

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Grupo de pacientes

A continuación analizaremos la población estudiada, primero de forma global y en segundo término según el tipo de láser aplicado, para descartar que las dos poblaciones fueran iguales.

Tenemos una población de 110 ojos de 61 pacientes. Entre ellos se encuentran 40 mujeres y 21 hombres, de edades comprendidas entre los 21 y los 53 años. El número de ojos derechos tratados es de 56, mientras que de ojos izquierdos es de 54. De todos estos, a 38 ojos se les ha aplicado la técnica personalizada de ablación corneal para el tratamiento de la miopía con el láser 2 (Zyoptix), y a los 23 ojos restantes se les ha aplicado la técnica estándar de corrección de la miopía con el láser 1 (Planoscan).

A continuación describiremos las dos poblaciones, en primer lugar de forma completa y después separadamente según el láser aplicado.

Población completa:

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. ttp.
miopia previa	110	-12,500	-,500	-5,94545	2,267739
astigmatisme previ	110	-5,000	,000	-1,55673	1,185322
EDAT	109	21,000	53,000	32,60550	7,620657
Z200P	111	-20	-2	-8,70	3,081
Z2001	88	-3,838	3,727	-,67657	1,183626
Z2002	92	-5,176	,411	-1,25450	1,084798
Z2003	57	-6,224	,670	-1,37684	1,345655
Z2004	49	-3,856	,660	-1,21678	1,046556
Z2005	12	-4,821	-,134	-1,78442	1,522555
Z221P	111	-2,478	2,660	,06943	,788661
Z2211	88	-,958	1,346	-,08909	,398527
Z2212	92	-1,075	,604	-,09448	,350325
Z2213	57	-1,177	,732	-,16416	,385445
Z2214	49	-1,158	,956	-,21312	,371638
Z2215	11	-,677	,509	-,17136	,408835
Z220P	111	-2,500	3,621	,71651	1,018753
Z2201	88	-7,473	2,232	-,19503	,898455
Z2202	92	-1,952	1,644	-,05697	,542194
Z2203	57	-,953	2,302	,11826	,539920
Z2204	49	-1,244	1,327	,18692	,477387
Z2205	12	-,918	1,232	-,03475	,601871
Z311P	111	-,644	,388	-,06414	,180431
Z3111	88	-4,352	,430	-,15910	,522049
Z3112	92	-1,538	,543	-,14499	,315247
Z3114	49	-1,142	,620	-,12657	,280342
Z3115	12	-,715	,303	-,07942	,277651
Z310P	111	-,579	,345	-,02325	,134446
Z3101	88	-,901	,576	,01678	,222212
Z3102	92	-,693	,736	,05455	,254642
Z3103	57	-,705	,781	,03833	,287315
Z3104	49	-,517	,467	-,01320	,239111
Z331P	111	-,376	,586	,07286	,146630
Z3311	88	-,698	3,623	,02567	,439928

Z3312	92	-1,008	2,076	-,00285	,315335
Z3313	57	-,682	1,373	-,01996	,271465
Z3314	49	-,857	,651	-,03839	,211941
Z3315	12	-,279	,152	-,07950	,163355
Z330P	111	-,683	,317	-,01024	,125048
Z3302	92	-,848	1,042	,00361	,223755
Z3303	57	-,889	,651	,00293	,196376
Z3304	49	-,281	,411	,01220	,137624
Z3305	12	-,226	,198	-,01025	,131761
Z400P	111	-,582	,470	-,08757	,124761
Z4001	88	-1,253	1,080	-,28310	,291442
Z4002	90	-,922	,068	-,34648	,215511
Z4004	48	-,780	-,020	-,29244	,194001
Z4005	12	-,987	-,229	-,51567	,243313
Z420P	111	-,300	,112	-,00411	,061748
Z4201	88	-1,940	,557	,03031	,264286
Z4202	90	-,631	,373	,02747	,146939
Z4203	57	-,342	,334	,03788	,111646
Z4204	48	-,494	,167	,02583	,117182
Z421P	111	-,082	,089	-,00375	,031771
Z4211	88	-,307	,901	,01474	,139080
Z4212	90	-,243	,247	,01870	,091390
Z4213	57	-,202	,412	,01570	,097497
Z4214	48	-,129	,185	,00313	,061199
Z4215	11	-,086	,101	,01618	,066532
Z440P	111	-,174	,126	-,00959	,055050
Z4402	90	-,389	,827	,06610	,151959
Z4403	57	-,163	,515	,05904	,111905
Z4404	48	-,111	,677	,03331	,114503
Z4405	12	,012	,152	,09317	,048083
Z441P	111	-,156	,173	,00680	,050458
Z4411	88	-,722	,362	-,00726	,144952
Z4412	90	-,387	,664	-,00334	,140789
Z4414	48	-,156	,419	-,00869	,090385
Z4415	12	-,421	,111	-,09375	,181338
Z510P	111	-,069	,137	,00132	,027002
Z5101	75	-,182	,152	-,01615	,055073
Z5102	86	-,282	,066	-,03049	,059841
Z5103	53	-,332	,169	-,01732	,061983
Z5104	46	-,099	,054	-,01341	,030223
Z511P	111	-,103	,092	,00874	,028827
Z5111	75	-,405	,163	,01695	,083393
Z5112	85	-,184	,245	,02686	,061039
Z5113	52	-,108	,177	,01088	,052018
Z5114	46	-,083	,232	,01083	,050637
Z5115	11	-,023	,127	,03282	,043940
Z530P	111	-,107	,090	,00478	,023888
Z5302	85	-,241	,153	,00271	,052794
Z5303	52	-,336	,177	-,00004	,063193
Z5304	46	-,063	,116	,00952	,035170
Z5305	11	-,110	,041	-,00718	,042218
Z531P	111	-,065	,043	-,00767	,024049
Z5311	75	-,183	,236	-,00401	,072967
Z5312	85	-,218	,182	-,00382	,062474
Z5313	52	-,215	,058	-,01602	,047618
Z5314	46	-,199	,061	-,00620	,043268

Z5315	11	-,035	,067	,01727	,032426
Z550P	110	-,143	,060	-,00484	,030469
Z5501	75	-,198	,195	,00877	,058390
Z5502	85	-,262	,163	,00046	,071027
Z5503	52	-,439	,193	-,00602	,083525
Z5505	11	-,056	,062	,01491	,039040
Z551P	109	-,062	,064	,00082	,027332
Z5511	75	-,318	,318	-,00284	,088813
Z5512	85	-,127	,313	,00775	,080350
Z5513	52	-,115	,126	-,00073	,046936
Z5514	46	-,109	,202	,01191	,047349
Z5515	11	-,206	,081	-,01355	,077714
RMS3	111	,07	,90	,2747	,14756
RMS4	111	,04	,61	,1541	,09953
RMS5	109	,02	,18	,0603	,02815
RMS2	111	2,29	19,62	8,8422	3,02420
Eq esf man pre	109	-12,875	-2,000	-6,70638	2,194324
RMS	109	,126	1,069	,33314	,154900

Población tratada con el láser 1:

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
miopia previa	42	-9,000	-,500	-5,64286	2,000871
astigmatisme previ	42	-3,500	,000	-1,08333	,952639
EDAT	42	21,000	48,000	31,00000	7,311868
Z200P	43	-15	-2	-7,98	2,635
Z2001	36	-3,838	3,727	-,97639	1,265881
Z2002	35	-4,204	-,076	-1,39034	,919434
Z2003	5	-1,825	-,098	-,86400	,792428
Z2004	13	-3,856	,296	-1,23992	1,276292
Z2005	0				
Z221P	43	-1,441	1,847	,04535	,513715
Z2211	36	-,397	1,346	,07792	,348326
Z2212	35	-1,075	,520	,01251	,299417
Z2213	5	-,317	,379	-,03000	,293779
Z2214	13	-1,158	,345	-,14362	,376666
Z2215	0				
Z220P	43	-1,813	2,327	,50474	,877797
Z2201	36	-7,473	,694	-,39992	1,245263
Z2202	35	-1,067	,637	-,12649	,405469
Z2203	5	-,677	,016	-,22300	,272753
Z2204	13	-1,244	1,327	,18323	,585087
Z2205	0				
Z311P	43	-,644	,264	-,06086	,195856
Z3111	36	-4,352	,393	-,19728	,755898
Z3112	35	-,735	,496	-,14046	,245396
Z3114	13	-,658	,242	-,08238	,224868
Z3115	0				
Z310P	43	-,579	,252	-,04260	,148551
Z3101	36	-,587	,333	,01436	,206615
Z3102	35	-,520	,537	,03940	,205500
Z3103	5	-,180	,127	-,02900	,131611
Z3104	13	-,370	,171	-,04954	,159843
Z331P	43	-,254	,359	,08879	,118126
Z3311	36	-,698	3,623	,09814	,647491
Z3312	35	-,514	,530	,02826	,214307

Z3313	5	,333	,048	-,05500	,157221
Z3314	13	-,415	,436	-,04638	,200988
Z3315	0				
Z330P	43	-,126	,237	-,00491	,087177
Z3302	35	-,848	,420	-,02443	,225774
Z3303	5	,039	,297	,12200	,100722
Z3304	13	-,148	,182	,01108	,082394
Z3305	0				
Z400P	43	-,215	,470	-,06595	,111520
Z4001	36	-,745	1,080	-,24750	,299552
Z4002	35	-,834	-,006	-,33309	,199999
Z4004	12	-,495	-,020	-,26683	,155787
Z4005	0				
Z420P	43	-,122	,112	,00521	,052205
Z4201	36	-1,940	,495	,00967	,355084
Z4202	35	-,346	,373	,03617	,131194
Z4203	5	-,003	,106	,06160	,043833
Z4204	12	-,036	,167	,05317	,059723
Z421P	43	-,069	,049	-,00240	,026321
Z4211	36	-,137	,901	,02983	,170957
Z4212	35	-,243	,162	,00920	,077495
Z4213	5	-,098	,037	-,01780	,052737
Z4214	12	-,129	,093	,00225	,062389
Z4215	0				
Z440P	43	-,121	,099	-,00330	,047776
Z4402	35	-,131	,555	,04500	,118986
Z4403	5	-,051	,062	-,00520	,048370
Z4404	12	-,062	,120	-,00692	,046724
Z4405	0				
Z441P	43	-,093	,092	,00791	,041929
Z4411	36	-,722	,120	-,03797	,152464
Z4412	35	-,387	,270	,00317	,130617
Z4414	12	-,144	,122	-,00550	,082853
Z4415	0				
Z510P	43	-,041	,055	,00288	,019634
Z5101	32	-,076	,095	-,00919	,041911
Z5102	32	-,173	,066	-,02247	,052361
Z5103	4	-,021	,042	,00900	,028717
Z5104	10	-,035	,023	-,00110	,018132
Z511P	43	-,046	,068	,00598	,026039
Z5111	32	-,405	,122	-,00325	,103812
Z5112	32	-,104	,163	,02887	,049775
Z5113	4	,009	,073	,03850	,027526
Z5114	10	-,032	,041	-,00100	,020177
Z5115	0				
Z530P	43	-,028	,050	,00535	,017892
Z5302	32	-,091	,089	-,00091	,046953
Z5303	4	-,091	-,004	-,03100	,041045
Z5304	10	-,045	,045	,00700	,029896
Z5305	0				
Z531P	43	-,065	,040	-,01316	,024093
Z5311	32	-,183	,236	,01513	,080290
Z5312	32	-,110	,182	-,00700	,066332
Z5313	4	,001	,038	,01675	,017462
Z5314	10	-,017	,040	,00520	,020406
Z5315	0				

Z550P	43	-,076	,051	-,00079	,025056
Z5501	32	-,140	,138	,01237	,050515
Z5502	32	-,140	,163	,00897	,073791
Z5503	4	-,016	,048	,01075	,026974
Z5505	0				
Z551P	42	-,040	,054	,00390	,025198
Z5511	32	-,318	,125	-,02297	,089199
Z5512	32	-,083	,313	,01862	,074603
Z5513	4	-,042	,017	-,00775	,025038
Z5514	10	-,055	,054	,00740	,035394
Z5515	0				
RMS3	43	,07	,90	,2675	,14987
RMS4	43	,04	,48	,1360	,07425
RMS5	42	,02	,11	,0544	,02075
RMS2	43	2,29	14,83	8,0687	2,60110
Eq esf man pre	42	-10,000	-2,000	-6,19048	2,000617
RMS	42	,126	1,026	,31446	,147761

Población tratada con el láser 2

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
miopia previa	68	-12,500	-1,000	-6,13235	2,413222
astigmatisme previ	68	-5,000	,000	-1,84912	1,226021
EDAT	67	21,000	53,000	33,61194	7,690914
Z200P	68	-20	-3	-9,15	3,270
Z2001	52	-3,545	1,816	-,46900	1,087560
Z2002	57	-5,176	,411	-1,17109	1,174908
Z2003	52	-6,224	,670	-1,42615	1,382317
Z2004	36	-3,377	,660	-1,20842	,971256
Z2005	12	-4,821	-,134	-1,78442	1,522555
Z221P	68	-2,478	2,660	,08466	,924734
Z2211	52	-,958	1,109	-,20471	,392874
Z2212	57	-,845	,604	-,16018	,365313
Z2213	52	-1,177	,732	-,17706	,392976
Z2214	36	-1,031	,956	-,23822	,371926
Z2215	11	-,677	,509	-,17136	,408835
Z220P	68	-2,500	3,621	,85043	1,083488
Z2201	52	-1,140	2,232	-,05319	,512533
Z2202	57	-1,952	1,644	-,01428	,610749
Z2203	52	-,953	2,302	,15108	,549312
Z2204	36	-,978	1,300	,18825	,441781
Z2205	12	-,918	1,232	-,03475	,601871
Z311P	68	-,549	,388	-,06621	,171439
Z3111	52	-,742	,430	-,13267	,266546
Z3112	57	-1,538	,543	-,14777	,353427
Z3114	36	-1,142	,620	-,14253	,299096
Z3115	12	-,715	,303	-,07942	,277651
Z310P	68	-,306	,345	-,01101	,124301
Z3101	52	-,901	,576	,01846	,234371
Z3102	57	-,693	,736	,06386	,281953
Z3103	52	-,705	,781	,04481	,297988
Z3104	36	-,517	,467	-,00008	,262646
Z331P	68	-,376	,586	,06279	,162131
Z3311	52	-,668	,534	-,02450	,190160
Z3312	57	-1,008	2,076	-,02195	,364312
Z3313	52	-,682	1,373	-,01660	,280798

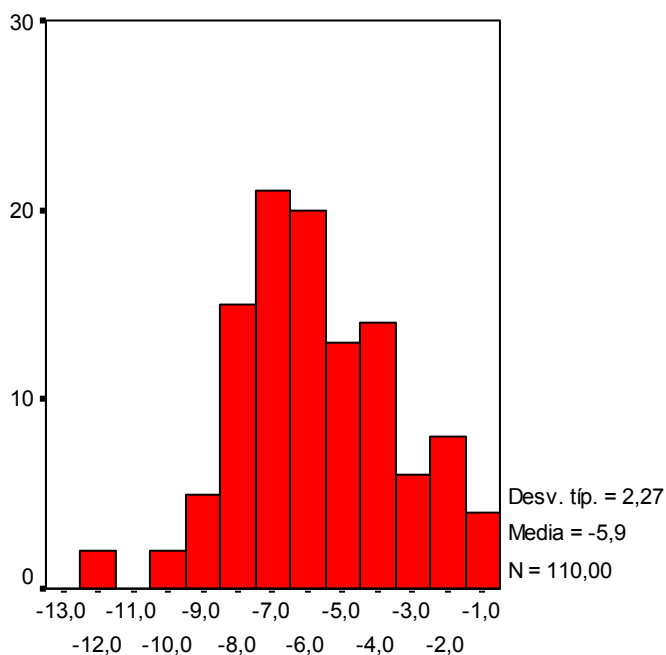
Z3314	36	-,857	,651	-,03550	,218451
Z3315	12	-,279	,152	-,07950	,163355
Z330P	68	-,683	,317	-,01362	,144495
Z3302	57	-,454	1,042	,02082	,222748
Z3303	52	-,889	,651	-,00852	,200063
Z3304	36	-,281	,411	,01261	,153776
Z3305	12	-,226	,198	-,01025	,131761
Z400P	68	-,582	,169	-,10124	,131414
Z4001	52	-1,253	,179	-,30775	,286008
Z4002	55	-,922	,068	-,35500	,226215
Z4004	36	-,780	-,027	-,30097	,206429
Z4005	12	-,987	-,229	-,51567	,243313
Z420P	68	-,300	,105	-,01000	,066786
Z4201	52	-,418	,557	,04460	,179201
Z4202	55	-,631	,318	,02193	,157060
Z4203	52	-,342	,334	,03560	,116085
Z4204	36	-,494	,165	,01672	,130296
Z421P	68	-,082	,089	-,00460	,034943
Z4211	52	-,307	,309	,00429	,112551
Z4212	55	-,214	,247	,02475	,099442
Z4213	52	-,202	,412	,01892	,100492
Z4214	36	-,105	,185	,00342	,061691
Z4215	11	-,086	,101	,01618	,066532
Z440P	68	-,174	,126	-,01356	,059189
Z4402	55	-,389	,827	,07953	,169328
Z4403	52	-,163	,515	,06521	,114558
Z4404	36	-,111	,677	,04672	,127201
Z4405	12	,012	,152	,09317	,048083
Z441P	68	-,156	,173	,00610	,055468
Z4411	52	-,329	,362	,01400	,136978
Z4412	55	-,306	,664	-,00749	,147925
Z4414	36	-,156	,419	-,00975	,093852
Z4415	12	-,421	,111	-,09375	,181338
Z510P	68	-,069	,137	,00034	,030868
Z5101	43	-,182	,152	-,02133	,063111
Z5102	54	-,282	,065	-,03524	,063855
Z5103	49	-,332	,169	-,01947	,063625
Z5104	36	-,099	,054	-,01683	,032164
Z511P	68	-,103	,092	,01049	,030518
Z5111	43	-,074	,163	,03198	,061290
Z5112	53	-,184	,245	,02564	,067362
Z5113	48	-,108	,177	,00858	,053080
Z5114	36	-,083	,232	,01411	,056044
Z5115	11	-,023	,127	,03282	,043940
Z530P	68	-,107	,090	,00443	,027126
Z5302	53	-,241	,153	,00489	,056350
Z5303	48	-,336	,177	,00254	,064322
Z5304	36	-,063	,116	,01022	,036853
Z5305	11	-,110	,041	-,00718	,042218
Z531P	68	-,064	,043	-,00419	,023537
Z5311	43	-,152	,206	-,01826	,064311
Z5312	53	-,218	,113	-,00191	,060596
Z5313	48	-,215	,058	-,01875	,048394
Z5314	36	-,199	,061	-,00936	,047461
Z5315	11	-,035	,067	,01727	,032426
Z550P	67	-,143	,060	-,00743	,033410

Z5501	43	,198	,195	,00609	,064080
Z5502	53	-,262	,158	-,00468	,069511
Z5503	48	-,439	,193	-,00742	,086590
Z5505	11	-,056	,062	,01491	,039040
Z551P	67	-,062	,064	-,00112	,028603
Z5511	43	-,225	,318	,01214	,086523
Z5512	53	-,127	,297	,00119	,083634
Z5513	48	-,115	,126	-,00015	,048435
Z5514	36	-,109	,202	,01317	,050527
Z5515	11	-,206	,081	-,01355	,077714
RMS3	68	,07	,86	,2793	,14703
RMS4	68	,04	,61	,1656	,11164
RMS5	67	,02	,18	,0640	,03153
RMS2	68	3,55	19,62	9,3313	3,18551
Eq esf man pre	67	-12,875	-2,750	-7,02978	2,262137
RMS	67	,166	1,069	,34485	,159181

Seguidamente describiremos paso a paso cada una de las variables estudiadas.

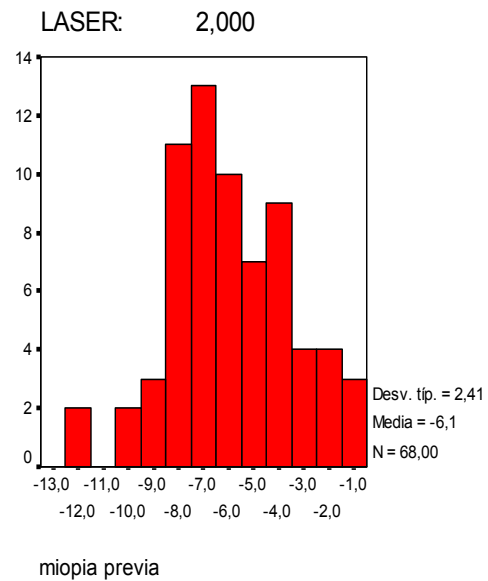
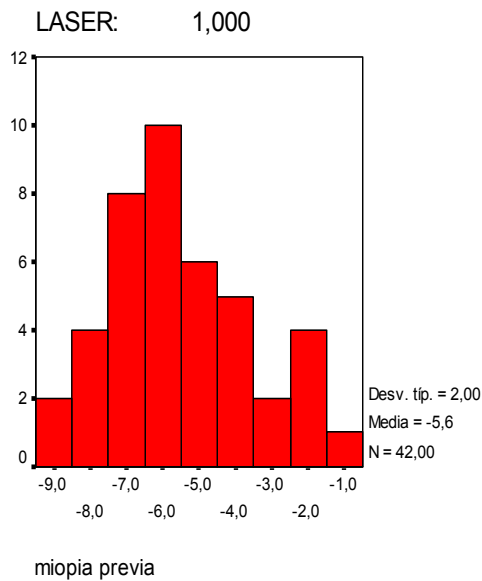
4.1.1.1 Miopía

La miopía previa se distribuye de la siguiente manera, con un máximo de $-12,5D$, un mínimo de $-0,5D$, y una media de $-5,94$ con una DE de $2,26$. Se distribuye de forma gaussiana aunque con una cierta asimetría por una mayor frecuencia de miopías bajas.



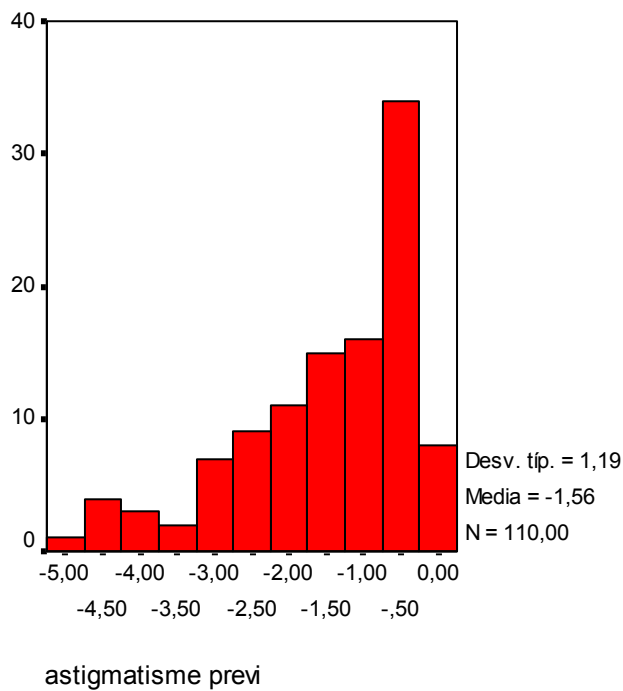
miopia previa

Al mirar las dos poblaciones estudiadas por separado podemos apreciar que la distribución es similar en ambas.

