



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

TRABAJO FINAL DE GRADO

EFFECTOS PRISMÁTICOS EN CASOS DE ANISOMETROPÍA EN PACIENTES USUARIOS DE LENTES OFTÁLMICAS. LENTES ORGÁNICAS

LAURA FERNÁNDEZ GONZÁLEZ

TUTOR: JOSÉ LUIS ALVAREZ MUÑOZ
DEPARTAMENTO DE ÒPTICA Y OPTOMETRIA

FECHA DE LECTURA
10-01-18



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

El/la Sr./Sra. JOSE LUÍS ALVAREZ MUÑOZ, cómo tutor/a y director/a del trabajo.

CERTIFICAN

Que el/la Sr./Sra LAURA FERNÁNDEZ GONZÁLEZ ha realizado bajo su supervisión el trabajo: EFECTO PRISMÁTICO EN CASOS DE ANISOMETROPIA EN PACIENTES USUARIOS DE LENTES OFLTÁLMICAS, LENTES ORGÁNICAS. recogido en esta memoria para optar al título de grado en Óptica y Optometría.

Y para que conste, firmo/firmamos este certificado.

Sr/Sra.....
Tutor/a del trabajo

Sr/Sra.....
Director/a del trabajo

Terrassa, 10 de ENERO de 2018.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

Efectos prismáticos en casos de anisometropía en pacientes usuarios de lentes oftálmicas. Lentes orgánicas.

RESUMEN CASTELLANO

OBJETIVO

Valorar y comparar los efectos prismáticos producidos en un paciente usuario de lentes oftálmicas en casos de isometropía y en diferentes anisometropías: de 2D y de 4D.

METODOLOGIA

Hemos utilizado lentes de diferentes potencias esféricas (tanto positivas como negativas) y diferentes índices de refracción (1.5, 1.7).

Para hallar los cálculos de los efectos prismáticos, principalmente hemos usado un programa informático denominado BEAM4 en el cual hemos hallado la desviación que produce un rayo de luz a diferentes alturas. La desviación vendrá dada según la potencia de la lente que anteponeamos al ojo del paciente. Mediante el Excel encontramos el efecto prismático que produce esta desviación.

RESULTADOS

Los resultados nos muestran que el efecto prismático producido es diferente dependiendo de la anisometropía del paciente y de la altura en la cual este fijando y la ametropía del paciente.

CONCLUSIÓN

Después de las gráficas obtenidas se puede considerar que los efectos prismáticos en pacientes con hipermetropía son mayores y más sintomáticas que en pacientes con miopía.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

Efectos prismáticos en casos de anisometropía en pacientes usuarios de lentes oftálmicas. Lentes orgánicas.

RESUMEN CATALÁN

OBJECTIU

Valorar y comparar els efectes prismàtics produïts en un pacient usuari de lents oftàlmiques en casos d'isometropia i en diferents anisometropies: de 2D i de 4D.

METODOLOGIA

Hem utilitzat lents de diferents potències esfèriques (tant positives como negatives) y diferents índex de refracció (1.5, 1.7).

Per realitzar els càlculs del efectes prismàtics, principalment hem usat un programa informàtic denominat BEAM4, el qual hem trobat la desviació que produeix un raig de llum a diferents alçades. La desviació, vindrà donada segons la potència de la lent que col·loquem davant de l'ull del pacient. A través de l'Excel trobem l'efecte prismàtic que produeix aquesta desviació.

RESULTATS

Els resultats ens mostren que l'efecte prismàtic produït es diferent depenent de la anisometropia del pacient, de l'alçada a la qual estigui fixant, i la ametropia del pacient.

CONCLUSIÓ

Després de les gràfiques obtingudes es pot considerar que els efectes prismàtics en pacients amb hipermetropia son més elevats i més simptomàtics que en pacients amb miopia.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

Efectos prismáticos en casos de anisometropía en pacientes usuarios de lentes oftálmicas. Lentes orgánicas.

RESUMEN INGLES

OBJECTIVE

To assess and compare the prismatic effects produced in a patient using ophthalmic lenses in cases of isometropia and in different anisometropias: 2D and 4D.

METHODOLOGY

We have used lenses of different spherical powers (both positive and negative) and different refractive indices (1.5, 1.7).

To find the calculations of the prismatic effects, we have mainly used a computer program called BEAM4 in which we have found the deviation produced by a ray of light at different heights. The deviation will be given according to the power of the lens that we put before the eye of the patient. Through the Excel we find the prismatic effect that this deviation produces.

RESULTS

The results show us that the prismatic effect produced is different depending on the anisometropia of the patient and the height at which he is setting and the ametropia of the patient.

CONCLUSION

After the graphs obtained it can be considered that the prismatic effect in patients with hyperopia are greater and more symptomatic than in patients with myopia.

ÍNDICE

RESUMEN

- Catalán.....3
- Castellano.....4
- Inglés.....5

INTRODUCCIÓN.....7

EMETROPÍA Y AMETROPÍA.....8

- Hipermetropía, miopía.....9
- Astigmatismo, presbicia.....10

ANISOMETROPIA Y BINOCULARIDAD.....11

POTENCIA PRISMÁTICA.....12

PROGRAMAS INFORMÁTICOS.....13

- BEAM 4.....14
- EXCEL.....17

RESULTADOS.....22

CONCLUSIONES.....32

BIBLIOGRAFIA.....33

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo es qué a través de varios programas informáticos, observar los efectos prismático que se producen en pacientes usuarios de lentes oftálmicas orgánicas con diferentes ametropías y hacer una comparativa de los resultados obtenidos con diferentes neutralizaciones, es decir, con pacientes sin anisometropía (igual potencia en ambos ojos), con anisometropía de 2D (diferencia de potencia de un ojo al otro igual a 2D) y con anisometropía de 4D.

Los programas informáticos que hemos utilizado son: el BEAM4 y el Excel.

El programa BEAM4: es un programa, donde debes de introducir todos los datos de la lente, como el índice de refracción, el espesor de centro, la distancia a la cual está, la curvatura, etc. Y el programa simula un sistema óptico, partiendo de una pantalla en la cual salen los rayos (en este caso a 350mm del centro de rotación del ojo), una lente y el ojo del usuario. Este procedimiento lo hemos repetido para diferentes potencias de la lente, para diferentes alturas del objeto de fijación (0-300mm) y para los distintos índices de refracción que hemos trabajado (1.5, 1.7).

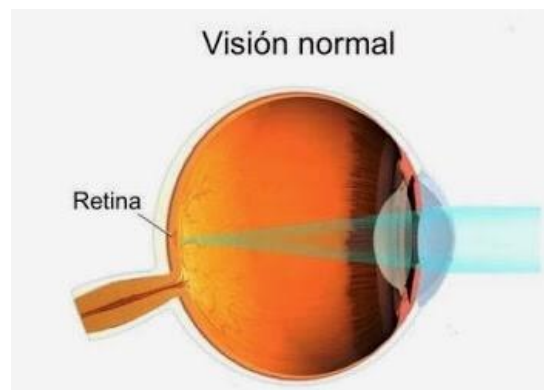
Una vez obtenidos todos los rayos con la desviación que se creaba en cada uno de ellos (dependiendo de la lente que le antepusiéramos y el punto donde el usuario esté fijando), pasábamos todos los datos a una hoja de cálculo de Excel, para tener todos los resultados unidos, y a partir de aquí obtener los efectos prismáticos producidos y hacer la combinación de anisometropías. Y por último adquirir con estos datos unas gráficas y extraer unas conclusiones.

Para comenzar haremos una pequeña explicación de todos los conceptos que tratamos en este trabajo.

EMETROPIA

La emetropía es la condición normal de refracción del ojo en el que existe un claro enfoque de las imágenes en la retina. El ojo posee 60D de poder dióptrico en total (43D corresponden al dioptrio de la córnea). Según el modelo de ojo teórico de Gullstrand-Emsley, para que se cumpla esta situación de emetropía, el ojo debe tener una longitud axial de 23.9mm y la curvatura de la córnea debe ser de 7.8mm.

El ojo emétrope es aquel que, sin acomodar, forma las imágenes sobre la retina, transmitiendo al cerebro, a través del nervio óptico una imagen nítida para una correcta visión.



AMETROPIA

Es una condición en que existe un defecto refractivo, causado por cualquier defecto ocular. La variación de alguno de los factores expuestos anteriormente (poderes dióptricos del ojo, y de la córnea o la variación de la longitud axial, y la curvatura de la córnea) provocarán un cambio en el poder dióptrico del ojo y, por lo tanto, una ametropía.

En un ojo amétrope con la acomodación relajada, se ocasiona un enfoque inadecuado de la imagen sobre la retina, causando por lo tanto una disminución de la agudeza visual.

Existen diferentes tipos de ametropías: Miopía, Hipermetropía, Astigmatismo y Presbicia.

- **HIPERMETROPIA**

Las imágenes se enfocan, por detrás de la retina, y por ello la visión es borrosa, especialmente de cerca. Se debe a que el diámetro del globo ocular es más pequeño de lo normal, o a que la córnea es demasiado plana.

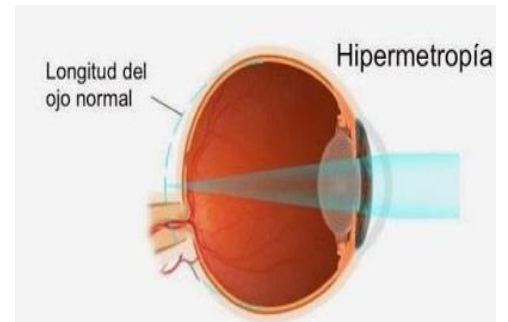


FIG.3:VISIÓN PERSONA HIPERMÉTROPE

- **MIOPIA**

Las imágenes se enfocan por delante de la retina y no sobre ella, lo que dificulta la visión de lejos. Se debe a que el globo ocular es demasiado alargado o a que la córnea es más curva de lo normal.

La miopía suele aparecer en la infancia y evoluciona hasta los 20 años aproximadamente, cuando tiende a estabilizarse. Si el error refractivo es superior a unas ocho dioptrías, se trata de alta miopía o miopía magna, un tipo de miopía que conlleva riesgos y complicaciones visuales específicas graves.



FIG.5:VISIÓN PERSONA MIOPE

- **ASTIGMATISMO**

El astigmatismo es un defecto refractivo que provoca que las imágenes se enfoquen sobre la retina de forma distorsionada, afectando a la visión de cerca y de lejos. A causa de la diferencia de poder dióptrico en los dos meridianos principales del ojo. El astigmatismo puede aparecer solo o asociado a miopía o hipermetropía, y suele ser estable durante toda la vida.

