



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA



CONSORZIO INTERUNIVERSITARIO PER LO SVILUPPO DELLE SCIENZE ODONTOSTOMATOLOGICHE
SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN ORTOGNATODONZIA
Direttore Prof. Vincenzo Piras

Tesi di Specializzazione

**MISURAZIONI LINEARI SU MODELLI STUDIO DIGITALI E
TRADIZIONALI: CONFRONTO TRA OPERATORI**

Relatore: Prof.re Riccardo Ellero

Specializzando: Dr. Davide Spadoni

Anno Accademico 2011-2012

Ad Elena,

ai miei genitori che mi hanno supportato,

all'Esimo Maestro Giuseppe Cozzani....

Indice

Pag.

1. INTRODUZIONE	1
1.1 Modelli digitali.....	1
1.2 Revisione della letteratura.....	6
1.3 Scanner per replicazione di modelli, storia e descrizione del D700.....	10
1.4 Calibri digitali, verifica e calibratura.....	15
2. SCOPO DELLO STUDIO	24
3. MATERIALI E METODI	25
3.1 Campione	
3.2 Disegno della sperimentazione	
3.3 Misurazioni manuali e digitali	
3.4 Procedura	
3.5 Analisi statistiche.....	35
4. RISULTATI	36
5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	39
6. BIBLIOGRAFIA	44

1.INTRODUZIONE

La documentazione ortodontica standard prevede, oltre a fotografie e Rx, il “confezionamento” di modelli studio. Tradizionalmente la gipsoteca⁵ ha rappresentato per molti anni il metodo migliore nella pratica ortodontica, per conservare i “calchi” del paziente, grazie al basso costo, alla facilità di realizzazione e alla possibilità di essere facilmente esaminati nei dettagli, sia valutando le singole arcate, che analizzandole assieme, attraverso l’ausilio di un occlusore o di un articolatore.

1.1 Modelli Digitali

La recente comparsa dei modelli digitali ha fornito una valida alternativa agli ortodontisti, consentendo di ottenere un archivio digitale, riducendo al minimo gli spazi di archiviazione¹² e facilitando l’uso, la postproduzione, l’analisi e l’eventuale scambio di dati. La rivoluzione dei computer, iniziata negli anni ‘70, è risultata vitale per la realizzazione di quei cambiamenti che sono avvenuti in ortodonzia. La capacità di immagazzinare

e richiamare le informazioni elettronicamente ha aperto le porte al trasferimento di tali conoscenze che non era possibile in precedenza.

L'utilizzo dei computer era rimasto limitato a pochissimi studi di ortodonzia a causa delle limitate prestazioni iniziali e dei costi. Agli inizi del terzo millennio sono comparsi i modelli dentali virtuali (MDV), che rappresentano una valida alternativa rispetto ai modelli dentali tradizionali (MDT), che come abbiamo detto in precedenza sono ancora ampiamente impiegati. In passato sono state proposte alternative ai modelli in gesso, quali fotocopie, fotografie ed ologrammi, sui quali sono stati fatti diverse misure e studi.

Gli MDV possono essere ottenuti da:

- Impronte in alginato che devono essere immediatamente colate per sviluppare gli iniziali modelli in gesso, che poi verranno successivamente scannerizzati.
- Impronte in silicone che possono essere inviate a centri specializzati per l'immediato sviluppo degli MDV.

- Impronte con telecamere intraorali, che mediante l'ausilio di un software realizzano i modelli virtuali.
- Modelli in gesso sottoposti a scannerizzazione (3DShape).
- Modelli ottenibili direttamente dalla CBCT del paziente, con particolari e sofisticati software che elaborano i dati a disposizione.

Le aziende che producono scanner per la lettura di impronte o di modelli in gesso, consentono tramite software associati, di eseguire facilmente misurazioni e morfing su modelli digitali stessi. Nel momento in cui abbiamo a disposizione i nostri MDV, possiamo eseguire quindi le più svariate misurazioni ortodontiche, set-up virtuali, posizionamento di brackets, realizzazioni di allineatori invisibili, apparecchi ortodontici ed altre procedure. Sicuramente è importante sottolineare, che i modelli tradizionali necessitano di notevoli spazi di archiviazione, ossia una gipsoteca dove poterli collocare e di facile reperibilità, nel momento in cui se ne ha un immediata necessità, per esempio discussione piano di trattamento con il paziente, controlli durante la terapia o eventuali valutazioni a

fine trattamento o controlli a distanza. Ovviamente in questo frangente non possiamo dimenticarci il rischio di un eventuale smarrimento o frattura del modello in gesso. Nel momento in cui abbiamo a disposizione i soli modelli digitali, facciamo un'archiviazione su computer. Un disco rigido da 30 GB può immagazzinare circa 10.000 modelli tridimensionali. Se si prova a mettere a confronto il costo per contenere un tale numero di modelli su supporto ottico o magnetico rispetto allo spazio fisico e a i relativi costi necessari, si mette in evidenza una notevole differenza. Sistemi di back-up ottici o magnetici risultano particolarmente efficaci e non costosi. E' assolutamente importante sottolineare che anche i computer, come i sistemi di salvataggio non sono assolutamente infallibili, con il rischio - anche se minimo - della perdita improvvisa di tutti i dati di un periodo breve o lungo del nostro prezioso lavoro. Quando si effettuano studi/trial su campioni e si eseguono delle misurazioni lineari o spaziali e si utilizzano dei modelli tradizionali, si può incorrere in errori di metodo, mentre il software, individuati i punti di repere, misura sempre nello stesso modo. Un punto molto importante da analizzare si presenta, nel momento in cui vogliamo passare dal virtuale al

reale, ossia ottenere il cosiddetto “modello stereo litografico”, realizzabile unicamente con stampanti 3D; questa richiesta comporta un incremento dei nostri costi di gestione. Cos'è la stereolitografia? La stereolitografia è una tecnica che permette di realizzare singoli oggetti tridimensionali a partire direttamente da dati digitali elaborati da un software CAD/CAM. Un'importante applicazione si ha nell'imaging medico dove, a partire da immagini tomografiche o RMN è possibile realizzare in tempi brevi modelli di protesi, parti di ossa, tumori, vasi e altre parti anatomiche su cui il chirurgo può preparare l'intervento. Stampa Tridimensionale: Un ugello estrude una piccola quantità di materiale termoplastico fuso mentre scandisce la superficie di una lastra in modo simile a come avviene durante una stampa a getto d'inchiostro. Al termine della deposizione dello strato, una lama passa sulla superficie in modo da regolarizzare e uniformare il piano. La lastra si abbassa e una nuova scansione crea il successivo livello.

