



## 1. Strumentazione e materiale utilizzato per le prove

Il test viene eseguito su un modello mandibolare in resina poliuretanicata atta a replicare proprietà analoghe all'osso D4 [cfr. Misch, 2008] (vedi dettagli tecnici in **Allegato 1**) dove sono stati inseriti **n. 3** impianti *biomet 3i* a connessione esterna con diametro di 4.1 mm ad una distanza di 15 mm l'uno dall'altro, non necessariamente paralleli.

La struttura da testare è in titanio (grado 3) costruita dal committente (sig. Angelo Giorgi), utilizzando una saldatrice laser, apportando metallo, e non sottraendo quello esistente.

L'obiettivo del test sperimentale è quello di dimostrare che la precisione di questo tipo di saldature permette di minimizzare la deformazione (e quindi la sollecitazione) della mandibola in cui alloggia l'impianto.

Le misure di deformazione sono state effettuate utilizzando estensimetri e scheda di acquisizione i cui dettagli tecnici sono sotto riportati.

**Strain gauge: KFG-5-120-D16-27-L3M2S**

**Colla: CC-33A**

**Dettagli:** [http://www.kyowa-ei.co.jp/eng/product/strain\\_gages/gages](http://www.kyowa-ei.co.jp/eng/product/strain_gages/gages)

**Codici:**

**KFG:** general purpose a foglio

**5:** Lunghezza griglia 5x1.4 mm

**120:** Resistenza 120Ω

**D16:** Biassale 0/90, sovrapposti, base circolare

**27:** Coefficiente di espansione lineare 27: Lega di magnesio, materiali compositi.

**L3M2S:** Completo di cavo di lunghezza 3m a 2 conduttori.

**Scheda acquisizione**

**Scheda: NI cDAQ-9174**

## 2. Metodo di misura e risultati ottenuti

Per il set-up di prova sono stati utilizzati n. 4 estensimetri biassiali, ognuno dotato di due griglie di misura disposte a 90°. Sono quindi state misurate deformazioni longitudinali (*Long.*) e circonferenziali (*Circ.*) sul modello di osso (vedi Figura 1) in corrispondenza dei due perni laterali, sia internamente che esternamente al modello [PROVA n.1].

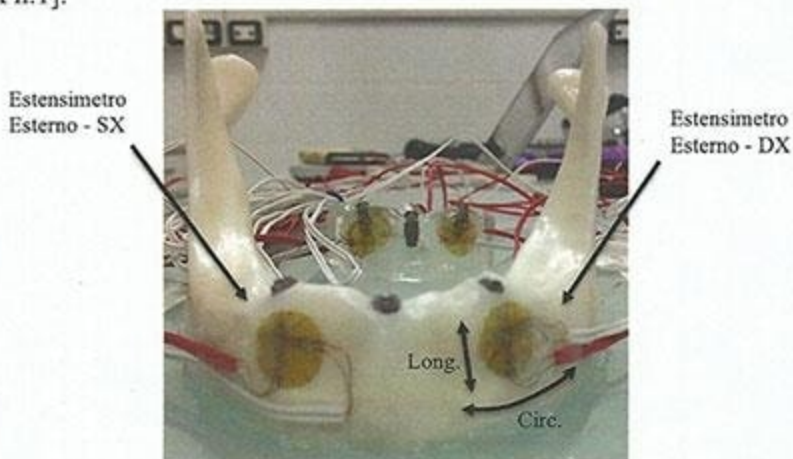
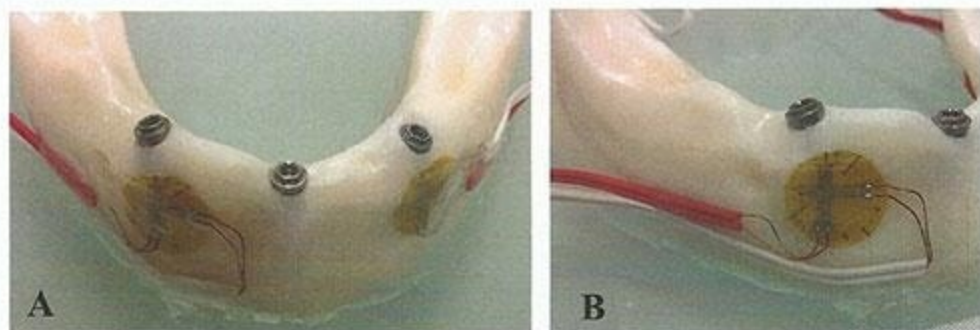


Figura 1. Modello di osso mandibolare strumentato con n. 4 estensimetri biassiali (i due estensimetri visibili sono quelli esterni)

Il test è stato eseguito misurando le deformazioni sul modello di mandibola in tre fasi:

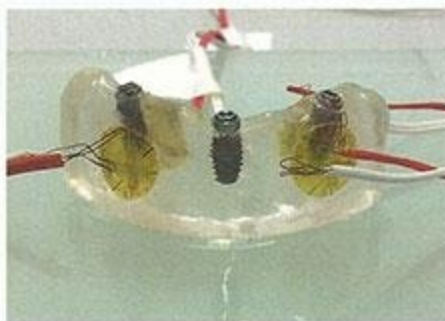
- **Fase 1.** Configurazione scarica (senza ponte) per la calibrazione del sistema di misura.
- **Fase 2.** A ponte completamente serrato, per valutare le deformazioni indotte dal serraggio del ponte
- **Fase 3.** Configurazione nuovamente scarica (dopo aver smontato il ponte) per la valutazione di eventuali deformazioni residue

Gli estensimetri sono stati disposti ed etichettati come illustrato in **Figura 2** ed in **Tabella 1**.