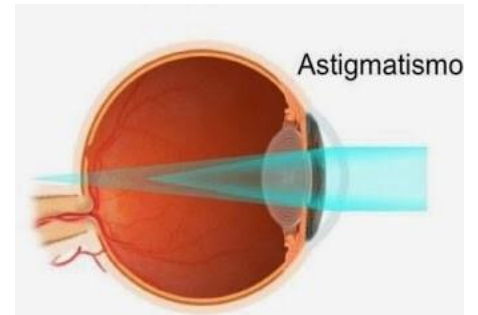


FIG.7: VISIÓN PERSONA CON ASTIGMATISMO

- **PRESBICIA**

La presbicia o vista cansada es una disminución de la capacidad de enfoque del ojo que provoca una pérdida de nitidez en la visión cercana. Suele producirse a partir de los 40-45 años. Se debe a una pérdida de elasticidad del cristalino, la lente natural del ojo que se encuentra entre la córnea y la retina. El cristalino tiene la capacidad de acomodación, es decir, de enfocar los objetos en función de la distancia a la que se encuentran. Podría decirse que es como el "zoom" de una cámara fotográfica. Con la edad, el cristalino pierde elasticidad y capacidad de enfoque, dando lugar a la vista cansada.



ANISOMETROPIA

La anisometropía es el término empleado para definir la diferencia del estado refractivo (graduación) de un ojo respecto el otro. Cuando es mayor de tres dioptrías, suele representar un grave problema para la visión binocular.

La anisometropía puede clasificarse de acuerdo a su magnitud en: leve si la diferencia es hasta dos dioptrías (buena fusión y estereopsis fina), elevada de 2 a 6 dioptrías (puede presentar fusión periférica) y muy elevada mayor de 6 dioptrías (supresión central y baja o nula estereopsis). Aunque, los síntomas asociados son muy variables dependiendo tanto del tipo como del grado de adaptación del paciente, pueden verse implicados problemas fusionales que impidan la correcta visión binocular.

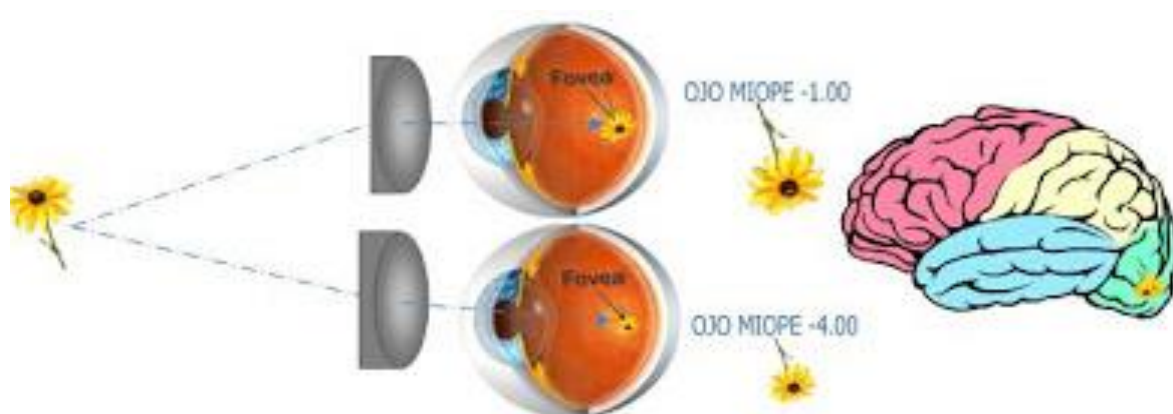
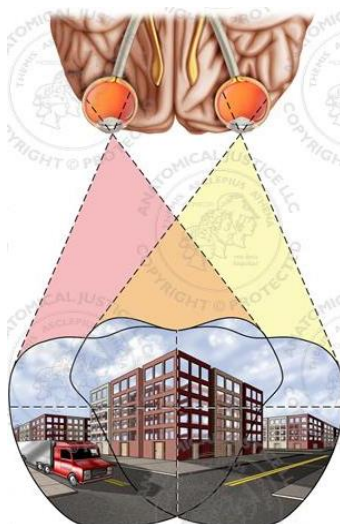


FIG. 9: La imagen retiniana del OD, es de mayor tamaño al tener menos potencia la lente necesaria para compensar su miopía. A nivel cerebral, ambas imágenes de diferentes tamaños y características, no se pueden fusionar para crear una única imagen tridimensional, por lo que afecta a la visión binocular.

BINOCULARIDAD

La visión binocular o visión estereoscópica es la capacidad que tiene el ser humano para integrar dos imágenes en una sola. El cerebro percibe las señales luminosas que provienen de ambos ojos a través de los impulsos nerviosos. Una vez dentro, se fusionan y se interpretan, enviando una respuesta única y en tres dimensiones.



POTENCIA PRISMÁTICA

Cualquier lente con potencia dióptrica produce un cambio en la dirección de los rayos que inciden sobre ella, exceptuando los que atraviesan el centro óptico. Los prismas ópticos desvían la dirección de los rayos sin variar la potencia dióptrica de los sistemas. La unidad que expresa esta desviación es la dioptría prismática.

Las lentes oftálmicas monofocales se suelen fabricar de tal forma que el centro geométrico coincide con el centro óptico. Se puede definir el centro óptico de una lente, como el lugar en el cual no existe efecto prismático.

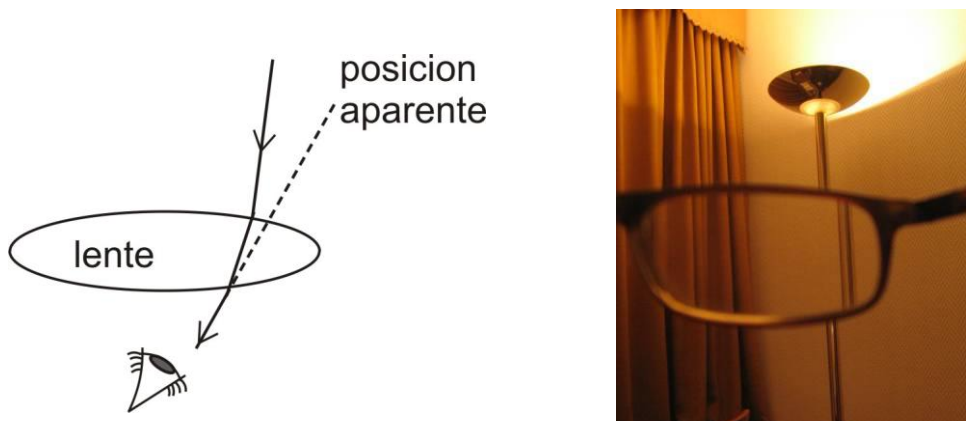


Fig.10: La cortina cae justo en el centro óptico de la lente, por lo que no observamos ningún desplazamiento, en cambio la lámpara está alejada del centro óptico, y por lo tanto se obtiene el efecto que observamos en la imagen. Este hecho es más notable contra más lejos del centro

- **Efectos prismáticos:** la ley de Prentice establece que el efecto prismático de una lente se calcula a partir de la desviación en centímetros del centro óptico de la lente. Los efectos prismáticos verticales son difíciles de compensar por los movimientos oculares cuando son superiores a las 2Δ .

$$\text{LEY DE PRENTICE: } \Delta = d \text{ (cm)} \cdot P \text{ (D)}$$

PROGRAMAS INFORMÁTICOS

En un primer momento, hemos tenido que calcular a través del Excel los valores de curvatura de las lentes que se iban a utilizar, hemos necesitado los valores del índice de refracción de la lente y del aire, los radios de curvatura y el espesor de centro de la lente, gracias a estos datos hemos podido completar las fórmulas para obtener la curvatura:

$$P1 = \frac{n-1}{R} \cdot 1000 = \text{curva base}$$

$$P2 = \frac{1-n}{R} \cdot 1000$$

$$PVP = P1N + P2 = \frac{P1}{1 - \frac{ec}{nL}} + P2$$

Y por último para obtener la curvatura:

$$\text{Curvatura}_1 = \frac{1}{R1}$$

$$\text{Curvatura}_2 = \frac{1}{R2}$$

BEAM4

Para simular las dos lentes de unas gafas debemos diseñar un sistema óptico en el cual se definan "grupos de superficies". Esto lo hemos llevado a cabo en el programa BEAM4. Cada grupo está compuesto por las diferentes opciones que tiene un determinado rayo para atravesar un determinado nivel del sistema óptico.

Primero abrimos un del fichero OPT., es una tabla donde se tienen que poner el índice de refracción que tenemos justo antes de las superficies, también tenemos que introducir las coordenadas X, Y i Z de la misma, así como su curvatura (obtenida con el Excel), y en la línea inmediatamente posterior tiene que aparecer el índice de refracción del medio posterior a la superficie.

Los rayos salen de un plano situado a 350mm de la línea base que contiene el centro de rotación del ojo. La altura a la cual salen los rayos es X0=0-300mm, y las coordenadas y0 de 19 puntos.

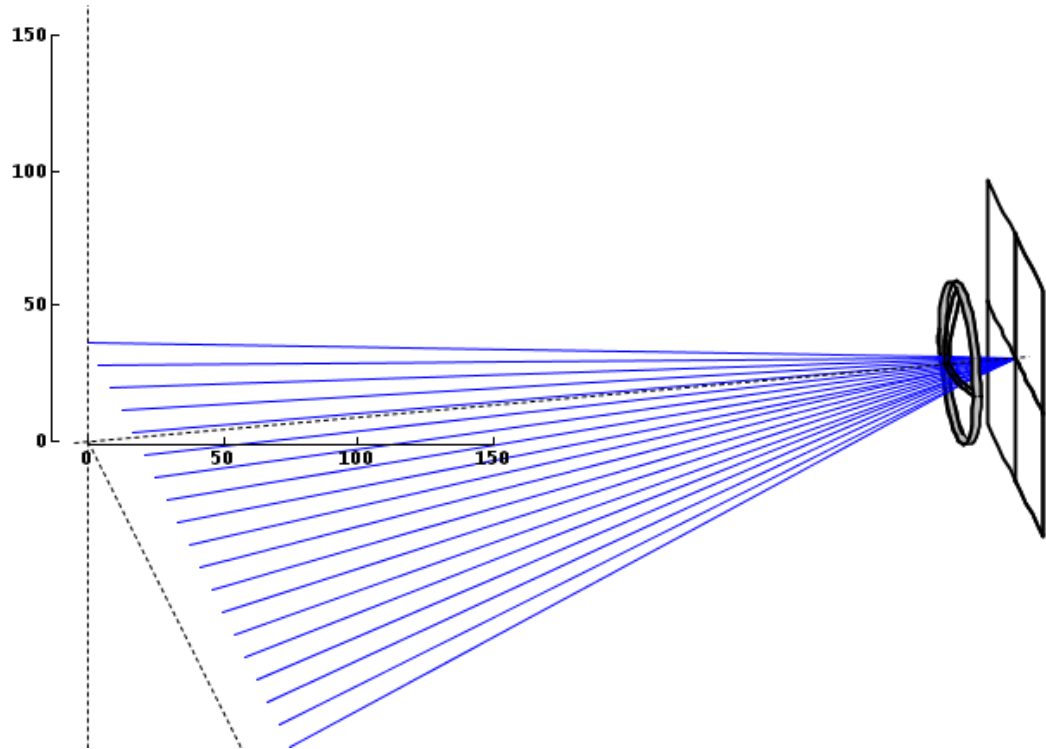
-1D, 1.5, ec=1.8.OPT row=T col=23 OPTeditor										
3 surfaces										
Index	Z	X	Y	Group	Pitch	Curv	Shape	Type	Form	Diam
1	323.2		0			0.010000		L		60
1.500	325		0			0.012060		L		60
1	350		0					F	S	100

Una vez creado el archivo OPT. Abrimos un archivo en el cual simularemos un rayo: .RAY introduciendo los valores de las coordenadas X0, y generando un archivo para cada valor de x0 (desde la altura 0mm a 300mm en pasos de 20mm). Por cada potencia de lente y de índice de refracción. ya que Y0 siempre será de 0-360mm en pasos de 20mm para cada uno de los valores de x0. Se tiene que conseguir que la Xfinal y la Yfinal den un valor lo más próximo posible a 0, por tal de asegurarnos que el rayo se desvía lo menos posible del centro óptico. El valor indicado en el Ufinal nos muestra la inclinación con la que el rayo llega a la última superficie, y Vfinal nos muestra el valor de la inclinación horizontal con la que llega el rayo a la última superficie.