1.2 Revisione della letteratura

Con l'avvento dei modelli digitali, in questi anni molti Autori hanno proposto svariate modalità di rilevazione di varie misure cefalometriche quali overjet, affollamento, overbite, indice di Bolton³⁻⁴ etc. Gli studi condotti da Garino¹⁴⁻¹⁵⁻¹⁶, Caspersene¹⁷ e Zilberman¹⁰⁻¹⁹ hanno evidenziato come non ci siano differenze statisticamente significative tra misure eseguite su modelli in gesso e quelle eseguite su modelli digitali. Tomasetti et AA.¹⁸ hanno evidenziato come non ci siano differenze significative tra le misure condotte su modelli tradizionali e digitali circa il valore dell'Indice di Bolton. L'articolo di Mayers et AA.²² ha evidenziato come sui modelli digitali possiamo eseguire misure clinicamente significative, per analizzare le malocclusioni con la medesima precisione delle misurazioni che si eseguono sui modelli in gesso. Le stesse conclusioni sono state raggiunte anche dagli autori Quimby², Asquith⁶ e Bell⁷. Lo studio condotto da Gracco⁸ et AA. presso l'Università di Ferrara è arrivato a dati simili ed ha concluso che con l'impiego dei modelli digitali si può avere la stessa accuratezza nell'eseguire le misure impiegando un

tempo ridotto nell'effettuare le stesse. Recentemente all'88th congresso della società europea di ortodonzia, tenutosi a Santiago de Compostela, sono stati esposti alcuni lavori scientifici circa la validità delle misurazioni eseguite sui modelli digitali. In particolare in una revisione della letteratura dell'università di Brescia, Soldo e AA²³, che, dopo una attenta ricerca condotta con il motore di ricerca PUBMED, hanno evidenziato come i modelli in gesso siano ancora oggi il gold standard, ma quelli digitali rappresentano un'alternativa valida e affidabile nell'esecuzione delle misurazioni. Lo studio condotto dagli autori Bootvong k. Et AA¹¹, presso l'università di Hong Kong ha evidenziato come i MDV, ottenibili da ORTHOCAD®, sono una validissima alternativa ai modelli tradizionali, soprattutto permettono una più facile archiviazione, con minor rischio di perdite e rotture accidentali degli MDT. Tuttavia anche gli MDV potrebbero incorrere in perdita di dati che li renderebbero inservibili. A tale scopo sarà pertanto importante eseguire periodicamente dei back up dei dati digitali e lo stoccaggio dati in HD esterni o banche dati. Molto interessante è l'articolo apparso su Angle Orthodontics nel novembre 2012, degli autori Luu S. et. AA.⁹, che hanno svolto una review

sistemica circa le misure lineari condotte sui modelli virtuali. Gli Autori sono giunti alle seguenti conclusioni: tutte le misure lineari condotte su modelli acquisiti da scanner laser e dalla cone-beam rispetto a quelle condotte su modelli in gesso non presentavano alcuna differenza clinicamente significativa. Quindi i modelli virtuali sono accettabili se paragonati a quelli in gesso. Molto interessante è l'articolo di Daron R. Stevens et. AA¹, i quali hanno eseguito misure multiple sugli stessi modelli in gesso e digitale, per valutare se vi fossero differenze nell'eseguire diagnosi di malocclusioni. Gli stessi giungono alla conclusione che la scelta dei modelli digitali non compromette una corretta diagnosi ed un piano di trattamento. Molto interessante è lo studio condotto da Viera S. Sousa et. AA²¹, apparso nell'AJO-DO di agosto 2012, che ha analizzato le misure condotte su modelli digitali, acquisiti dallo scanner laser 3 Shape D-250. Gli Autori hanno evidenziato come le misure lineari, condotte su modelli digitali siano accurate e facilmente riproducibili. La maggior difficoltà potrebbe riscontrarsi nell'identificazione e nella riproducibilità dei punti da misurare, gli Autori evidenziano che il problema è facilmente risolvibile, istruendo nel modo opportuno gli esaminatori. Altra ricerca

importante è quella condotta da Fleming PS et AA²⁰.,che attraverso una revisione sistemica della letteratura, paragonando le misure lineari ed angolari condotte rispettivamente su modelli in gesso e digitale, è giunta alla conclusione che le misure condotte su modelli digitali sono una valida alternativa e possono sostituire quelle tradizionali.

1.3 Scanner per replicazione dei modelli, storia del D700.

SCANNER D700

Lo scanner D700 rappresenta la nuova generazione della tecnologia di scansione, ed è ottimizzato per la scansione di impronte e di modelli in gesso. Lo scanner D700 garantisce risultati di scansione superiori senza comprometterne la facilità di utilizzo, e stabilisce nuovi standard nella velocità di scansione e nel livello dei dettagli. Nessun altro scanner presente sul mercato è in grado di offrire indicazioni approfondite al punto di consentire risultati clinici migliori e una redditività dell'investimento superiore.

Progettato sulle funzionalità degli scanner precedenti di 3Shape, lo scanner D700 rappresenta l'apice dell'esperienza di scansione di 3Shape. Questo scanner rivoluzionario è ottimizzato per la scansione delle impronte, ed è in grado di scandire **modelli in gesso completi con una velocità e una dovizia di dettagli superiore del 40%** rispetto allo scanner D640, il modello precedente di 3Shape. Lo scanner D700 offre

inoltre una sensibilità termica ridotta e un migliore supporto USB. La fissazione agevole e veloce dell'oggetto con un semplice clic sul pulsante nel software di scansione rende agevole l'utilizzo dello scanner e necessita di un training minimo.

