Tecnologia CAD a confronto con quella tradizionale, fase dopo fase, tempi, difficoltà e costi. Se conviene, quando e a chi

Gilberto Gallelli – Titolare di laboratorio odontotecnico.
Sergio Streva – Titolare di laboratorio odontotecnico. E-mail: s.streva@libero.it

Per un artigiano passare da una produttività basata sostanzialmente sul lavoro manuale a una prevalentemente tecnologica, è principalmente una difficoltà emotiva. Il bagaglio di conoscenza derivato da anni di esperienza sarà comunque indispensabile per una produzione più innovativa.

L'aver messo a confronto le due tecniche fase dopo fase ha reso possibile un'analisi dei costi comparativa, potendo così ipotizzare quando il CAD diventa conveniente rispetto a una lavorazione tradizionale.

Gilberto Gallelli

Collabora con le aziende del settore e tiene da tempo corsi di fresaggio, focalizzandosi sulla protesi con attacchi isodromici e telescopici, attualmente anche su l'uso di sistemi CAD e sulla realizzazione di overdenture e toronto, personalizzate individualmente sia in composito che in ceramica. Scrive articoli su varie riviste del settore riguardanti il fresaggio, gli impianti, overdenture e la metallurgia. Tiene conferenze su territorio regionale e nazionale. Attualmente il suo laboratorio è specializzato in protesi fissa overdenture, in impianti in tutte le sue varianti, in ceramica integrale e lavorazioni CAD. Dal 2013 è segretario regionale Antlo Lazio.

Sergio Streva

Inizia la sua attività come apprendista nel 1974. Avvia la sua attività imprenditoriale nel 1986 come titolare di laboratorio odontotecnico della ditta New Dental snc. Nel corso degli anni ha l'opportunità di conoscere e stringere accordi professionali, vincolati o no da contratti, con alcune ditte del settore che lo erudiscono sui materiali da loro costruiti facendolo diventare esperto di materiali dentali. Con questo tipo di specializzazione impronta una serie di conferenze e corsi in tutta Italia e all'estero (Nord America, Polonia, Spagna, Francia). È autore di diversi articoli pubblicati su riviste di settore.

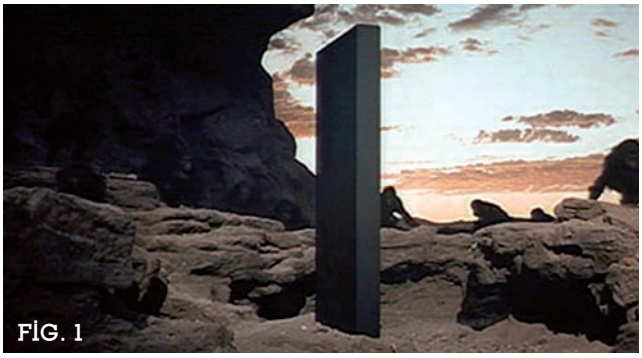


Fig. 1 - Monolite.

Fig. 2 - Ominide.

Fig. 3 - Astronave.

Nel film 2001: odissea nello spazio un gruppo di ominidi, guidati da un capo, sopravvive a fatica in un ambiente arido e ostile. Un giorno davanti alla loro grotta appare misteriosamente un grande monolito nero. Gli ominidi (Fig. 1), venendovi a contatto, incominciano a progredire. In una significativa scena del film l'ominide lancia un osso in aria e mentre volteggia, il regista Stanley Kubrik, con grande effetto, lo sostituisce con un'astronave che si muove nello spazio (Figg. 2-3).

Il progresso in due fotogrammi

Usando questa premessa come iperbole, è indiscutibile che oramai siamo, tecnologicamente parlando, a un punto di non ritorno. L'innovazione, come sempre, è inarrestabile e in alcuni casi in tempi relativamente brevi ha radicalmente cambiato la nostra vita.

IL CAD è il nostro monolito, e noi stiamo per lanciare in aria la nostra spatola per vederla ricadere trasformata in mouse!

Analizzando più da vicino il nostro mondo professionale, vediamo di comprendere quanto questa innovazione possa essere "matura" sia dal punto di vista pratico sia economico. Le statistiche a oggi dicono che il numero di laboratori che si avvale della tecnologia CAD è all'incirca il 20%, dato che abbiamo rilevato anche in modo diretto nelle conferenze tenute sulla tematica in questione. Cercheremo di mettere in parallelo una semplice lavorazione, come quella di un ponte di tre elementi in cobalto-cromo, partendo da due modelli identici già rifiniti.

La stessa lavorazione è stata realizzata sia con tecnologia CAD sia in modo tradizionale (Figg. 4, 5)

Da questo momento le nostre strade si separano: Gilberto "CAD" realizzerà il ponte al computer, mentre Sergio "MAN" lo realizzerà sul banco di lavoro con spatola e cera.

La scansione

	Tempo lavoro	Difficoltà
CAD	20	1
MAN	0	0

CAD

In questo tipo di confronto, partendo da un'impronta tradizionale, la lavorazione CAD necessita di una fase di preparazione: la digitalizzazione del modello/impronta per mezzo di un apposito scanner (Fig. 6). Questa fase, in caso di impronta digitale, ovviamente non esiste, anzi viene addirittura semplificata.