Este procedimiento lo hemos utilizado en diferentes potencias de: (+1 a +7D) y (-1 a -7) y con dos índices distintos (1.50, 1.74).

x=40, P-1 1.5.RAY row=T col=4 RAYeditor																
19 rays																
Z0	X0	Y0	U0	V0	@	Zgoal	Xgoal	Ygoal	Ugoal	Vgoal	Zfinal	Xfinal	Yfinal	Ufinal	Vfinal	Notes
40	0	0	-0.113840?	0.000000?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.000	-0.11173	0.00000	OK 3
40	20	0	-0.113657?	-0.056828?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.000	-0.11155	-0.05577	OK 3
40	40	0	-0.113113?	-0.113113?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.000	-0.11101	-0.11101	OK 3
40	60	0	-0.112223?	-0.168334?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.001	-0.11013	-0.16519	OK 3
40	80	0	-0.111011?	-0.222023?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.001	-0.10893	-0.21785	OK 3
40	100	0	-0.109510?	-0.273775?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.001	-0.10744	-0.26860	OK 3
40	120	0	-0.107755?	-0.323265?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.001	-0.10571	-0.31712	OK 3
40	140	0	-0.105786?	-0.370250?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.001	-0.10376	-0.36316	OK 3
40	160	0	-0.103642?	-0.414568?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.001	-0.10164	-0.40657	OK 3
40	180	0	-0.101363?	-0.456135?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.001	-0.09939	-0.44726	OK 3
40	200	0	-0.098986?	-0.494929?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.001	-0.09705	-0.48523	OK 3
40	220	0	-0.096543?	-0.530987?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.001	-0.09464	-0.52050	OK 3
40	240	0	-0.094064?	-0.564386?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.001	-0.09219	-0.55317	OK 3
40	260	0	-0.091575?	-0.595338?	b	350	0	0			350.000	0.000	0.001	-0.08974	-0.58333	OK 3

A través de cada tabla con sus correspondientes datos obtenemos un sistema óptico como el siguiente:



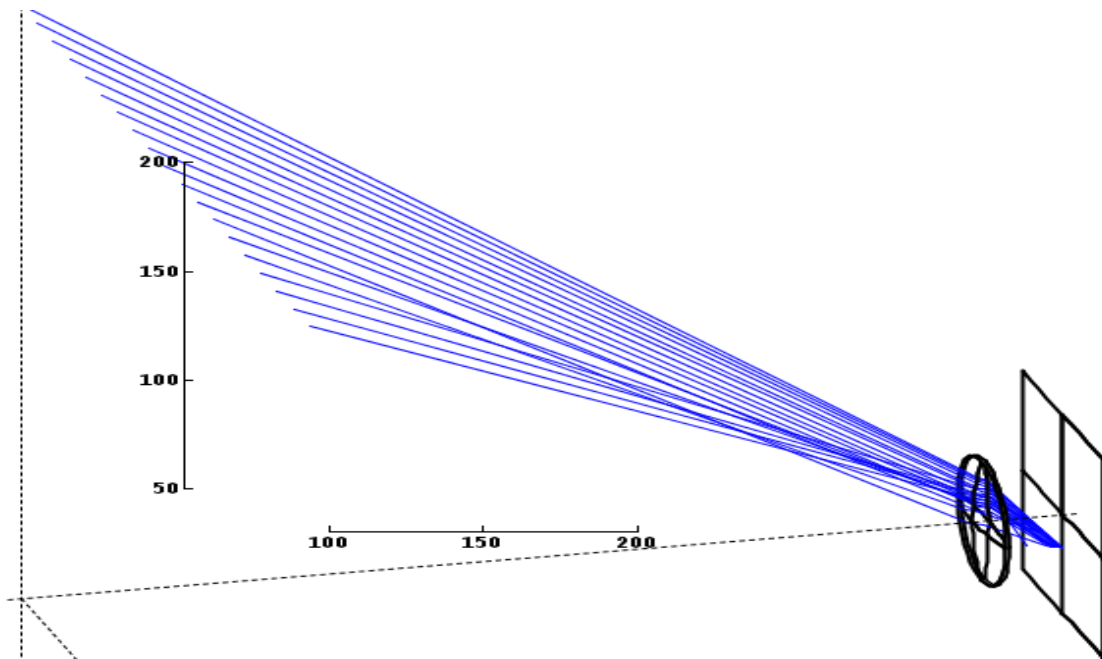
Observamos un conjunto de rayos provenientes de una distancia de 350mm, vemos como atraviesa la lente y llegan cada uno de ellos al centro de rotación del ojo. Este sería el caso ideal en el cual los rayos no se desvían del centro óptico, pero dependiendo de la potencia de la lente y de la altura a la cual el ojo este observando (X_0) puede no cumplirse este aspecto y obtener un conjunto de rayos que se desvían del centro óptico, y no llegar al centro de rotación del ojo. Como el caso de una lente de +7D y el observador está fijando un punto a $x=300$:

Laura_+7_174_OPT.OPT row=10 col=140 OPTeditor

3 surfaces												
Index	Z	X	Y	Group	Pitch	Curv	Shape	Type	Form	Diam		
1	319.6		0			0.006757		L		60		
1.74	325		0			-0.002596		L		60		
1	350		0					F	S	100		

Laura_+7_174_X=300.RAY row=T col=1 RAYeditor

Lent Prova 300.RAY														
X0	Y0	U0	V0	@	Zgoal	Xgoal	Ygoal	Zfinal	Xfinal	Yfinal	Ufinal	Vfinal	Note	
300	0	-0.654125?	0.000000?	b	350	0	0	350.000	-17.279	0.000	-0.82891	0.00000	OK	3
300	20	-0.653797?	-0.043586?	b	350	0	0	350.000	-17.387	-1.159	-0.82703	-0.05514	OK	3
300	40	-0.652796?	-0.087040?	b	350	0	0	350.000	-17.702	-2.360	-0.82144	-0.10952	OK	3
300	60	-0.651073?	-0.130215?	b	350	0	0	350.000	-18.200	-3.640	-0.81234	-0.16247	OK	3
300	80	-0.648559?	-0.172949?	b	350	0	0	350.000	-18.844	-5.025	-0.80004	-0.21335	OK	3
300	100	-0.645180?	-0.215060?	b	350	0	0	350.000	-19.590	-6.530	-0.78493	-0.26164	OK	3
300	120	-0.640871?	-0.256348?	b	350	0	0	350.000	-20.388	-8.155	-0.76746	-0.30698	OK	3
300	140	-0.635593?	-0.296610?	b	350	0	0	350.000	-21.195	-9.891	-0.74808	-0.34911	OK	3
300	160	-0.629234?	-0.335592?	b	350	0	0	350.000	-21.969	-11.717	-0.72792	-0.38822	OK	3
300	180	-0.622384?	-0.373431?	b	350	0	0	350.000	-22.681	-13.609	-0.70384	-0.42230	OK	3
300	200	-0.615174?	-0.410186?	b	350	0	0	350.000	-23.333	-15.579	-0.67480	-0.44966	OK	3
300	220	-0.600464?	-0.444299?	b	350	0	0	350.000	-23.532	-18.567	-0.68759	-0.49205	OK	3
300	240	-0.601351?	-0.484717?	b	350	0	0	350.000	-25.576	-21.821	-0.57385	-0.44696	OK	3
300	260	-0.575386?	-0.509020?	b	350	0	0	350.000	-24.516	-24.598	-0.67575	-0.55134	OK	3



Como podemos observar este caso es extremo ya que tratamos de una lente con la máxima potencia que hemos trabajado +7D, y con una altura de 300mm y vemos como los rayos sufren una desviación importante, no entrando por el centro óptico ni por el centro de rotación. Creando así una supresión de la imagen.

Una vez realizados estos cálculos y obtenidos todos los rayos con el programa BEAM4, los adjuntamos en un Excel para obtener los efectos prismáticos que se pueden producir en caso de no anisometropía, anisometropía de 2D y anisometropía de 4D.

EXCEL

Con el Beam4 hemos trabajado con el cuadrante superior Izquierdo desde el punto de vista del paciente. Como todos los cuadrantes son simétricos, trabajando uno tenemos el resultado de todos.

Pasamos todos los valores del BEAM4 a una hoja de cálculo Excel. Importamos todos los valores poniendo las alturas de x desde 0 a 300mm por cada potencia trabajada en una hoja de Excel y los índices, juntos en una hoja de cálculo para poder manipularlos mejor. Lo hacemos para "LENT UD" y exactamente lo mismo para "LENT UE". A continuación, observamos la inclinación que tiene que hacer cada ojo cuando los rayos atraviesan la lente con la que estamos trabajando.