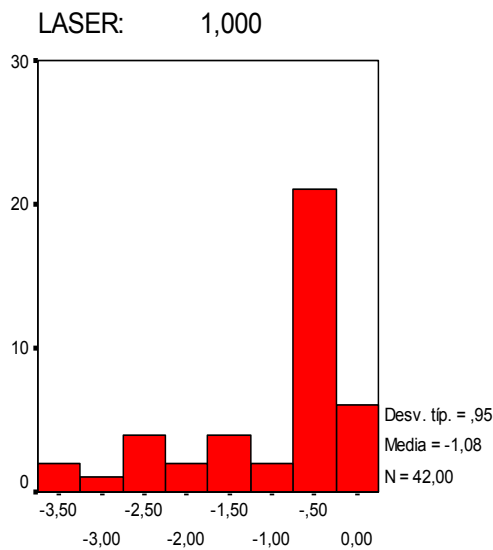


4.1.1.2 Astigmatismo

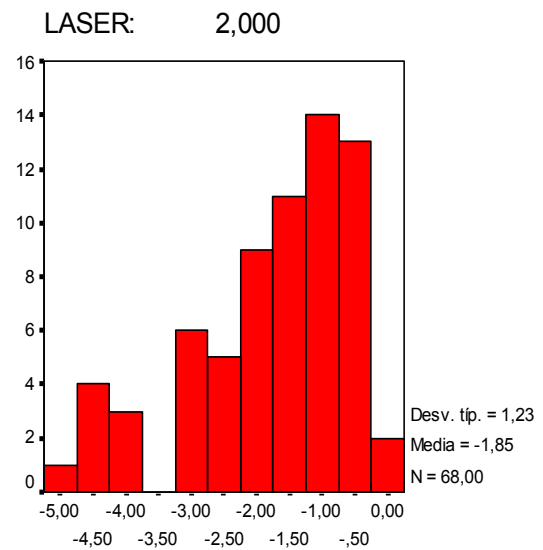
El astigmatismo siempre se ha considerado en negativo en nuestra población observándose un mínimo de 0D, y un máximo de -5D, dando una media de $-1,55D$ y una DE de 1,18. No se distribuye de forma gaussiana, sino asimétrica, siendo mucho mas frecuentes los valores de astigmatismos bajos.



Seguidamente estudiaremos las dos poblaciones utilizadas demostrando una similar distribución de los casos del astigmatismo. El astigmatismo de la población del láser 2 es casi una dioptría mas elevado.



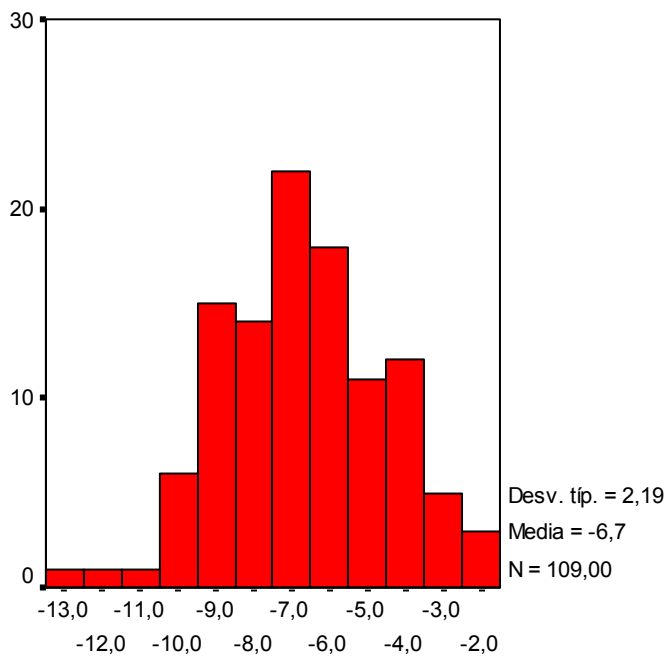
astigmatisme previ



astigmatisme previ

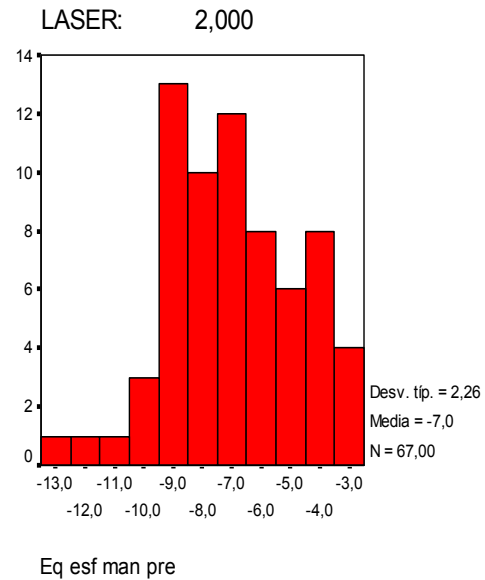
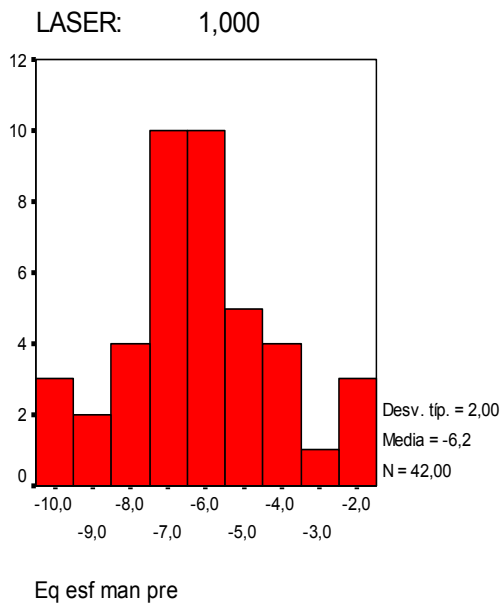
4.1.1.3 *Equivalente esférico*

El equivalente esférico de la población total medio es de $-6,7$, con una DE de $2,19$, siguiendo una distribución gaussiana.



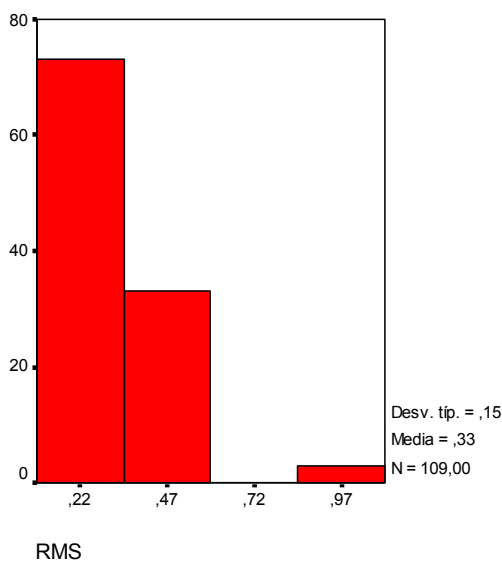
Eq esf man pre

En el estudio de la población según el tipo de láser aplicado vemos que se trata de poblaciones con una misma distribución del eq. esf. Excepto que la media es un poco mas alta en el grupo del láser 2. (Zyoptix)



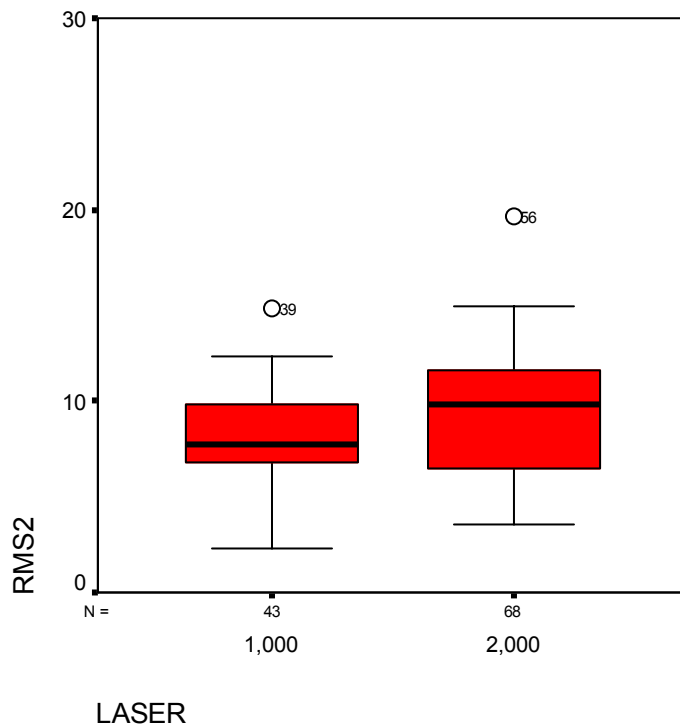
4.1.1.4 RMS

El RMS de nuestra población tiene una distribución asimétrica con los dos intervalos menores mucho más frecuentes. En nuestra población pues no se encuentran muchas aberraciones de alto orden. Dentro de éste tenemos los valores globales del RMS de las aberraciones de alto orden (de 3er a 5°). Encontramos una media de 0,33 con una desviación estándar (DE) de 0,15, por lo tanto el histograma lo encontramos desplazado hacia los valores bajos del RMS, de lo que se deduce que es una población con pocas aberraciones de alto orden. El valor máximo es de 1,069, y el mínimo de 0,126.



Si estudiamos el RMS de forma mas detallada, dividiéndolo en los órdenes, vemos que el aporte al RMS disminuye a medida que aumenta el orden.

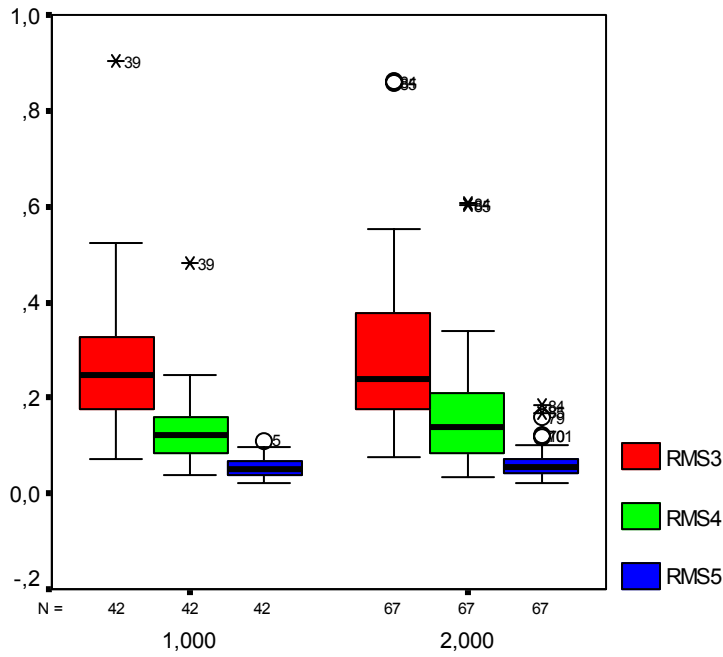
En el RMS de las aberraciones de 2º orden tenemos una media de 8,84, con una DE de 3,02, con unos valores máximos y mínimos de 19,62 y 2,29 respectivamente. Al desglosar las aberraciones de 2º orden se aprecia que la aberración más importante es la Z200, con un valor medio de -8,70, mientras que el resto están cerca de cero, no siendo en ningún caso su media mayor a 2.



Si miramos el RMS de las aberraciones de 3er orden vemos que desciende bruscamente, con una media de 0,274 y una DE de 0,14. Los valores máximos y mínimos son 0,90, y 0,07 respectivamente.

En el RMS de las aberraciones de 4º orden continua la tendencia a ser menor con una media de 0,154 y una DE de 0,099, con un máximo de 0,61 y un mínimo de 0,04.

Para finalizar, comentamos el RMS de las aberraciones de 5º orden, que son las que tienen una menor contribución al RMS global, con una media de 0,06 y una DE de 0,028. Los valores máximos y mínimos son 0,18 y 0,02 respectivamente.

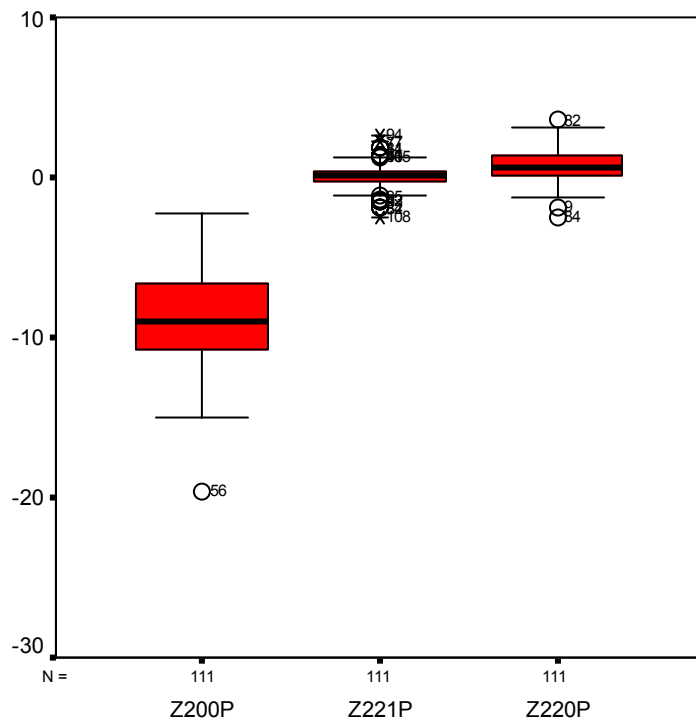


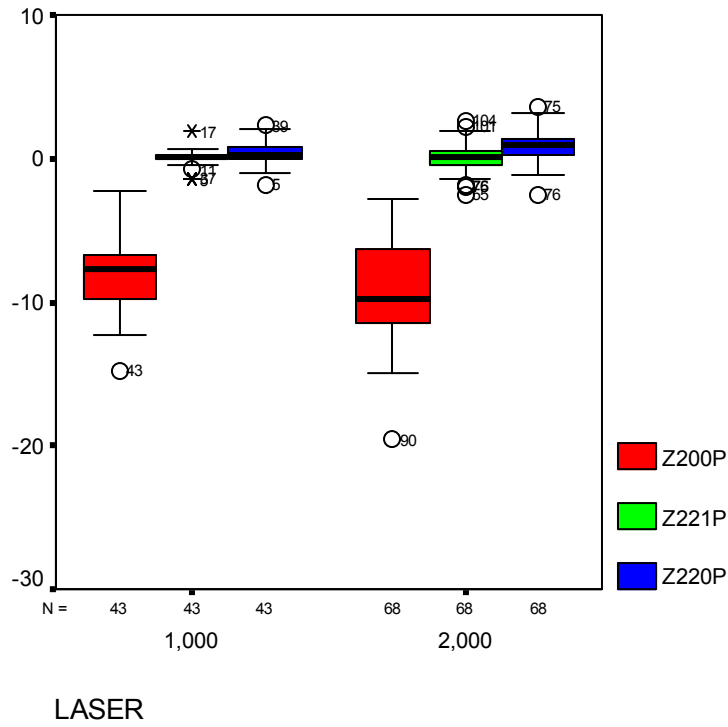
LASER

4.1.1.5 Aberraciones

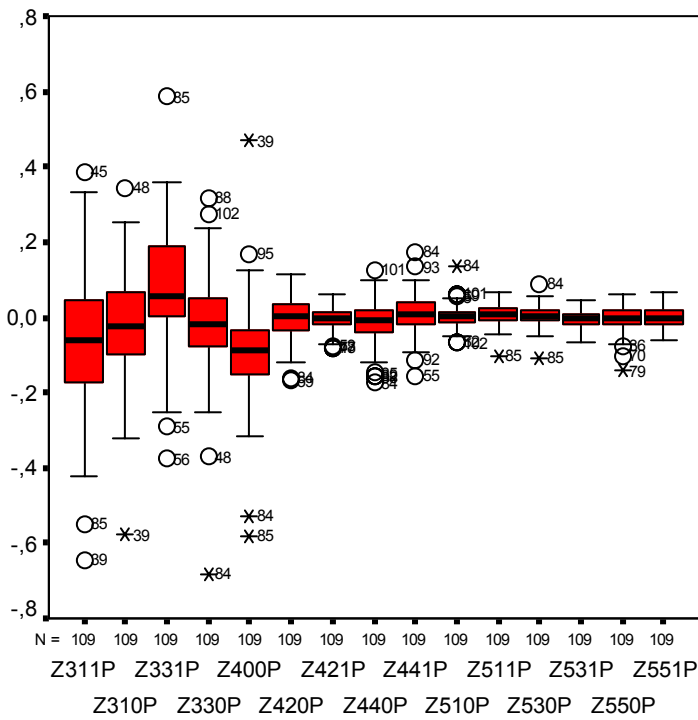
Si desglosamos cada orden en las aberraciones que lo componen obtenemos los siguientes gráficos.

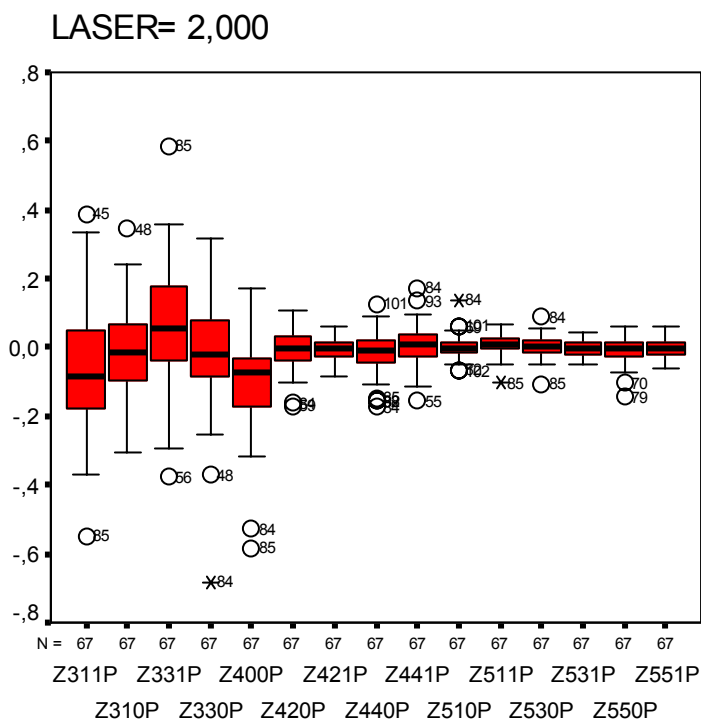
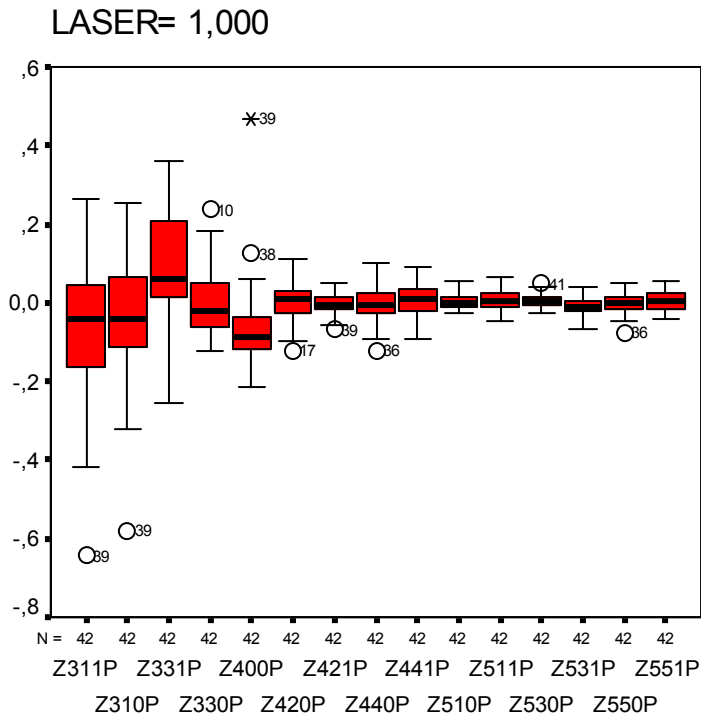
Aberraciones de 2º orden:





Aberraciones de 3er, 4º y 5º orden





En estos podemos apreciar que dentro de las aberraciones de alto orden (3er, 4º y 5º) el máximo aporte de aberración corresponde a las aberraciones Z311, Z331, y Z400. El resto de aberraciones tienden a cero. Se observa la misma tendencia en las aberraciones de las dos poblaciones estudiadas.

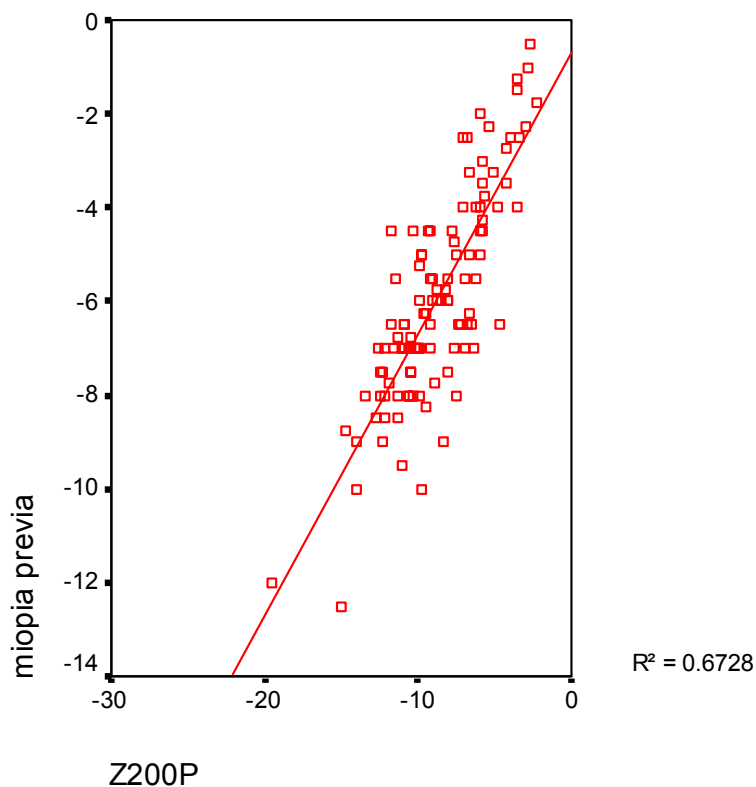
4.1.1.6 Interacciones

Con todos estos datos se han analizado las interacciones entre ellos, y si estas eran estadísticamente significativas.

De los resultados obtenidos lo que podemos comentar es lo siguiente:

4.1.1.6.1 Z200 y miopía

Existe una correlación estadísticamente significativa entre la Z200 y la miopía previa medida con la refracción manifiesta. Esto es un resultado esperable, de lo que se extrae que las mediciones del aberrómetro son fiables. El índice de correlación es del 82%.