In questo caso abbiamo deciso di mettere a confronto la sola realizzazione del ponte con impronta tradizionale.

Una volta preparati i singoli monconi si realizza una scheda di lavorazione dove vengono registrate tutte le informazione necessarie. In seguito si passa alla scansione di tutte le singole parti, modello master con dettaglio dei singoli monconi, preprotesico e/o modello dei provvisori, antagonista e articolazione.

Il livello di difficolta di questa fase è sempre molto basso mentre il tempo di lavorazione dipende dal numero di monconi da protesizzare e/o dai modelli che si devono digitalizzare. Ogni singola scansione ha un tempo preciso.

La difficoltà sta nella cura con cui si posizionano i vari modelli monconi nello scanner e non nella manualità. Ad esempio, fare una scansione di un modello master completo di monconi con gli stessi non ben posizionati nel modello, comporterà un'errata posizione fino al termine della lavorazione.

Definizione margini

	Tempo lavoro	Difficoltà
CAD	1	1
MAN	1	1

CAD

Una volta digitalizzati i modelli, indichiamo velocemente dove finiscono le preparazioni applicando dei marcatori (pallini verdi) sul bordo (Fig. 7), per la definizione automatica sia dell'asse di inserzione generale che per il margine di chiusura.

Una volta creato automaticamente l'asse di inserzione generale, ci siamo resi conto che il moncone 1.5 presentava un sottosquadro in relazione all'altro moncone (Fig. 8), evidenziato da pallini rossi. È stato sufficiente cambiare l'asse del singolo (Figg. 9-10), indicato dalla freccia gialla, per risolvere il problema. A questo punto si è rifinito il dettaglio del margine di chiusura usando i vari strumenti di controllo messi a disposizione dal sistema (Figg. 11-12).

MAN

La procedura prevede il passaggio della matita in cera con l'ausilio dello stereomicroscopio (Figg. 13-14).

Lacca spaziatrice

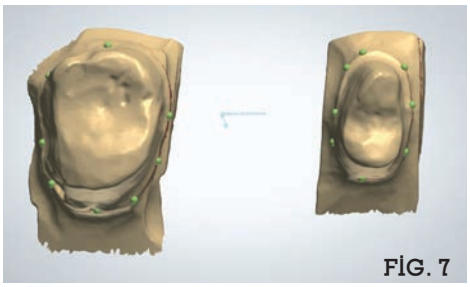
	Tempo lavoro	Difficoltà
CAD	1	1
MAN	3	5

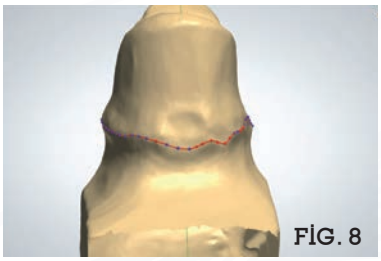
CAD

Nel sistema digitale la gestione della lacca spaziatrice è molto semplice sia nel controllo che nella modalità. È possibile diversificare lo spessore a piacimento sia nella zona di chiusura che in quella oltre (Figg. 15, 16). In questa fase, se necessario, possiamo eliminare i sottosquadri abilitando semplicemente la funzione. In caso di imperfezioni della superfice o di modifiche della forma del pilastro, possiamo intervenire con uno strumento di ritocco.

Tutte le azioni e modifiche sono reversibili, ogni singolo comando viene salvato permettendo, in caso di necessità, un rapido ripristino alla condizione di partenza. Questa peculiarità sarà presente anche nella fasi successive.

Altra caratteristica fondamentale del sistema CAD è quella di poter intervenire su tutte le fasi in qualsiasi momento an-





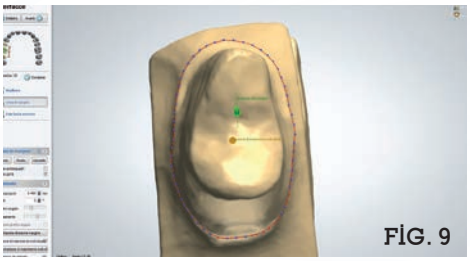


Fig. 4 - Modello master.

Fig. 5 - Modello master.

Fig. 6 - Scanner.

Fig. 7 - I pallini verdi sono una veloce localizzazione di dove intendiamo la zona di lavoro. Questo è l'orientamento che permette al sistema di restituirci velocemente, con un'ottima approssimazione, un asse di inserzione ed una chiusura.

Fig. 8 - I pallini rossi identificano il sottosquadro che in questo caso è causato dal disparallellismo tra i due pilastri.

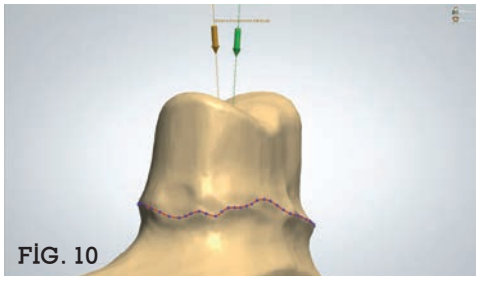
Fig. 9 - Nuovo asse di inserzione del premolare.