Lent UD				auxiliars												Tolerància					
X0	Y0	U0	V0	Xfinal	Yfinal	Ufinal	Vfinal	Xfinal	Yfinal	Xfinal	Yfinal	Ufinal	Vfinal	sin α_v	sin α_H	α_v (°)	α_H (°)	α_v (∇)	α_H (∇)	Xfinal o Yfinal:	0,100
0	0			0,000	0,000	0,00000	0,00000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00000	0,00000	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00		
0	20			0,000	0,000	0,00000	-0,05614	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00000	-0,05614	0,0000	-0,0561	0,00	-3,22	0,00	-5,62		
0	40			0,000	0,000	0,00000	-0,11173	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00000	-0,11173	0,0000	-0,1117	0,00	-6,42	0,00	-11,24		
0	60			0,000	0,001	0,00000	-0,16624	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,16624	0,0000	-0,1662	0,00	-9,57	0,00	-16,86		
0	80			0,000	0,001	0,00000	-0,21921	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,21921	0,0000	-0,2192	0,00	-12,66	0,00	-22,47		
0	100			0,000	0,001	0,00000	-0,27024	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,27024	0,0000	-0,2702	0,00	-15,68	0,00	-28,07		
0	120			0,000	0,001	0,00000	-0,31898	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,31898	0,0000	-0,3190	0,00	-18,60	0,00	-33,66		
0	140			0,000	0,001	0,00000	-0,36521	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,36521	0,0000	-0,3652	0,00	-21,42	0,00	-39,23		
0	160			0,000	0,001	0,00000	-0,40877	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,40877	0,0000	-0,4088	0,00	-24,13	0,00	-44,79		
0	180			0,000	0,001	0,00000	-0,44958	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,44958	0,0000	-0,4496	0,00	-26,72	0,00	-50,33		
0	200			0,000	0,001	0,00000	-0,48763	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,48763	0,0000	-0,4876	0,00	-29,18	0,00	-55,85		
0	220			0,000	0,001	0,00000	-0,52295	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,52295	0,0000	-0,5230	0,00	-31,53	0,00	-61,35		
0	240			0,000	0,001	0,00000	-0,55564	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,55564	0,0000	-0,5556	0,00	-33,75	0,00	-66,83		
0	260			0,000	0,001	0,00000	-0,58580	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,58580	0,0000	-0,5858	0,00	-35,86	0,00	-72,28		
0	280			0,000	0,001	0,00000	-0,61358	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,61358	0,0000	-0,6136	0,00	-37,85	0,00	-77,70		
0	300			0,000	0,001	0,00000	-0,63912	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,63912	0,0000	-0,6391	0,00	-39,73	0,00	-83,10		
0	320			0,000	0,001	0,00000	-0,66259	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,66259	0,0000	-0,6626	0,00	-41,50	0,00	-88,47		
0	340			0,000	0,001	0,00000	-0,68414	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,68414	0,0000	-0,6841	0,00	-43,17	0,00	-93,80		
0	360			0,000	0,001	0,00000	-0,70392	0,000	0,001	0,000	0,001	0,00000	-0,70392	0,0000	-0,7039	0,00	-44,74	0,00	-99,10		
20	0			0,000	0,000	-0,05614	0,00000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,05614	0,00000	-0,0561	0,0000	-3,22	0,00	-5,62	0,00		
20	20			0,000	0,000	-0,05605	-0,05605	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,05605	-0,05605	-0,0561	-0,0561	-3,21	-3,21	-5,61	-5,61		
20	40			0,000	0,000	-0,05577	-0,11155	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,05577	-0,11155	-0,0558	-0,1116	-3,20	-6,40	-5,59	-11,23		
20	60			0,000	0,001	-0,05533	-0,16598	0,000	0,001	0,000	0,001	-0,05533	-0,16598	-0,0553	-0,1660	-3,17	-9,55	-5,54	-16,83		
20	80			0,000	0,001	-0,05472	-0,21887	0,000	0,001	0,000	0,001	-0,05472	-0,21887	-0,0547	-0,2189	-3,14	-12,64	-5,48	-22,43		

Las dos últimas columnas α son las dioptrías prismáticas de la rotación que tiene que hacer el ojo para fijar este objeto de las coordenadas que le hemos dado.

La columna alfa vertical: α_v indica el grado de infraducción o supraducción que es necesario que haga un determinado ojo por tal de fijar cada uno de los puntos en los cuales hemos estado trabajando.

La columna α_H nos indica el grado de abducción o adducción que tiene que hacer un determinado ojo con tal de enfocar cada uno de esos puntos. Los valores angulares horizontales quiere decir que si el ángulo es negativo, el rayo viene de la izquierda, por lo que el ojo tiene que girar hacia la izquierda. (ojo derecho hará adducción, pero el izquierdo abducción)

Cuando los valores obtenidos son negativos es que el rayo cae en inclinación negativa, la cual cosa quiere decir que el ojo tiene que hacer una supraducción (tiene que mirar hacia arriba).

Como todos los puntos están en el cuadrante superior izquierda, todos los valores implican levantar la mirada, es decir, hacer supraducción, por este motivo obtenemos siempre valores negativos.

Una vez obtenidos los resultados observamos que todo y trabajando sin anisometropía se crea un efecto prismático, debido a que un ojo este desplazado respecto el otro 60mm, por lo tanto, la inclinación de un rayo en un punto determinado será mayor en un ojo que en otro. El efecto prismático vertical cuando no hay anisometropía es muy bajo, y perfectamente asumible.

En los casos sin anisometropía utilizemos dos lentes: de +7D, dos lentes de +5D, de +3D, y de +1D y las mismas potencias, pero negativas. Y estas mismas lentes con los dos índices de refracción en los cuales hemos trabajado.

En el caso de anisometropía de 2D y de 4D las lentes utilizadas han sido las siguientes:

ANISOMETROPIA DE 2D n= 1.50 y 1.74		ANISOMETROPIA DE 4D n=1.50 y 1.74	
OI	OD	OI	OD
+7	+5	+7	+3
+3	+1	+5	+1
+1	-1	+3	-1
-1	-3	+1	-3
-3	-5	-1	-5
-5	-7	-3	-7

Teniendo en cuenta que siempre hemos trabajado el mismo índice binocularmente, ya que las gafas son montadas con el mismo índice en ambos ojos.



Una vez introducido todos los datos en cada "pestaña" del Excel, obtenemos una donde se puede observar el efecto prismático vertical y horizontal que se produce:

Table titled 'EFECTES PRISMÀTICS DE LA LENT DE L'UE' showing prism effects for various X0 (mm) and Y0 (mm) values. The table is a grid with X0 on the vertical axis and Y0 on the horizontal axis, with values ranging from -300 to 300.

Moviment ocular: Positiu (+) -> BS INFRADUCCIÓ (menor supraduació o major infraduació); Negatiu (-) -> SI SUPRADUCCIÓ (major supraduació o menor infraduació)

Esta imagen representa el efecto prismático vertical para una lente del ojo izquierdo de +7D, obtenemos una similar del efecto prismático horizontal y lo mismo para el ojo derecho. El efecto prismático se obtiene de restar la inclinación (av - ah) del ojo izquierdo menos la inclinación cuando no tiene la lente de una determinada potencia. y a continuación la diferencia prismática de ambos ojos:

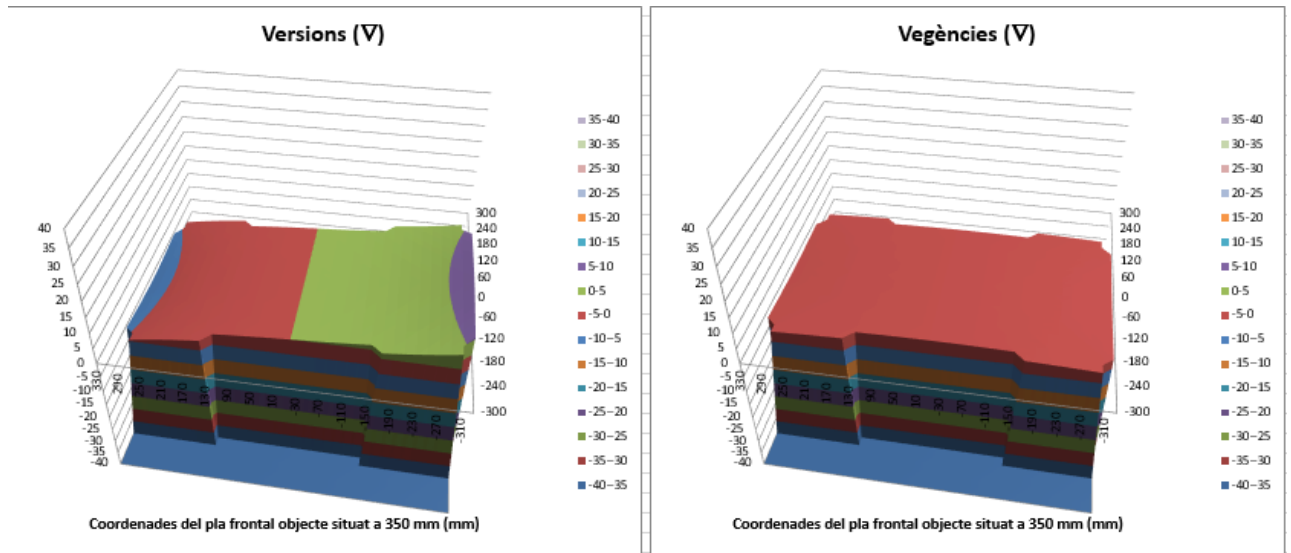
DIFERÈNCIA D'EFECTE PRISMÀTIC ENTRE L'OD I L'OE

Table titled 'DIFERÈNCIA D'EFECTE PRISMÀTIC ENTRE L'OD I L'OE' showing the difference in prism effects between the right and left eyes for various X0 and Y0 values. The table is a grid with X0 on the vertical axis and Y0 on the horizontal axis, with values ranging from -300 to 300.

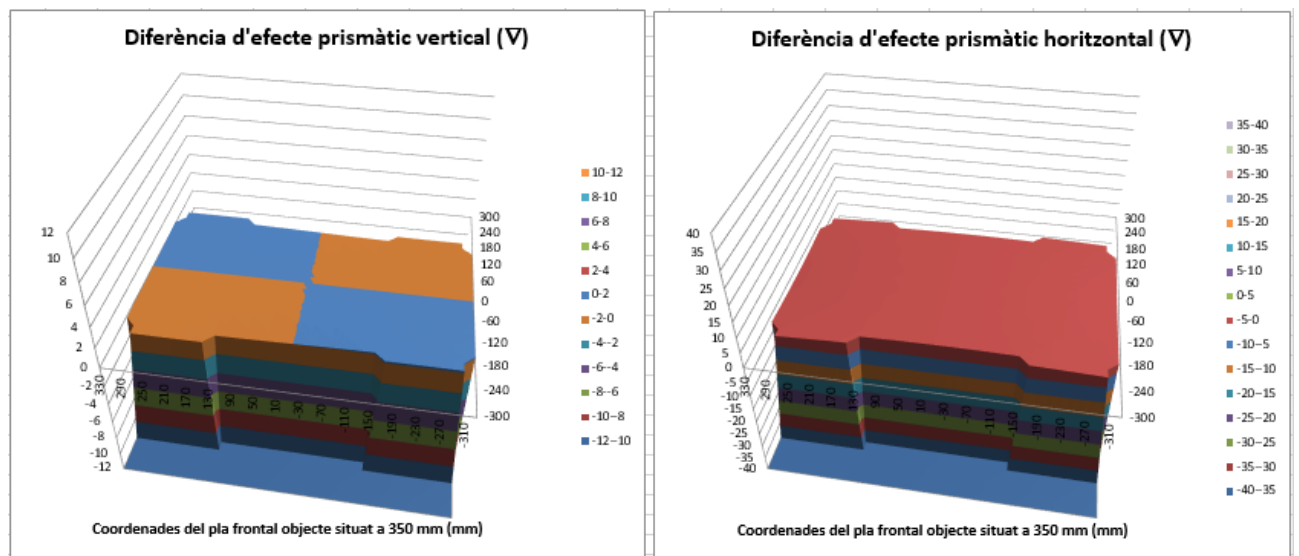
Vergència vertical: Positiu (+): INFRVERGÈNCIA (vergència vertical negativa); Negatiu (-): SUPRAVERGÈNCIA (vergència vertical positiva)

Todos los cálculos se han obtenido a partir del plano medio de ambos ojos, es decir: 30mm (mitad DIP).

