparazione della stampa.

Le risposte descrivono un ambiente di preparazione eterogeneo, con slicer dedicati e software associati alle piattaforme di stampa. Sono riportati anche ambienti CAD.



# Preparazione: i materiali utilizzati

Acquisizione → Progettazione CAD → **Preparazione** → Stampa 3D → Post-processing → Verifica

## I fotopolimeri caratterizzano la base materiale del campione.

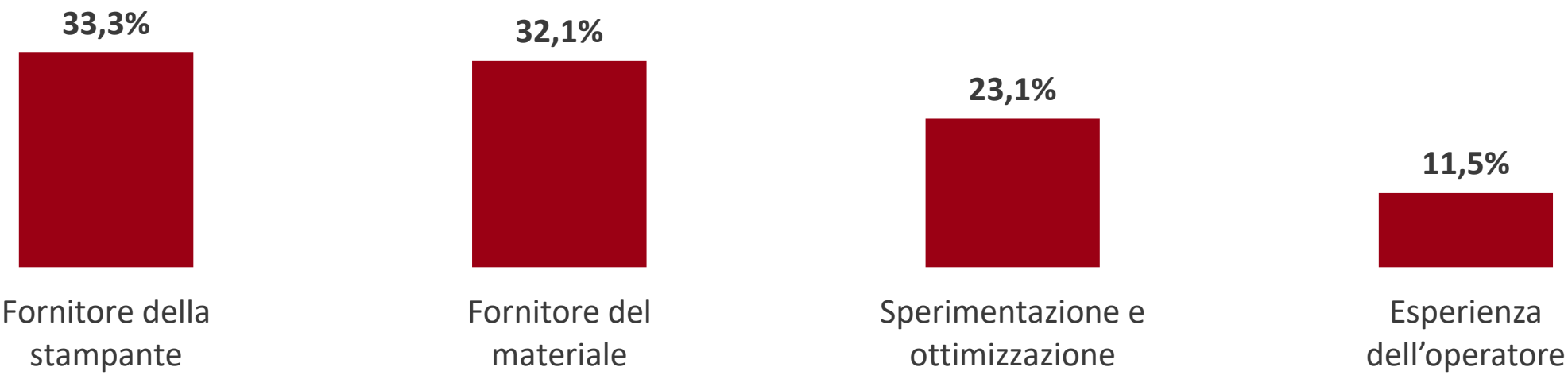



La netta prevalenza dei fotopolimeri definisce il profilo dei materiali utilizzati. Termoplastici e compositi costituiscono una componente secondaria, mentre il ricorso a metalli e ceramici è limitato.

# Preparazione: la scelta dei parametri

Acquisizione → Progettazione CAD → **Preparazione** → Stampa 3D → Post-processing → Verifica

## Le indicazioni dei fornitori prevalgono nella scelta dei parametri.

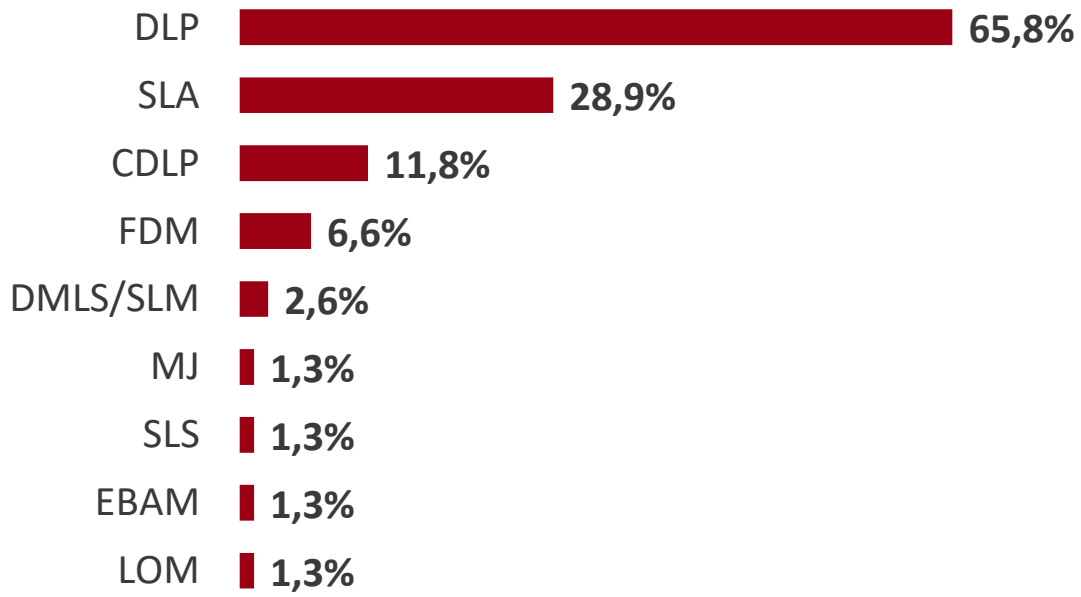



La sperimentazione e l'esperienza personale contribuiscono alla scelta, ma risultano meno diffuse come modalità prevalente.

