

Università degli Studi di Napoli
“Federico II”

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Area Didattica di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

Dipartimento di Fisica “Ettore Pancini”



Laurea triennale in Ottica e Optometria

**Lenti a potere variabile secondo
la tecnologia di Alvarez**

Relatore interno:

Prof. Antonio Sasso

Relatore esterno:

Prof. Michele Gagliardi

Candidata:

Anna Capasso

Anno Accademico 2016/2017

Lenti a potere variabile secondo la tecnologia di Alvarez

Special abstract

Il mondo dell'ottica ed in particolare quello dell'optometria, ha raggiunto ottimi livelli di specializzazione nella ricerca di tecnologie innovative, sia dal punto di vista della strumentazione, per la rilevazione e misurazione delle abilità visive che per quanto concerne le possibilità correttive e compensative delle stesse. Spaziando dalle lenti a contatto a quelle oftalmiche, le soluzioni attualmente presenti sul mercato forniscono solo l'imbarazzo della scelta. Tuttavia è bene precisare che, come in qualsiasi altro campo, la qualità di un prodotto scaturisce proprio da costanti e continui studi, ricerche, sperimentazioni e ciò è frutto di impegno di soggetti con elevate capacità tecnico professionali. In merito alle lenti oftalmiche, che risultano ancora essere il maggiore strumento di utilizzo per i difetti visivi, diverse industrie di rilevanza mondiale immettono sul mercato prodotti che offrono soluzioni qualitativamente pregiate. Lo studio delle superfici delle lenti oftalmiche è oggetto di attenzione da parte di aziende come Hoya, Rodenstock, Zeiss, Essilor ed altre che sono sempre più prive di difetti, specie nelle così dette lenti progressive. Per quest'ultime si è sviluppato il discorso della personalizzazione nella correzione fino ad arrivare alla costruzione delle stesse in base allo studio del fronte d'onda della luce in uscita dell'occhio di ogni singolo soggetto. Questo singolo aspetto può già fornire l'idea di come una correzione oftalmica sia, necessariamente, frutto di uno studio soggettivo, relativamente a caratteristiche e misure che non possono essere assolutamente accomunate ad un numero smisurato di persone. Questo lavoro di tesi è sviluppato sullo studio delle lenti a potere variabile, note anche col nome di lenti di Alvarez suo ideatore e realizzatore. Sono state oggetto di misurazione e confronto tra tipologie di correzione al fine di verificarne una validità nell'utilizzo come sistema correttivo. Per tanto l'obiettivo della tesi è quello di dimostrare l'incapacità di questi occhiali di fornire una giusta compensazione ottica.

Nel 1967 Luis Walter Alvarez inventò un tipo di lenti con proprietà varifocali, inizialmente destinate a essere utilizzate come lenti per la correzione della presbiopia. Con il passare del tempo sono state progettate lenti, basate sul modello Alvarez, in grado di fornire una continua regolazione della correzione della visione da vicino, intermedia e lontano. (Barbero,2011) Questi occhiali sono stati sviluppati con l'aiuto del prof. Rob van der Heijde nella Clinica Universitaria dell'Ospedale di Amsterdam ed il loro potere diottrico può oscillare in un range che va da $-6,00D$ a $+3,00D$ e da $-4,00D$ a $+5,00D$. Esse sono costituite da due coppie di lenti a forma d'onda, ovvero date dalla combinazione di una superficie negativa ed una positiva che possono scivolare l'una sull'altra fino ad arrivare ad una messa a fuoco ottimale, grazie alla presenza di due viti poste sugli estremi della montatura ed in base al verso in cui le viti vengono ruotate, le lenti slittano e si posizionano in modo da fornire poteri negativi o positivi (Fig1).