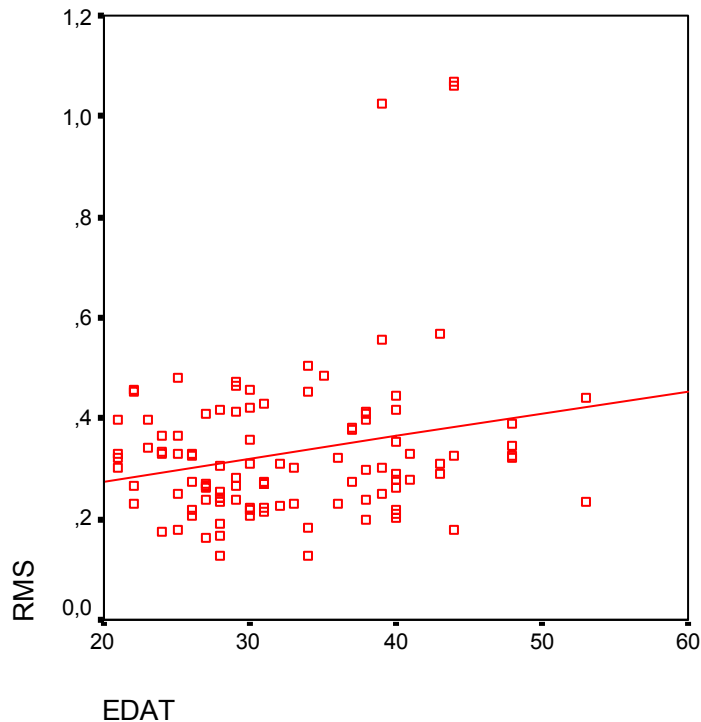
Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,820	,673	,670	1,303150

a Variables predictoras: (Constante), Z200P

4.1.1.6.2 RMS y edad:

Otro dato importante hallado es que la edad y el RMS se correlacionan de una forma leve, ya que el índice de correlación es de solo el 22%, aunque la significación estadística es buena ($p=0,02$). Entonces a mayor edad, mayor RMS y al contrario.



Resumen del modelo

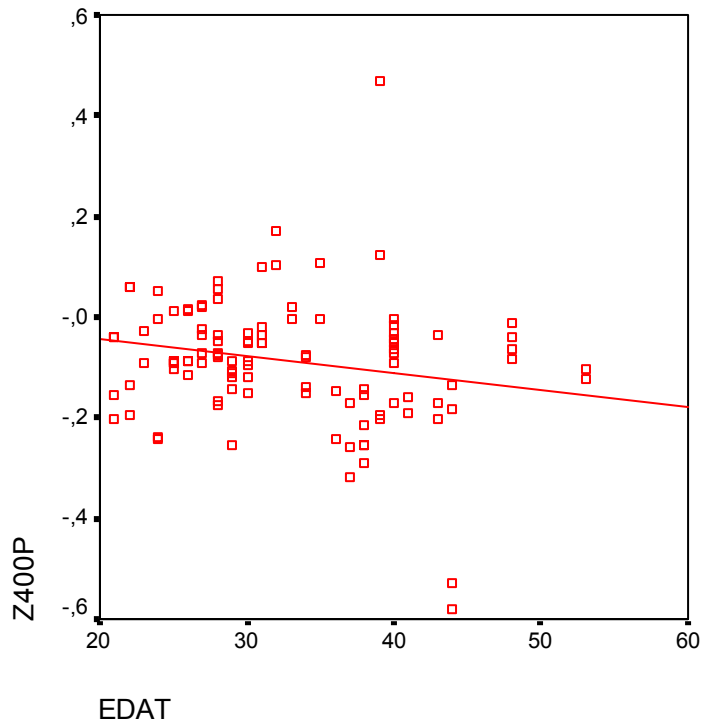
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,225	,050	,041	,151651

a Variables predictoras: (Constante), EDAT

4.1.1.6.3 Z400 y edad:

El tercer dato a tener en cuenta es que si desglosamos el RMS, vemos que las aberraciones que realmente tienen una implicación con la edad son la Z400 y la Z440.

Se observa una negativización de la aberración Z400 con la edad, pasando de ser prácticamente 0 a los 20 años a ser de $-0,2$ a los 55 años. Lo que no se puede distinguir es si son debidos a cambios en la córnea, en el cristalino o en cualquier otra estructura, pero la bibliografía comenta que es por cambios mayoritariamente en el cristalino.

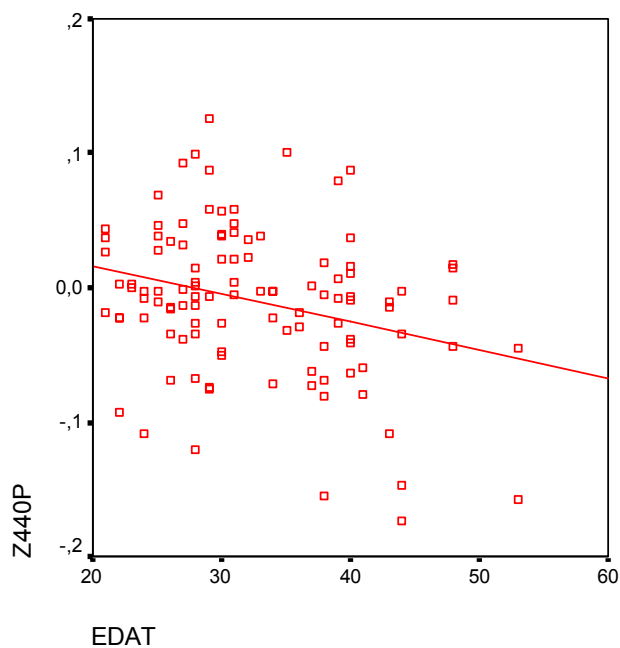


Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,201	,040	,031	,123676

a Variables predictoras: (Constante), EDAT

Si analizamos el comportamiento de la Z440 con la edad, se observa la misma tendencia que con la Z400, pero menos acusada, negativizándose desde valores cercanos a cero a los 20 años hasta valores de $-0,1$ a los 55 años.



Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,288	,083	,074	,053295

a Variables predictoras: (Constante), EDAT

4.1.1.6.4 Aberraciones de alto orden y miopía:

Otro punto importante a comentar es que no hay ninguna correlación entre las aberraciones de alto orden y las de bajo orden. Por lo tanto un ojo con una alta miopía, no tiene porque tener muchas aberraciones de alto orden, y a la inversa.

Si seguimos en las tablas la aberración Z200p (preop), vemos como no hay interacciones estadísticamente significativas con las aberraciones de alto orden.

4.1.1.7 Zyoptix:

Se han tratado:

-Solo ojos afectos de miopía sin cirugía previa.

-68 ojos de 38 pacientes.

-De refracción esférica:

- Media: -6,05D
- Desv. Est.: 2,44
- Máxima: -12,5D
- Mínima: -1,00D

-De refracción cilíndrica:

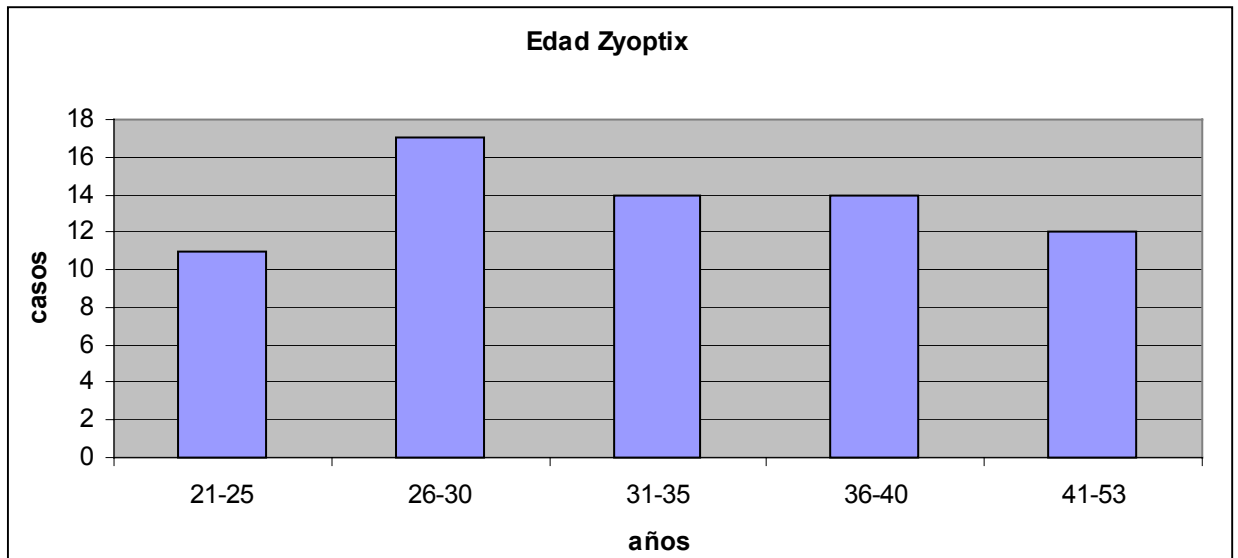
- Media: -1,88D
- Desv. Est.: 1,25
- Máxima: -5D
- Mínima: 0D

-De equivalente esférico:

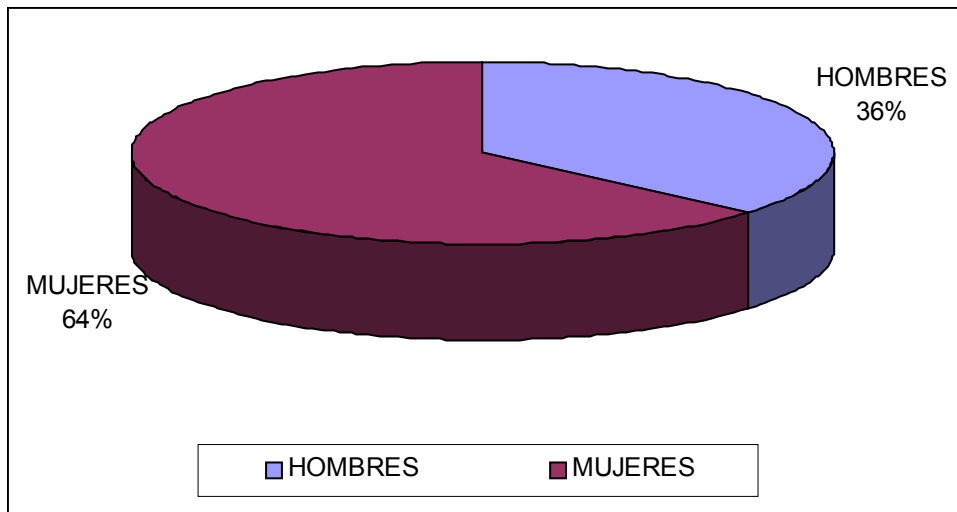
- Media: -6,71
- Desv. Est.: 2,99
- Máximo: -12,875
- Mínimo: -2,75

-De edad comprendida entre los 21 y los 53 años.

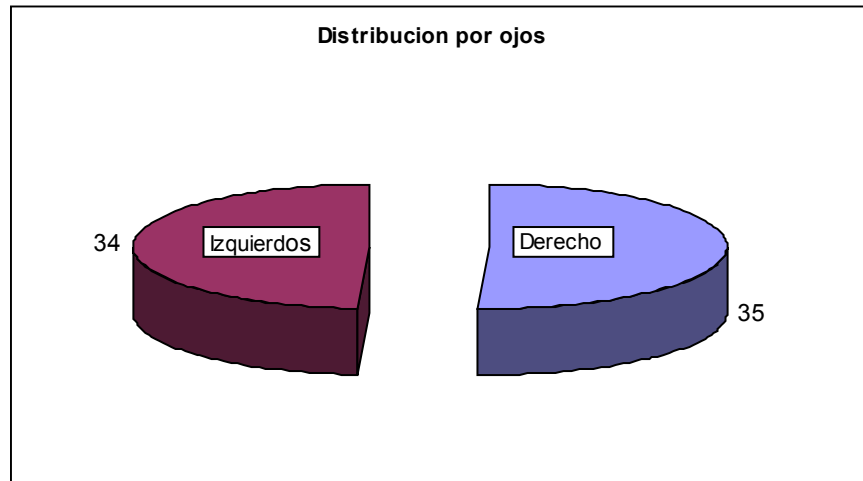
- Media: 34,22
- Desv. Est.: 10,009
- Máximo: 53
- Mínimo: 21



-De sexo: -24 mujeres
-14 hombres

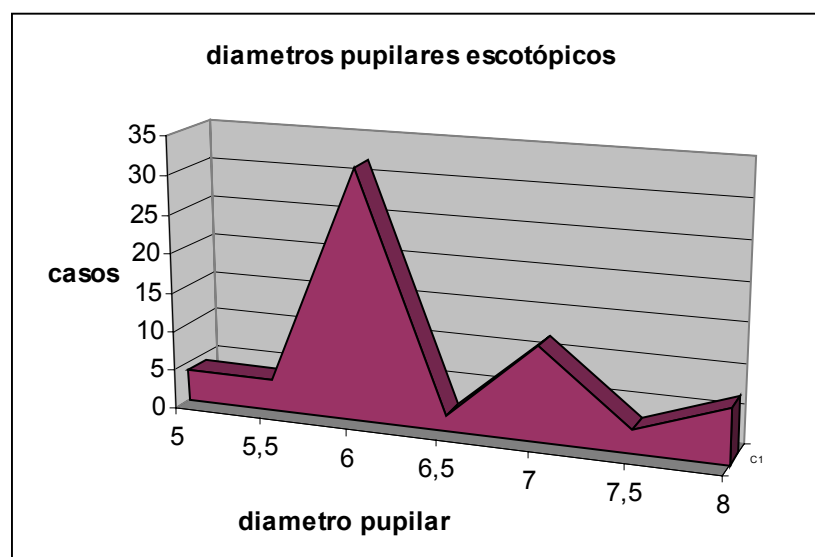


-Distribución de los ojos:



-Distribución de los diámetros pupilares escotópicos (en mm):

- Media: 6.53mm
- Desv. Est.: 0,94
- Máximo: 8mm
- Mínimo: 5mm



4.1.1.8 *Planoscan*:

Se han tratado:

- Solo ojos afectos de miopía sin cirugía previa.
- 42 ojos de 23 pacientes.

-De refracción esférica:

- Media: -5,64D
- Desv. Est.: 2,00
- Máxima: -9,00D
- Mínima: -0,5D

-De refracción cilíndrica:

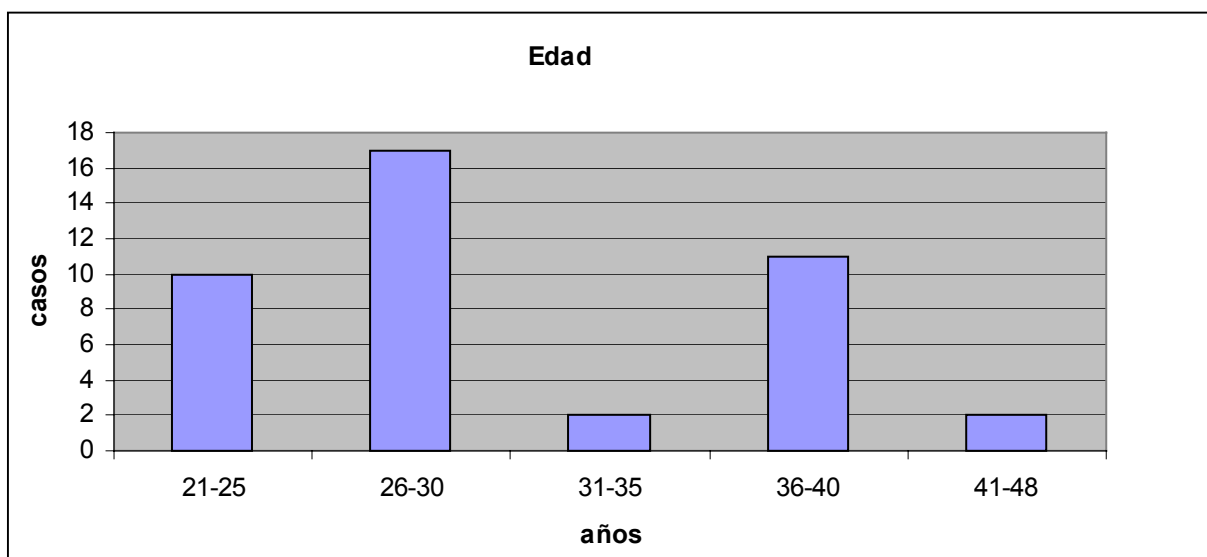
- Media: -1,08D
- Desv. Est.: 0,95
- Máxima: -3,5D
- Mínima: 0D

-De equivalente esférico:

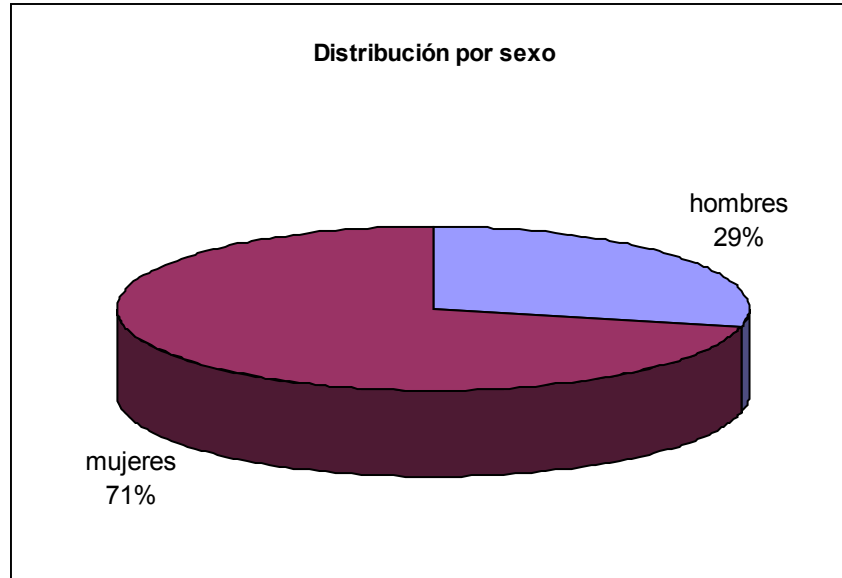
- Media: -6,19
- Desv. Est.: 2,00
- Máximo: -10
- Mínimo: -2

-De edad comprendida entre los 21 y los 48 años.

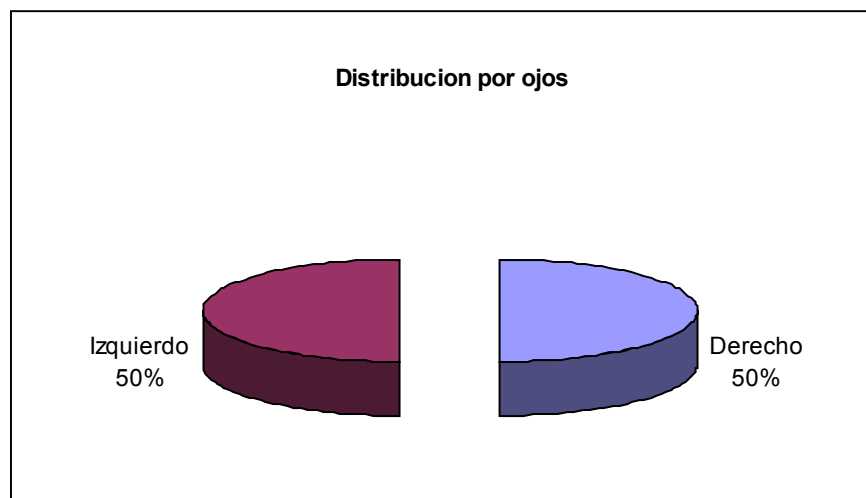
- Media: 35,55
- Desv. Est.: 5,27
- Máximo: 48
- Mínimo: 21



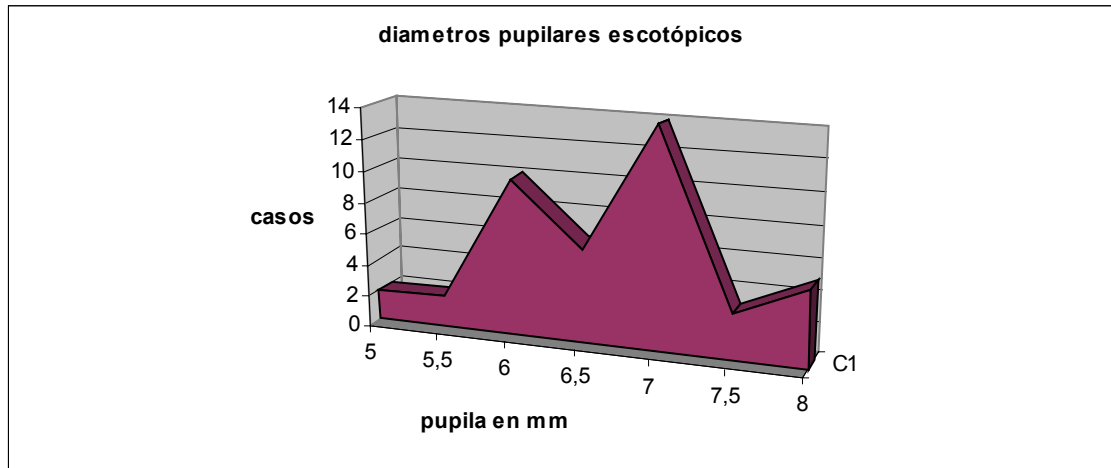
-De sexo: -16 mujeres
-7 hombres



-Distribución de los ojos:

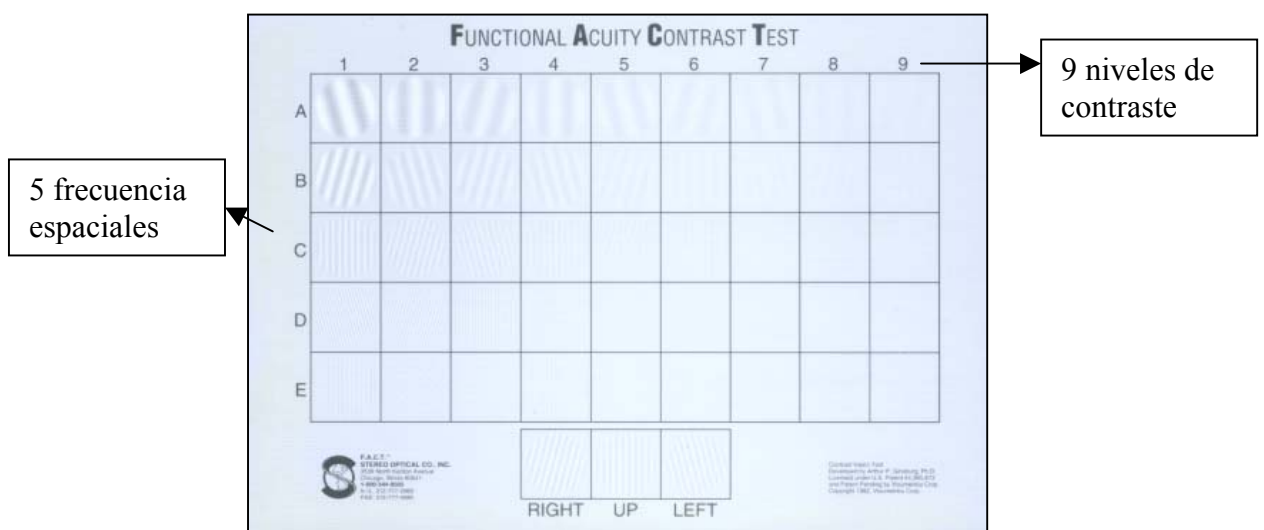


- Distribución de los diámetros pupilares escotópicos (en mm):
 - Media: 6.67mm
 - Desv. Est.: 0,78
 - Máximo: 8mm
 - Mínimo: 5mm



4.1.2 Caja de Ginsburg:

Caja de medición de la sensibilidad al contraste que usa una carta con optotipos de patrones sinusoidales con nueve niveles de contraste, 5 frecuencias espaciales distintas. La ventaja de esta caja es que las condiciones de medición son muy repetibles. Se pueden modificar las condiciones de iluminación, de escotópica (2 candelas/m²) a mesópicas (6 candelas/m²), o fotópicas (30 candelas /m²). Además se pueden realizar todas las pruebas añadiendo el factor del deslumbramiento.