# Stampa 3D: le tecnologie dichiarate

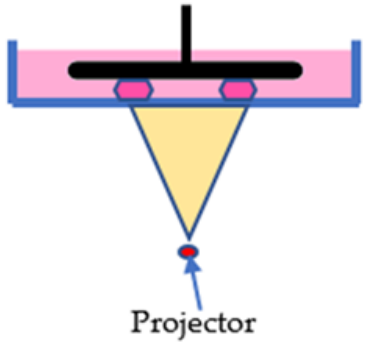


## Il profilo tecnologico è concentrato sulla fotopolimerizzazione.



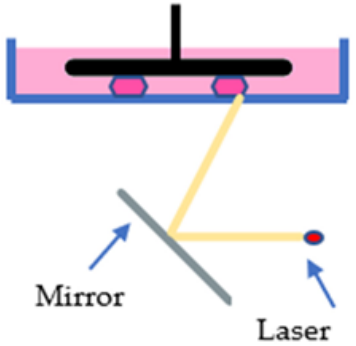

### Due modi di solidificare la resina

**DLP**
**Digital Light Processing**




Il proiettore espone l'intero strato.

**SLA**
**Stereolitografia**

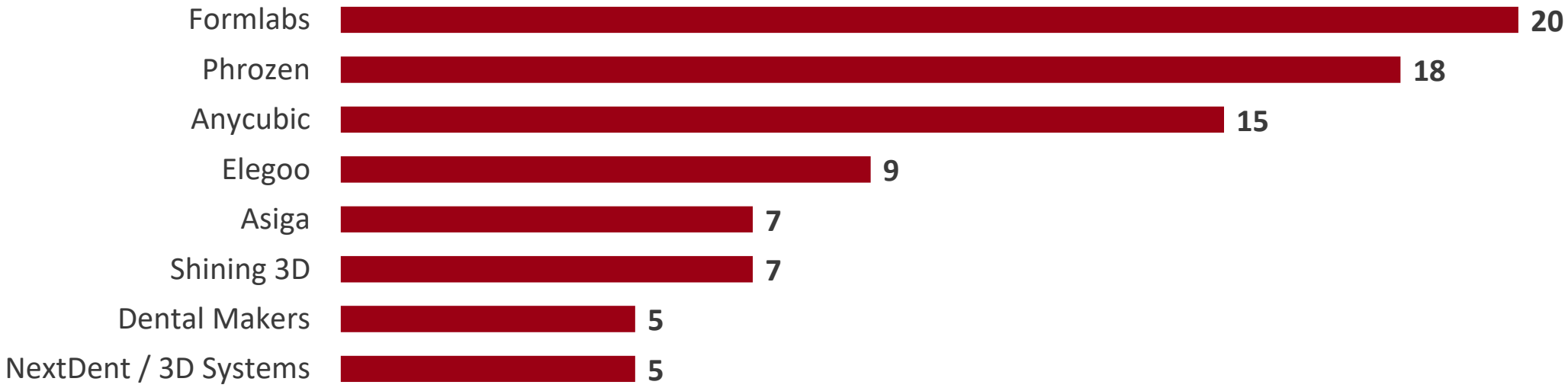



Il laser traccia il singolo strato.

# Le stampanti dichiarate

Acquisizione → Progettazione CAD → Preparazione → **Stampa 3D** → Post-processing → Verifica

## La dotazione di stampanti è distribuita tra più produttori.




La maggiore ricorrenza di alcuni produttori si inserisce in un quadro complessivo di dotazioni eterogenee.

# Organizzazione della produzione

Acquisizione → Progettazione CAD → Preparazione → **Stampa 3D** → Post-processing → Verifica