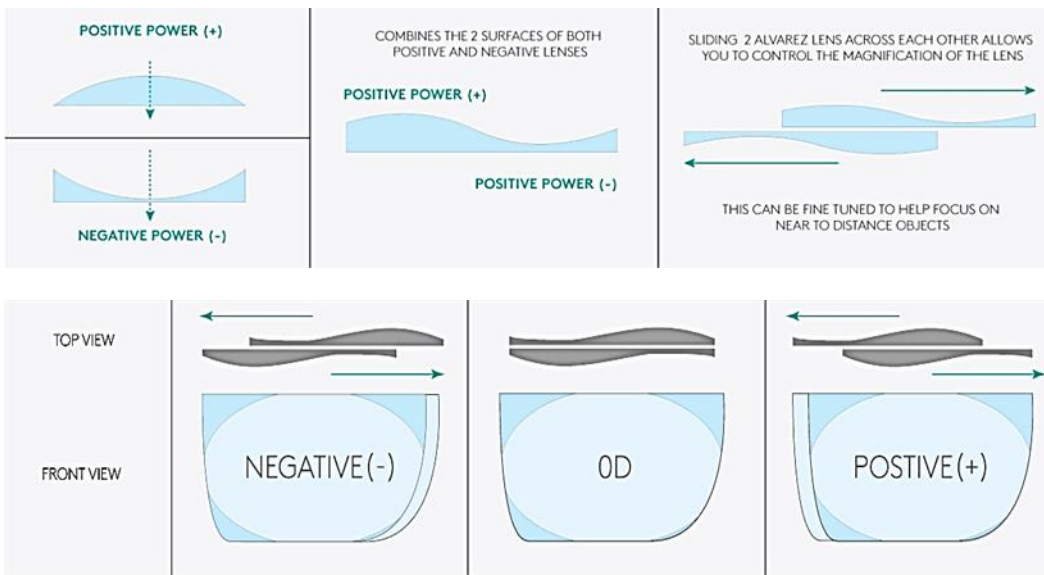


Fig1

Per verificare il principio di funzionamento e quindi la variazione di potere relativamente allo spostamento delle lenti, sono state fatte delle misure utilizzando un frontifocometro manuale ed uno automatico. Si è partiti da un punto zero, ovvero quando le due lenti coincidono con un diametro di 4,7cm per poi eseguire spostamenti di un millimetro fino ad arrivare ad un diametro massimo di 5,3cm sia per spostamenti tempiale che mediali. Tali misure sono state fatte sia sul campione con range -6.00D a +3.00D che sul campione con range -4.00D a +5.00D. I dati ricavati con i due strumenti, riportati in apposite tabelle, in prevalenza coincidono e si può notare la presenza di una toricità che induce astigmatismo, cosa dichiarate inesistente dall'azienda costruttrice. L'entità di astigmatismo si mantiene costante su 0,25D per spostamenti tempiali, mentre per spostamenti mediali oscilla tra le 0,50D alle 0,75D. La porzione sferica non è costante di 0,25D ma varia dalle 0,50D alle 0,75D fino ad ottenere una variazione di 1,00D. Inoltre da queste misure si è evidenziata un'incompatibilità tra il range teorico e quello reale ricavato dalle misure. Nei seguenti grafici(Fig2a,b,c,d ; Fig3a,b,c,d) sono state riportate le variazioni non costanti del potere sferico; sull'asse delle ascisse sono riportati gli spostamenti effettuati partendo da un diametro minimo di 4,7cm fino al un diametro massimo 5,3cm. Sull'asse delle ordinate sono stati riportati i poteri diottrici relativi ad ogni spostamenti.