Se combinato con DentalDesigner™, il nuovo scanner D700 è in grado di completare scansioni in tempi più che mai ridotti nell'ambito dell'odontoiatria digitale. Lo scanner D700 è progettato per il rigoroso ambiente dei laboratori odontotecnici ed è in grado di offrire un'affidabilità senza precedenti. Lo scanner D700 è in grado di scandire tutti i colori, in quanto i parametri del laser e della videocamera si regolano automaticamente in relazione al materiale dell'oggetto scansionato.

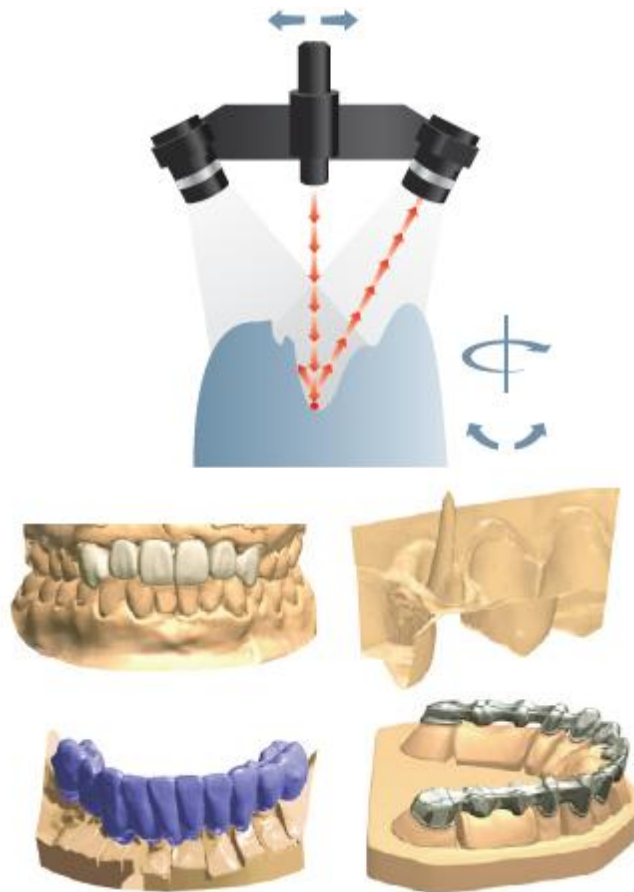
Lo scanner sfrutta un sistema di movimento a due videocamere e tre assi, l'unico, in grado di fornire una accuratezza di acquisizione della geometria dell'oggetto senza pari. Le due videocamere ad angolo ridotto consentono allo scanner D700 di eseguire scansioni efficaci delle impronte e intarsi profondi, aree per le quali una singola videocamera verrebbe oscurata

dalla cavità. Le due videocamere garantiscono inoltre una copertura e un'accuratezza generale superiore.



Fig. n°1 Scanner Digitale 3DShape D700

Il sistema di movimento a 3 assi facilita il posizionamento degli oggetti, la scansione completa dei sottosquadri e delle impronte. Il sistema a tre assi consente di fissare l'oggetto, di ruotarlo e di traslarlo al fine di scanderlo da qualsiasi angolazione, stabilendosi così come il sistema con il numero di assi ottimale per una scansione di volume pari a quella di un modello dentale. Nessun altro scanner presente sul mercato è in grado di offrire indicazioni approfondite sulla scansione di impronte, post & core, ponti di 16 elementi, modelli antagonisti articolati, ponti wax-up per il fresaggio, intarsi profondi, prototipi di modelli allineati coi modelli di preparazione, individuazione della posizione e dell'orientamento dell'impianto, abutment di wax-up personalizzato e ponti di impianto per wax-up per il fresaggio.



2 videocamere e 3 assi

Lo scanner D700 è dotato di 2 videocamere con angoli ridotti per la scansione efficace di impronte e intarsi profondi.

Indicazioni di scansione impareggiabili

Esempi di scansioni avanzate: modello antagonista, post & core, ponte di impianto per wax-up e ponte di 14 elementi.

Fig n°2 indicazioni di scansione

1.4 Calibri Digitali Verifica e Calibratura

Il **calibro** è uno strumento di misura della lunghezza, adatto a misurare (con precisione del decimo, del ventesimo, del cinquantesimo e del centesimo di millimetro) la larghezza di un oggetto, la distanza tra due facce piane in una concavità, la profondità di un solco o foro.

È utilizzato principalmente nell'ingegneria meccanica e nelle costruzioni, per misurare la distanza tra due pareti simmetricamente opposte.

Un calibro può consistere in un semplice compasso o essere dotato di scala di lettura, come nel caso del **calibro a corsoio a nonio** (noto anche come **calibro Vernier**).

Col nome di **calibro Palmer** si indica uno strumento più preciso, detto anche micrometro

Classificazione per tipologia di lettura

A seconda del sistema di lettura il calibro può essere classificato:

1. **calibro a nonio**, dotato di scala principale sul corpo, tipicamente millimetrata, le frazioni vengono lette grazie ad un **nonio** realizzato sul corsoio.
2. **calibro a quadrante**, dotato di scala principale sul corpo, tipicamente millimetrata, le frazioni vengono lette grazie ad un quadrante ad orologio montato sul corsoio.
3. **calibro digitale**, anche sprovvisto di scala principale sul corpo, la lettura si esegue direttamente su un indicatore elettronico digitale, montato sul corsoio.

Calibro a nonio semplice

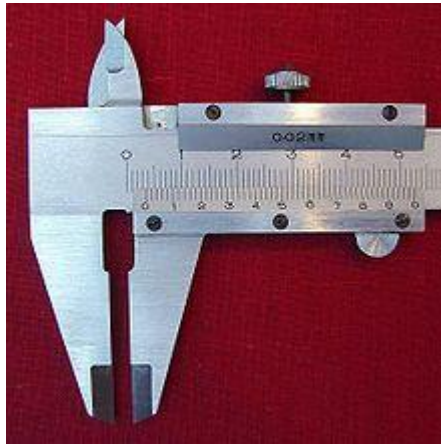
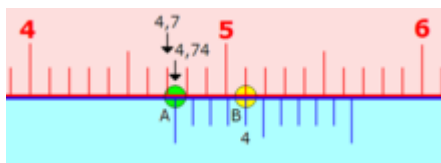