## Spazi per la stampa 3D



**48,8%**

**Locale dedicato**

40 su 82

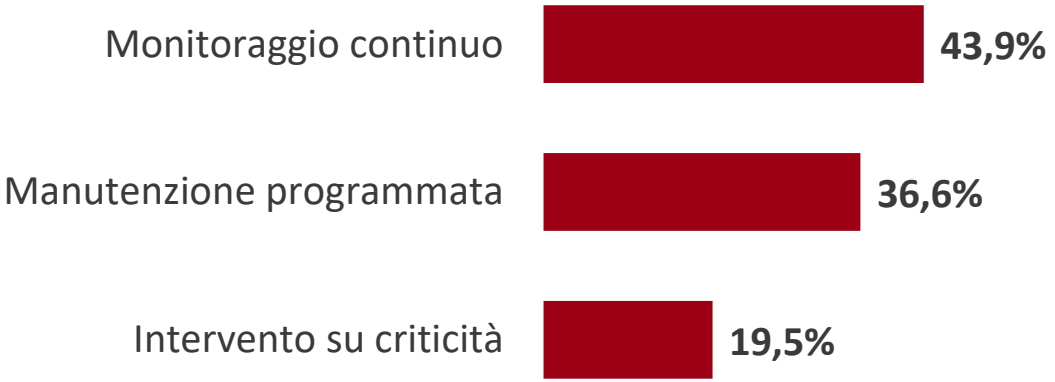
**51,2%**

**Spazio condiviso**

42 su 82

Circa metà dei partecipanti all'indagine dispone di un locale dedicato alla stampa

## Strategia di manutenzione

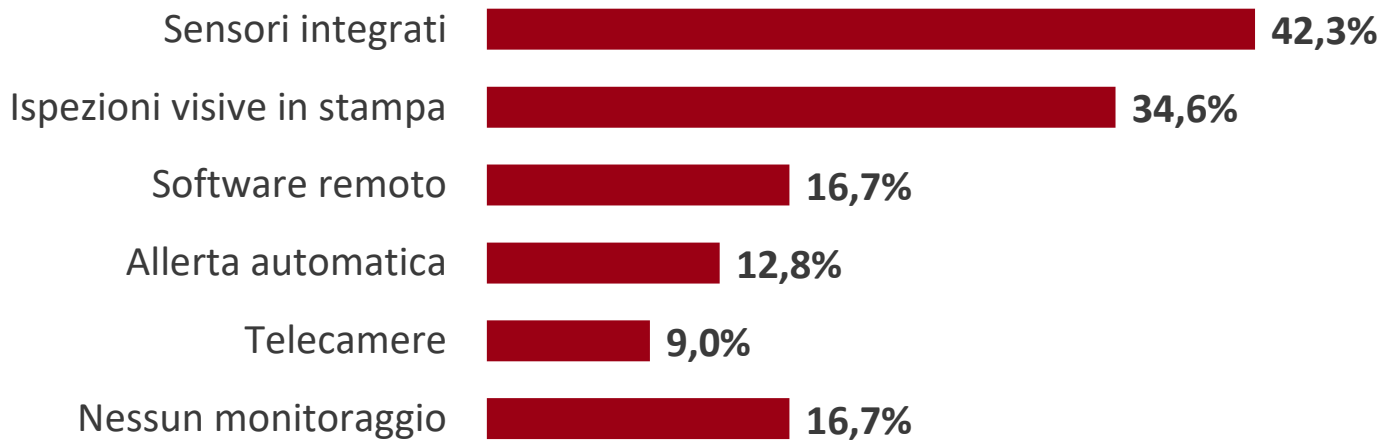



N=82 per entrambe le domande

# Stampa 3D: il monitoraggio del processo

Acquisizione → Progettazione CAD → Preparazione → **Stampa 3D** → Post-processing → Verifica