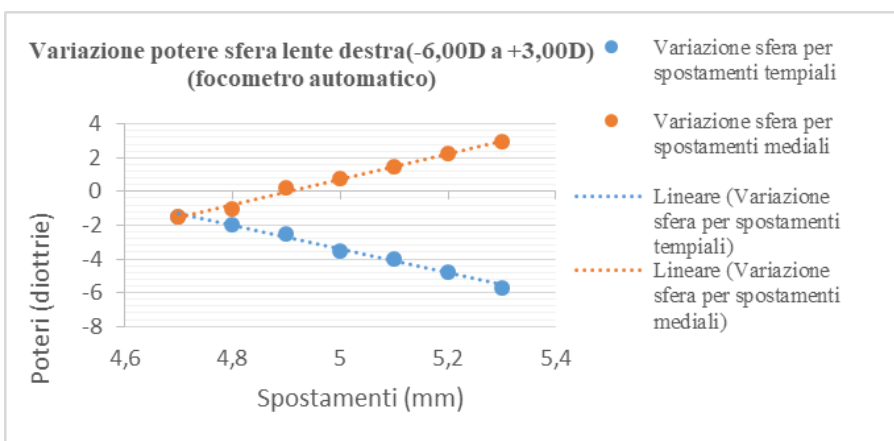


Fig2a

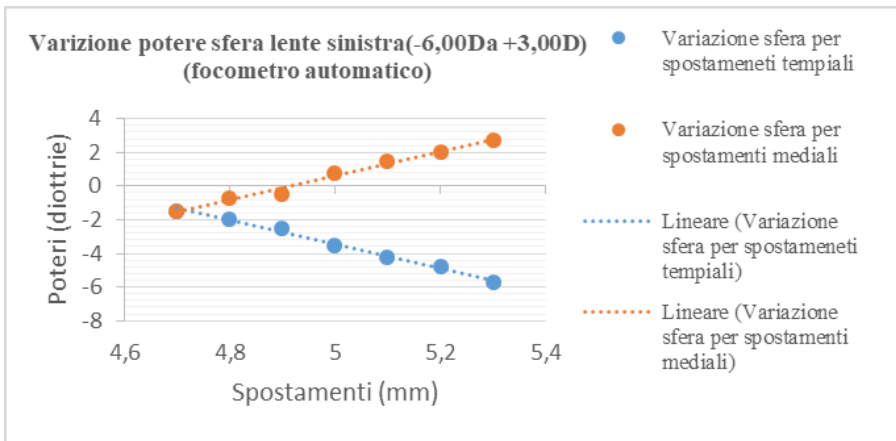


Fig2b

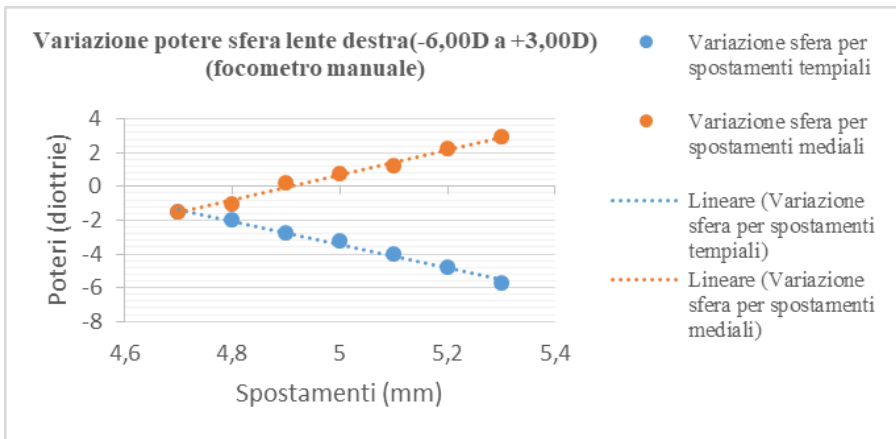


Fig2c

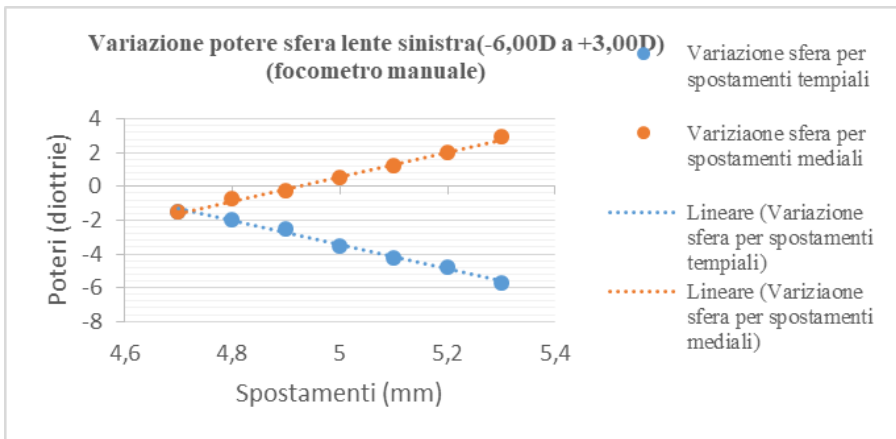


Fig2d

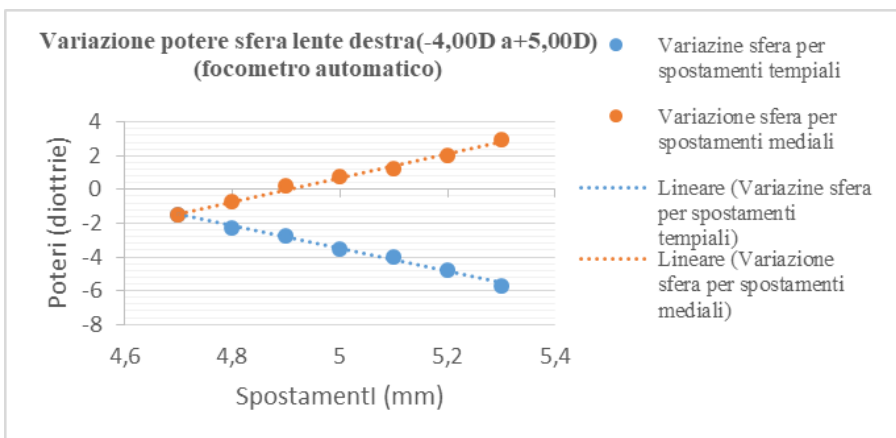


Fig3a

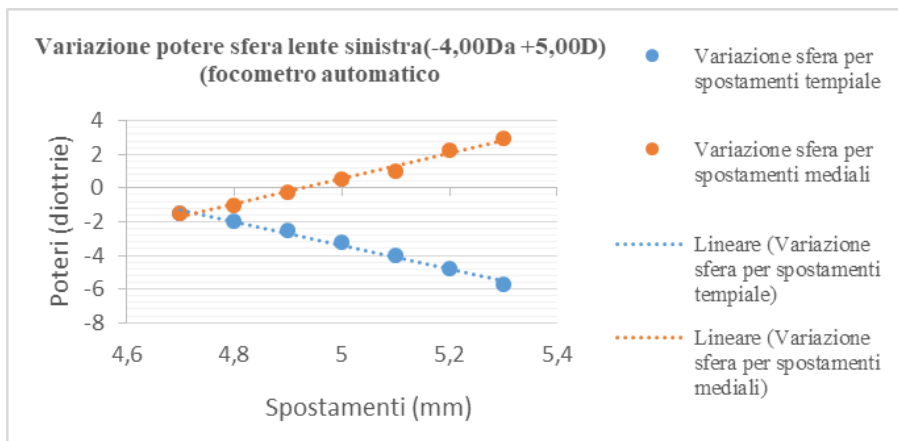


Fig3b

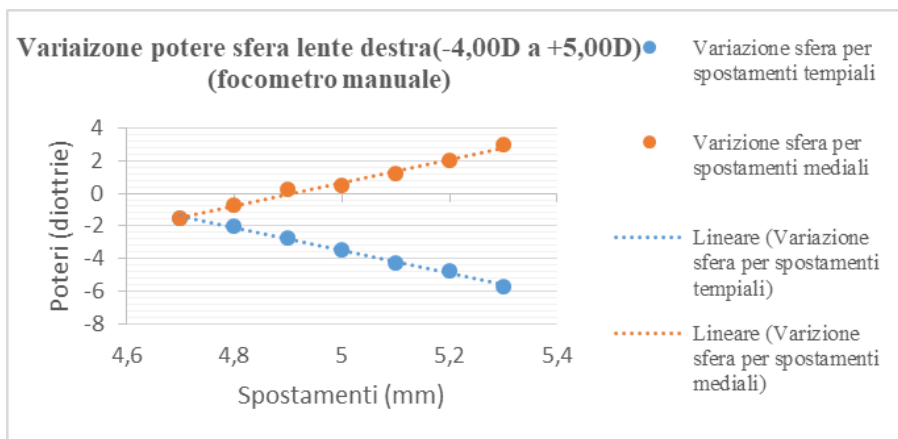


Fig3c

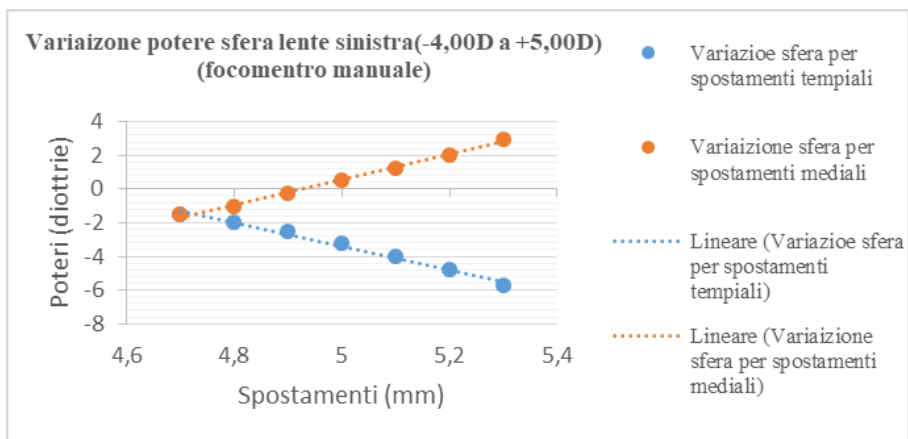


Fig3d

Su detti campioni sono state effettuate ulteriori misure per verificare la posizione dei centri ottici relativamente alla variazione dei poteri diottrici. Tale verifica è stata fatta marcando, con l'utilizzo del frontofocometro, sia la lente destra che sinistra, per spostamenti (mediali e tempiali) millimetrici; in seguito con un righello millimetrato sono stati misurati i vari decentramenti. Nelle tabelle 4 e 5 sono stati riportati i valori relativi.

Lente destra					
Spostamento tempiale(cm)	Decentramento orizzontale(mm)	Decentramento verticale(mm)	Spostamento mediale(cm)	Decentramento orizzontale(mm)	Decentramento verticale(mm)
4,7	0	0	4,7	0	0
4,8	0	1	4,8	1	1
4,9	1	1	4,9	5	1
5,0	2	3	5	10	1
5,1	0	3	5,1	11	4
5,2	0	0	5,2	9	3
5,3	1	1	5,3	9	2
Lente sinistra					
Spostamento tempiale(cm)	Decentramento orizzontale(mm)	Decentramento verticale(mm)	Spostamento mediale(cm)	Decentramento orizzontale(mm)	Decentramento verticale(mm)
4,7	0	0	4,7	0	0
4,8	0	2	4,8	1	3
4,9	0	2	4,9	8	5
5,0	1	2	5	3	3
5,1	1	1	5,1	11	8
5,2	0	0	5,2	7	7
5,3	1	1	5,3	7	8

Tabella 4 Decentramento, del campione con poteri da -6,00 D a +3,00 D.