Una vez realizadas todas estas tablas, hacemos unas gráficas resumen de toda la información obtenida por cada lente y para observar gráficamente los efectos prismáticos producidos.



En la gráfica de las versiones cuanto más periférico es el estímulo, más cantidad de versión hay, y además más versión se produce en este mismo sentido. Respecto el 0, un valor muy positivo querrá decir que hay una dextroversión. Las versiones no nos dan problemas de binocularidad, en cambio, con las vergencias si. Si se produce convergencia el valor será negativo y si está divergiendo el valor será positivo.



Si nos fijamos en la gráfica de diferencia de efecto prismático vertical, la barra derecha oscila entre 300 y -300, representa el plano frontal, es decir, la dimensión vertical. La barra horizontal que va de 330 a -310 representa la dimensión horizontal, la barra izquierda que oscila entre 12 y -12, es la diferencia de efecto prismático vertical, según el color que presente nos indicará la diferencia prismática en la que oscila el caso en cuestión.

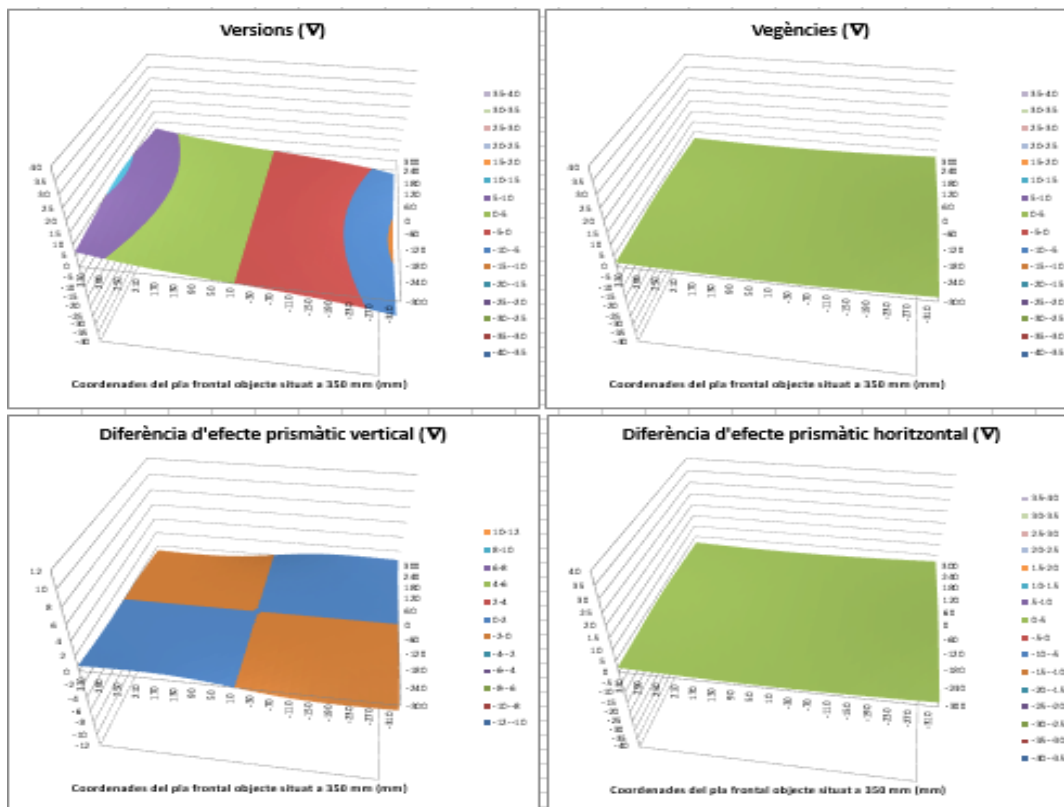
RESULTADOS

Para todas las gráficas estudiadas siempre es respecto a no llevar ninguna lente. En primer lugar, hablaremos de los casos en los cuales no existe anisometropía, haciendo una comparativa de las gráficas obtenidas para ambos índices de refracción.

SIN ANISOMETROPIA (lentes negativas)

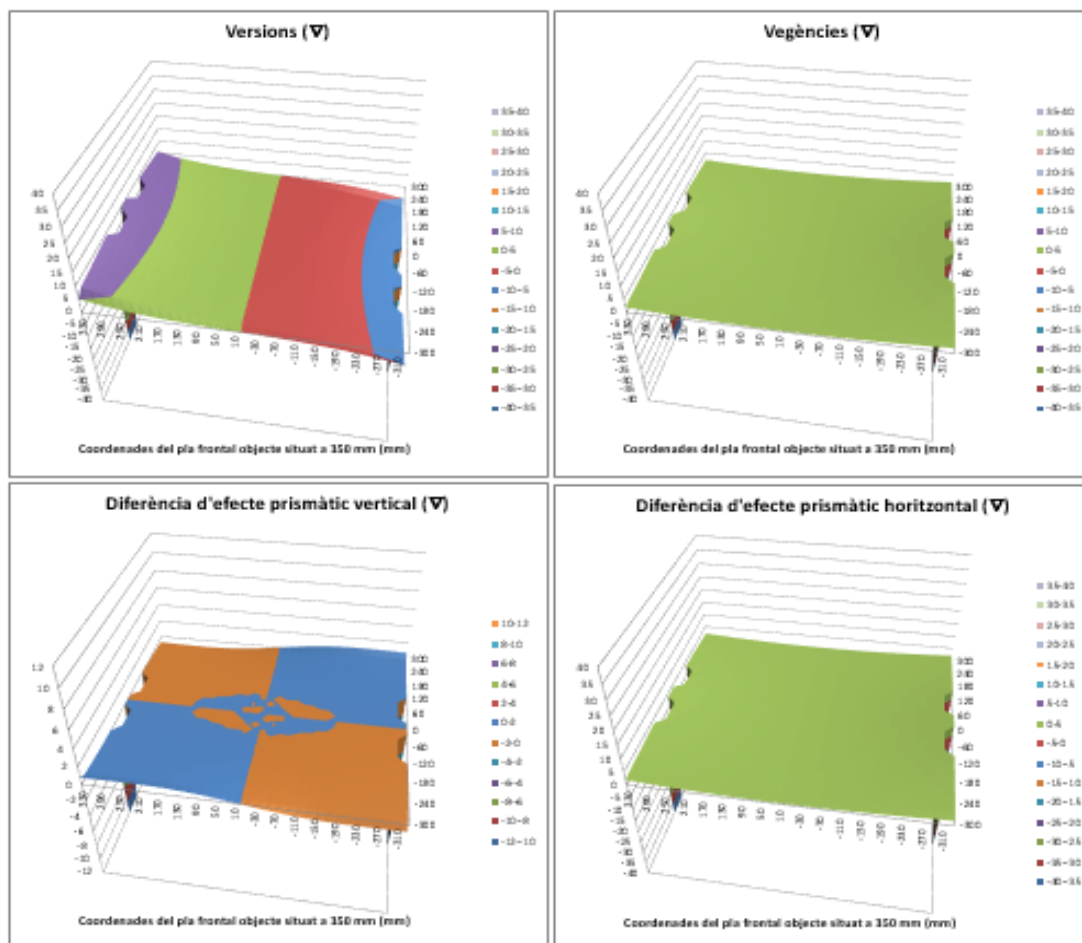
- LENTE DE -1D, las gráficas son muy parecidas, hemos obtenido que son más grandes las versiones que las vergencias, sobre todo en la parte izquierda, y por lo tanto más positivas. Las diferencias de efectos prismáticos son perfectamente asumibles.
- LENTE DE -3D, muy similar al caso anterior. Vemos que las gráficas obtenidas de ambos índices son muy parecidas. Observamos que hacia la izquierda hay un pequeño aumento, siendo más grandes y positivas.

La cual cosa quiere decir, que cuanto más periférico es el estímulo, más cantidad de versión hay. A continuación, se pueden observar las gráficas obtenidas:



Sin anisometropia -3D

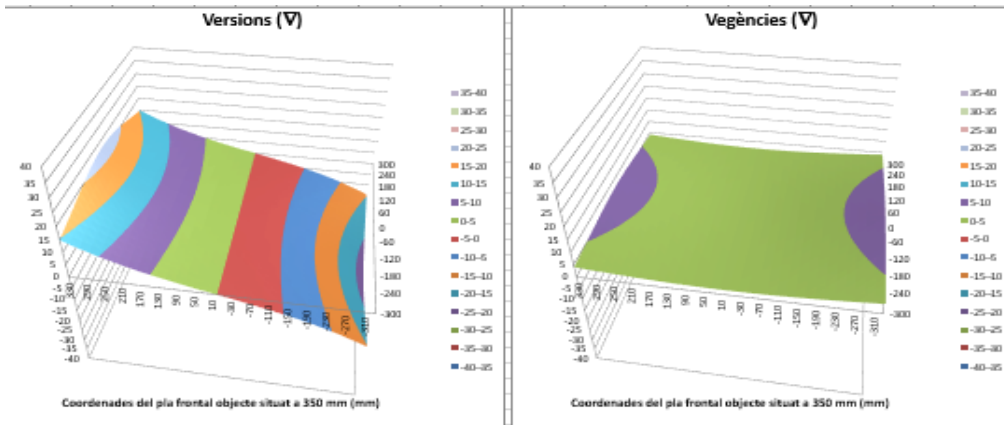
n=1.50



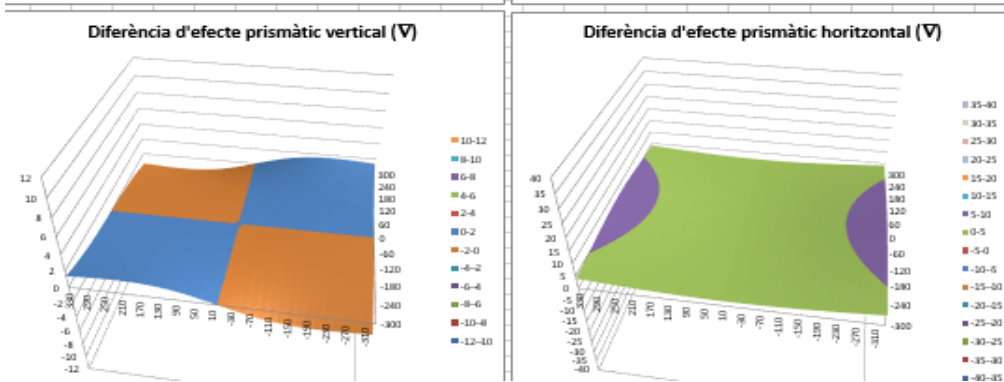
Sin anisotropia de -3D

n=1.7

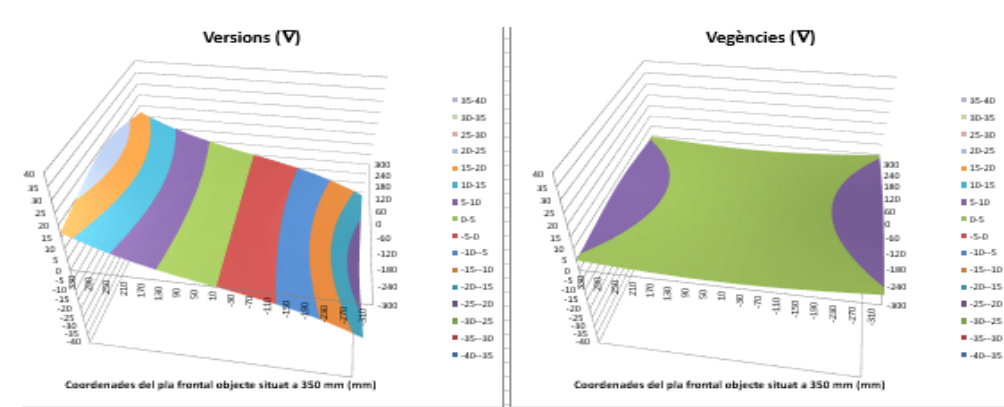
- LENTES DE -5: En el siguiente caso de sin anisotropías de -5D, tampoco encontramos diferencias destacables entre los dos índices de refracción, ya que obtenemos un resultado muy parecido al del caso anterior.
- LENTES DE -7: En estas gráficas, observamos como las dioptrías prismáticas se ven levemente aumentadas en la periferia en la diferencia de efecto prismático horizontal llegan a valores de 5-10 dioptrías prismáticas. Obtenemos un aumento de las versiones en el lado izquierdo llegando a 20-25 dioptrías prismáticas.