Fig. n°3 Calibro a nonio semplice

Calibro a corsoio e nonio



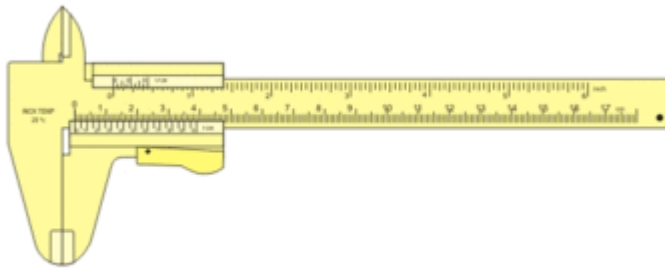
Nonio che indica una misura di 4,74 cm

In questo tipo di calibro, sul corpo vengono normalmente incise due scale, una in millimetri e una in frazioni di pollici. Sul corsoio vengono invece incisi dei noni per la lettura di precisione. Pertanto, sulla scala fissa vengono letti i millimetri (o i pollici), sul nonio le relative frazioni.

I noni possono essere decimali, ventesimali o cinquantesimali, e conseguentemente la risoluzione dello strumento potrà essere di 0,1 - 0,05 - 0,02 mm. Noni con risoluzioni superiori non sono convenienti in quanto, per essere leggibili, devono avere dimensioni notevoli. La graduazione sul nonio viene realizzata per i calibri decimali dividendo in 10 parti 9 millimetri della scala principale; per i calibri ventesimali dividendo in 20 parti 19 millimetri della scala principale; per i calibri cinquantesimali dividendo in 50 parti 49 millimetri della scala principale; e così via. Il lato dove è stato inciso il nonio è smussato, per avvicinarlo alla scala della parte fissa, e annullare gli errori di parallasse. Le graduazioni vengono incise e annerite, per evitare che vengano cancellate da abrasioni accidentali.

In genere i calibri cinquantesimali dispongono di una parte scorrevole divisa in due sezioni collegate con una vite micrometrica, che facilita la regolazione fine della misura. Tutte e due le sezioni dispongono di viti di bloccaggio, mentre solo una dispone del nonio. La misura si effettua seguendo queste operazioni:

1. si porta la parte scorrevole in una posizione prossima alla misura da effettuare;
2. si blocca la sezione sprovvista di nonio attraverso il freno;
3. agendo sulla vite micrometrica, si porta la sezione provvista di nonio alla quota da misurare;
4. si blocca la sezione del nonio;
5. si effettua la lettura sulla scala e sul nonio.



Calibro con nonio doppio

Si tratta di due calibri disposti perpendicolarmente, uno verticale misura profondità ed altezza, l'altro orizzontale misura gli spessori. Può essere utilizzato per valutare i denti di una ruota dentata o come valutatore di conicità.

Calibro a quadrante



Fig.n°4 calibro a quadrante

Calibro a corsoio e quadrante

In questi tipi di calibri, sul corpo viene normalmente incisa una scala millimetrata, mentre sul corsoio viene montato un quadrante ad orologio mosso dal movimento del corsoio con cinematismi simili a quelli usati per i comparatori. Pertanto, sulla scala fissa vengono letti i millimetri, sul quadrante le relative frazioni.

I quadranti normalmente sono realizzati per visualizzare 1 o 2 mm a giro, con una risoluzione 0,05 - 0,02 mm. Spesso i quadranti hanno la possibilità di essere regolati per far coincidere lo zero della scala con una posizione arbitraria della lancetta; utile per effettuare confronti tra diverse quote, ma che necessita una verifica preventiva della posizione dello zero, quando si fanno misure assolute.

Calibro digitale



Fig.n°5 calibro digitale

Calibro a corsoio digitale

In questo tipo di calibro, sul corsoio viene montato un indicatore elettronico digitale che ne rileva lo spostamento, mentre sul corpo viene normalmente incisa una scala millimetrata, usata però solo per la verifica grossolana dello strumento elettronico.

I display sono normalmente realizzati con una risoluzione 0,01 mm.

L'evoluzione dell'elettronica ha permesso la realizzazione di indicatori miniaturizzati e dal consumo molto basso, tanto da poter essere facilmente alimentati da una comune batteria a bottone.

Gli indicatori possono disporre di numerose funzioni:

- visualizzazione sia di letture metriche, che inglesi;
- azzeramento della lettura in un punto arbitrario;

- settaggio arbitrario di una quota;
- collegamento seriale con un PC, per poter (tramite apposito software) automatizzare le misure.

Verifica e taratura

La taratura di un calibro a corsoio è relativamente semplice: consiste nella misura diretta di dime calibrate, e nel confronto tra il valore letto sul calibro e la dimensione nominale della dima.

Per la verifica di calibri per esterni e per profondità si può usare dei comuni blocchetti pianparalleli, mentre per la verifica di calibri per interni la soluzione più sicura è quella di usare degli anelli calibrati

Il **blocchetto pianparallelo**, anche detto **blocchetto di riscontro**, è un calibro fisso costituito da un parallelepipedo lavorato in modo da ottenere due facce contrapposte perfettamente parallele, distanziate tra loro di una quota precisa (**spessore nominale**). I blocchetti pianparalleli vengono anche chiamati **blocchetti Johansson**, dal nome dello svedese che ne diffuse l'uso.



Fig.n°6 blocchetti calibrazione e taratura

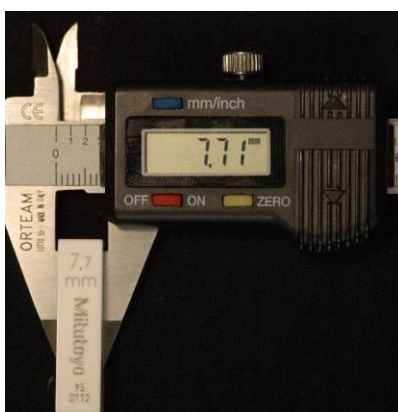


Fig.n°7 Calibro digitale orteam

2. SCOPO DELLO STUDIO

Sulla scorta dei lavori sopra visionati, non appare alcuna evidenza che esistano differenze significative tra misurazioni su MDV e MDT. Tuttavia scarsa risulta essere la Letteratura che metta in evidenza come possa influire l'errore interoperatore nella raccolta dei dati. Lo scopo del nostro studio è quello di valutare la precisione e l'eventuale differenza statistica delle misurazioni condotte su modelli digitali acquisibili da modelli in gesso con scanner 3D SHAPE presso la Leone in Firenze e di valutare se vi siano differenze nell'eseguirle, da due ortodontisti con differente esperienza clinica.