**Figura 2.** A) Modello di mandibola con impianto saldato a laser su cui sono stati eseguiti i test. La figura fornisce anche un'indicazione visiva del posizionamento degli strain-gauge. B) Dettaglio relativo ad un estensimetro biassiale utilizzato per le prove.

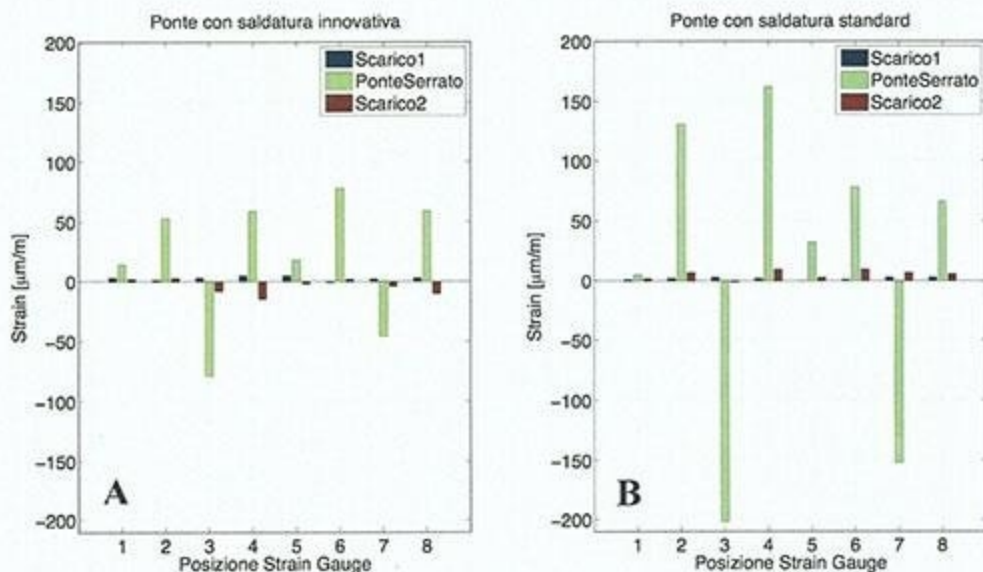
Gli stessi test sono stati ripetuti per un altro modello di mandibola semplificato (vedi **Figura 3**), realizzato in resina rigida per apparecchi ortodontici [PROVA n.2]. Tale test è stato effettuato per evidenziare la differenza tra una protesi precisa ed una imprecisa in termini di deformazioni impostate alla mandibola.



**Figura 3.** Modello mandibolare semplificato realizzato in resina rigida per apparecchi ortodontici.

### 3. Risultati ottenuti

Negli istogrammi di seguito riportati sono rappresentate le deformazioni misurate da ogni singola griglia (4x2) nelle 3 configurazioni prese in esame (Fase 1 –blu-, Fase 2 –verde- e Fase 3 –rosso-). Si può osservare che il serraggio del ponte comporta in ogni caso una deformazione della mandibola ma che questo effetto è particolarmente evidente ed amplificato nella PROVA n.2 (saldatura standard).



**Figura 4. A)** Deformazioni rappresentate tramite istogramma misurate sull'impianto con saldatura laser effettuata con metodo innovativa (PROVA n.1) **B)** Deformazioni rappresentate tramite istogramma misurate sul modello mandibolare semplificato con saldatura effettuata con procedura standard (PROVA n. 2). La misura di deformazione è espressa in microstrain, ovvero in micrometri/metro ( $\mu\text{m/m}$ ) [ $1 \mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$ ].



# DICAr

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura  
Università degli Studi di Pavia

#### 4. Conclusioni

La tecnica di saldatura laser innovativa proposta (PROVA n.1) permette di ottenere impianti con precisione superiore (rispetto a impianti effettuati con saldatura standard, PROVA n.2) che minimizzano la sollecitazione dell'osso, come confermato dalle misure di deformazione rappresentate in **Figura 4** (barre di colore verde).

Prof. Ferdinando Auricchio



# DICAr

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura  
Università degli Studi di Pavia

Alla cortese attenzione di

Giorgi Angelo  
Odontotecnico  
p.iva 02537710184

## Misure di deformazione su modello di mandibola con impianto saldato a laser

### Obiettivo:

Valutazione e misura sperimentale delle deformazioni indotte su un modello di osso mandibolare dal serraggio di un impianto odontoiatrico a ponte, saldato a laser con tecnica innovativa.

### Indice:

1. Strumentazione e materiale utilizzato per le prove
2. Metodo di misura
3. Risultati ottenuti
4. Conclusioni