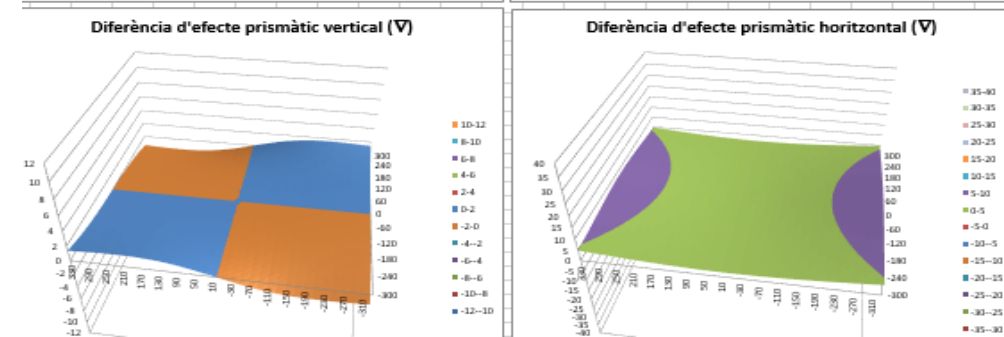
Sin anisometropia de -7D



n=1.50



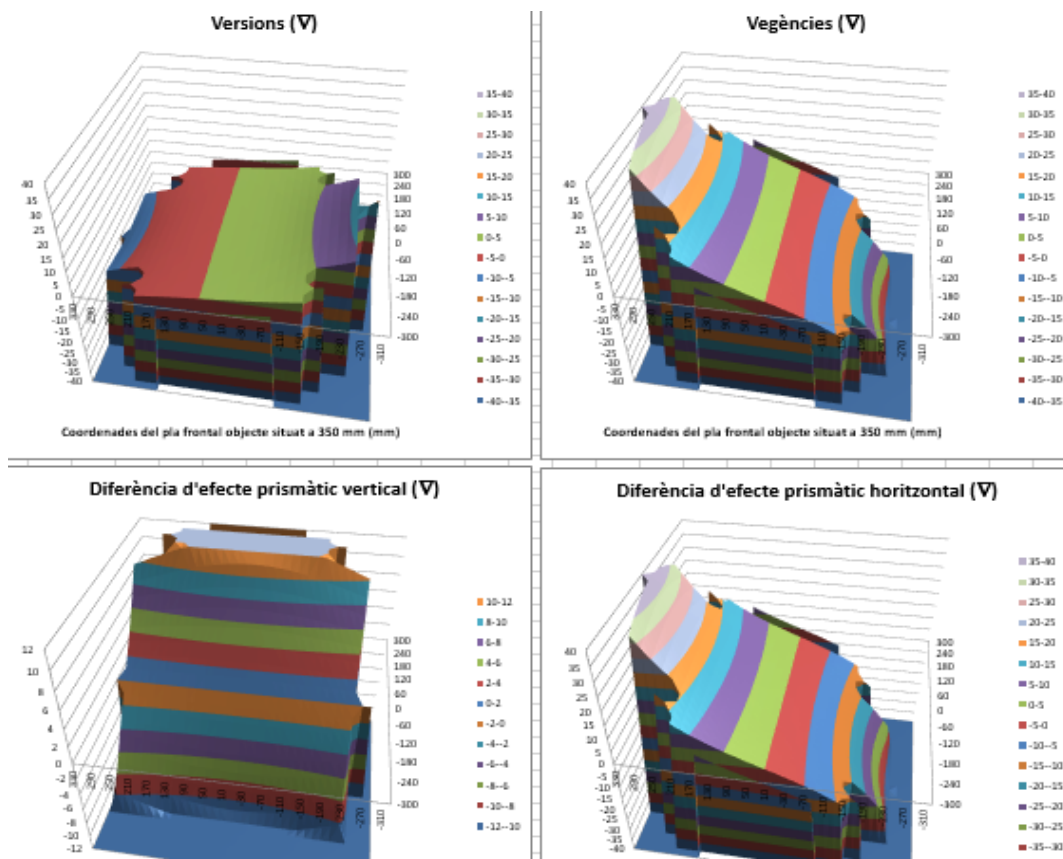
Sin anisometropia de -7D



n=1.74

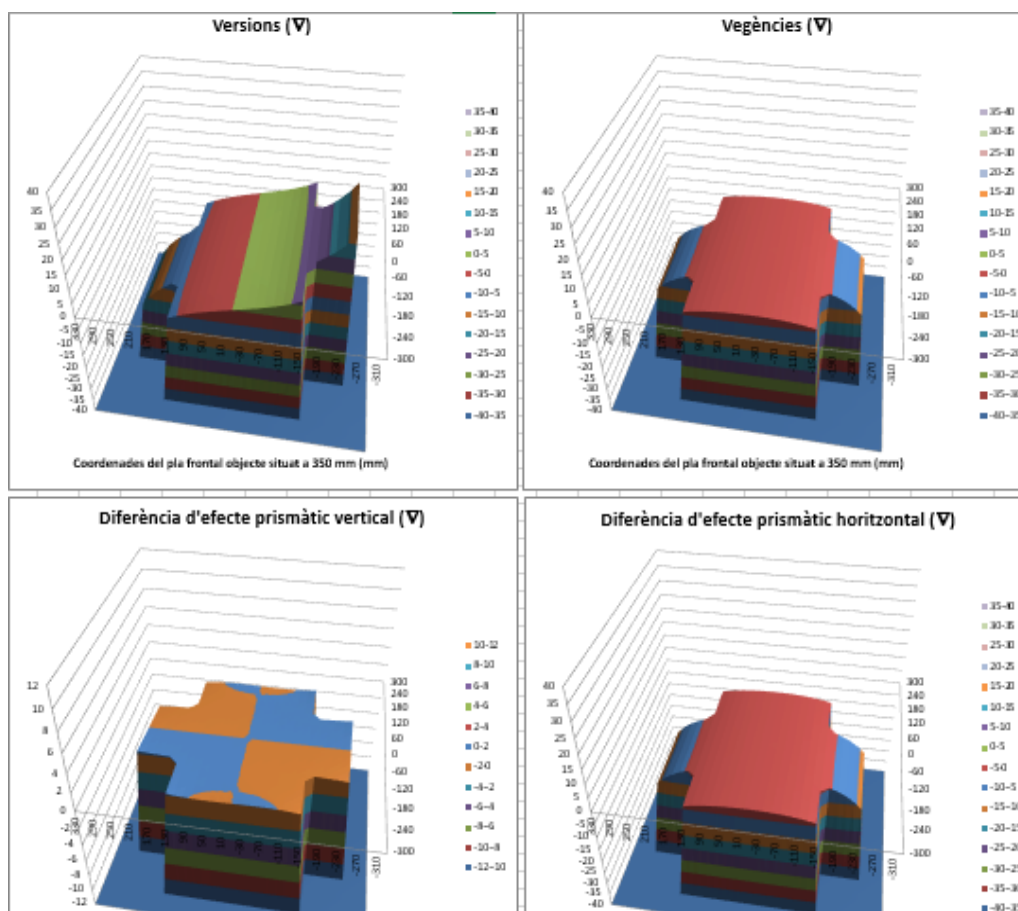
SIN ANISOMETROPIA (lentes positivas)

- LENTES DE +1D: En el índice de 1.50, observamos un resultado entre -5 y 0 dioptrías prismáticas en todas las distancias, mientras que el índice más alto vemos una diferencia de efecto prismático mayor hacia la derecha llegando entre 5 y 10 dioptrías prismáticas.
- LENTES DE +3D: no hay diferencias destacables entre ambos índices, obteniendo el mínimo resultado en la parte central de las vergencias y un leve aumento en la periferia. De todas maneras, el efecto prismático obtenido se puede asumir perfectamente. Al índice 1.74 en las vergencias verticales hay más zonas de visión que no al índice 1.50. En cambio, las vergencias horizontales son prácticamente iguales.
- LENTES DE +5D: en este caso obtenemos diferentes gráficas para ambos índices. En $n= 1.50$: observamos menor valor en la zona central y hacia la periferia aumenta hasta oscilar entre 10-15 dioptrías prismáticas. En la gráfica de las versiones vemos cómo van siendo mayores hacia la derecha y más pequeñas hacia la izquierda. En cambio, en la gráfica de las vergencias vemos un gran aumento en la zona izquierda pudiendo alcanzar 35-40 dioptrías prismáticas. En el caso de 1.74: las versiones son muy parecidas, obteniendo un resultado más elevado en el índice 1.74, pero las vergencias son completamente diferentes, en el caso del índice alto, se obtiene un valor más bajo en el centro y en la periferia un leve incremento, con un máximo de 15-20 dioptrías prismáticas.