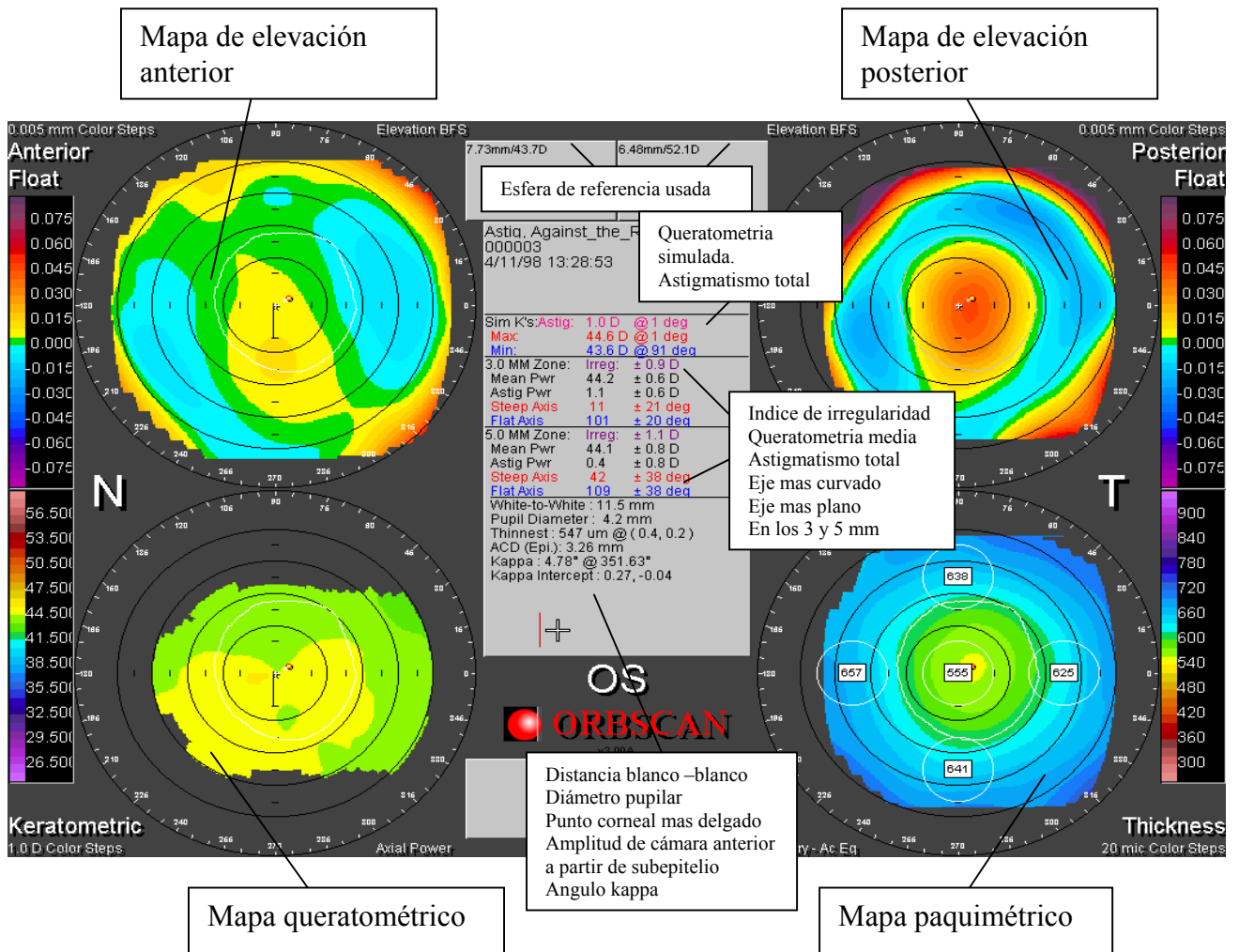


Paciente en posición para la exploración

4.1.3 Orbscan IIZ (Orbtek.inc 1977 W. North temple. Salt Lake City, Utah.)

Topógrafo que describe el mapa corneal después de escanear el polo anterior con un haz de luz a modo de lámpara de hendidura. De él podemos extraer una serie de parámetros, algunos de los cuales no los podemos obtener con ninguno de los otros métodos de análisis topográfico. El dato más característico es que nos permite obtener un mapa topográfico corneal por elevación, pudiendo así además, calcular la morfología de la cara posterior de la cornea. De esta forma permite el despistaje de queratoconos subclínicos. Además tiene muchas otras posibilidades, como un mapa paquimétrico, un mapa queratométrico, la medida blanco-blanco, la profundidad de la cámara anterior, el ángulo kappa, entre muchas otras posibilidades que pone en nuestras manos un estudio refractivo completo con solo unos segundos.





-Mapa de elevación anterior:

Nos es útil para descartar cualquier irregularidad corneal que pudiera complicar el corte con el microqueratomo, como un queratocono, una degeneración marginal pelúcida, así como la queratometría.

-Mapa de elevación posterior:

Para descartar una forma incipiente o frustrada de queratocono, los cuales son mas centrales, para luego si evolucionan desplazarse a nasal inferior.

-Mapa queratométrico:

No difiere en nada de los topógrafos convencionales, excepto en la fiabilidad ya que no son anillos completos, por lo que pierde fiabilidad.

-Mapa paquimétrico:

Las paquimetrías normalmente son inferiores a las ultrasónicas, ya que no miden a partir de epitelio sino de membrana de Bowmann. Postoperatoriamente las medidas pueden verse alteradas, ya que como hace un análisis con haces de luz, al atravesar estos la entrecara, si hay un poco de inflamación o partículas, pueden difractar la luz y dar medidas irreales.

-Otros datos:

-Mejor esfera adaptada (best fit sphere BFS).

Nos da la queratometría y el radio de curvatura de la esfera usada como referencia para representar la superficie corneal, que es la que mas se adapta a la curvatura real. Esta la podemos modificar.

-Queratometría simulada:

Nos proporciona la queratometría central máxima y la mínima, junto con el astigmatismo corneal. Si tenemos una queratometría mayor de 48 debemos descartar la presencia de un queratocono subclínico

-Índice de irregularidad:

Es una muy buena arma para descartar queratoconos subclínicos. Nos lo proporciona en los 3 y en los 5mm. En los 3mm centrales tiene que ser menor a dos, y en los 5mm menor a tres. Si se exceden estos valores se tiene que sospechar un queratocono subclínico.

-Queratometría media, astigmatismo, eje mas plano y eje mas curvado

Nos lo proporciona en los 3 y en los 5mm.

-Distancia blanco-blanco:

Nos puede ayudar a decidir el tamaño del anillo que vamos a utilizar para el corte. Para corneas pequeñas usar anillos pequeños y al revés.

-Pupilometría.

Nos ayuda a la hora de decidir la zona óptica a realizar.

- Punto corneal mas delgado:

Útil también para la detección de queratoconos, ya que si existe cierto abombamiento, y además coincide con el punto mas delgado de la cornea, ya podemos estar casi seguros de su presencia. Si menor de 500 micras debemos sospechar la presencia de un queratocono subclínico.

-Profundidad de cámara anterior (ACD)

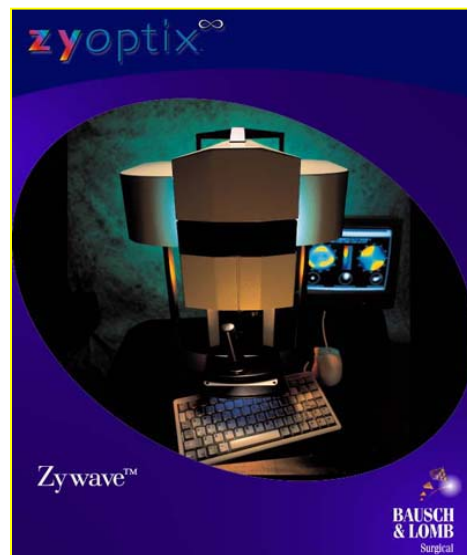
-Angulo kappa:

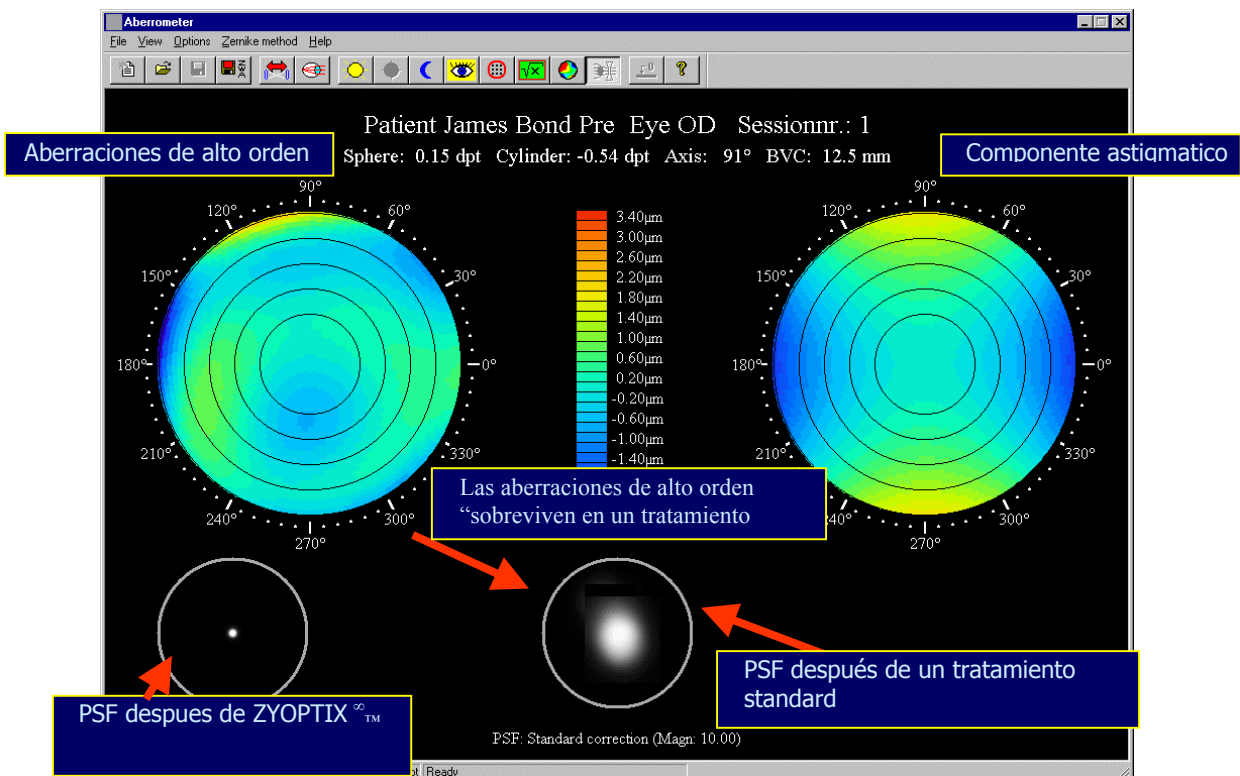
Este ángulo nos determina la distancia entre la línea de visión y el centro pupilar. Según el valor de este se puede descentrar un poco la ablación de forma que centremos el tratamiento no en centro pupilar, sino en la línea de visión.

Existen muchos otros parámetros que son medidos con el Orbscan, pero los mencionados son los más relevantes a la hora de plantearse una cirugía refractiva.

4.1.4 Zywave: (Technolas GMBH Ophthalmologische systeme Max-Plank-Strasse Munich)

Es el aberrómetro con el que hemos calculado el patron aberrométrico de los pacientes. Este aberrómetro se basa en el método de Hartmann-Shack. Los resultados los presenta en forma de refracción convencional mediante lo que se llama la refracción predicha por foróptero o Phorofter Predicted Refraction (PPR). Esta consta de un componente esférico , otro cilíndrico y de un eje. De todas formas el valor de este es solo orientativo, pudiendo variar de la refracción subjetiva y también según el diámetro pupilar en el momento del estudio (si aumentamos el diámetro pupilar de la zona estudiada, la PPR diferirá aún más de la refracción subjetiva, hay una reacción directamente proporcional). No representa lo que el láser va a tratar, ya que este tratará aberración por aberración, se usa para factor de screening. Si difiere mucho de la refracción subjetiva es mejor repetir la exploración.





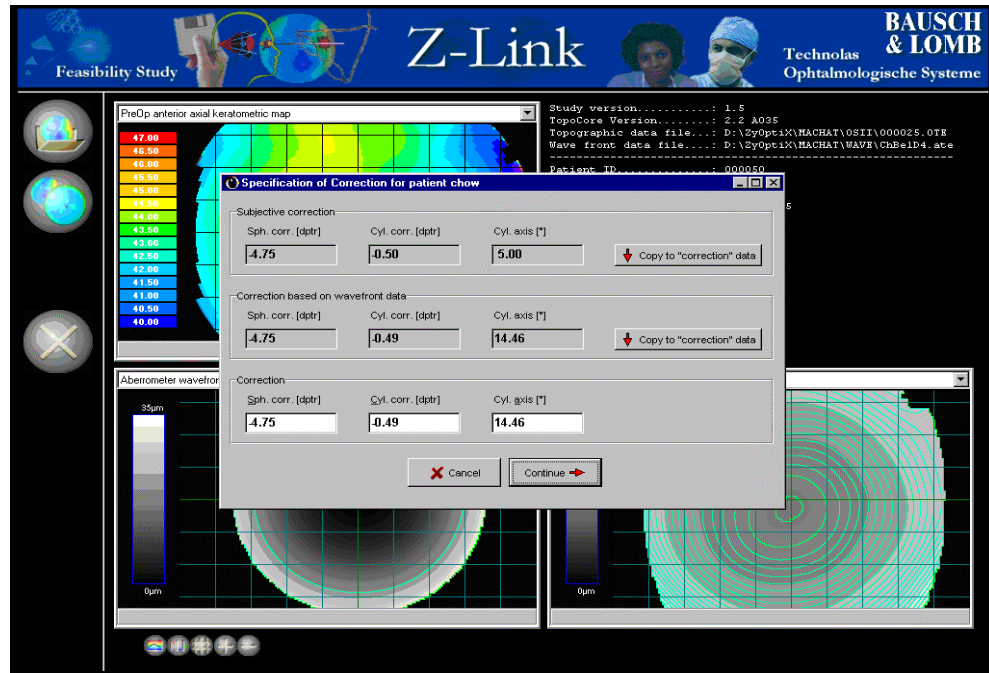
En la pantalla podemos ver un mapa con el componente astigmático, otro mapa individualizado de las aberraciones de alto orden, y un dato muy importante, el PSF de cómo quedaría con un tratamiento convencional y como quedaría con un tratamiento personalizado eliminando las aberraciones de alto orden.

Hay una función por si queremos ver los polinomios de Zernike par cada una de las aberraciones. Este aberrómetro solo calcula las aberraciones hasta 5° orden de Zernike que incluye 18 aberraciones. Las presenta de la siguiente forma:

Z200=-0.093
 Z221= 0.180
 Z220=-0.669
 Z311=-0.011
 Z310=-0.029
 Z331= 0.077
 Z330=-0.010
 Z400= 0.049
 Z420=-0.046
 Z421=-0.027
 Z440= 0.029
 Z441=-0.000
 Z510=-0.004
 Z511=-0.013
 Z530=-0.036
 Z531= 0.050
 Z550=-0.037
 Z551=-0.022

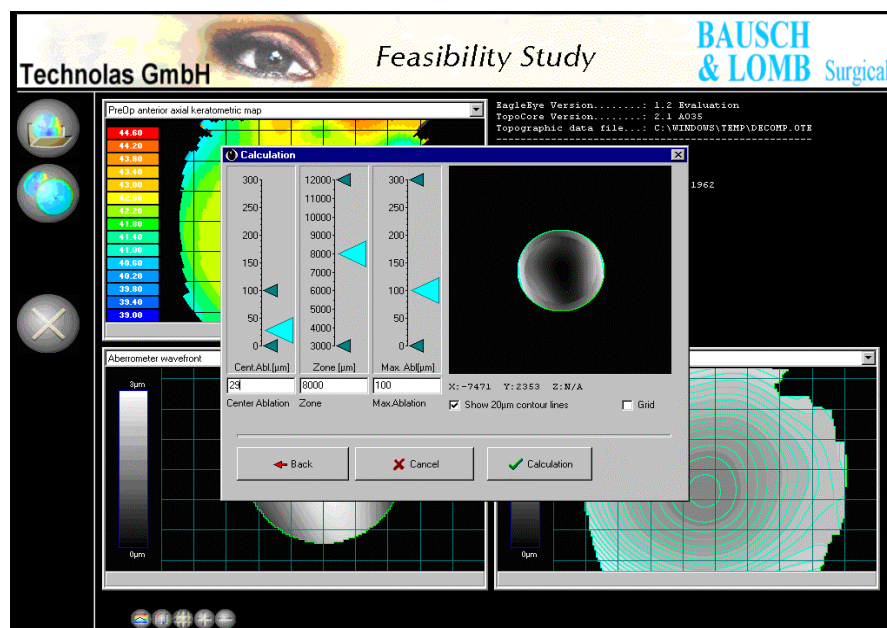
4.1.5 ZYLINK (Technolas GMBH Ophthalmologische systeme Max-Plank-Strasse Munich)

Es un software que calcula el tratamiento final que acabaremos introduciendo en el láser para que este lo ejecute. Con este software podemos modificar el nomograma, y escoger el porcentaje del tratamiento aberrométrico que queremos que haga el láser, según la diferencia entre la refracción subjetiva y aberrométrica.



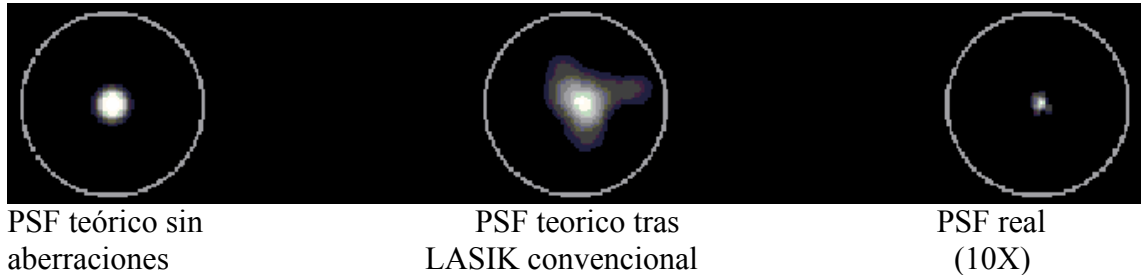
Pantalla para decidir el porcentaje del tratamiento aberrométrico a aplicar

Además este software nos permite modificar dos parámetros como son el diámetro de la zona óptica (ZO) y la cantidad de ablación.



Pantalla de elección de zona óptica y cantidad de ablación

Un dato interesante a la hora de decidir el tratamiento es el point spread function, el cual determina la calidad de la imagen retiniana. Nos lo presenta de tres maneras, la primera (derecha de la pantalla) es el PSF actual sin corrección, la imagen del medio es el PSF calculado tras un tratamiento LASIK estándar, y la tercera (imagen de la izquierda) representa el PSF tras un tratamiento basado en la aberrometría. El factor a tener en cuenta a la hora de leer estas imágenes es que la imagen de la derecha está magnificada 10 veces en comparación con las otras dos.



4.1.6 Technolas 217 Z (Technolas GMBH Ophthalmologische systeme Max-Plank-Strasse 6 Munich)

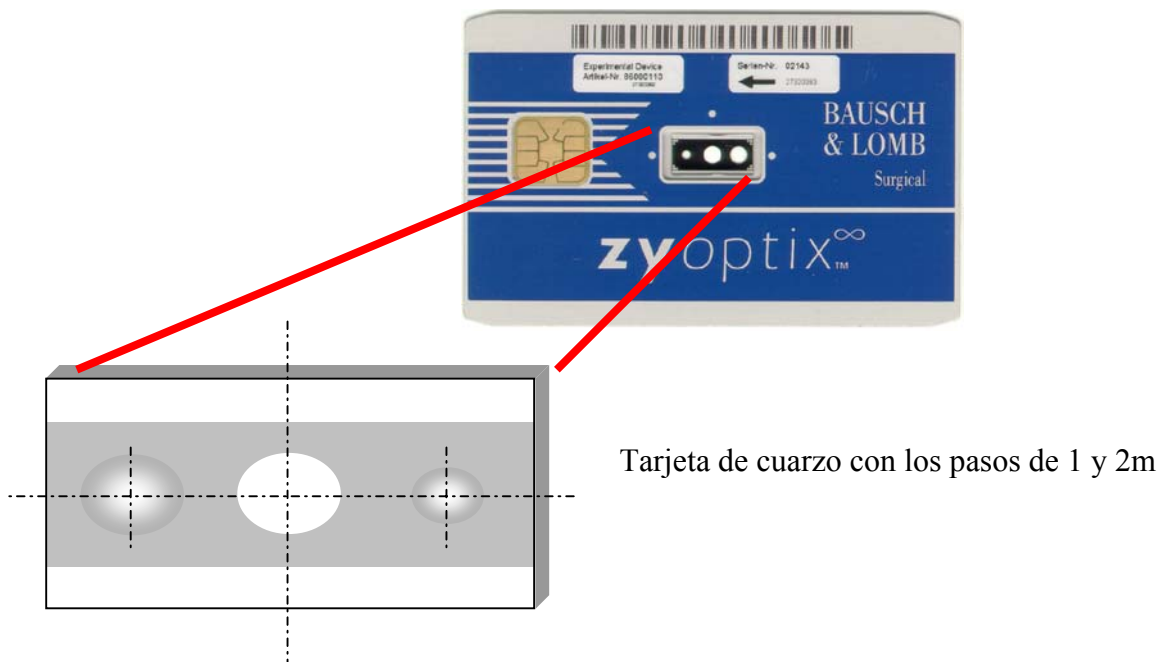
Este es el láser con el que se aplica el tratamiento personalizado. Estructuralmente es el mismo que el Technolas 217 para tratamiento estándar, pero con unas leves modificaciones, como es la introducción de los datos obtenidos en el Zylink a través de un diskette de 3,5'', el uso de una tarjeta diferente para cada tratamiento que sirve para la obtención de un haz específico como es el gaussiano truncado. Con este mismo láser hemos realizado los tratamientos LASIK estándar.