Lente destra					
Spostamento tempiale(cm)	Decentramento orizzontale(mm)	Decentramento verticale(mm)	Spostamento mediale(cm)	Decentramento orizzontale(mm)	Decentramento verticale(mm)
4,7	0	0	4,7	0	0
4,8	0	0	4,8	1	1
4,9	1	2	4,9	5	2
5	2	3	5	10	3
5,1	1	3	5,1	8	3
5,2	0	0	5,2	9	4
5,3	2	2	5,3	9	5
Lente sinistra					
Spostamento tempiale(cm)	Decentramento orizzontale(mm)	Decentramento verticale(mm)	Spostamento mediale(cm)	Decentramento orizzontale(mm)	Decentramento verticale(mm)
4,7	0	0	4,7	0	0
4,8	1	2	4,8	2	3
4,9	1	2	4,9	7	5
5	2	2	5	4	3
5,1	1	1	5,1	10	7
5,2	0	0	5,2	7	5
5,3	1	2	5,3	8	8

Tabella5 Decentramento, del campione con poteri da -4,00 D a + 5,00 D

Dalle Tabelle è possibile notare, per entrambi i modelli di occhiali e per entrambe le lenti, che la posizione dei centri ottici non è costante durante gli spostamenti. Per quelli tempiali ci sono decentramenti orizzontati e verticali di pochi millimetri, mentre per quelli mediali si notano decentramenti di maggiore entità in particolare a partire da un diametro di 4,9 mm per entrambi i campioni e per entrambe le lenti. Ciò è dovuto anche al fatto che durante le misure si è riscontrata, proprio in queste posizioni, l'impossibilità di centraggio. La mancanza o l'impossibilità di un buon centraggio può portare all'insorgenza di un effetto prismatico e lo si può notare osservando le immagini Fig6a,b in cui compare il relativo potere (0,50).

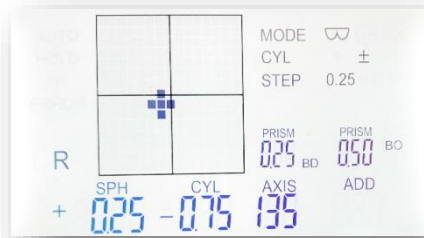


Fig6a Immagine, acquisita dal display del frontofocometro digitale, della lente destra quando aggiunge un diametro di 4,9cm per spostamenti mediale della lente posteriore.

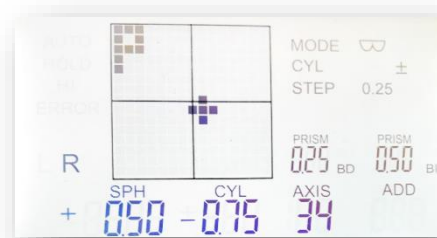


Fig6b Immagine, acquisita dal display del frontofocometro digitale, della lente sinistra quando aggiunge un diametro di 5,0cm per spostamenti mediale della lente posteriore.

Tale effetto, generato dalla lente comporta una modificazione della posizione che l'occhio deve assumere per fissare l'oggetto considerato. Questi errati posizionamenti sollecitano dei movimenti disgiunti di convergenza o divergenza, la cui entità può essere tale da superare le riserve fusionali disponibili e dunque possono dar luogo all'insorgenza o alterazioni delle forie.

La verifica, nonché la constatazione dell'efficacia e delle alterazione apportate dall'utilizzo di questo dispositivo ottico, è stata valutata attraverso la sperimentazione fatta su 30 soggetti. Questa attività, svolta nel Laboratorio di Ottica e Optometria presso il dipartimento di fisica, ha avuto, come ulteriore constatazione l'obiettivo di comparare la qualità della visione attraverso questo dispositivo e quella con lenti oftalmiche tradizionali. Tra le 30 persone esaminate, con ametropie che rientrano nel range delle lenti utilizzate, sono state scelte 25 persone, con un età compresa tra i 22 e 29 anni, di cui 20 in prevalenza miopi ed alcuni con una piccola entità di astigmatismo e 5 persone che presentano un ipermetropia. Le altre 5 persone scelte hanno un età compresa tra in 47 e 54 anni e sono soggetti presbiti. Per la visione per il lontano è stata controllata l'acuità visiva monoculare e binoculare utilizzando la correzione in uso, successivamente la presenza di forie tramite il test del primo grado della fusione, antepoendo un prisma base alta di 6 diottrie prismatiche all'occhio dominante, l'entità delle stesse con i prismi di Risley ed infine è stato effettuato il test bicromatico. Si è proceduto con il controllo delle stesse abilità (acuità visiva e forie) facendo indossare l'occhiale a potere variabile e dopo aver fatto adattare il potere delle lenti alle necessità visive, sia monocolarmente che binocularmente, tramite le viti poste agli estremi della montatura. Anche in questo caso è stato effettuato il test bicromatico per evidenziare eventuali ipocorrezioni o ipercorrezioni. Al termine di ogni test sono state poste al frontofocometro le lenti a potere variabile, nella posizione scelta dalla persona, per valutarne il potere diottrico e poter fare un confronto con la correzione in uso. Per i primi 20 soggetti miopi si verifica un'ipercorrezione, riscontrata con il test bicromatico, di cui 13 persone passano dal non percepire una differenza di contrasto ad un contrasto netto sul verde. Mentre 7 persone passano dal percepire un contrasto sul rosso al percepire un contrasto maggiore sul verde. Ciò significa che aumenta il contrasto ma la correzione che si forniscono da soli è eccessiva e tendono ad ipercorreggersi, infatti si può notare che 22 persone su 25 diminuiscono il visus sia in monoculare che in binoculare. Mentre per i 5 soggetti ipermetropici, si può notare che tutti presentano una diminuzione del visus e dal test