3. MATERIALI E METODI

Nel nostro studio sono stati selezionati Due ortodontisti, uno con esperienza clinica e l'altro all'inizio della carriera lavorativa. Ad ognuno di essi sono stati sottoposti 28 modelli completi pretrattamento e posttrattamento, per un totale di 112 arcate. Tutti i modelli di partenza erano realizzati con gesso bianco di tipo IV, con squadratura tweed a doppio appoggio. Tutte le arcate furono scansionate singolarmente con scanner D700, ottenendo pertanto 112 arcate virtuali digitali corrispondenti. Sulle 224 arcate totali furono eseguite le seguenti misurazioni:

- diametro interincisivi centrali (calcolato tra i due incisive centrali, punto più distale del margine incisale dell'incisivo centrale di destra e di sinistra);
- diametro intercanino (calcolato dall'apice della cuspidi del canino di destra e di sinistra);

- diametro interpremolare (calcolato dal centro del solco del primo premolare al centro del solco del primo premolare corrispondente);
- diametro intermolare (calcolato dall'apice della cuspidine mesiovestibolare del primo molare permanente di destra e di sinistra);
- misurazione altezza incisivi centrali calcolata dal solco gengivale al margine incisale.

Le seguenti misurazioni sono state fatte sia su modelli dell'arcata superiore che su modelli dell'arcata inferiore, sia sui modelli in gesso che sui modelli digitali, per un totale complessivo di 672 misurazioni per ogni operatore.

Le stesse misure sono state eseguite sia sui modelli digitali 3D, dopo una corretta acquisizione da parte dello scanner 3DSHAPE®, presso i laboratori di ricerca della Ditta Leone S.p.A. di Sesto Fiorentino, che sui modelli in gesso, con l'ausilio di un calibro digitale sottoposto ad un attenta calibrazione all'inizio e ogni 10 misurazioni.

Tutte le misure eseguite sui modelli, siano essi in gesso o digitali, sono state fatte con visione oclusale, ad eccezione di quelle relative alle lunghezze degli incisivi centrali, facendo molta attenzione alle abrasioni sul gesso e alle faccette da usura, presenti a carico degli elementi dentali, per non introdurre errori di misurazione. Tutti i nostri modelli in esame ci sono stati gentilmente forniti dal Centro Ricerche in ortodonzia del Dr. Giuseppe Cozzani di La Spezia. La scelta dei campioni è avvenuta in modo randomizzato, selezionando i casi da un gruppo di n° 768 pazienti con malocclusione di II classe.

I Due Esaminatori (operatore A con esperienza e operatore B senza esperienza clinica) furono istruiti sul reperimento dei punti sui modelli sia in gesso che digitali e sull'uso di un calibro digitale e del software orthoanalyzer®. Le immagini digitali sono state ingrandite sullo schermo (5x) per facilitarne le misure e la localizzazione dei punti di repere. L'istruzione degli operatori, prima di eseguire le misure, è avvenuta ripetendo l'identificazione dei punti, per ben venti volte. Le misure sono state effettuate da parte di ogni operatore in momenti differenti, affinché non vi fosse alcuna influenza ed interferenza

interoperatore. I due operatori presentavano livelli di operatività clinica diversa in ambito ortodontico, essendo l'operatore A un clinico con 10 anni di esperienza lavorativa e l'operatore B uno specializzando al 3° anno di specialità in ortognatodonzia ma senza esperienza clinica pregressa.



Fig. n°8 Modelli in gesso in visione oclusale superiore ed inferiore



Fig n°9 Esempio Misurazione con calibro digitale del diametro intercanino inferiore



DIAMETRO INTERINCISIVO (1.1-2.1—3.1-4.1)	calcolato tra i due incisive centrali, punto più distale del margine incisale dell'incisivo centrale di destra e di sinistra
DIAMETRO INTERCANINO (1.3-2.3—3.3-4.3)	Calcolato dall'apice della cuspidi del canino di destra e di sinistra
DIAMETRO INTERPREMOLARE (1.4—2.4-3.4-4.4)	Calcolato dal centro del solco del primo premolare al centro del solco del primo premolare corrispondente
DIAMETRO INTERMOLARE (1.6-2.6—3.6-4.6)	Calcolato dall'apice della cuspidi mesiovestibolare del primo molare permanente di destra e di sinistra
ALTEZZA INCISIVI CENTRALI (1.1-2.1-3.1-4.1)	Calcolata dal solco gengivale al margine incisale

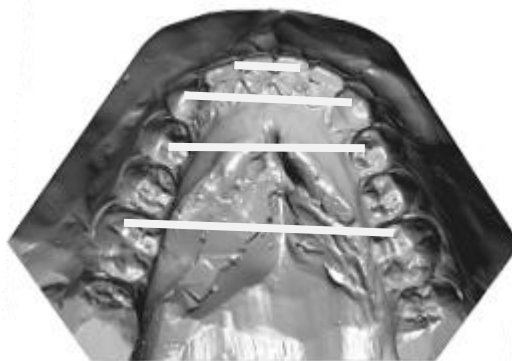


Fig. n° 10 Modelli digitali scannerizzati arcate superiore ed inferiore

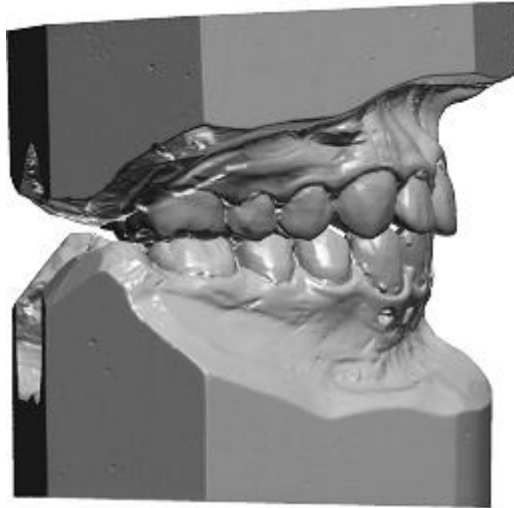


Fig n°11 Modelli digitali in occlusione



Fig. n°12 Modelli digitali ed esecuzione misurazioni(articolo Viera S.Sousa AJO-DO 2012