Seguidamente vamos a repasar las diferencias en el materia utilizado:

4.1.6.1 Tarjeta:

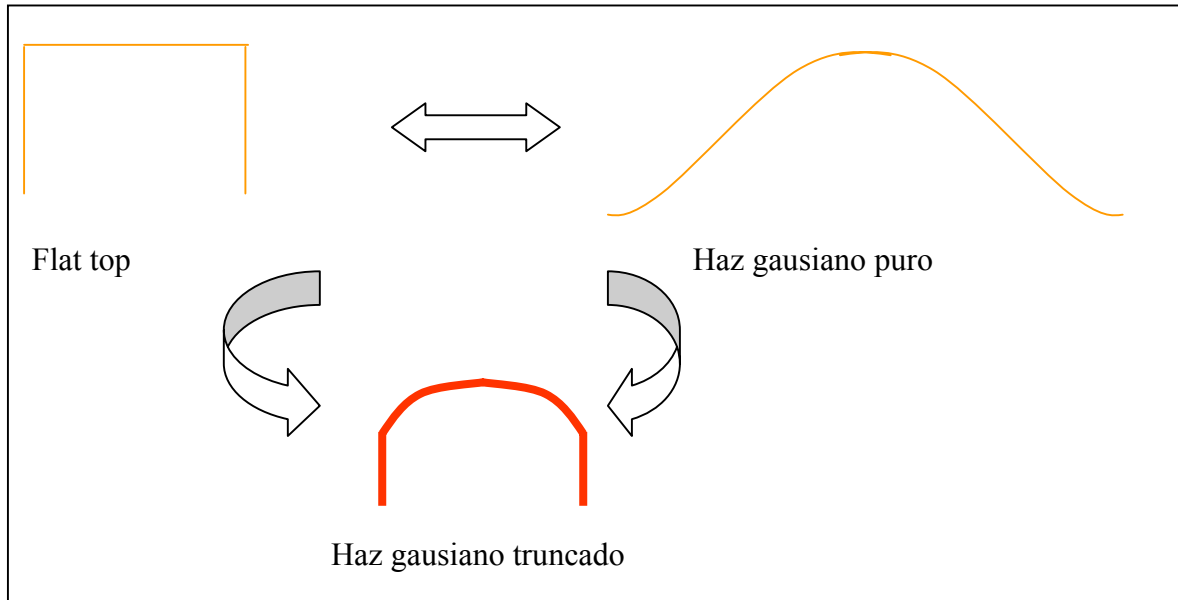
Un dato característico del tratamiento con Zyoptix es que este precisa de una tarjeta especial que tiene que ser introducida dentro del láser en cada uno de nuestros tratamientos. Sin esta tarjeta no se puede practicar ningún tratamiento, ya que la función de esta es permitir y regular el paso del láser a través de tres agujeros en una placa de cuarzo. De estos agujeros hay dos de 2mm, uno para hacer el test de la fluencia mediante un haz en forma de flat top, y el otro que sirve para la primera parte del tratamiento, y que además tiene la función de transformar el haz de forma gaussiana, en un haz gaussiano truncado (se explica en el siguiente apartado). El tercer agujero es de 1mm de diámetro y se usa en la parte final del tratamiento. También transforma el haz gaussiano en gaussiano truncado. Este se encarga de hacer las ablaciones mas pequeñas y de suavizar toda la superficie para evitar cualquier irregularidad que podría disminuir la calidad visual.



4.1.6.2 Características del haz:

La razón por la cual se usa un haz gaussiano truncado es porque reúne las ventajas de los dos tipos de haces actuales y evita sus inconvenientes. En el caso del flat top, ablaiona mas de lo necesario al tener un nivel de energía homogéneo en toda su área por lo que no puede hacer ablaciones con transiciones suaves y regulares. De todas formas esta característica le proporciona un efecto beneficioso al no tener efecto termal. El gaussiano simple también tiene inconvenientes, como es el efecto termal en los bordes del haz, ya que debido a su bajo nivel de energía no llegan a ablaionar y solo calienta el tejido con las consecuentes complicaciones que esto conlleva. Esta es entonces una aplicación de energía innecesaria. El haz gaussiano simple sí es capaz de hacer ablaciones finas y regulares.

Con el haz gaussiano truncado, se consigue ablacionar solo el tejido corneal que pueda tener una implicación refractiva, evitando el efecto termal, y además consiguiendo una ablación suave y uniforme con una zona de transición ideal.



4.1.6.3 Incorpora un seguidor de movimientos oculares (eyetracker) de 150 hercios. El eyetracker es muy importante si se pretenden ablaciones personalizadas, ya que el mínimo descentramiento puede tener una gran repercusión óptica al ser patrones de ablación esféricos.

4.2 Métodos

4.2.1 Procedimiento preoperatorio:

La principal diferencia entre un tratamiento LASIK estándar y uno personalizado se encuentra en la obtención y procesamiento de los datos. Este paso se convierte en mucho más complicado, delicado, y a la vez consume mas tiempo. A continuación se describirá paso a paso el procedimiento seguido:

4.2.1.1 *Historia clínica:*

Se investigan los antecedentes patológicos generales y oculares, tanto familiares como personales, haciendo hincapié en la evolución de la miopía, y si ésta está estabilizada. Los criterios de inclusión han sido cualquier paciente miope sin antecedentes patológicos oftalmológicos ni generales.

4.2.1.2 *Examen refractivo:*

Lo primero es tomar la AV del paciente, con y sin corrección, así como su refracción subjetiva con y sin cicloplejia.

4.2.1.3 *Otros exámenes que realizamos rutinariamente:*

-Topografía de curvatura (EyeSys):

Estamos mas acostumbrados a ella, además no creemos que sea excluyente con el Orbscan, sino complementarias. También nos da una lectura queratométrica (Ks), ayudándonos a valorar el tipo de anillo a emplear en el corte. Si Ks altas mejor usar un anillo pequeño para minimizar el riesgo de perforación del lenticulo (buttonhole).

-Paquimetría ultrasónica:

De momento es el método mas fiable de medir el grosor de la córnea. En su medición incluye el epitelio.

-Diámetro pupilar escotópico:

Nos orienta a la hora de decidir el diámetro de la zona óptica. Lo realizamos mediante el pupilómetro de **Colvard**.

-Examen biomicroscópico:

Para descartar cualquier anomalía, sobretodo corneal.(cicatrices, sequedad ocular, pannus...)

-Tonometría:

Es importante tener la previa y la posterior, ya que esta será inferior debido a la menor resistencia corneal, entonces se pueden dar a la larga falsos negativos de glaucoma hiperbárico.

-Examen retiniano completo:

Descartar alteraciones centrales que empobrezcan el pronóstico visual, y lesiones periféricas que predispongan a desgarros retinianos al hacer la succión. En el caso de existir estas se practica fotocoagulación preventiva.

4.2.1.4 *Examen de la sensibilidad al contraste.*

El paciente se sitúa a adyacente a los oculares de la caja. Con la mejor agudeza visual corregida y de forma monocular se muestran los optotipos patrón. Se pregunta al paciente si es capaz de apreciar rayas, las cuales pueden ser verticales, inclinadas a la derecha o inclinadas a la izquierda, en cada optotipo que se le presenta. Se requiere al paciente que lea de izquierda a derecha y de arriba abajo. Empezará pues por los optotipos de la hilera A de menor frecuencia espacial y de mayor a menor contraste. Se anota el último optotipo que es capaz de identificar correctamente. Sucesivamente se muestran las hileras B, C y D. La hilera D representa la mayor frecuencia espacial.

Los datos obtenidos se trasladan a los gráficos de sensibilidad al contraste. Se valora si los datos obtenidos son defectuosos con respecto al rango normalizado por la edad. Todo el examen se realiza en condiciones mesópicas (6 candelas/m²)

4.2.1.5 *Examen topográfico por elevación (Orbscan II Z):*

Se posiciona al paciente, se le pide que abra bien el ojo y que parpadee justo antes de tomar la medición, ya que así obtendremos una película lagrimal regular. Obtenemos dos mediciones de cada ojo se elige la mas regular. Primero se hace un ojo y después el otro. En pacientes sin tropias ni forias y con una buena fijación se les puede tapar el ojo contralateral, pero no es estrictamente necesario. Durante la adquisición que dura unos segundos es importante decirle al paciente que no cambie el punto de fijación y que mantenga el ojo bien abierto.



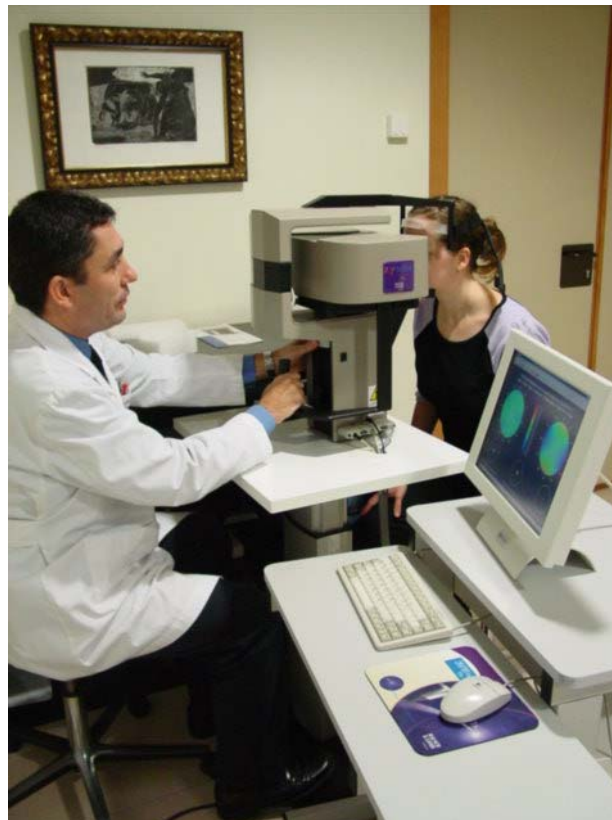
Toma de datos mediante el Orbscan

4.2.1.6 Examen aberrométrico (Zywave)

El procedimiento de obtención de datos es el siguiente. Se tiene que sentar al paciente frente al aberrómetro, fijarle la cabeza para evitar cualquier movimiento durante el examen, y apagar cualquier fuente de luz que puede distorsionar la obtención del frente de onda. Entonces se toman tres muestras sin dilatación y tres muestras dilatadas con gotas de fenilefrina al 10%. Después se toman tres muestras con ciclopléjico para comparar los resultados obtenidos con los tres métodos y estudiar la variabilidad según las gotas de dilatar empleadas. Las medidas usadas precisan ser bajo dilatación, y fueron las tomadas con la fenilefrina porque esta demostró que no inducía aberraciones al dilatar al contrario que el ciclopléjico(46). De las tres medidas con fenilefrina escojemos la que tiene un equivalente esférico mas similar al equivalente esférico de la refracción subjetiva.

No utilizamos las medidas con ciclopléjico porque este al dilatar puede inducir unas aberraciones que no existen en realidad, debido a su mecanismo de dilatación con implicación del músculo ciliar.

También se instruye al paciente de abrir bien el ojo y parpadear justo antes de la adquisición de los datos, ya que la película lagrimal puede ser un origen de aberraciones. Durante la adquisición el paciente debe permanecer quieto y mirando al punto de fijación para evitar descentramientos(8). Se debe centrar el examen en la línea de visión. El punto de fijación se enfocará y desenfocará para relajar la acomodación y tener las medidas en el ojo sin acomodar.



Toma de datos mediante el Zywave

4.2.1.7 Cálculo del tratamiento:

Se realiza mediante el programa Zylink. Los datos que se tienen que introducir son, la refracción subjetiva, los datos aberrométricos y los datos del Orbscan. Este último de momento no tienen ninguna influencia en el tratamiento final aplicado, pero en un futuro será un dato imprescindible. Ahora solo se usa como una arma de screening, para descartar pacientes no operables.

En este momento decidimos:

-Si el paciente es un buen candidato en base a su mejoría en el PSF.

Con los datos del PSF puedes comparar los posibles resultados estimados, y decidir si un tratamiento con el Zyoptix sería realmente más beneficioso que con un LASIK convencional.

En el caso que el PSF con un tratamiento con Zyoptix fuera mucho menor que con el tratamiento estándar, entonces indicaremos una ablación guiada por aberrometría. En el caso que los PSF sean similares escogeremos la técnica con la que nos sintamos más cómodos.

-El porcentaje de tratamiento aberrométrico a tratar, en base a la diferencia entre la PPR y la refracción manifiesta.

En el caso que la refracción aberrométrica sea muy superior a la refracción manifiesta, se reduce el tratamiento a aplicar. Esta reducción estará en base al nomograma de cada láser. En nuestro caso no se ha reducido nunca a más de un 83% del tratamiento inicial.

-La zona óptica a tratar junto a la ablación realizada.

El Zylink nos da de entrada unos valores de ZO y de cantidad de ablación recomendados. De todas formas a partir de aquí se puede agrandar tanto como quieras el diámetro de la ZO (no hay limitaciones en la ZO como con los otros láseres), para ajustarlo al diámetro pupilar escotópico, y así intentar disminuir al máximo el riesgo de halos y deslumbramiento tras la cirugía. Al modificar la ZO, vemos dinámicamente como cambia la profundidad de la ablación. A mayor ZO, mayor cantidad de ablación, entonces tenemos que vigilar mucho la paquimetría, para no dejar un grosor estromal residual menor a 250 micras, lo que favorecería la aparición de ectasias post-LASIK.

4.2.1.8 Aplicación del tratamiento:

La técnica quirúrgica es absolutamente igual que un tratamiento LASIK estándar. Las diferencias son que el tratamiento no lo introducimos directamente en el láser, sino a través de un diskette de 3,5'' que contiene los resultados del Zylink.

Además debemos introducir la tarjeta para obtener el haz gaussiano truncado de 1 y de 2 mm. Otra diferencia es el patrón con el que el láser ablaiona la córnea. Este consta de dos fases, la primera que ablaiona mediante un spot de 2mm con un haz gaussiano truncado para corregir de una manera burda. Esta fase puede variar en el porcentaje del total del tratamiento según la refracción a tratar, pero normalmente ocupa un poco mas de 50% del tratamiento. Acabada esta, el láser cambia automáticamente a un spot de 1mm con un haz gaussiano truncado, que sirve para la ablación suave y para regularizar la superficie corneal. Con esta fase se acaba el tratamiento. La aplicación del tratamiento fue realizada en todos los casos por un único cirujano, el Dr. A.C.M. El tiempo empleado en el tratamiento es ligeramente superior que en un tratamiento convencional con una graduación similar.



Momento de aplicación del tratamiento

4.2.2 Seguimiento postoperatorio:

Esta es la pauta a seguir en el caso que no aparezca ninguna complicación postoperatoria.

1ª visita: A los 10 minutos.

Lámpara de hendidura (LH): Se objetiva buena colocación del flap.

Esquiascopia: Valorar la emetropia y descartar grandes defectos refractivos. Así obtenemos además un feedback del funcionamiento del láser.

2ª visita: A las 24 horas

LH: Descartar alteraciones de la entrecara y del flap (defectos epiteliales, malposición, edema, sequedad,...)

Valoración subjetiva del paciente.

Refracción subjetiva.

Topografía Orbscan IIZ.

Aberrometría Zywave.

3ª visita: Al mes

LH: Como la visita anterior
Valoración subjetiva del paciente.
Refracción subjetiva.
Topografía Orbscan IIZ.
Aberrometría Zywave.
Paquimetría ultrasónica.

4ª visita: A los tres meses

LH: Como la visita anterior
Valoración subjetiva del paciente.
Refracción subjetiva.
Topografía Orbscan IIZ.
Aberrometría Zywave.
Paquimetría ultrasónica.
Sensibilidad al contraste

5ª visita: A los 6 meses

LH: Como la visita anterior
Valoración subjetiva del paciente.
Refracción subjetiva.
Topografía Orbscan IIZ.
Aberrometría Zywave.
Paquimetría ultrasónica.

4.2.2.1 *Tratamiento postoperatorio:*

Esta es la pauta a seguir en el caso que no aparezca ninguna complicación postoperatoria.

Tobramicina-dexametasona instilada tres veces al día durante una semana
Carmelosa sódica al 1% instilada 6 veces al día durante una semana
Carmelosa sódica al 0,5% instilada 6 veces al día a partir de la primera semana,
y durante tres semanas

5. RESULTADOS

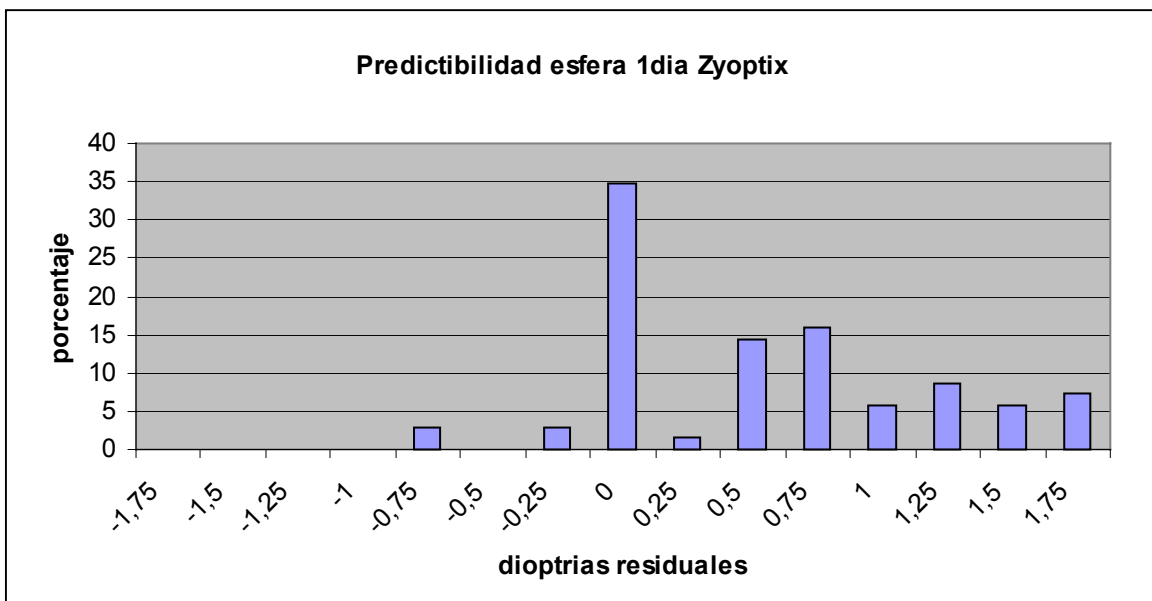
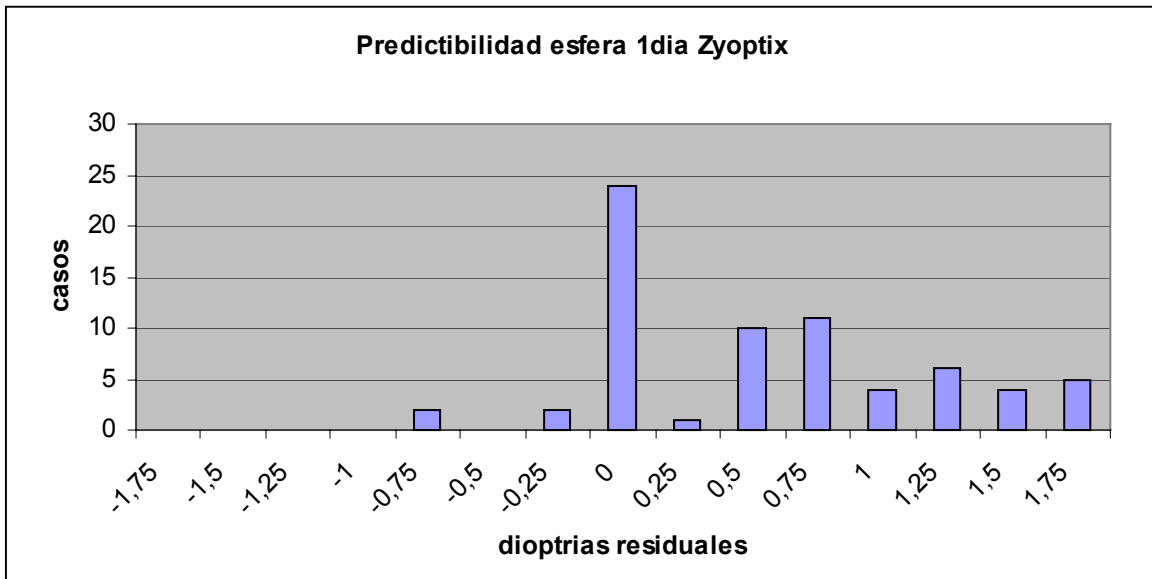
5.1 Resultados de la predictibilidad, estabilidad, seguridad y eficacia:

5.1.1 Zyoptix

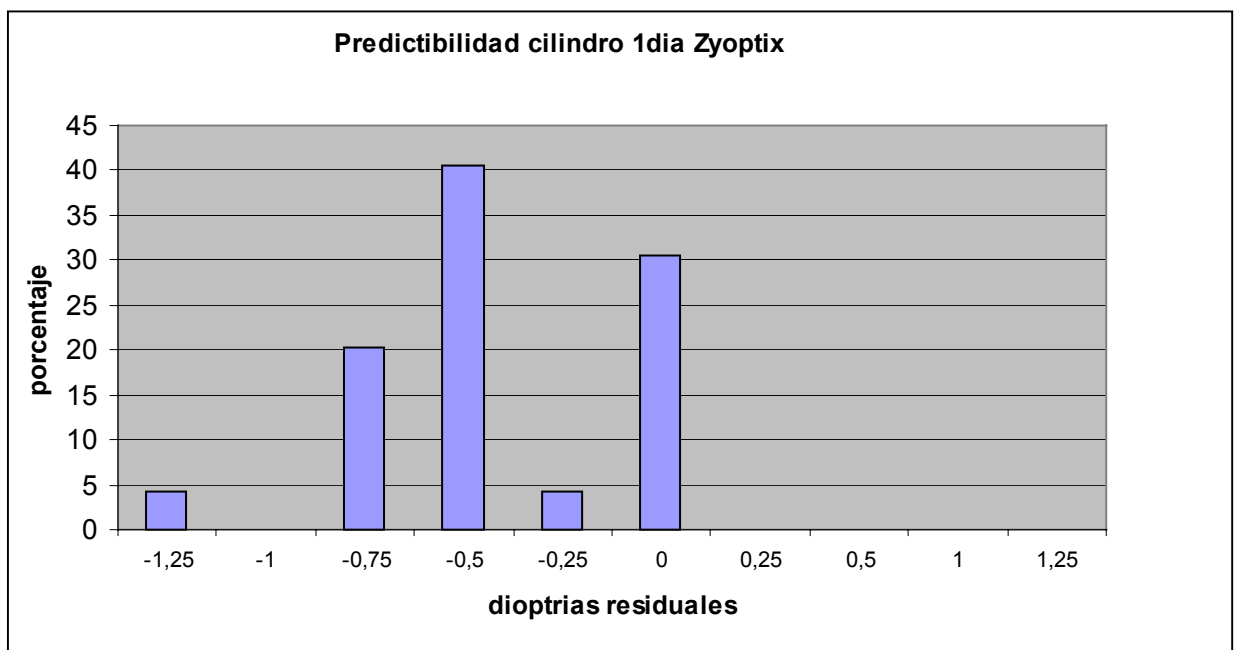
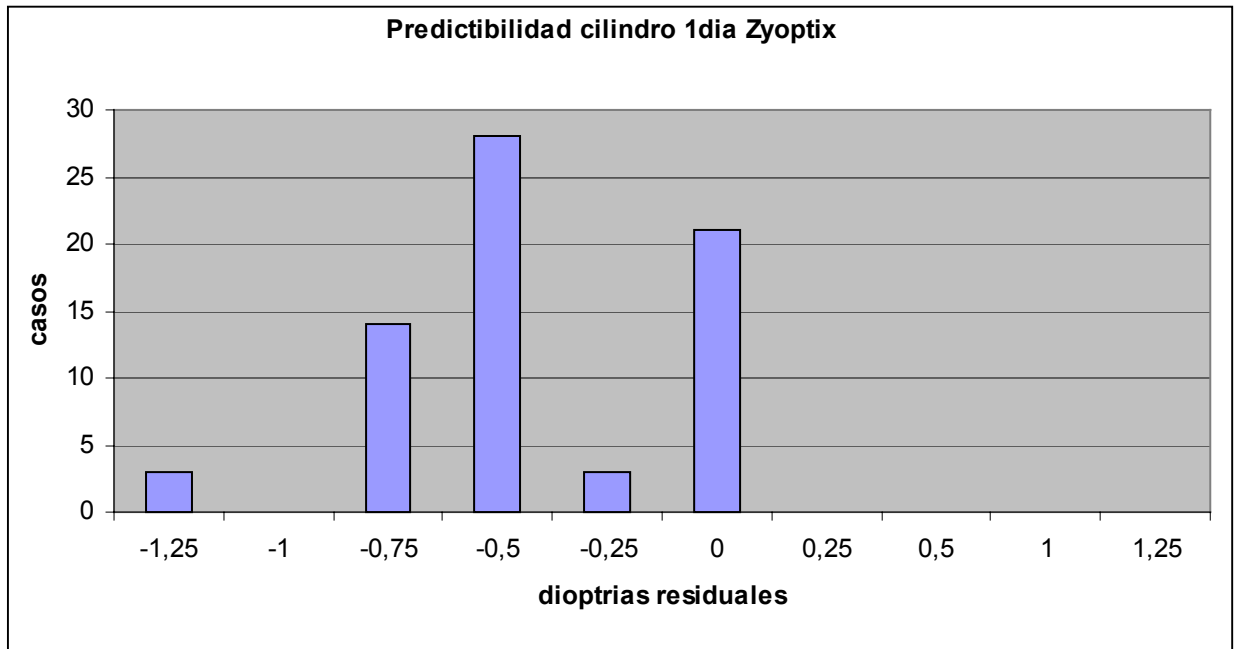
5.1.1.1 Resultados a la 24 horas:

5.1.1.1.1 Predictibilidad:

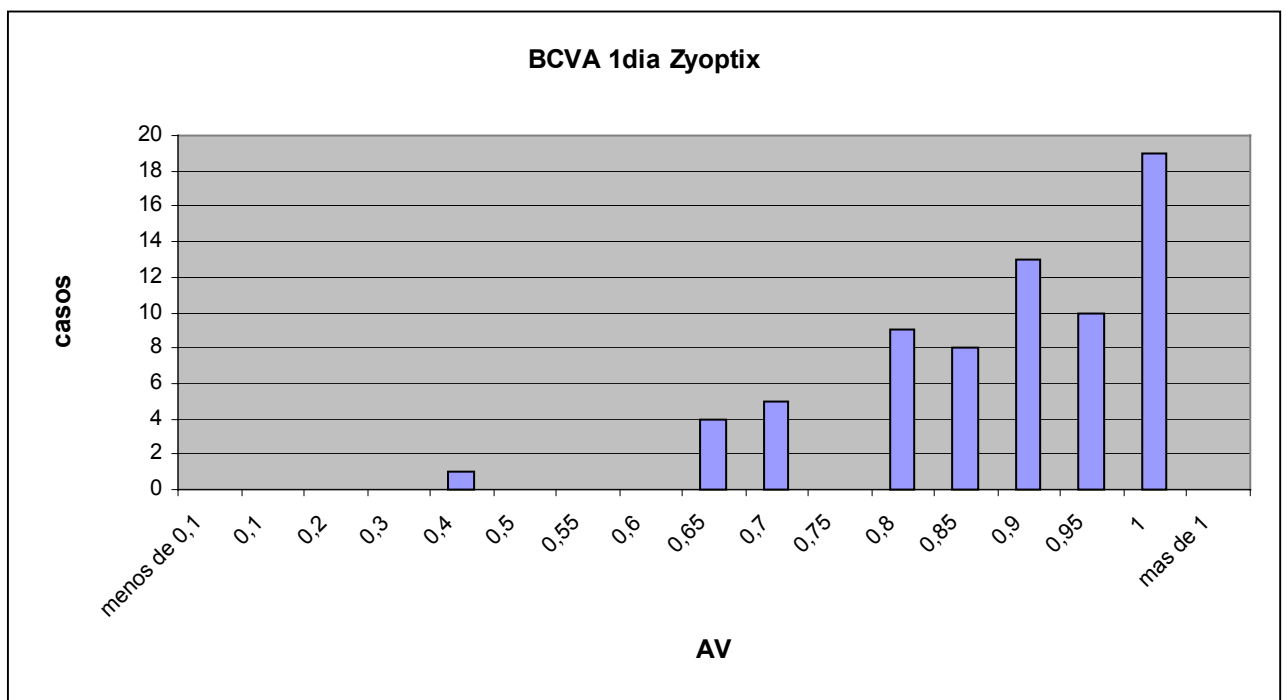
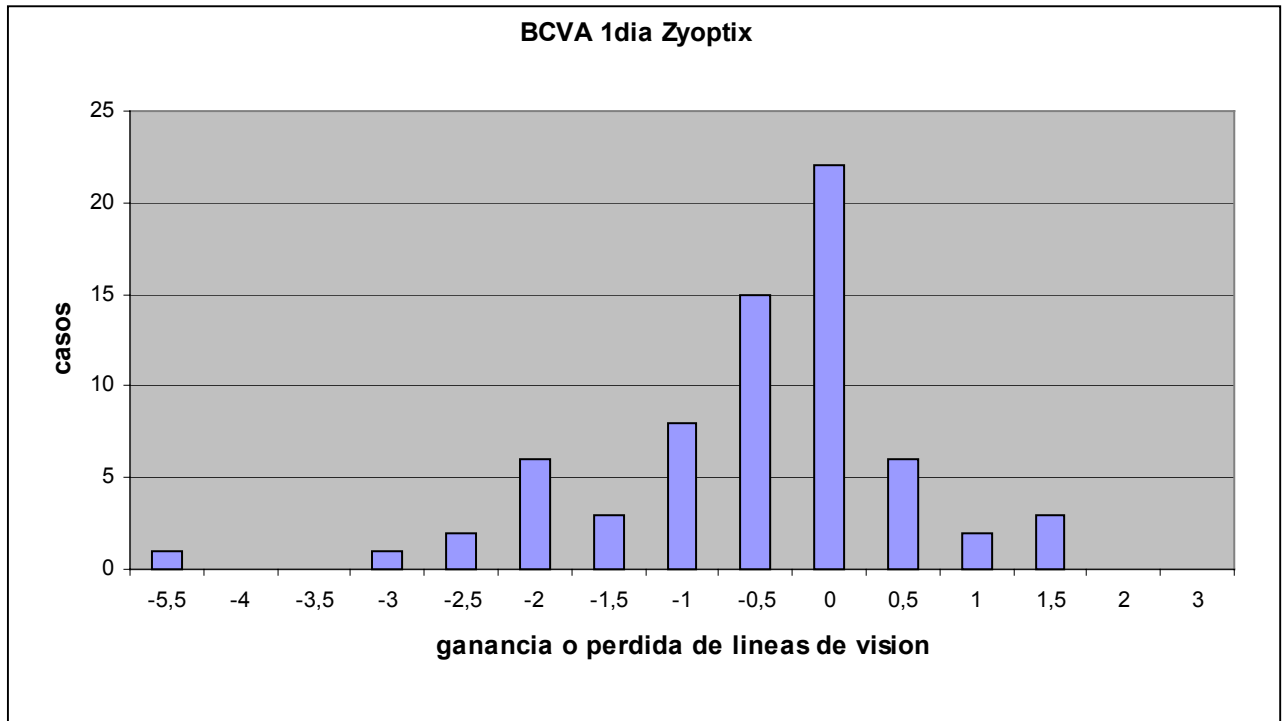
Esfera: Se observa una ligera hipercorrección en el primer control.

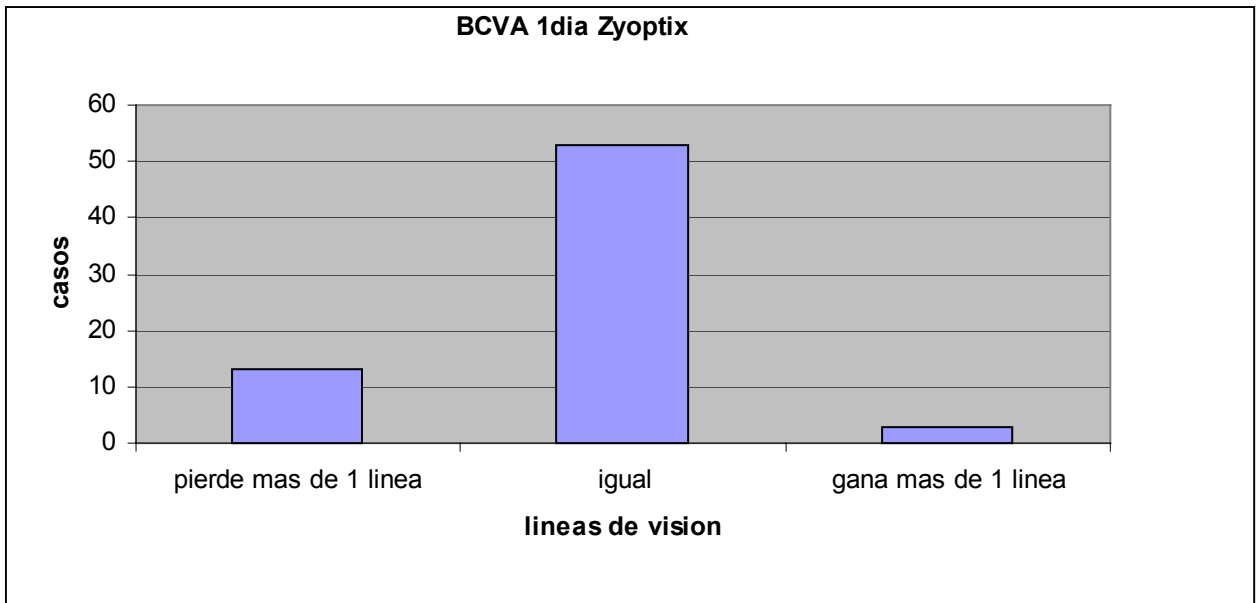


Cilindro: No significa que todos estén hipocorregidos, sino que se ha medido el astigmatismo en negativo. Se aprecian tres picos que por orden son en $-0,5D$, la emetropia, y $-0,75D$. Hay algún caso aislado de $-1,25D$.



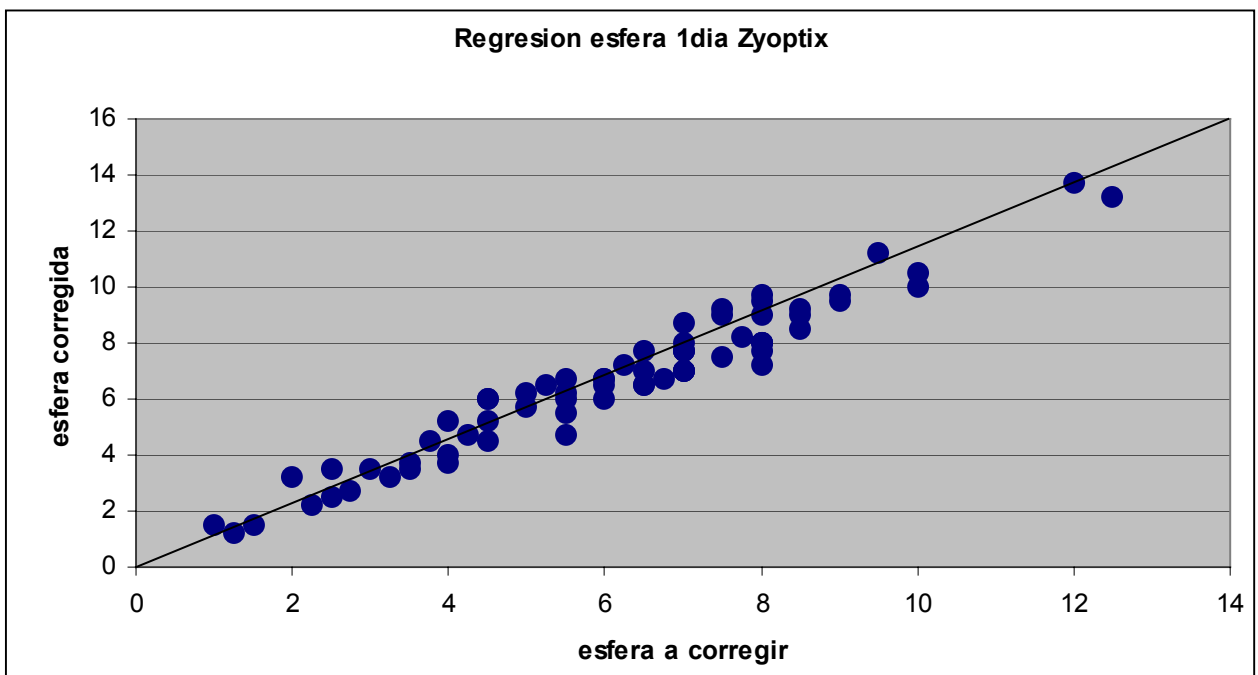
5.1.1.1.2 BCVA: La distribución se desplaza claramente hacia la pérdida de líneas de visión que en algún caso llega a las 3 líneas.



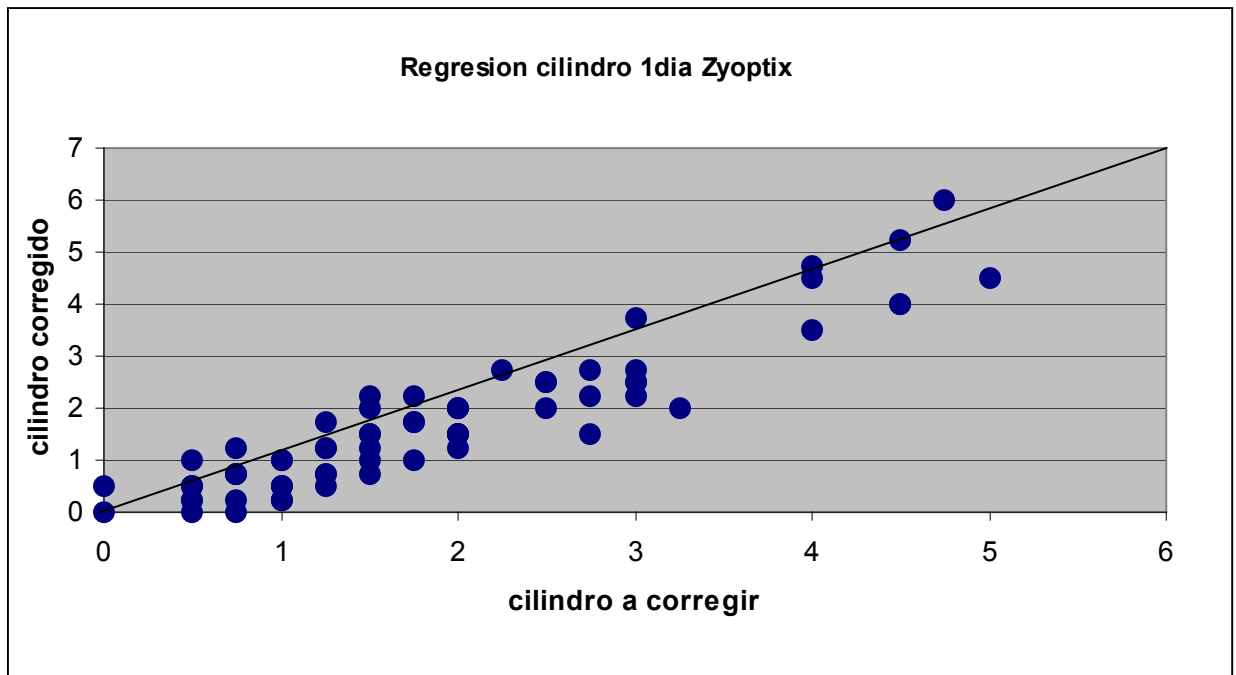


5.1.1.1.3 Regresión:

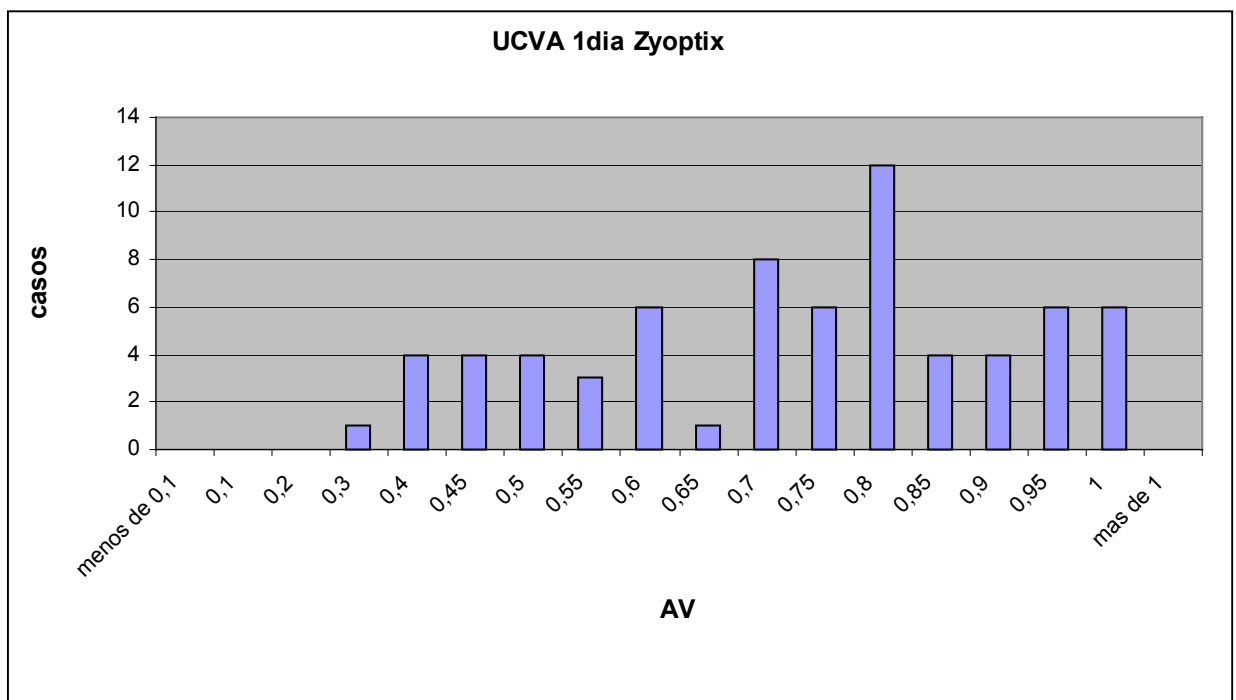
Esfera: Los valores se ajustan con bastante precisión a la recta de regresión.



Cilindro: En la correlación observamos también, como en la esfera, una buena adaptación a la recta de regresión.



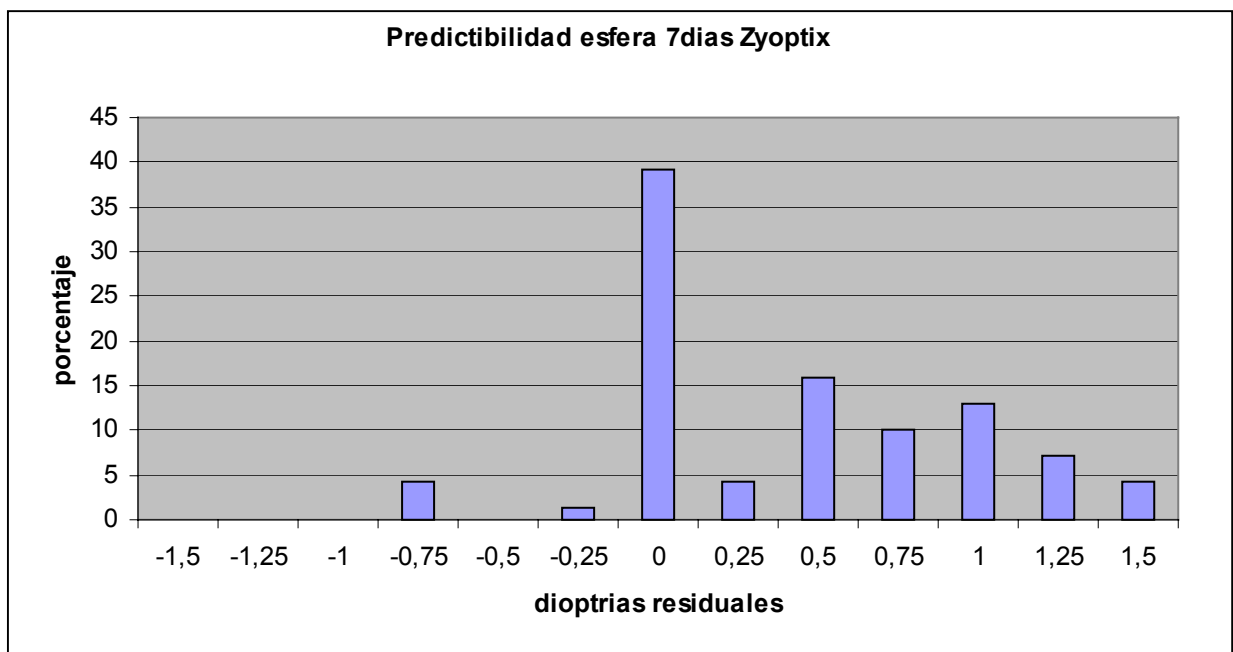
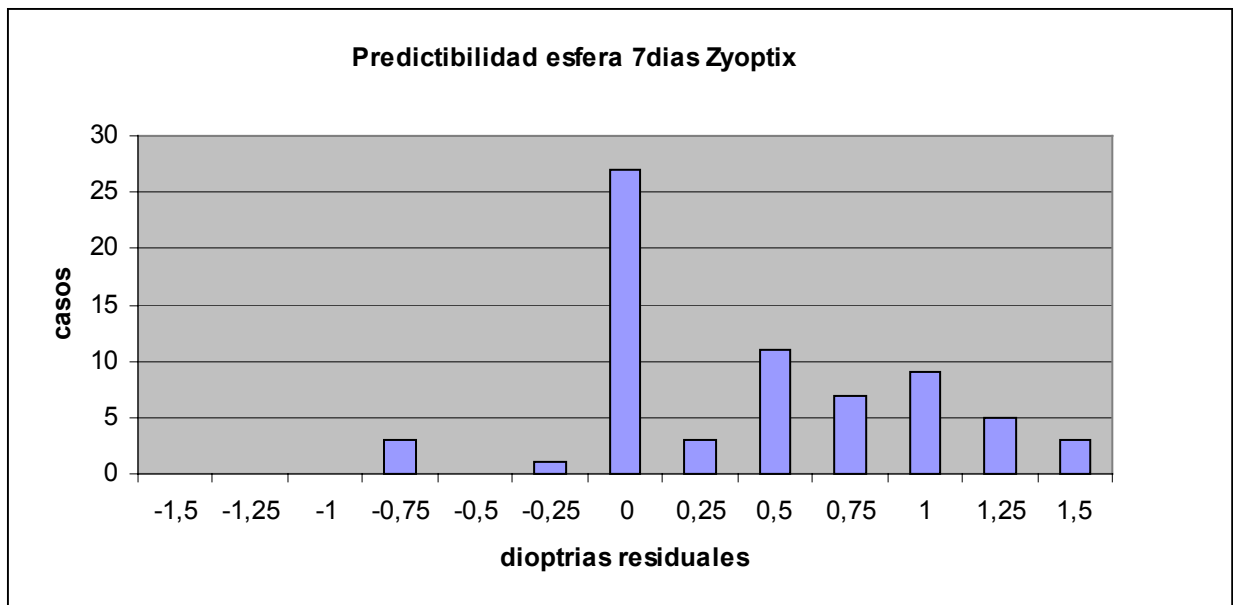
5.1.1.1.4 UCVA: La recuperación de la AV es más lenta, ya que se distribuye entre 0,4 y 1 de una forma homogénea, con un pico en el 0,8.