bicromatico si nota che i 5 soggetti si ipocorreggono (percepiscono un contrasto migliore sul verde), (Fig.7a,b,c). Infine per quanto riguarda le forie 6 soggetti passano da una condizioni ortoforica ad avere exoforia e 2 passano ad avere esoforia, 6 soggetti aumentano il loro grado di exoforia, 4 aumentano il loro grado di esoforia, 4 passano da esoforia ad exoforia, 2 passano da exoforia ad esoforia ed infine c'è un caso in cui un soggetto passa da exoforia ad una soppressione.

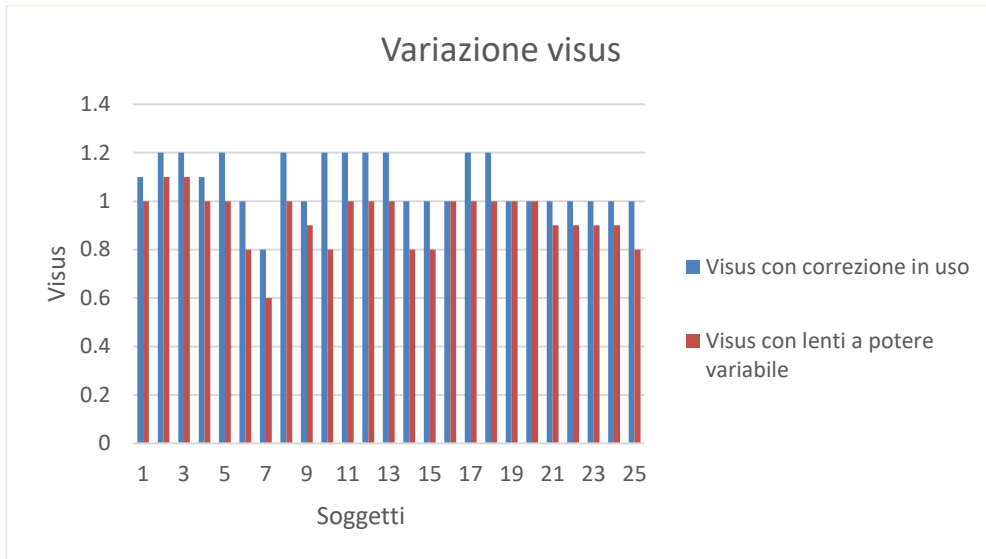


Fig7a

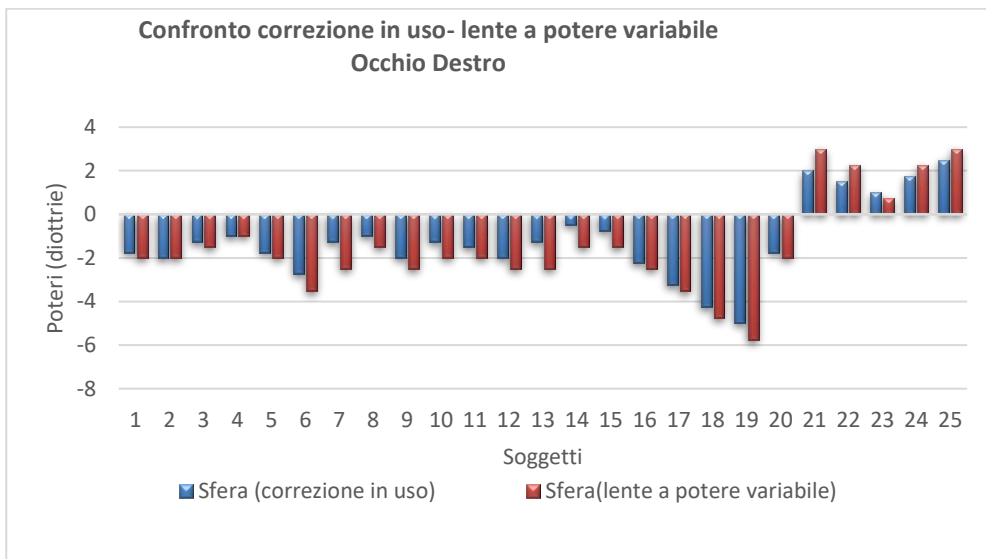


Fig7b

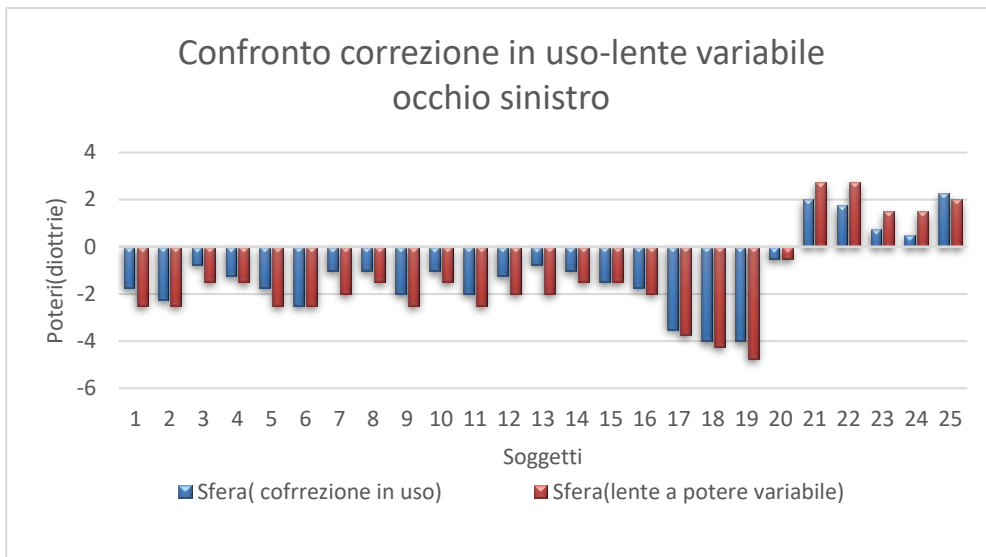


Fig7c

I test effettuati per la visione prossimale hanno invece interessato solo il visus e sono stati effettuati ad una distanza di 0,40m. Inizialmente è stata controllata l'acuità visiva binoculare utilizzando la correzione in uso, successivamente, la stessa è stata controllata facendo indossare l'occhiale a potere variabile e dopo aver fatto adattare il potere delle lenti alle necessità visive, sia monocularmente che binocularmente, sono state poste al frontofocometro, nella posizione scelta dalla persona, per valutarne il potere diottrico e poter fare un confronto con la correzione in uso, i valori ricavati dalla sperimentazione sono stati riportati in apposite tabelle. Dai dati ricavati si nota che ogni singolo soggetto, quando adatta le lenti a potere variabile alle proprie esigenze, tende a sottocorreggersi adattando la propria visione ad una correzione minore (Fig8a,b,c). Inoltre a causa della presenza di un cilindro, indotto dalla geometria delle lenti, ma anche e soprattutto da una centratura alterata, ogni soggetto non presenta una diminuzione del visus (eccetto una persona) ma avvertiva una pessima visione, in particolare in quelli la cui correzione ottimale era rappresentata solo dalla porzione sferica.