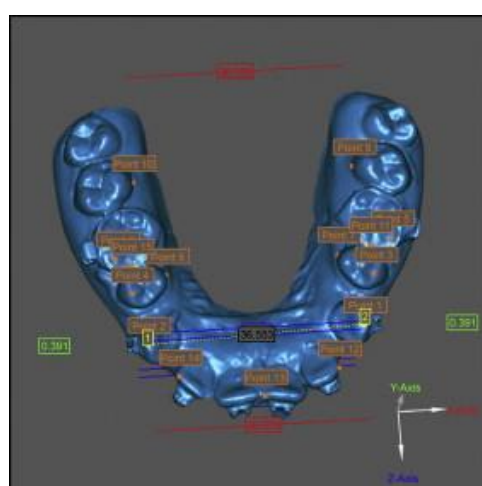


Fig n°13 Modelli digitali e misurazioni articolo AJO-DO 2012 Viera S. Sousa

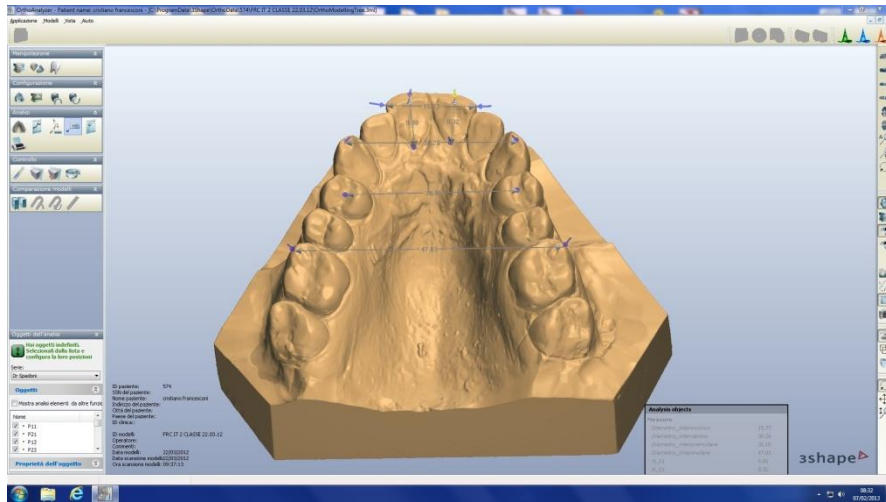


Fig n°14 Modello di una Arcata superiore scannerizzato da 3DShape e processato da orthoanalyzer con misure annesse

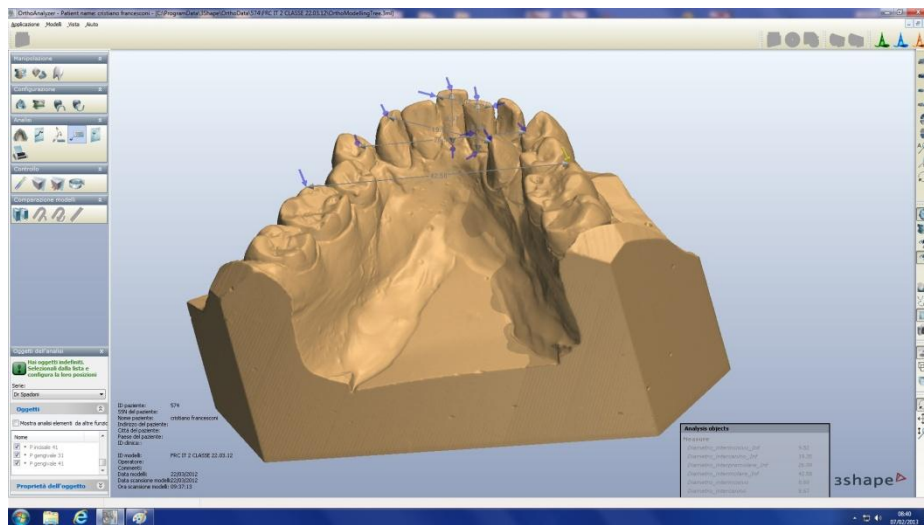


Fig n°15 Modello di un arcata inferiore scannerizzato da 3DShape e processato da orthoanalyzer con annesse misure

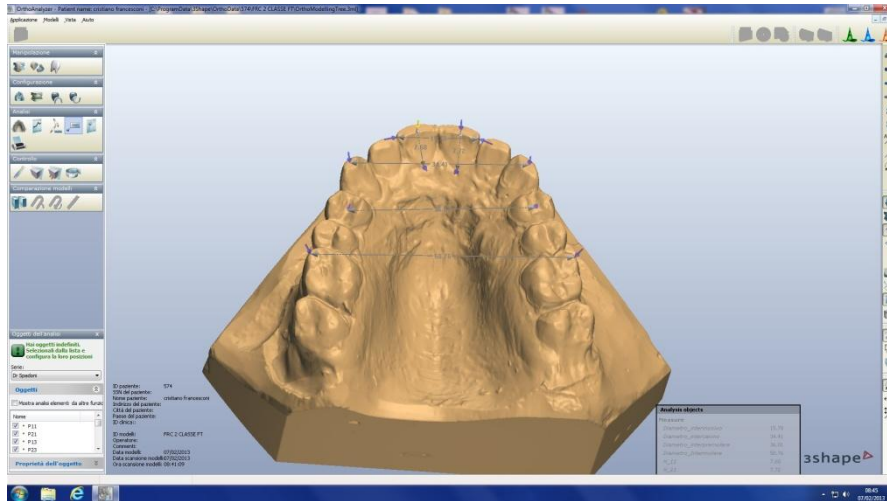


Fig n°16 Modello arcata superiore scannerizzato dallo scanner 3DShape con misure annesse