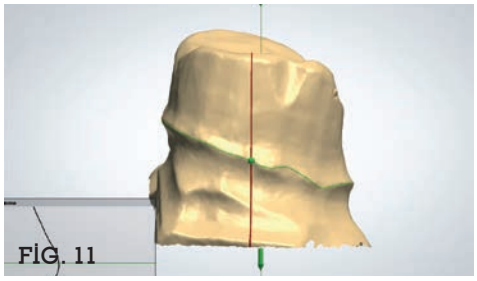
che a lavoro finito. Ipotizziamo di aver terminato la nostra modellazione e di essere pronti per l'invio del file. A questo punto abbiamo deciso di cambiare lo spessore della lacca spaziatrice. Sarà sufficiente selezionare la fase desiderata, eseguire la modifica e tutta la lavorazione fatta in precedenza sarà riadattata all'istante. Questa semplice azione per MAN è impossibile!

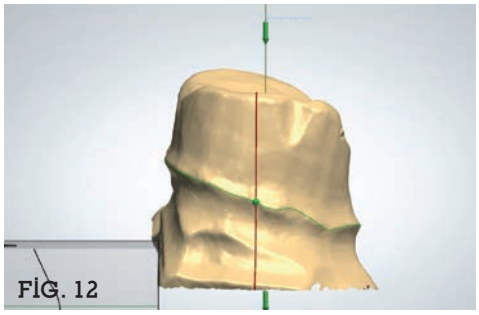
Nel sistema tradizionale infatti alcune modifiche sono irreversibili, come ad esempio la riduzione di un moncone, mentre altre sono possibili ma ci obbligano comunque a iniziare nuovamente la modellazione da capo, come la modifica della lacca spaziatrice, appena menzionata.

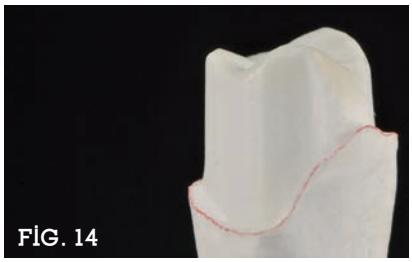
MAN

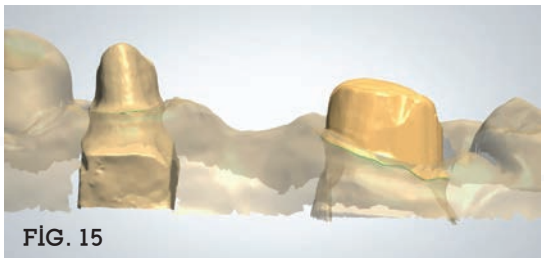
Per MAN questa è un fase delicata, come abbiamo detto in precedenza. Un errore a questo punto potrebbe essere fatale. Sbagliare potrebbe significare partire nuovamente dalla colatura del modello ma con un'impronta già "stressata" dalle precedenti colature. Mano ferma e idee molto chiare!

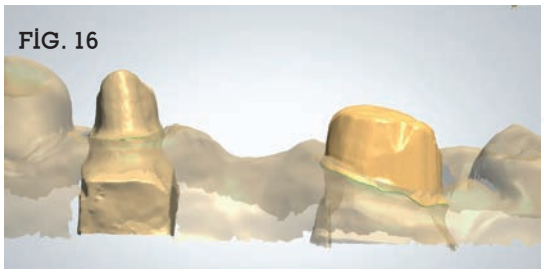


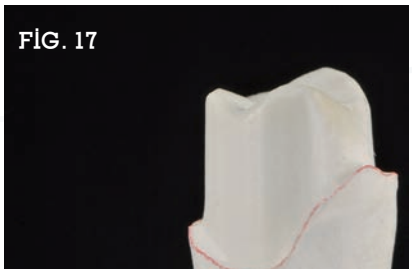


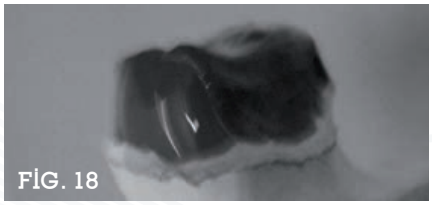












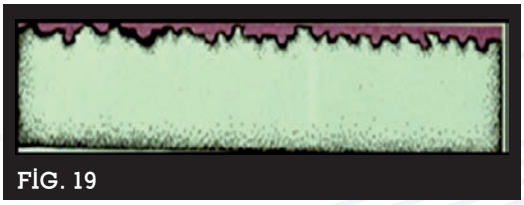


Fig. 10 - Cambiando l'asse, il sottosquadro viene eliminato. In casi in cui si realizzi una struttura CAM a tre assi questo cambiamento non sarà possibile.

Fig. 11 - Altra visione del margine di chiusura.

Fig. 12 - Visione dei sottosquadri in prossimità della chiusura.

Fig. 13 - Definizione del margine di chiusura con la matita in cera.

Fig. 14 - Definizione del margine di chiusura con la matita in cera.

Figg. 15-16 - Lacca spaziatrice. Con i vari controlli è possibile definire differenti spessori in più zone.

Fig. 17 - Gesso prima del passaggio dell'induritore.

Fig. 18 - Applicazione induritore.