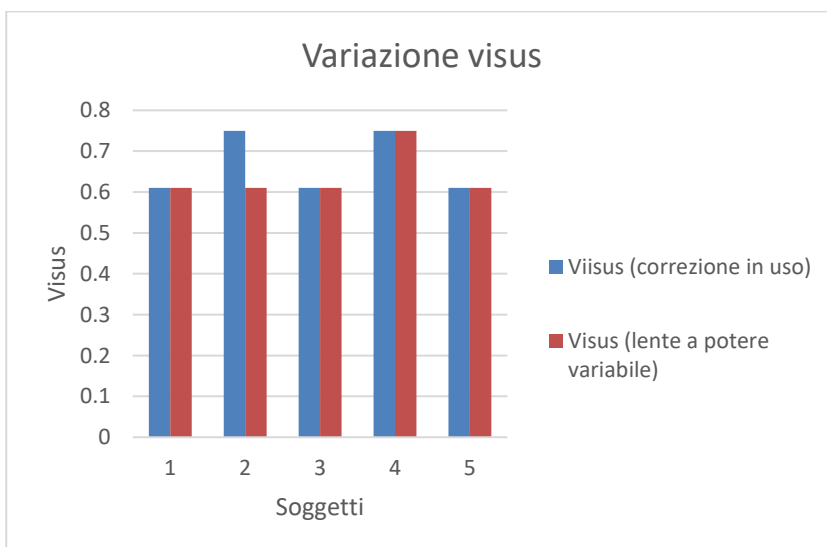


Fig8a

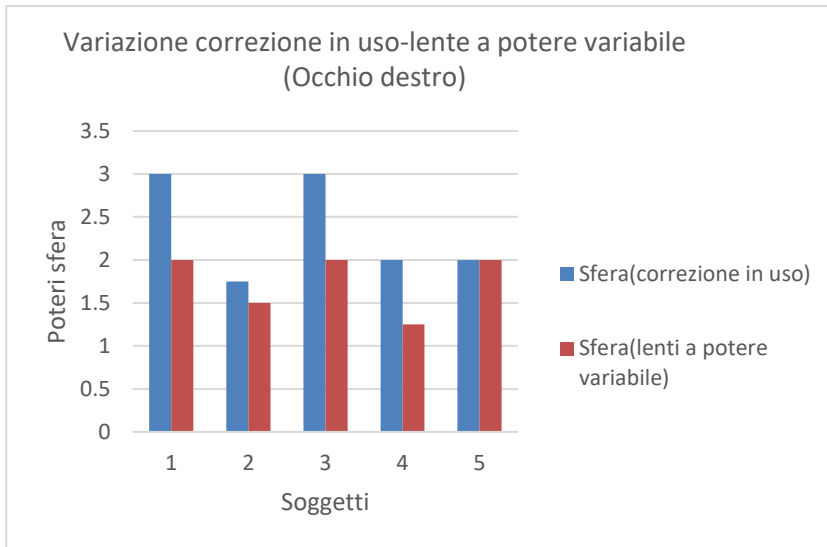


Fig8b

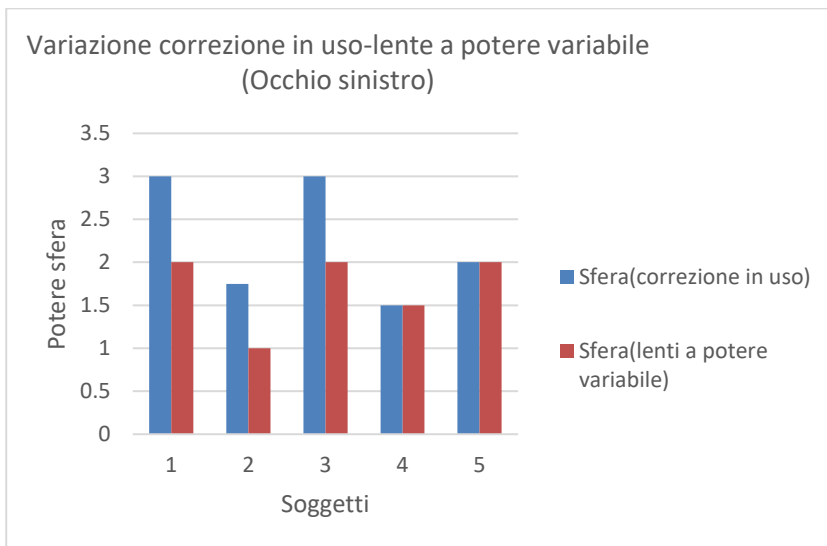


Fig8c

Con questo lavoro di tesi, si è voluto esclusivamente constatare l'effettiva variazione di potere basandosi su misure oggettive attraverso strumenti di misura (frontofocometro), verificando le variazioni relativamente a spostamenti millimetrici. Per tali variazioni è importante sottolineare che la progressione della componente sferica risulta non presentare una progressione aritmetica (e di potere) in entrambi gli spostamenti e per entrambe le lenti. Inoltre durante le misure appare una componente cilindrica non prevista e non dichiarata dall'azienda costruttrice. La maggiore presenza di toricità, specialmente nei valori positivi, produce un errore di correzione in quanto l'insorgenza di astigmatismo in visione prossimale determina una visione peggiore. L'astigmatismo è un difetto che deve essere necessariamente valutato e quantizzato nella visione prossimale, oltre che distale. Ciò nasce dal fatto che durante l'accomodazione le variazioni di curvatura del cristallino, disarmoniche, potrebbero indurre una quantità di astigmatismo che necessita di cambiamento di correzione rispetto a quella distale. Elemento fondamentale che si è riscontrato in questo lavoro di tesi è la continua variazione della posizione del centro ottico (per ogni spostamento) e la mancanza della possibilità di centratura dell'occhiale, come visto nell'immagine del display del