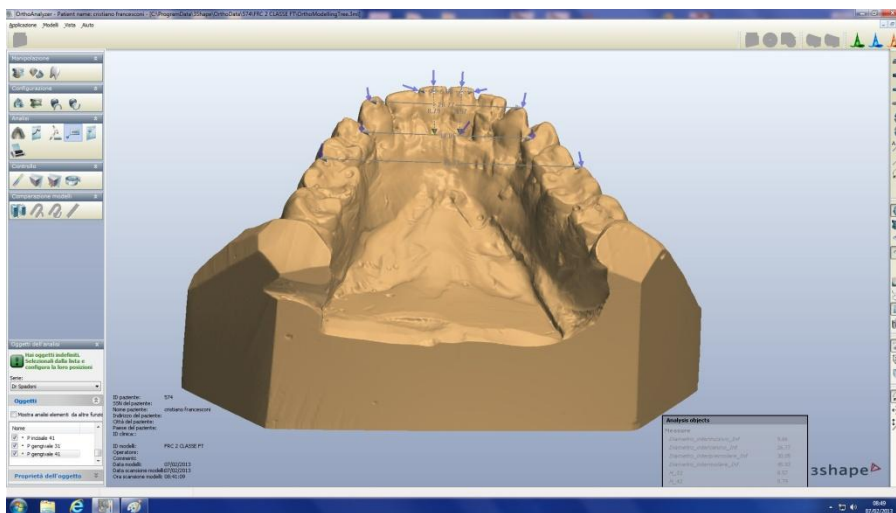


Fig n°17 Modello arcata inferiore scannerizzato dallo scanner 3DShape e con annesse misure

3.5 Analisi statistiche

Tutti i dati ottenuti dalle misurazioni furono inseriti in un file excel e per ogni misurazione fu calcolata la media e la deviazione standard all'interno del campione per ogni operatore. Per ogni operatore è calcolato il T di Student per dati appaiati per le misurazioni su modello in gesso e modello digitale, al fine di valutare la significatività statistica intraoperatore nelle misurazioni. Successivamente un T test per dati appaiati tra tutte le misurazioni eseguite dai due operatori è stato calcolato, al fine di osservare l'attendibilità delle misurazioni.

La valutazione dell'errore di metodo intraoperatore era preventivamente stata calcolata utilizzando la Formula di Dahlberg, ripetendo 6 misurazioni in 10 pazienti a distanza di una settimana dalla prima misurazione. Si è ottenuto una Sde di 0,0085, ampiamente al di sotto del limite di 0,25.

4. RISULTATI

Data la numerosità dei dati raccolti nel Lavoro, i risultati delle singole misurazioni non verranno di seguito riportate ma verranno riportate le medie e le deviazioni standard per il singolo operatore, nonché i risultati dei T.Test per la valutazione della concordanza interoperatore, rispettivamente in Tab.1 quella intraoperatore per l'operatore A, in Tab.2 quella per l'operatore B ed in Tab.3 la concordanza interoperatore.

OPER. A		D 11-21	D 13-23	D 14-24	D 16-26	ALT 11	ALT 21
	media	14,367	30,051	34,897	47,878	8,859	8863
	sd	3,354	4,931	2,670	4,337	2,138	1.330
	T.TEST	0,284	1,75E-05	0,225	1,10E-09	0,514	0,514
	P	NS	**	NS	**	NS	NS

OPER B		D 11-21	D 13-23	D 14-24	D 16-26	ALT 11	ALT 21
	media	13,898	29,859	34,452	47,487	8,425	8,374
	sd	3,361	4,786	2,620	4,218	2,138	1.302
	T.TEST	3,21E-08	0,0109	1,05E-13	3,03E-05	2,58E-03	7,82E-25
	P	**	**	**	**	**	**

		D 11-21	D 13-23	D 14-24	D 16-26	ALT 11	ALT 21
MANUALE	media						
	sd	13,898	29,859	34,452	47,487	8,425	8,374
		3,361	4,786	2,620	4,218	2,138	1.302
DIGITALE	media	14,367	30,051	34,897	47,878	8,859	8,863
	sd	3,354	4,931	2,670	4,337	2,138	1,330
	T.TEST	1,41E-17	0,126	8,60E-17	1,47E-06	0,002	2,37E-36
	P	**	NS	**	**	**	**

Come si evince dai risultati riportati nelle tabelle sopra citate, esiste una differenza statisticamente significativa per la maggior parte delle misurazioni interoperatore.

Per quanto riguarda la valutazione intraoperatore per l'operatore A è evidenziabile una mancata correlazione nelle misurazioni dei diametri 3+3 e 6+6. Probabilmente dovuto alla

difficile riproducibilità della localizzazione dei punti di misurazione con il calibro.

Per l'operatore B invece risultava evidente una alta significatività statistica di differenza tra le misurazioni su modelli in gesso e virtuali, indicatore della scarsa esperienza nel reperire i punti e nel ripeterne la loro localizzazione.

5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.

Lo scopo del nostro studio è quello di valutare, se ci siano differenze statisticamente significative, nell'eseguire misure su modelli in gesso e virtuali ,quest'ultimi acquisiti dallo Scanner 3DShape ed in particolare nell'eseguirle da due operatori, con differenti esperienze cliniche. Dopo una attenta analisi della letteratura, possiamo affermare, che la quasi totalità degli autori^{13,14,15,16,17,18,19}, hanno confrontato misure lineari condotte su modelli in gesso e le stesse condotte su quelli virtuali, utilizzando uno stesso operatore e sono giunti alla conclusione, che i modelli tradizionali rappresentano ancora il gold standard, ma quelli virtuali possono essere ugualmente impieganti e non ci sono differenze statisticamente significative tra una misura condotta su un tipo di modello e l'altra. Lo studio effettuato da Viera S. Sousa et Aa²¹, fa eccezione perché impiega due operatori, precedentemente istruiti nell'eseguire notevoli prove di misurazione sia su gesso, sia impiegando il software per l'identificazione dei "Points". L'autore giunge alla conclusione