## Il monitoraggio privilegia i sistemi integrati e l'osservazione visiva.



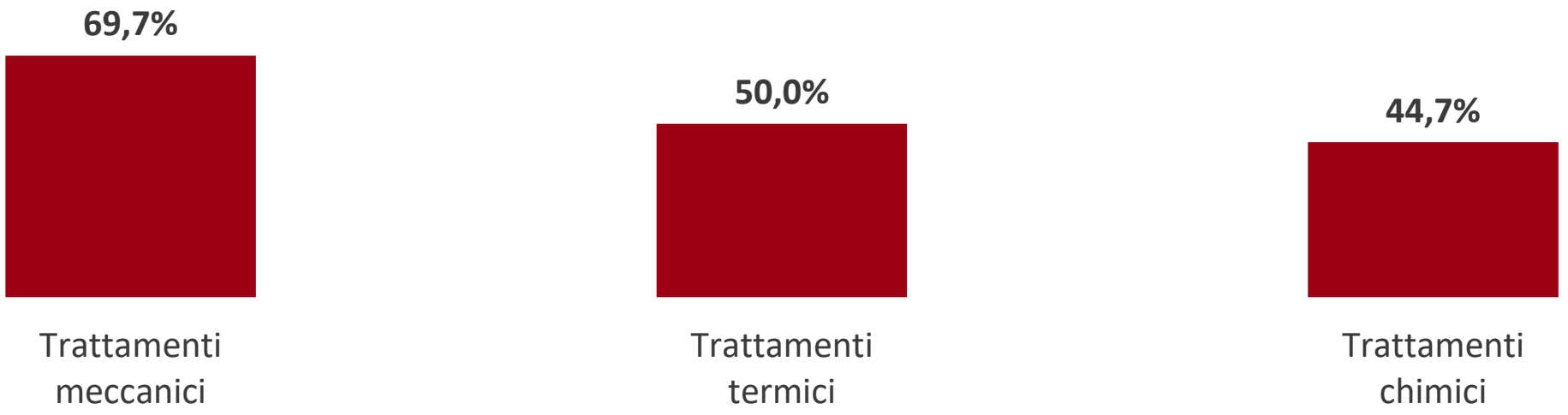

Sensori e ispezioni visive prevalgono sulle soluzioni di sorveglianza remota e automatizzata. La presenza di risposte che indicano assenza di monitoraggio evidenzia differenze nella supervisione della stampa.

# Post-processing: i trattamenti dichiarati

Acquisizione → Progettazione CAD → Preparazione → Stampa 3D → **Post-processing** → Verifica

## Il post-processing comprende più famiglie di trattamento.

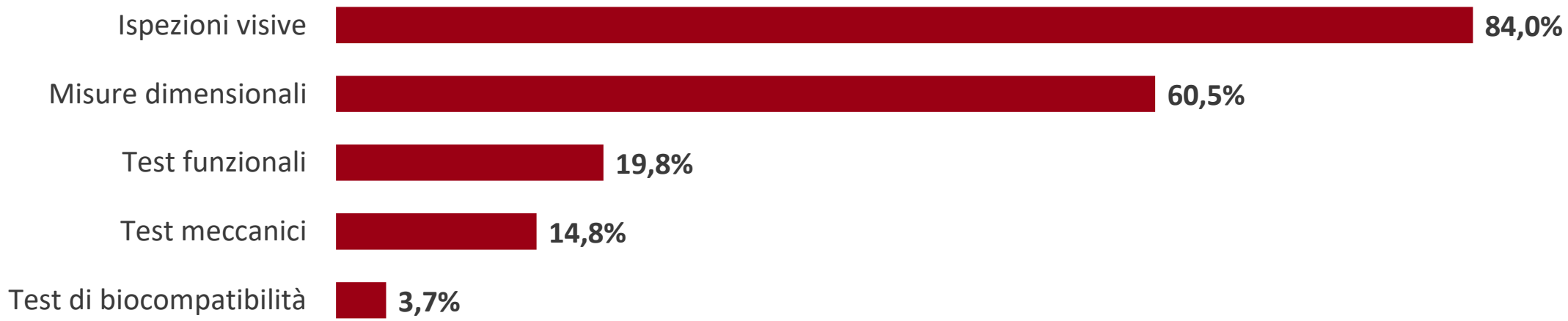
La prevalenza dei trattamenti meccanici si accompagna a un ricorso rilevante a quelli termici e chimici. Il post-processing comprende quindi lavorazioni di natura diversa.



# Verifica: i controlli sul manufatto

Acquisizione → Progettazione CAD → Preparazione → Stampa 3D → Post-processing → **Verifica**

## La verifica del manufatto privilegia l’aspetto visivo e la geometria.




Le pratiche di verifica si concentrano sull’ispezione visiva e sulle misure dimensionali. Il ricorso più limitato alle prove funzionali, meccaniche e di biocompatibilità delinea un diverso livello di diffusione dei controlli.

# La conoscenza dei materiali utilizzati




## Informazioni sulla classe

**40,8%**

**non sa indicare la classe riportata per il materiale**

31 su 76

## Test di biocompatibilità

**58,6%**

**non sa indicare i test eseguiti sul materiale utilizzato**

41 su 70

Le risposte evidenziano un'incertezza sulle informazioni dei materiali, più diffusa per i test di biocompatibilità.

# Una lettura d’insieme dei risultati

**Nel campione, la stampa 3D è parte del lavoro quotidiano, con livelli diversi di organizzazione e controllo.**

| | |
|---|---|
| **Un’adozione articolata** | A impieghi simili corrispondono configurazioni e modalità operative diverse: l’adozione non segue un unico modello di laboratorio. |
| **Un valore legato alla produzione** | I vantaggi riconosciuti riguardano soprattutto la capacità di rispondere alle esigenze del lavoro e di personalizzare i manufatti. Il beneficio economico appare meno condiviso. |
| **Una maturità non uniforme** | L’esperienza accumulata convive con differenze nella gestione del processo e nella conoscenza dei materiali. L’integrazione della tecnologia e lo sviluppo dei controlli procedono con livelli di maturità diversi. |

# Grazie per l’attenzione

**Elisa Vargiu**

Università degli Studi di Padova

**Enti promotori e partner**

CNA SNO Odontotecnici

Federodontotecnica

Or.Tec

Osservatorio Biomedicale Veneto