frontifocometro, e ciò causa un effetto prismatico. Nonostante la quantità di prisma indotto sia bassa, comporta in ogni caso uno scompensamento della convergenza e/o comunque un recupero nell'allineamento degli assi visivi se non addirittura un'alterazione delle forie evidentemente già preesistenti. Dette lenti sono state successivamente anteposte a gli occhi di soggetti che presentavano difetti visivi, i quali rientrano nel range delle lenti a potere variabile, già portatori di correzione oftalmica tradizionale. Al termine di quest'attività sperimentale si è riscontrato la tendenza dei soggetti esaminati per il lontano ad ipercorreggersi. Ciò significa che aumenta forse il contrasto ma la correzione che si forniscono da soli è eccessiva causando così, sia l'iper-correzione stessa, diminuzione del visus e aumento delle forie. Mentre per i soggetti esaminati per il vicino si è riscontrata la tendenza ad ipocorreggersi ma oltre alla verifica dei cambiamenti quantitativi in relazione all'acutezza visiva, il peggioramento effettivo è stato riscontrato nella qualità della visione poiché, come noto, è frutto di un connubio della perfetta correzione anteposta al sistema visivo oculare. Ciò in special modo quando la correzione deve essere portata per tempi protratti. In ultima analisi, anche se le variazioni soggettive, sono state osservate in un numero non elevato di soggetti, i dati oggettivi, rilevati con strumentazione di laboratorio, evidenziano alterazioni ottiche e di centraggio che evidentemente non possono soddisfare una qualità necessaria nella visione. Nei paesi del terzo mondo, ove manca l'acqua, si preferirebbe fornirla almeno potabile.