Fig. 19 - Gesso prima del passaggio dell'induritore.

Indurimento del gesso, chiusura delle porosità con lacche specifiche o cianacrilato (Figg. 17-19), passaggio necessario anche a fermare il margine precedentemente marcato con la matita in cera.

Stratificazione della lacca (Figg. 20a-20b) avendo cura di mantenere la sua consistenza come indicata dal produttore, altrimenti i micron di spessore della stessa rimarranno solo teorici e lo spazio richiesto per la cementazione sarà impossibile da controllare.

Modellazione

	Tempo lavoro	Difficoltà
CAD	20	1
MAN	0	0

CAD

Inizialmente la vera difficoltà nel modellare un lavoro con sistema CAD, è quella di riadattare tutta la manualità, la percezione e la sensibilità acquisita in anni di pratica con un sistema tattile-visivo, realmente in 3D, a un sistema solamente visivo 2D con movimenti 3D.

Passare dal fatto di tenere in mano un modello e una spatola, a un mouse e una tastiera, potrebbe non essere cosi immediato.

Trovarsi davanti l'arcata dentale virtuale visualizzata su un monitor, piuttosto che in gesso, in senso spaziale, non è la stessa cosa.

Questo riadattamento, facendo riferimento a un utente medio, non è poi così lungo e comunque alla fine esso viene largamente ricompensato dalle infinite possibilità che questa tecnologia offre.

Nella libreria del nostro software, sono già inserite delle modellazioni di vario genere a cui possiamo attingere per realizzare le nostre modellazioni virtuali; è comunque possibile inserirne anche di personalizzate. La sostanziale differenza sta nel fatto che adattare delle forme con un software e molto più semplice piuttosto che modellarle in cera, visto che possiamo ridurre, aumentare e ritoccare la forma, sempre in maniera reversibile e molto rapida ritornando indietro passo dopo passo su tutti i vari passaggi.

Tale funzione, oltre che permetterci di intervenire con delle correzioni in qualsiasi momento in tutte le fasi, ci dà una grande opportunità sia a livello didattico che produttivo, potendo monitorare oltre che i tempi di esecuzione anche il numero di "mosse" eseguite per completare il modellato.

La funzione, banale per un software, di copiare per esempio una forma di un dente 1.6 esistente, e riadattarla a un 2.6 mancante in modo speculare, è impossibile per MAN.

Terminata la modellazione integrale del ponte, in funzione del tipo di struttura richiesta, si passa alla riduzione del modellato. Anche questa fase può essere in parte automatizzata e velocizzata, configurando delle strutture tipo, cioè inserendo dei parametri di base, senza perdere comunque la possibilità di ritoccare solo dove necessario.

Lo scarto avviene per mezzo di controlli molto precisi, di tipo numerico (Fig. 21). In termini pratici significa che siamo in grado di misurare al centesimo gli spessori, le distanze, lo scarto e i precontatti.

La modellazione piena, appena realizzata, e il modello di pre-limatura, sono entrambi sovrapponibili al lavoro che stiamo eseguendo, potendo deciderne anche il grado di trasparenza tale da ottimizzarne la visibilità.

La riduzione controllata da queste funzioni con l'aggiunta ulteriore di controlli di sicurezza, come lo spessore minimo di un elemento, renderà il tutto più agevole con l'esclusione totale di errori di valutazione.

Considerando quindi sempre il controllo dello spessore minimo di un modella-

FIG. 20a

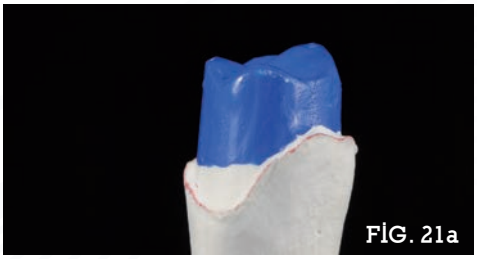


FIG. 21a

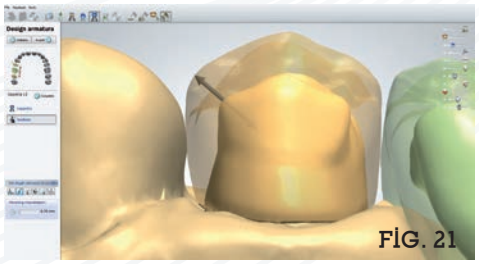


FIG. 21

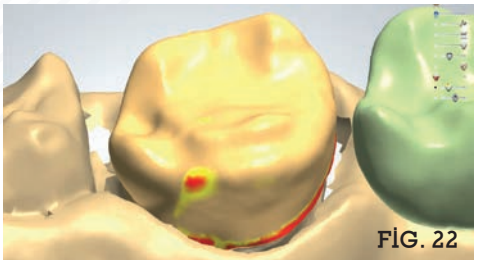
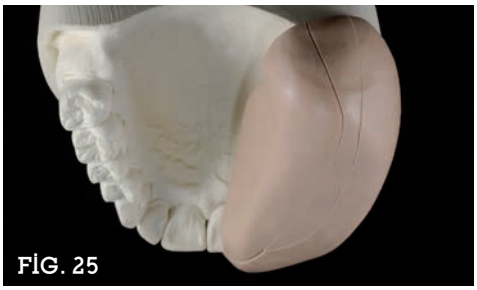