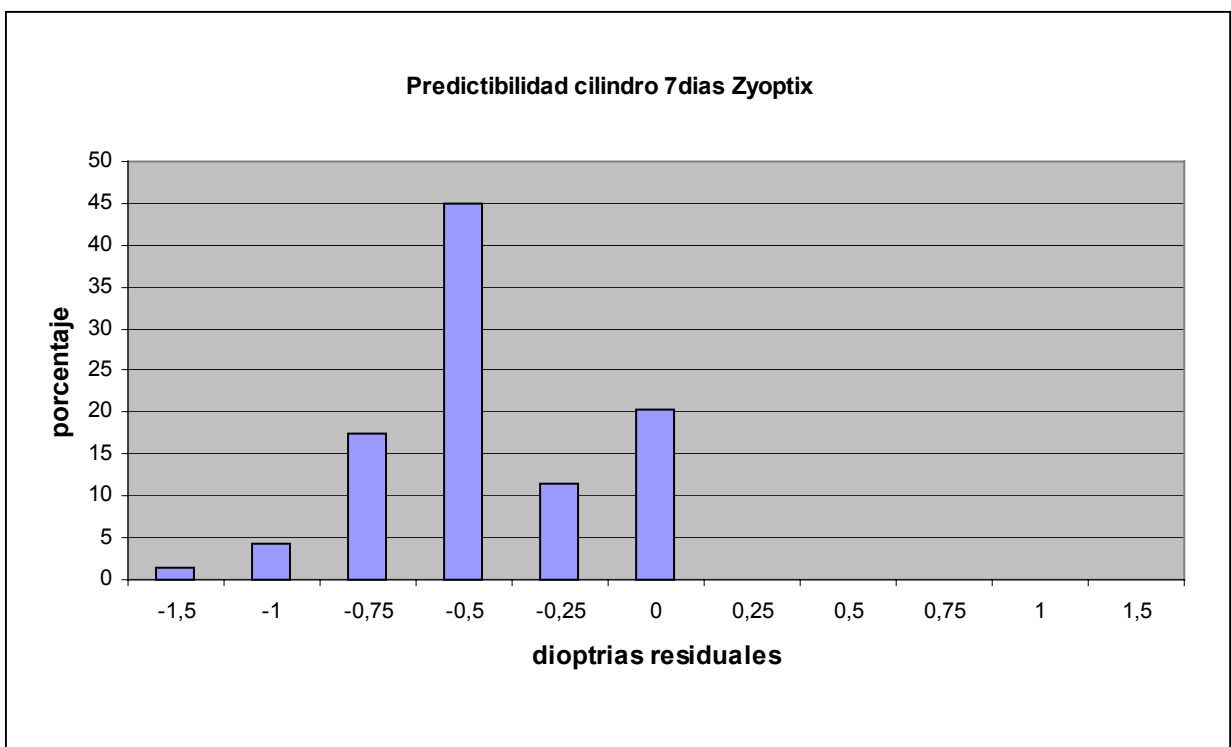
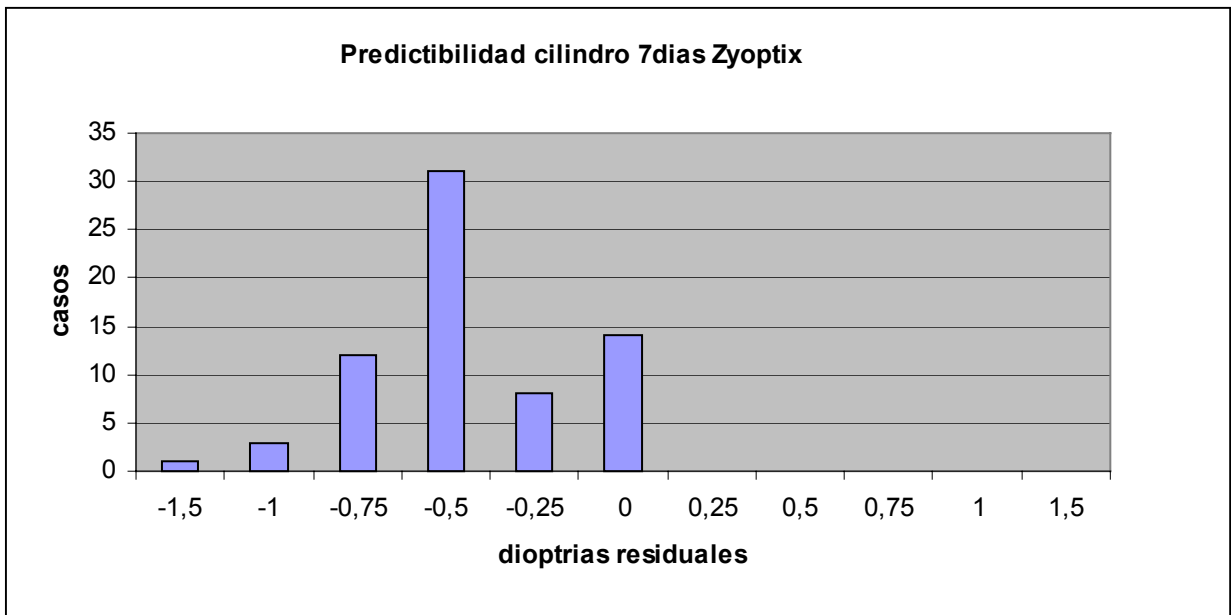
5.1.1.2 Resultados a la semana:

5.1.1.2.1 Predictibilidad

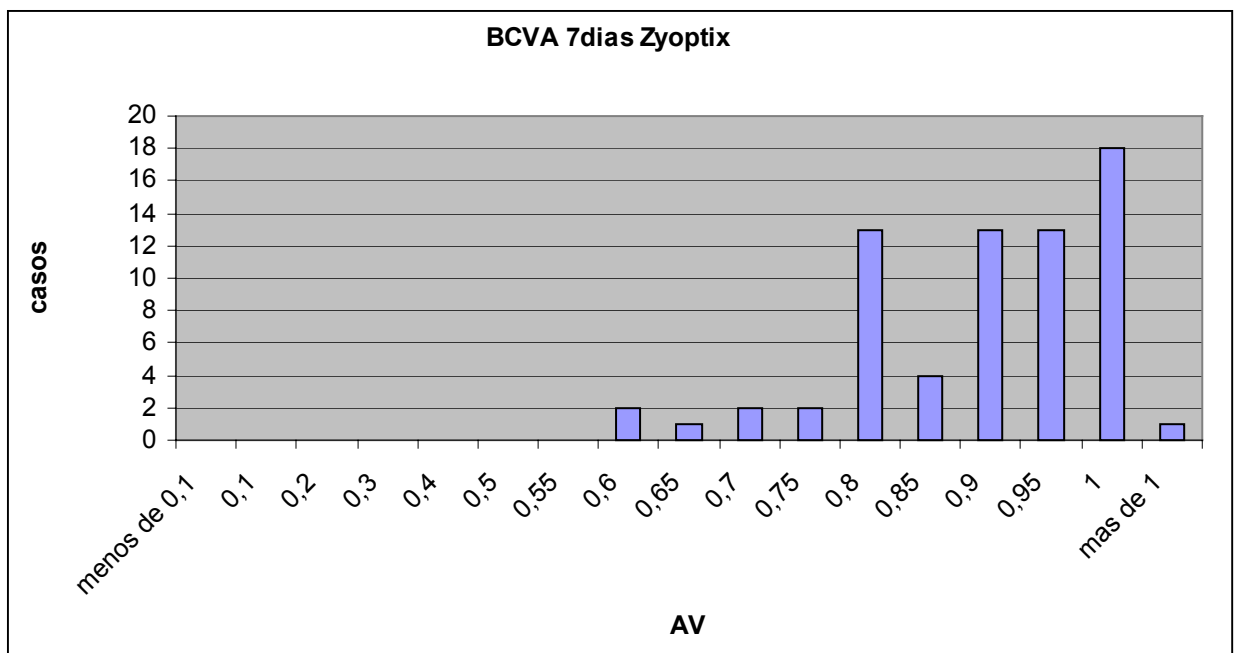
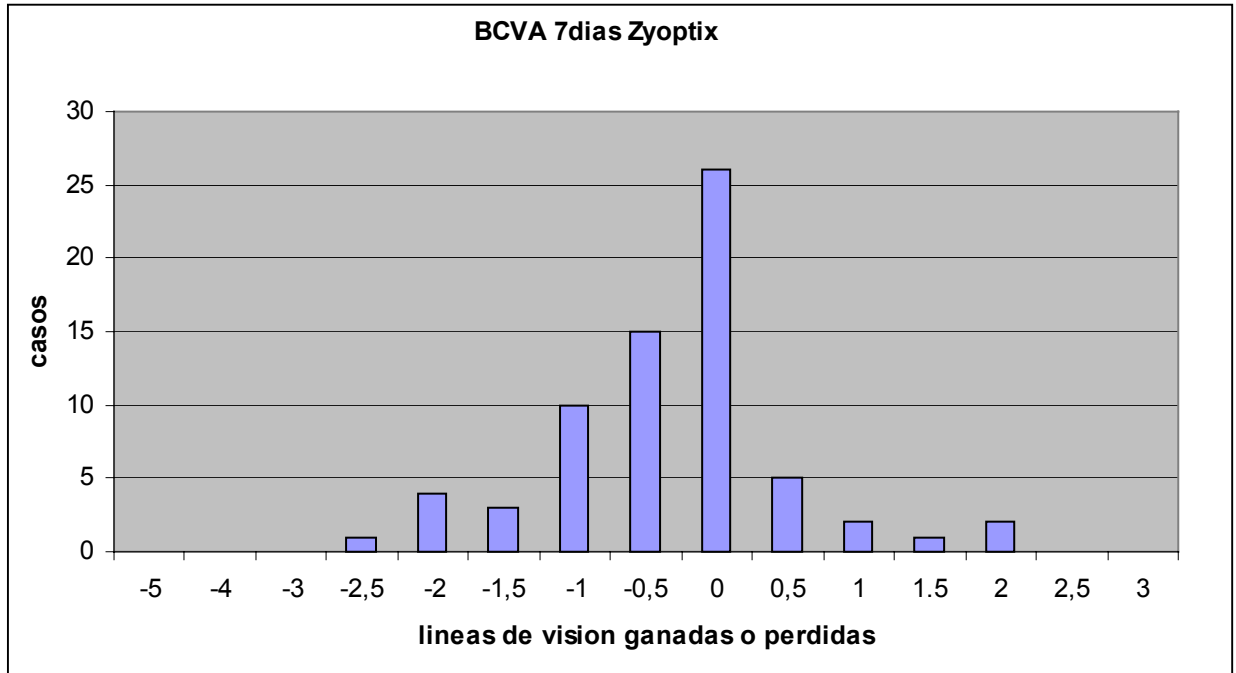
Esfera: No ha habido cambios respecto al primer día y sigue la hipercorrección, con un rango de resultados de $-0,75$ a $1,5D$, aunque con un pico en la emetropia.

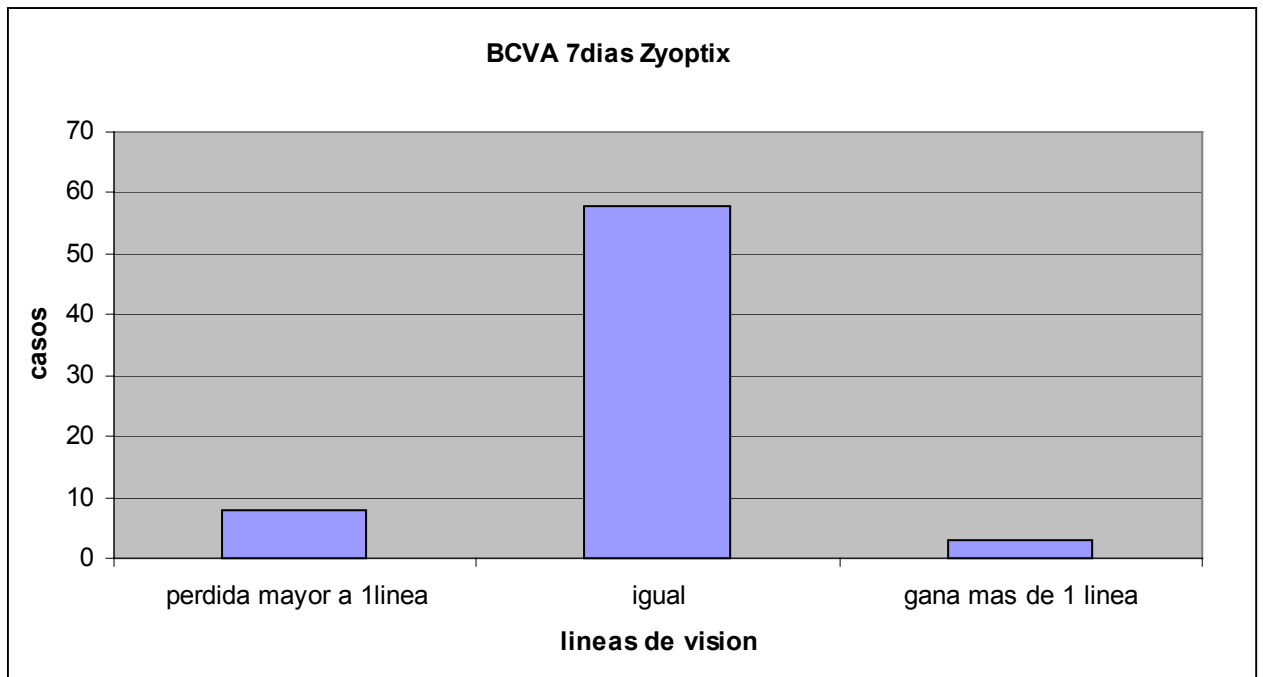


Cilindro: Observamos un pico en las $-0,5D$, con un caso llegando hasta las $-1,5D$.



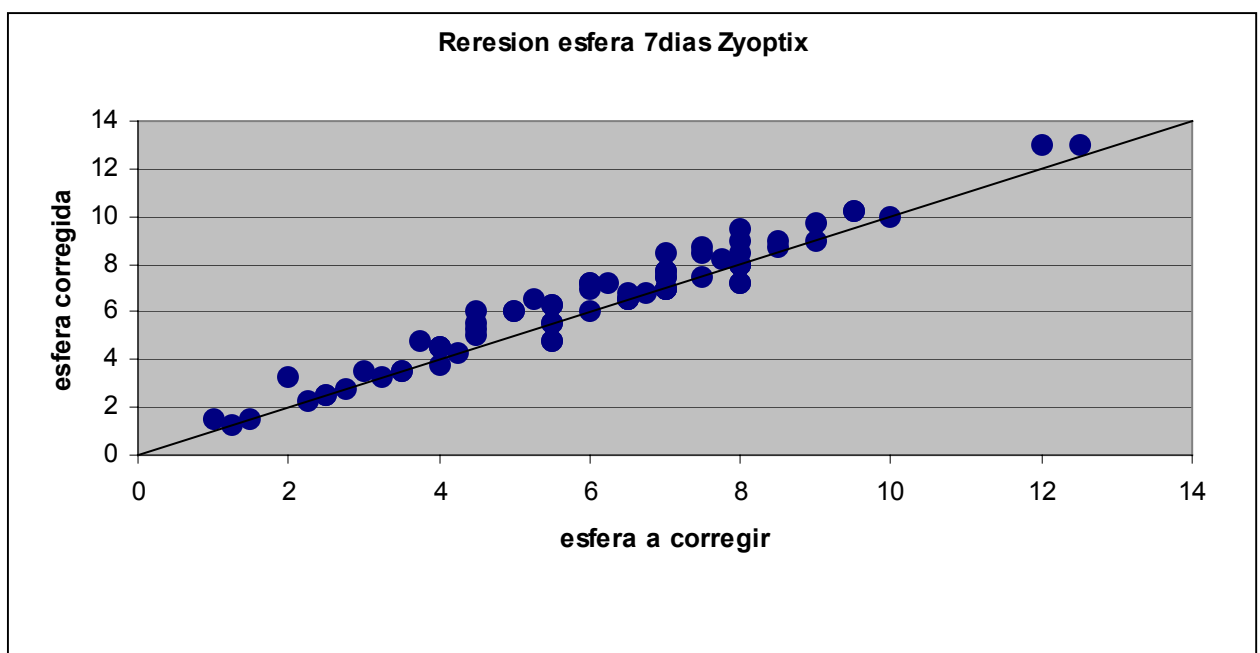
5.1.1.2.2 BCVA: La distribución es gaussiana, con una ligera predominancia hacia la izquierda. La máxima pérdida de líneas de visión es de 2,5, pero lo destacable es que hay casos que llegan a ganar hasta 2 líneas de visión, cosa que no sucedía con los tratamientos planoscan.

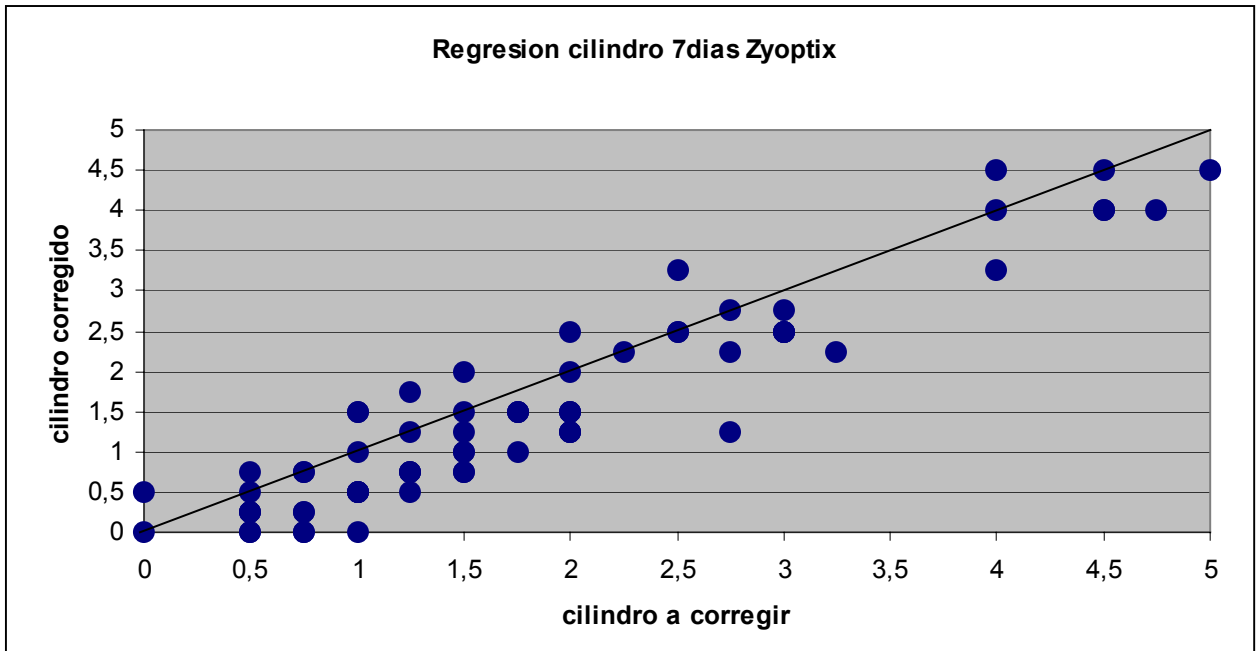




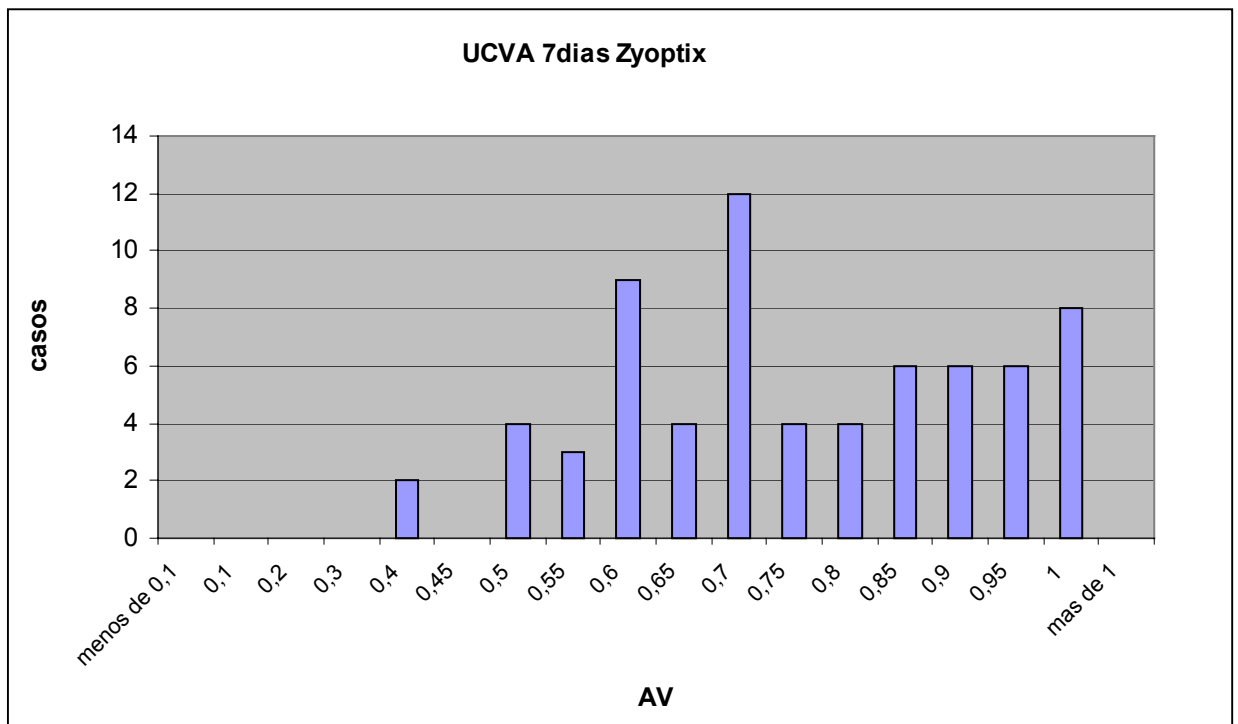
5.1.1.2.3 Regresión:

Esfera: Se aprecia una clara hipercorrección en la mayoría de los casos, aunque se ajusta a la recta de regresión.