Sin anisometropia de +5D

$n=1.50$



Sin anisometropia de +5D

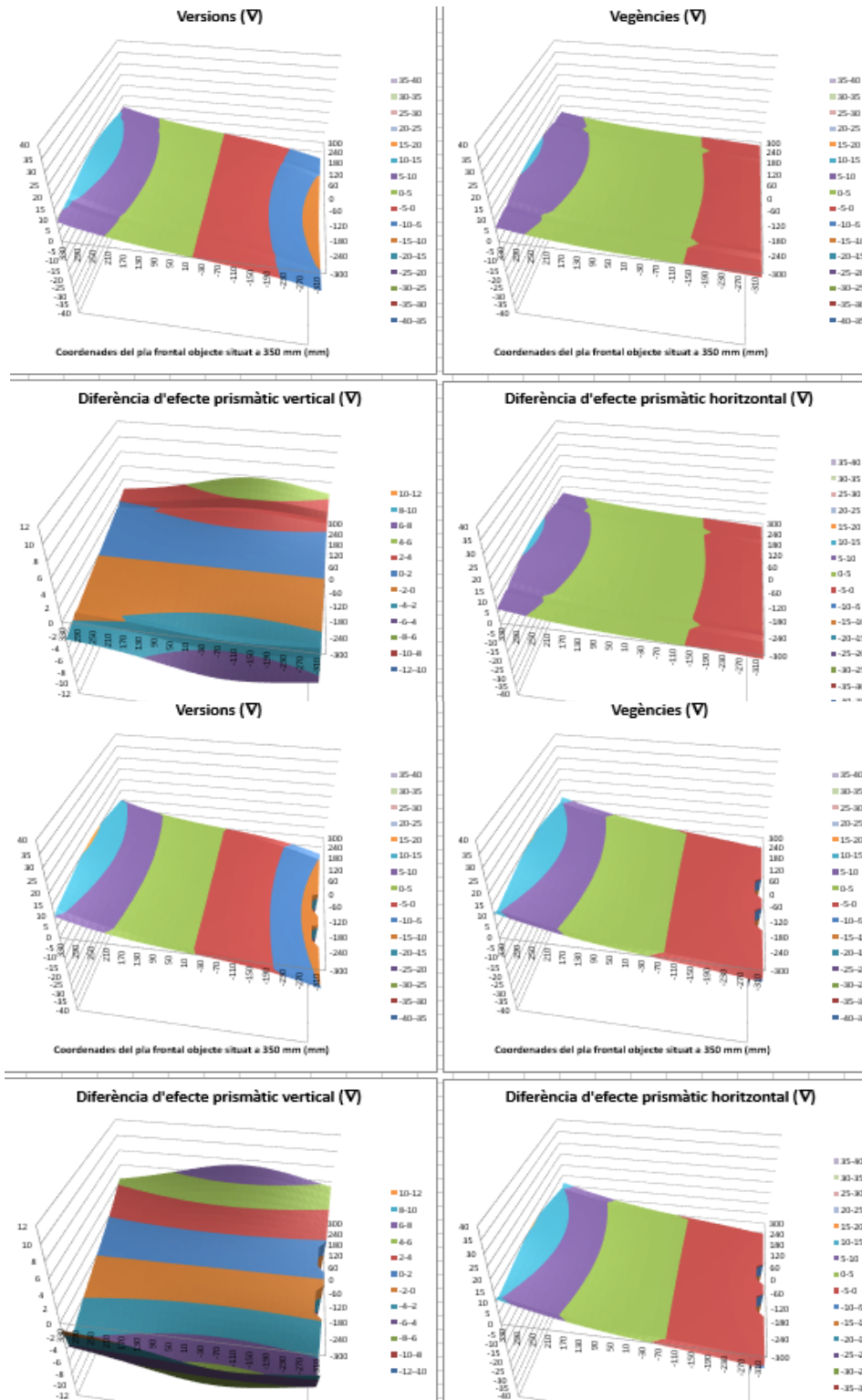
n=1.74

- LENTES DE+7D no existe casi entre las gráficas de los dos índices, lo único destacar que como es una potencia elevada (máxima potencia trabajada), el campo de visión se ve más reducido que en el resto de potencias. esto se debe a que con más potencia tenga la lente, menor visión periférica obtenemos. Podemos concluir que el campo de visión es más amplio en el índice 1.5, que en el índice 1.7, aunque con poca diferencia entre ellos.

ANISOMETROPIA DE 2D

- OI=+1D, OD=-1D: obtenemos gráficas diferentes. Con el índice más bajo (1.50), no se observan diferencias de efecto prismático en las vergencias, ya que las dioptrías prismáticas se mantienen estables entre 0-5DP. En cambio, en el índice de 1.74 vemos una variación de dioptrías prismáticas, observamos como en el lado izquierdo incrementan llegando a 5-10DP, en el lado derecho observamos una disminución.

- $OI=-3D$ $OD=-5D$: Las vergencias son prácticamente exactas, lo único a destacar sería que, en las vergencias, al igual que en la diferencia de los efectos prismáticos horizontales, en el caso del índice 1.74, hay más predominancia de las dioptrías prismáticas de 10-15DP que no en el caso de 1.5.



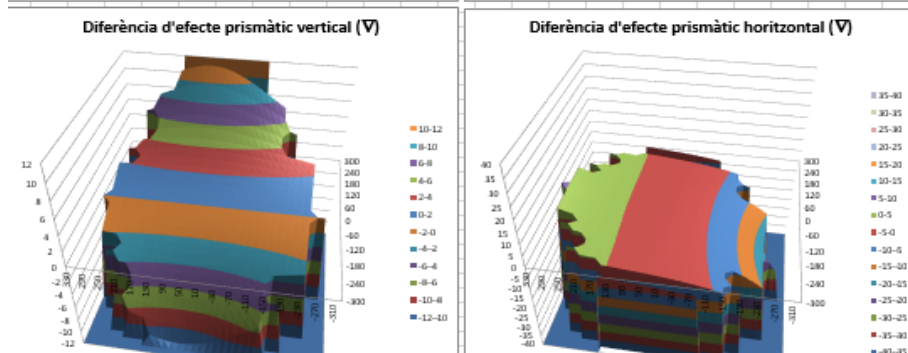
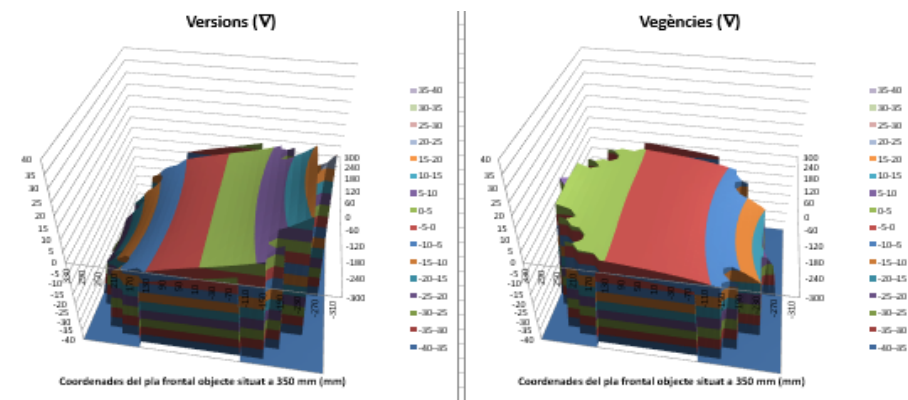
Anisotropia de 2D: -3, -5

n=1.50

Anisotropia de 2D: -3, -5

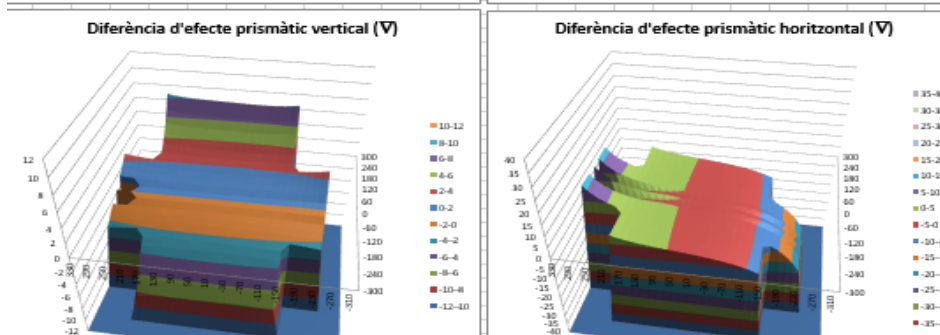
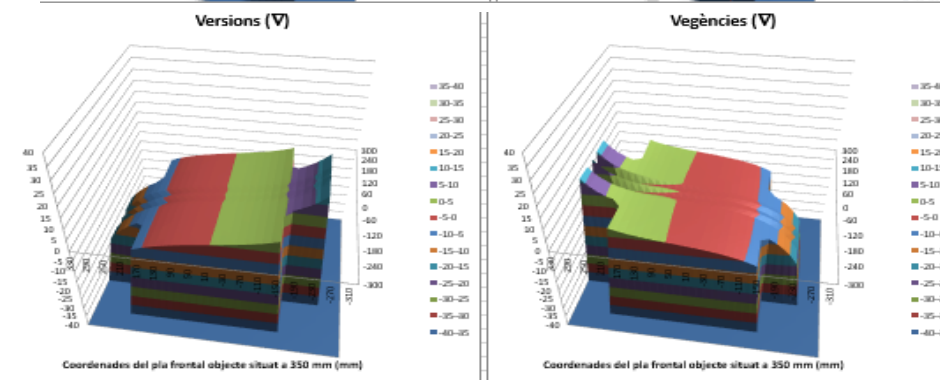
n=1.74

- $OI = -5D$, $OD = -7D$: en los dos índices obtenemos resultados prácticamente iguales. Como pasaría en el caso anterior.
- $OI = +5$, $OD = +3$: En las versiones obtenemos un resultado muy similar. En las vergencias en la parte izquierda aumentan en los dos índices, pero con el índice 1.74 obtenemos mayor efecto prismático llegando a 10-15DP, en cambio en el índice 1.50, llegan a 0-5DP.