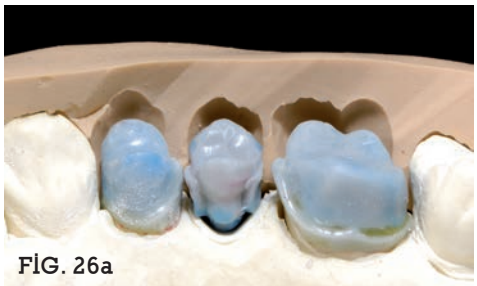
FIG. 22

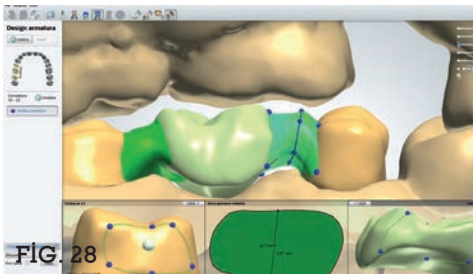
Figg. 20a-20b - Lacca spaziatrice.

Fig. 21 - Uno degli strumenti di controllo utili alla riduzione del modellato.

Fig. 22 - Controllo cromatico utile per non ridurre la struttura sotto il livello impostato. Tale funzione non blocca lo scarto ma ci permette di superare il limite dandoci la percezione di quanto siamo fuori parametro.







Figg. 23-24 - Modellazione piena.

Fig. 25 - Mascherine in silicone.

Figg. 26a-26b - Scarto con ausilio delle mascherine in silicone.

Fig. 27 - Chiusure.

Fig. 28 - Nelle connessioni al CAD è possibile misurare rapidamente l'area, l'altezza e la profondità.

Fig. 29 - Visione d'insieme del modellato prima della finalizzazione.

to, oltre che poter misurare con degli strumenti appositi come appena accennato, è possibile avvalersi anche di strumenti configurabili per un controllo visivo. Nel caso volessimo mantenere uno spessore minimo di 0,5, potremmo settare questo specifico strumento stabilendo che il rosso (Fig. 22) è il limite da non superare, o ancora meglio renderne impossibile lo scarto.

Usando il CAD è possibile intervenire, oltre che in fase iniziale anche in fase finale, con un'ulteriore funzione di controllo degli spessori minimi. Nel caso, per esempio, volessimo riportare lo spessore minimo a 0,6, con un semplice comando tutta la nostra modellazione sarà adattata al nuovo spessore minimo desiderato.

Tutte queste funzioni sono disponibili solo per controllare lo spessore del modellato: impossibile sbagliare.

MAN

Realizzare una modellazione in cera è certamente tecnica molto conosciuta (Figg. 23-24), di conseguenza non volendo illustrare le tecniche di modellazione, menzioniamo esclusivamente le sue particolarità.

La visione d'insieme che si ha tenendo un modello tra le mani, come già detto, certamente manca nei primi tempi dell'utilizzo del CAD. Il MAN infatti riconosce più velocemente le proporzioni, guarda tutto obbligatoriamente nelle dimensioni reali. Lavorando con un monitor 22 pollici invece le dimensioni sono superiori e si rischia di perdere la giusta proporzione. In mano tutto è più naturale.

Anche i passaggi della modellazione di MAN possono essere velocizzati da calchi e stampi di forme dentali di vario tipo e sono anche supportati da "strumenti" di controllo (Figg. 25, 26a-26b), ma essi sono lunghi da realizzare e non permettono misurazioni di precisione. Tutto alla fine è affidato alle nostre capacità, lasciando a noi lo stress del controllo.

Per curare una modellazione nei dettagli bisogna utilizzare obbligatoriamente uno stereo microscopio, visto che la dimensione reale del modellato è totalmente insufficiente.

La scelta della giusta cera anche in funzione della stagione è un elemento da non trascurare, questa è altra difficoltà. Passiamo ora alle fasi successive.

Chiusure

	Tempo lavoro	Difficoltà
CAD	0	0
MAN	20	5

CAD

Una volta definito il margine nella fase iniziale, abbiamo di conseguenza stabilito anche il margine di chiusura. Per il CAD esso è un limite invalicabile, cosa che non è per il MAN. Questa fase dunque per il CAD è inesistente.

MAN

Realizzare una chiusura non è cosa da poco (Fig. 27), perché oltre che delimitare il confine del nostro manufatto, dobbiamo anche riprodurre questo margine di finitura con precisione. Qui gli errori non sono ammessi ma purtroppo non è semplice escluderli.

Connessioni

	Tempo lavoro	Difficoltà
CAD	3	1
MAN	15	5

CAD

Gli strumenti di controllo sono sempre a nostra disposizione tanto da rendere anche questa fase molto semplice. È possibile stabilire un'area di connessione in relazione alla zona e verificarne le dimensioni come l'altezza e la larghezza (Fig. 28). Per il CAD è solo un calcolo matematico, nulla di più. A questo punto il lavoro viene finalizzato rendendo così possibile la "lisciatura" finale (Figg. 29-30).