che le misure lineari su modelli digitali sono accurate e riproducibili e i “calchi” ottenuti dallo Scanner 3DShape sono validi per effettuare qualsiasi tipo di misurazione. Gli unici errori sono riconducibili all’identificazione dei “landmarks” e per questo l’autore consiglia il “training” degli esaminatori. Il nostro studio evidenzia come non ci siano differenze statisticamente significative, fra misure lineari condotte su MDT e quelle condotte su MDV, quando ad eseguirle risulta essere un operatore esperto. L’identificazione dei punti sui modelli virtuali, risulta piuttosto facile, grazie all’ausilio del Software Orthoanalyzer®, successivamente sono necessari due click sui due punti e immediatamente si ha la misura lineare. E’ possibile ruotare il modello lungo i 3 assi ed ingrandire le singole zone per semplificarne l’identificazione. Nell’eseguire le nostre misure sugli MDV si possono riscontrare difficoltà, quando abbiamo notevoli affollamenti, per una corretta identificazione dei punti di contatto o delle aree di contatto. La stessa problematica si può avere quando abbiamo denti o cuspidi con notevoli abrasioni. Questo risulta riscontrabile anche sugli MDT. Per far fronte a tutto ciò in accordo con gli studi di Quimby et Aa^{2,7} è necessario un corretto training degli ortodontisti. Difatti

anche nello studio da noi condotto, l'operatore B non dotato di una esperienza datata nell'individuare punti di repere su modelli sia in gesso che virtuali, è risultato evidente come l'esperienza clinica giochi un ruolo fondamentale.

Un' ulteriore osservazione va fatta sulla qualità della reperibilità dei punti di repere. Nell'operatore con esperienza infatti le attente analisi condotte sulle misure rilevate, ci hanno consentito di evidenziare come ci sia un maggiore errore su quelle riguardanti il diametro intercanino ed intermolare, mentre non si è evidenziato una significatività di differenza nelle misure di diametro interincisivo, interpremolare e delle misurazioni dentali. Questo potrebbe dipendere dalla maggiore facilità del calibro di dare un valore preciso nel momento in cui esso viene appoggiato ad una superficie piuttosto che su un unico punto.

Nella valutazione delle discordanze di misura tra operatori diversi è stato possibile inoltre evidenziare come vi sia quasi sempre una differenza statisticamente significativa tra le misure dei due operatori, sia nei modelli tradizionali che in quelli digitali. La conclusione, quindi, che se ne può trarre è che l'operatività è influenzata notevolmente dall'esperienza clinica e

dalla curva di apprendimento nell'individuazione dei punti di reperi.

Ciò potrebbe suggerire che in un lavoro scientifico dove la reperibilità dei dati è operatore sensibile, l'individuazione e la valutazione di tutte le misure andrebbe condotta da un unico operatore, possibilmente addestrato al reperire i punti e con una adeguata curva di apprendimento, al fine di ridurre quanto più possibile l'errore di metodo, o quanto meno introdurre nella rilevazione dei dati l'errore ripetuto di un unico operatore.

Un sentito ringraziamento a:

Giuseppe che mi ha fornito, con la sua grande passione ortodontica i modelli in gesso della sua immensa gipsoteca.

Tommaso, odontotecnico della Leone, che mi ha permesso di utilizzare lo scanner e il software per eseguire le ripetute misure.

Patrizia, che mi ha fornito un protocollo e mi ha seguito durante le fasi di stesura della tesi.

Pasquale che ha contribuito all'estenuante scannerizzazione dei modelli e alla loro misurazione.

6. BIBLIOGRAFIA:

1. Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs. digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129:794–803.
2. Quimby ML, Vig KW, Rashid RG, Firestone AR. The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. *Angle Orthod.* 2004;74:298–303.
3. Bolton WA. Disharmony in tooth size and its relations to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod.* 1958; 28:113–130.
4. Bolton WA. The clinical application of a tooth-size analysis. *Am J Orthod.* 1962;48:504–529.

5. Othman S, Harradine N. Tooth size discrepancies in an orthodontic population. *Angle Orthod.* 2007;77:668–674.
6. Asquith J, Gillgrass T, Mossey P. Three-dimensional imaging of orthodontic models: a pilot study. *Eur J Orthod.* 2007;29:517–522.
7. Bell A, Ayoub AF, Siebert P. Assessment of the accuracy of a three-dimensional imaging system for archiving dental study models. *J Orthod.* 2003;30:219–223.
8. Gracco A, Buranello M, Cozzani M, Siciliani G. Digital and plaster models: a comparison of measurements and times. *Prog Orthod.* 2007;8:252–259.
9. Luu NS. Linear measurements using virtual study models. *Angle Orthod.* 2012 Nov;82(6):1098-106.

10. Zilberman O, Huggare JA, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *Angle Orthod.* 2003;73:301–306.

11. Bootvong K, Liu Z, Wong RW. Virtual model analysis as an alternative approach to plaster model analysis: Reliability and validity. *Eur J Orthod.* 2010 Oct; 32(5): 589-595.

12. Altman DG, Bland JM. Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies. *Statistician.* 1983; 32:307–317.

13. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res.* 1999;8:135–160.
TECHNIQUE COMPARISON FOR USING DIGITAL MODELS
261 *Angle Orthodontist*, Vol 80, No 2, 2010.

14. Garino F, Garino GB. I modelli di studio digitali: metodica ed applicazioni cliniche. *Mondo Ortod* 2002;1:57-64.

15. Garino F, Garino GB. Comparison of dental arch measurement between stone and digital cast. *World J Orthod*. 2002;3(3):250-252.
16. Garino F, Garino GB. Digital Treatment objective: procedure and clinical application. *Prog Orthod* 2004;5(2):248-58.
17. Caspersen MH, Isacson RJ, Lindoner SJ. Accuracy of digital and rapid prototyped models. Paper presented at: IADR 80th General Session; March 8, 2002, San Diego, CA.
18. Tomassetti JJ, Taloumis LJ, Denny JM, Fischer JR. A Comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method. *Angle Orthod* 2001 Oct;71(5):351-357.
19. Zilberman O, Huugare JAV, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch with measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *Angle Orthod* 2003;73:301-06.

20. Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthod craniofac res.* 2011 feb;14(1):1-16.

21. Sousa MV. Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 aug;142(2):269-73.

22. Mayers M, Firestone AR, Rashid R, Vig KW. Comparison of peer assessment rating (PAR) index scores of plaster and computer-based digital models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005 Oct;128(4):431-4.

23. 88th congresso of the european orthodontic society. Spain 18th to 23rd of june 2012.