Anisometropia de 2D: +5, +3

$n=1.50$



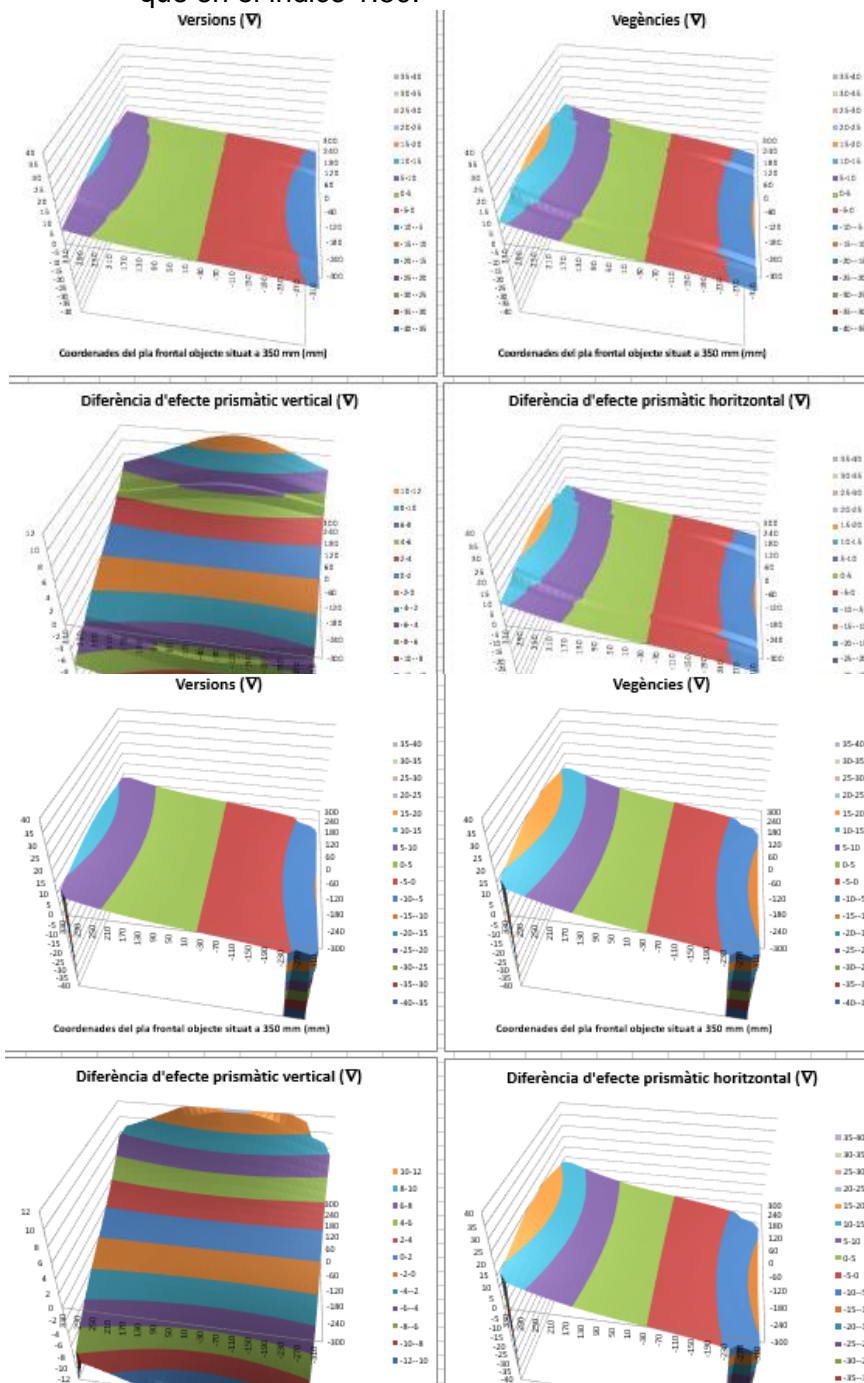
Anisometropia de 2D: +5, +3

$n=1.74$

- OI=+7, OD=+5: En este caso obtenemos las gráficas de ambos índices muy parecidas, aunque en las vergencias del n= 1.7 hay más diferencias de dioptrías prismáticas que no en el índice 1.50.

ANISOMETROPIA DE 4D

- OI=-1 OD=-5D: Las gráficas obtenidas son muy similares en ambos índices. Destacar que en el índice de 1.7, hay más predominancia de las dioptrías prismáticas de 15-20DP que en el índice 1.50.



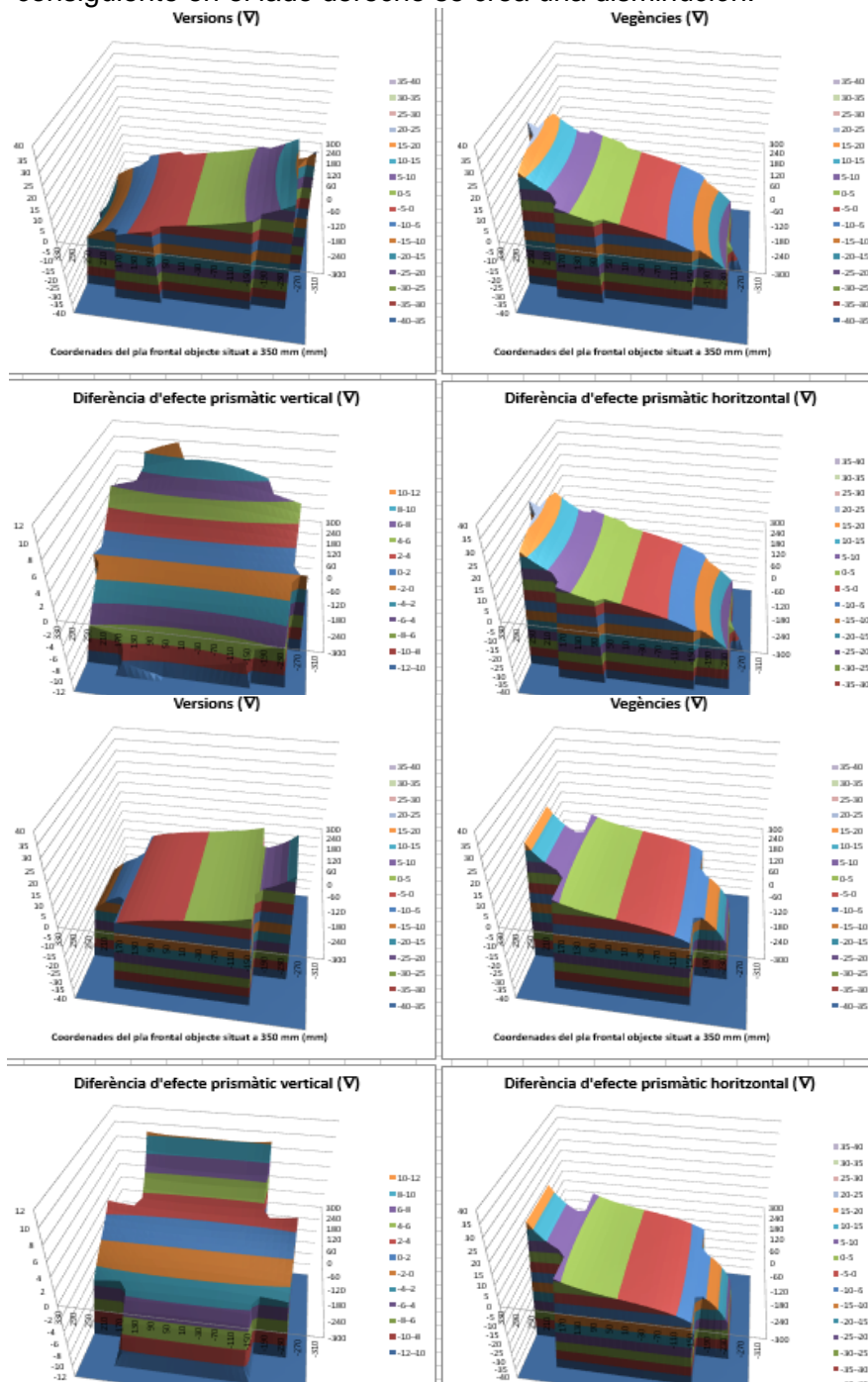
Anisometropia de 4D: -1 , -5

n=1.50

Anisometropia de 4D: -1 , -5

n=1.74

- $OI=-3$ $OD=-7$: observamos tanto en un índice como en el otro que la parte central es muy baja, ya que prácticamente son 0DP. Si nos fijamos en la izquierda de las gráficas, aumenta llegando a valores entre 15 y 20DP, en cambio en la parte derecha, este valor disminuye llegando a -5 y 0DP.
- $OI=+1$ $OD=-3$: En el índice 1.74, predomina más las dioptrías prismáticas 15-20DP que no en el índice 1.50, para el resto de dioptrías prismáticas es prácticamente igual. Según la diferencia de efecto prismático vertical observamos más variación de dioptrías prismáticas en el índice 1.74 que en el 1.50.
- $OI=+5D$ $OD=+1$: en los dos índices observamos gráficas muy similares. Hacia la parte izquierda las vergencias tienen un incremento alcanzando las 20-25DP y por consiguiente en el lado derecho se crea una disminución.



Anisometropia de 4D: +5, +1

n=1.50

Anisometropia de 4D: +5, +1

n=1.74

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos hemos llegado a la conclusión que una lente con un índice mayor no influye en el efecto prismático en la mayoría de los casos, ni produce una mejor visión, sino que es simplemente un aspecto estético, ya que con más graduación tenga la lente más gruesa es. Este hecho realmente nos ha sorprendido ya que creíamos obtener unos resultados distintos, es decir, esperábamos que ha mayor índice, menores efectos prismáticos, y mayor campo de visión.

Estas conclusiones, las hemos alcanzado tras valorar y comparar los resultados con mi compañera Núria Estapé, ya que hemos trabajado los mismos casos, pero con diferente material, ella ha tratado con lentes de material mineral. Además, haciendo la comparativa, nos hemos dado cuenta que hay una gran similitud en todas las gráficas en los dos materiales, tanto orgánico como mineral.

En el caso de las lentes negativas hemos podido comprobar que, aunque existan anisometropias, generalmente los valores de los efectos prismáticos se ven reducidos respecto a las lentes positivas prescrita en el eje horizontal y de 0,50 dioptrías prismáticas en el eje vertical.

Según la normativa UNE-EN ISO 21987 sobre (lentes oftálmicas montadas) la tolerancia de centrado o desequilibrio prismático para lentes monofocales y multifocales que incorporen prismas inferiores a 2 dioptrías prismáticas es de 0,67. En el desequilibrio prismático relativo a la distancia de centrado.

La tolerancia de un usuario de gafas a un desequilibrio prismático dado, dependerá de sus reservas de vergencias fusionales positivas o negativas, y de la distancia de trabajo del usuario de manera que la tolerancia, la práctica clínica es muy variable. de esta manera, para la visión binocular de algunos usuarios, un desequilibrio prismático (dentro de la normativa) puede ser intolerable.

Por último, decir que en el caso de anisometropias elevadas, sería interesante plantearse el uso de lentes de contacto, aunque no ha sido el propósito de nuestro trabajo, con ellas podríamos tener los siguientes beneficios:

1. No obtendríamos ningún efecto prismático, ya que la zona óptica siempre estaría centrada en la pupila.
2. Minimizaríamos la aniseiconia, puesto que con la lente de contacto se igualan los tamaños de las imágenes retinianas.

BIBLIOGRAFIA

LECTURAS:

- Tecnología óptica, lentes oftálmicas, diseño y adaptación. (Ediciones UPC 1996)
- tecnología para ópticos. HEINER BOHN, (warendorf)
- Manual de prácticas de óptica oftálmica/Eloy A. Villegas Ruiz, Antonio Benito Galindo.- Murcia: servicio de Publicaciones, Universidad, 1999
- Grosvenor T. Flom MC. Refractive anomalies. Research and clinical applications. Butterworth-Heinemann, 1991.
- Werner DL, Press LJ. Clinical pearls in refractive care. Butterworth-Heinemann, 2002.
- Brookman KE. Refractive management of ametropía. Butterworth-Heinemann, 1996.
- Milder B, Rubin ML. The fine art of prescribing glasses. (2nd edition), Triad Publishing company, 1991.
- Amos JF. Diagnosis and management in visión care. Butterworth-Heinemann, 1987
- FUNDAMENTOS DE LA VISIÓN BINOCULAR. Francisco M. Martinez Verdú, Álvaro M. Pons Moreno, Universitat de Valencia. 2004

PÁGINAS WEB:

- <https://www.informacionopticas.com/emetropia-proceso-de-emetropizacion>
- www.icqo.org/es/tratamientos/oftalmopediatria/ametropia
- <http://www.allaboutvision.com/resources/glossary.htm>
- <http://oftalmo2012.blogspot.com.es/2012/07/vision-binocular.html>