MAN

Questa è un'altra nota dolente. Unire il modellato per farlo diventare un ponte senza generare distorsioni: poche parole ma tante difficoltà (Figg. 31-32).

Imperniatura

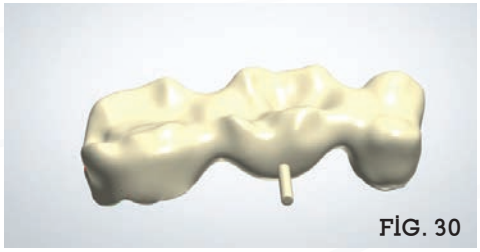
	Tempo lavoro	Difficoltà
CAD	0	0
MAN	20	5

CAD

Anche la fase imperniatura praticamente non sarà necessaria, considerando che una volta realizzato il file e inviato al laboratorio CAM, tutta la produzione viene demandata a loro.

MAN

Se i passaggi precedenti sono stati fatti correttamente forse il nostro ponte potrà essere rimosso dal modello con buone probabilità di non generare altre distorsioni (Fig. 33). La difficolta della fase è indiscutibile, in un gesto si può rovinare un lavoro, senza poi poterlo verificare prima della fusione (Fig. 34).



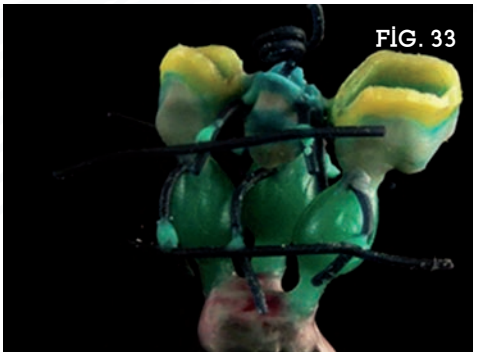


Fig. 30 - Ponte finalizzato (fuso in un blocco unico).

Fig. 31 - Ponte modellato pronto per le connessioni.

Fig. 32 - Ponte pronto per l'imperniatura.

Fig. 33 - Preparazione imperniatura.

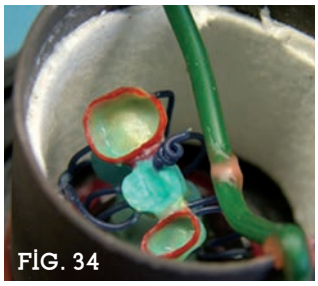


FIG. 34

FIG. 35

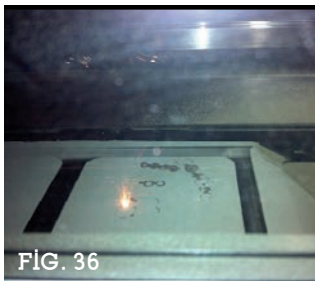


FIG. 36

FIG. 37

FIG. 38

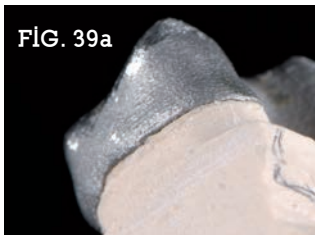


FIG. 39a

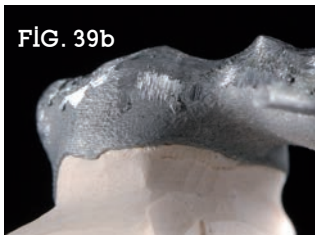


FIG. 39b

FIG. 39c

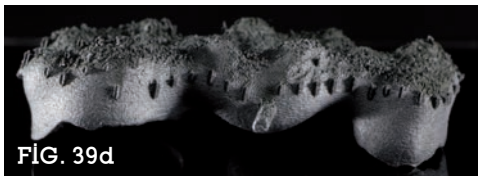


FIG. 39d

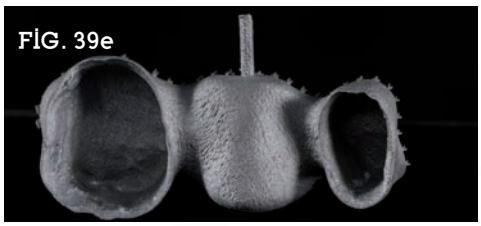


FIG. 39e

Fig. 34 - Messa in cilindro.

Fig. 35 - Fusione laser melting ultimata.

Fig. 36 - Fusione mediante stampante 3D laser melting.

Fig. 37 - Fusione tradizionale.

Fig. 38 - Pulizia fusione tradizionale.

Figg. 39a-39e - Varie visioni del ponte grezzo laser melting.

Fusioni

	Tempo lavoro	Difficoltà
CAD	0	0
MAN	15	5

CAD

Nel sistema digitale è possibile realizzare le strutture sia per apposizione, per esempio il laser melting, che per sottrazione, per esempio la fresatura dal pieno.

Ognuna delle due tecniche ha delle peculiarità. Per questo tipo di lavorazione scegliamo generalmente la stampate 3D laser melting (Figg. 35-36) che demanderemo a terzi. Abbiamo quindi eliminato anche il costo della variabile circa il rifacimento. C'è dunque un costo certo di produzione. Produrre noi stessi delle lavorazioni CAM è una scelta che crediamo vada ponderata con attenzione. Infatti l'acquisto di "macchinari da banco" porterebbe a dei costi di produzione alti con una qualità discutibile.

Un centro di produzione CAM deve infatti essere fornito di macchinari sofisticati ad alta produttività per mantenere un'ottima qualità a un basso costo. Consideriamo questa dunque un'attività specifica con una sua differente gestione.

MAN

I sistemi di fusione sono molteplici e di diverse difficoltà (Fig. 37). Tuttavia i rischi di lavorazione non potranno essere eliminati, anzi nel tentativo di ridurli aumenteranno i costi. Ogni sbaglio comporta, nella migliore delle ipotesi, il rifacimento della modellazione.

Pulizia fusione

	Tempo lavoro	Difficoltà
CAD	0	0
MAN	15	2

CAD

Ancora tempo libero.

MAN

Lavoro poco piacevole con rischi per la salute (Fig. 38).

Rifinitura

	Tempo lavoro	Difficoltà
CAD	5	3
MAN	15	1

CAD

Il prodotto, al rientro dal centro CAM, si presenterà pulito con delle piccole rugosità di superfice (Figg. 39a-39e). La riduzione del bordo, per mezzo di gomme abrasive, implicherà un po' di attenzione in più rispetto al sistema tradizionale (Figg. 40a-40b).

Gli unici rischi produttivi del sistema CAD sono dunque solo nella scansione, come detto precedentemente, e nella fase di riduzione del bordo. Sbagliare una di queste due comporterà il rifacimento CAM ma non CAD.

MAN

Per MAN aver superato tutti gli ostacoli precedenti senza aver fatto degli errori è un momento di grande soddisfazione (Figg. 41a-41c, 42).

Conclusione

Quando conviene la lavorazione CAD

Nelle tabelle, riportate all'inizio delle fasi precedentemente descritte, abbiamo riportato i tempi di lavorazione, mettendoli a confronto tra loro, riportati all'inizio delle fasi precedentemente descritte.

Obbiettivo di questa analisi è capire il punto di pareggio economico tra le due lavorazioni nella gestione di un laboratorio medio-piccolo. Abbiamo focalizzato l'attenzione solo sul confronto delle due tecnologie, tralasciando volutamente un'analisi economica più ampia e dettagliata.

Per un dato più concreto e certo, oltre i tempi di lavorazione, è stato necessario anche confrontare le attrezzature e la materie prime. Simulando una lavorazione di un ponte di tre elementi con una media di 30 unità al mese, abbiamo trovato un teorico punto di pareggio. Analizzando le tabelle di sintesi (Tabb. 1-4) riguardo ai dati rilevati, è possibile già comprendere come intorno a i 30 elementi/mese le due produzioni abbiano un costo per pezzo quasi allineato.

Dai 30 elementi in poi si incrementano i vantaggi. Inoltre, un valore ancora non considerato, ma di importanza non trascurabile, è la quantità di tempo guadagnato con la tecnologia CAD: circa 80 ore per realizzare le prime 30 unità.

Avere 2 settimane di tempo lavorativo al mese in più a disposizione non è cosa da poco.

Per trasformare questo tempo in produttività, basterà moltiplicarlo per un costo orario medio di 18,00 euro l'ora = 1.440,00 euro al mese. Considerando anche questo valore aggiunto, il confronto economico tra i due tipi di lavorazione è certamente molto vantaggioso.

Chi non volesse utilizzarlo in produttività, potrà impiegarlo migliorando la sua qualità di vita.

Cosa è importante nella scelta di un CAD

È fondamentale che un sistema CAD rispecchi le nostre esigenze di modellazione e di lavorazione.

Figg. 40a-40b - Ponte laser melting rifinito.

Figg. 41a-41c - Ponte appena fuso.

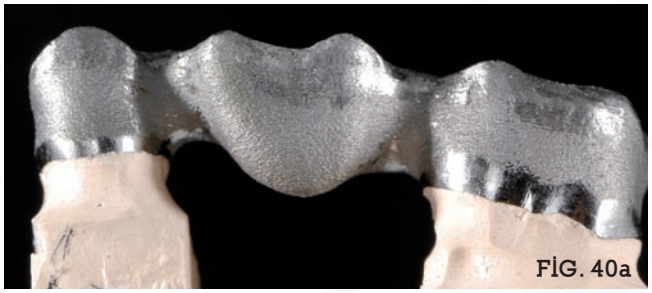


FIG. 40a

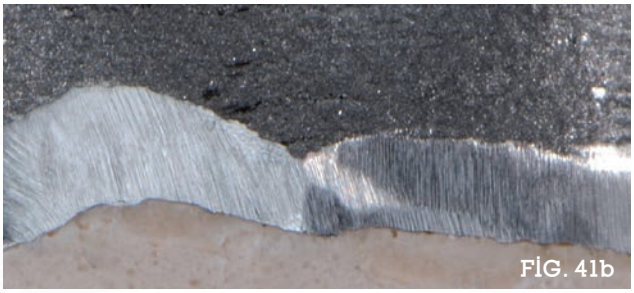


FIG. 41b

FIG. 41a

FIG. 41b

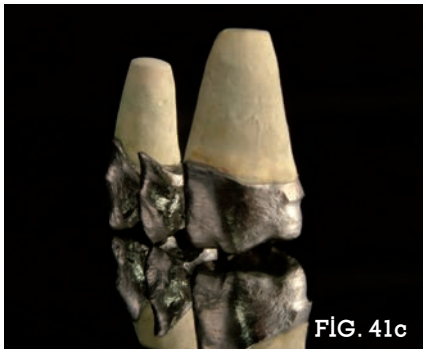


FIG. 41c

Fig. 42 - Ponte fuso rifinito.

Fig. 43 – HAL 9000.

Tab. 1 - Calcolo sulla base di 30 elementi/mese considerando un ponte di tre elementi come lavorazione media.

Tab. 2 - Dettaglio tempi relativo alle fasi di lavoro.

Tab. 3 - Dettaglio dei costi della materia prima.

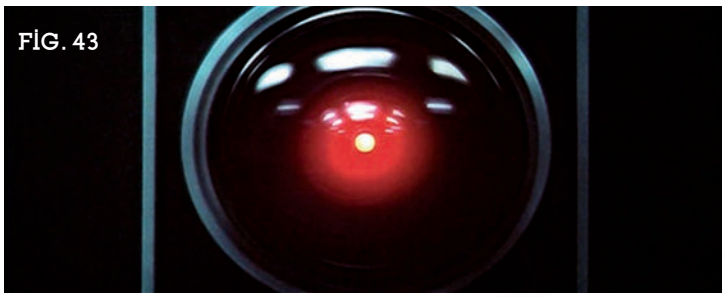
Tab. 4 - Ammortamento delle sole attrezzature relative alle fasi analizzate.

Sostanzialmente i sistemi più diffusi si differenziano per velocità di scansione, strumenti di lavoro, semplicità di utilizzo, assistenza e solidità dell'azienda. La solidità di un'azienda che produce il nostro CAD non è un elemento poco trascurabile, visto che questa tecnologia si basa su dei software performanti. Un'azienda che investe molto in questo è la garanzia per noi di poter utilizzare uno strumento di lavoro al passo con i tempi e di aver fatto un buon investimento.

Il CAD è sostanzialmente uno strumento informatico in grado di "aiutarci" nella lavorazioni di strutture e non solo, permettendoci di ridurre notevolmente i tempi di lavorazione, eliminando quasi del tutto i rischi a essa collegati, e dandoci la possibilità di vivere la produzione in modo molto più rilassato. Lavorare su un file significa anche essere svincolati da una sede fisica. Infatti utilizzando un portatile si potrà lavorare in luoghi diversi, condividendo le lavorazioni con altri colleghi con il semplice invio di una e-mail.

IL CAD arricchisce la nostra professionalità e non la sostituisce. A supporto di esso infatti è fondamentale la conoscenza e l'esperienza di un odontotecnico. Il CAD è uno strumento di controllo e non un essere pensante.

La fantascienza di 2001: odissea nello spazio, dove HAL 9000 prende il controllo sull'uomo, rimane ancora un film!



Lavorazione ponte tre elementi

elementi mese		30	
In sintesi		**cad**	**man**
costo manodopera per numero di elementi	(tabella 2)	141,00	615,00
costo materia prima per numero di elementi	(tabella 3)	460,00	165,00
costo ammortamento	(tabella 4)	480,00	205,00
valore ore manodopera recuperata			
Differenza ore x costo orario		1.422,00	
Costo totale gestione		**cad**	**man**
mese		1.081,00	985,00
elemento		36,03	32,83
Costo totale gestione al netto della manodopera		**cad**	**man**
-		1.385,97	985,00

Tab. 1

Lavorazione ponte tre elementi

elementi mese	30	
Fase/Minuti	**cad**	**man**
scansione	7	0
margini	1	1
gestione sottosquadri/imperfezioni	1	4
lacca	1	5
modellazione mascherine scarto	30	120
chiusure	0	30
connessioni	1	5
imperniatura/cilindro	0	20
fusione/pulizia	0	15
fusione/ rifinitura	6	5
Totale minuti per 3 el.	47	205
Ore di lavoro per el. lavorati	23,50	102,50
Differenza ore tra le due lavorazioni	79,00	

Tab. 2

Lavorazione ponte tre elementi

elementi mese	30	
Costi materia prima	**cad**	**man**
scansione	-	-
margini gestione sottosquadri lacca	-	0,50
modellazione mascherine scarto	-	1,00
connessioni/chiusure	-	0,50
imperniatura/cilindro/pulizia	-	2,50
fusione rifinitura	1,00	1,00
corrente		3,00
metallo	45,00	8,00
totale spese ponte 3 el.	46,00	16,50
ad elemento	15,33	5,50

Tab. 3

Lavorazione ponte tre elementi

elementi mese	30	
Attrezzature specifiche	**cad**	**man**
sistema cad	18.000,00	
sottovuoto		1.500,00
pentola a pressione		300,00
fonditrice		8.000,00
forno preriscaldo		2.500,00
Totale attrezzature	18.000,00	12.300,00
ammortamento in 5 anni (costo al mese)	300,00	205,00
costo aggiornamenti	180,00	
totale mese costo gestione	480,00	205,00
totale gestione ad elemento	16,00	6,83

Tab. 4