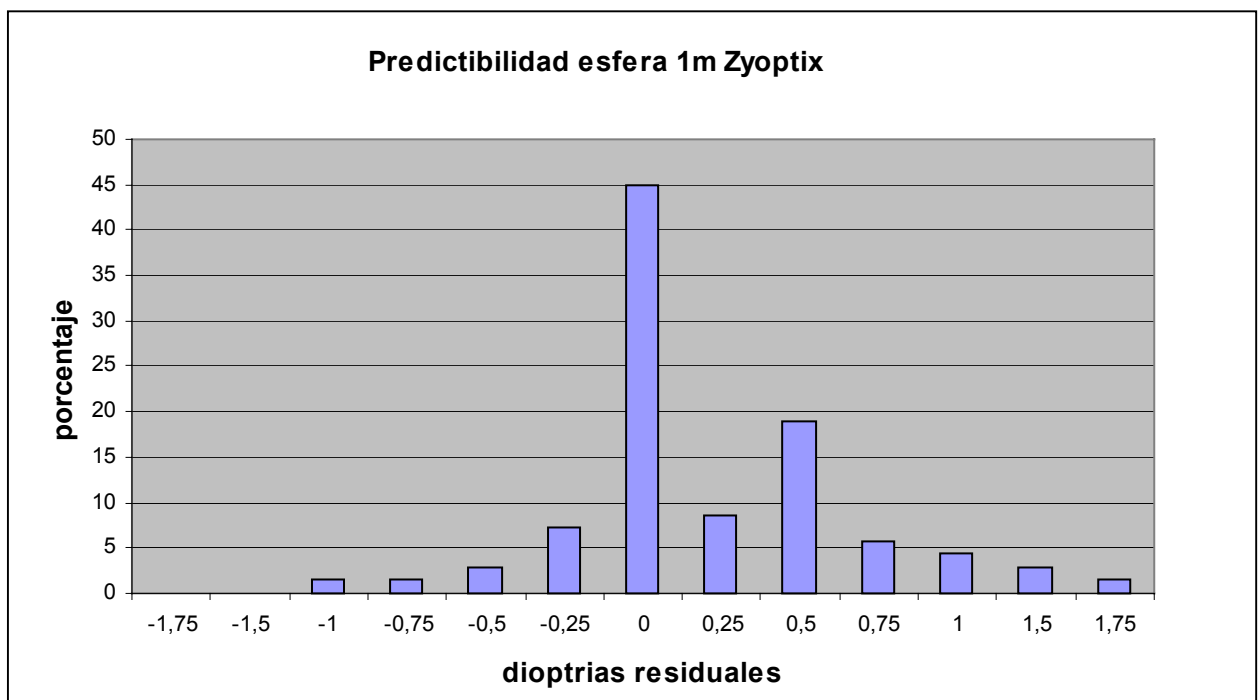
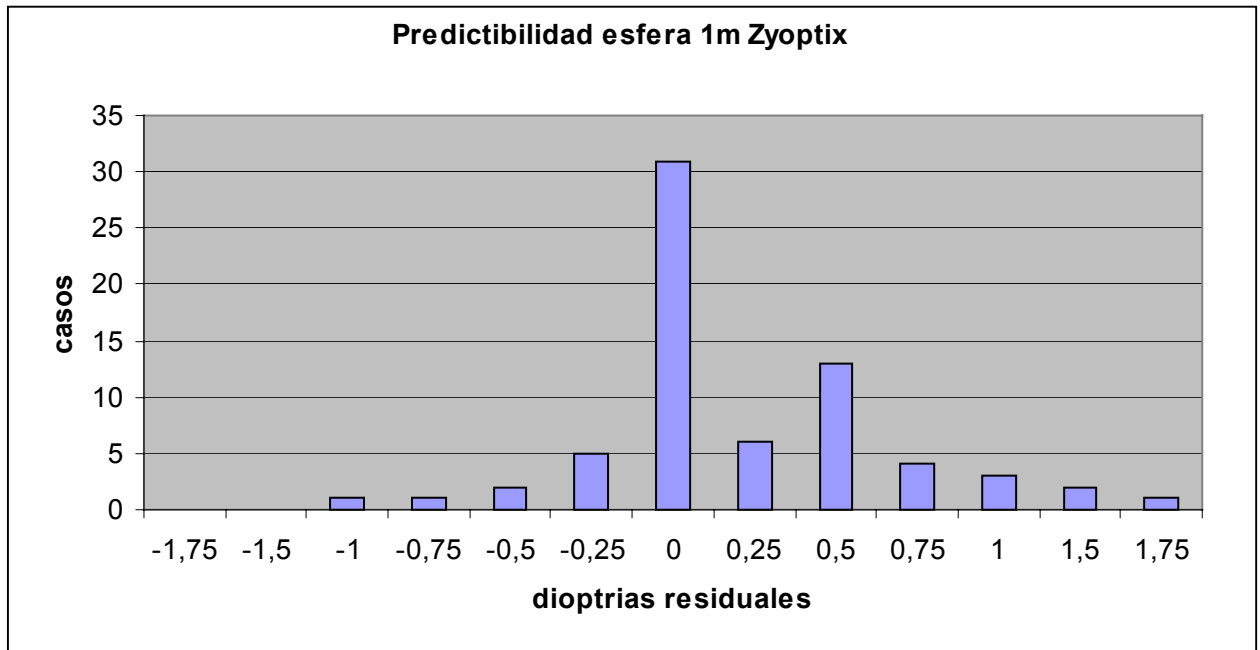
5.1.1.2.4 UCVA: Se empieza a notar una recuperación de la AV, con un desplazamiento hacia la derecha de la UCVA, con un pico en 0,7.



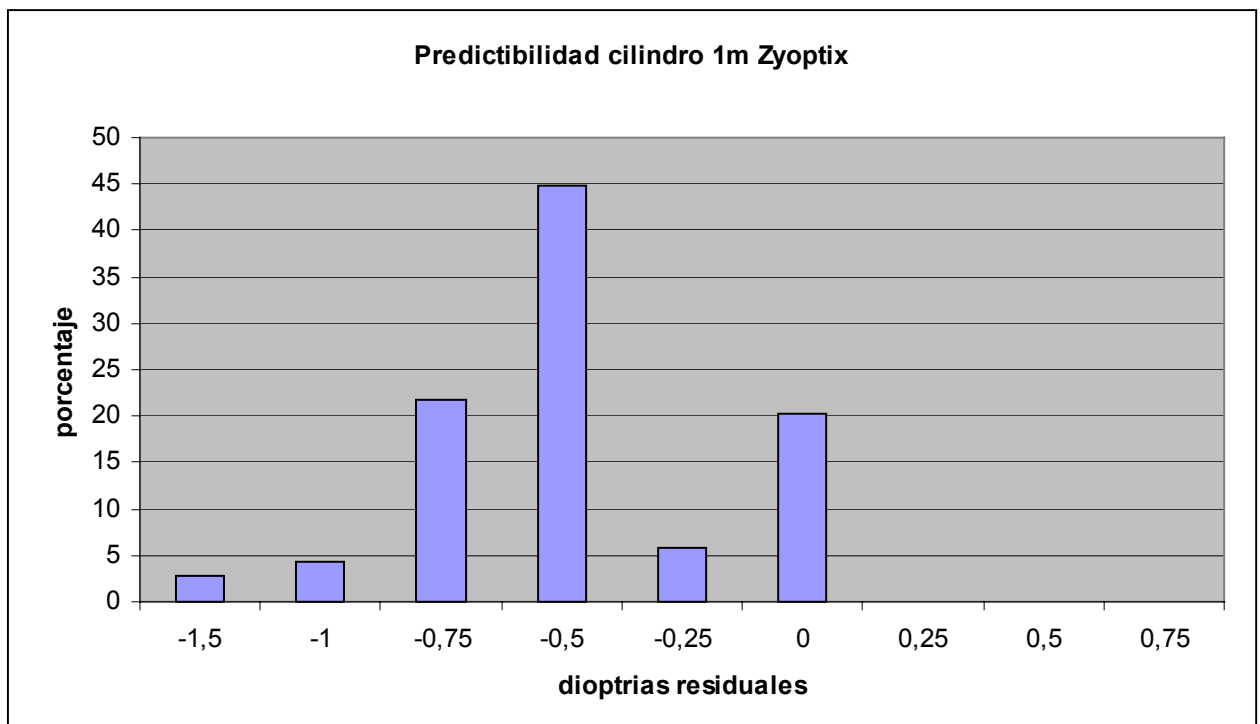
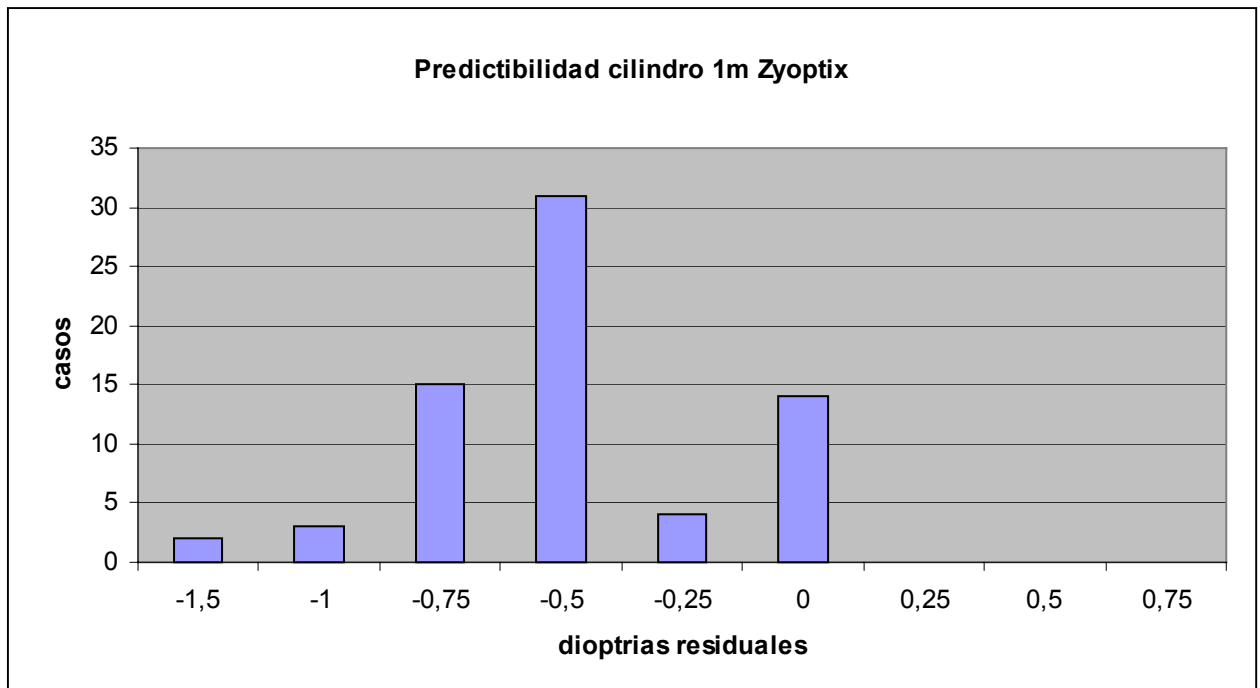
5.1.1.3 Resultados al mes (1m):

5.1.1.3.1 Predictibilidad

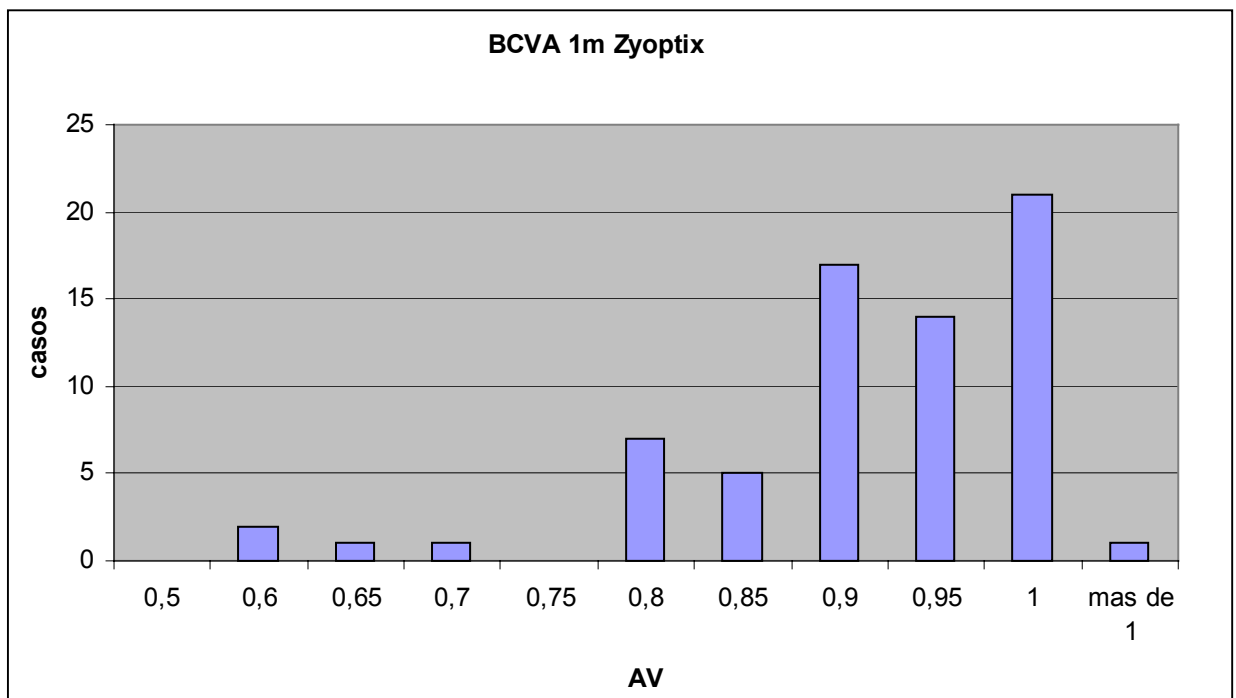
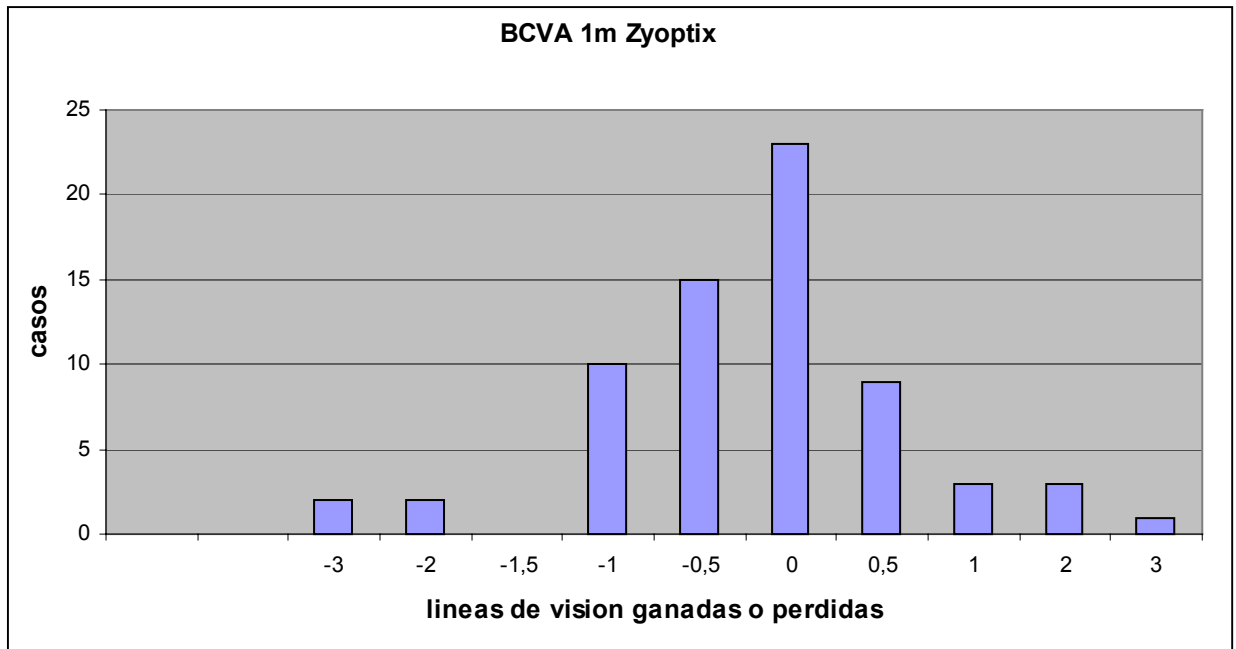
Esfera: Aún se aprecia la hipercorrección, pero en menor grado. En este momento la mayoría de los casos se encuentran entre $-0,5D$ y $0,75D$.

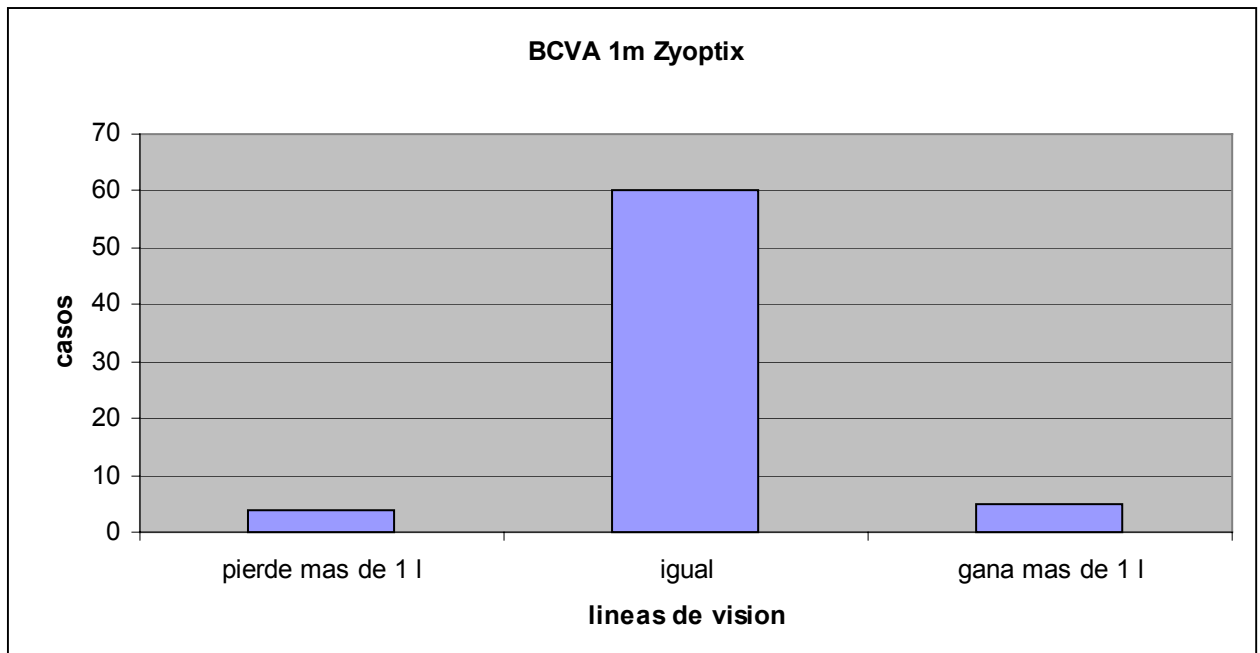


Cilindro: La mayoría de los casos se encuentran entre $-0,5$ y $-0,75D$.



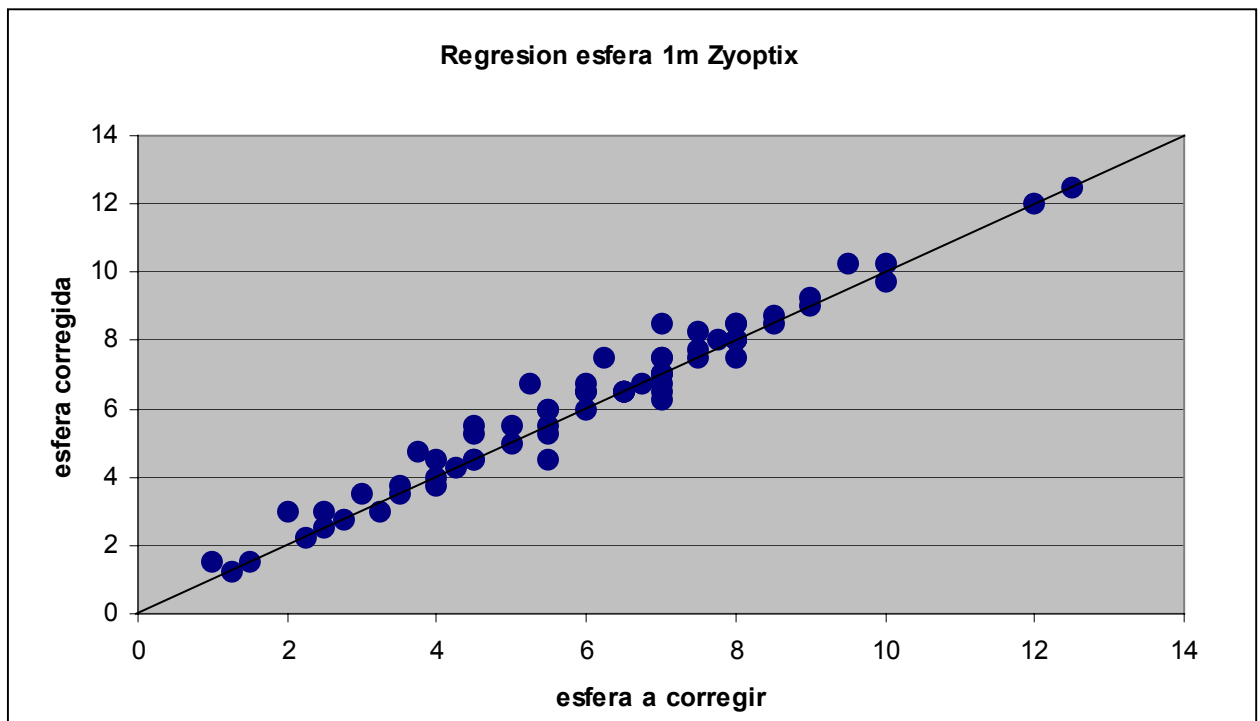
5.1.1.3.2 BCVA: En este apartado es donde se detectan mejor los beneficios de la técnica Zyoptix, demostrando que hay un mayor número de pacientes que ganan mas de una línea que no los que la pierden.



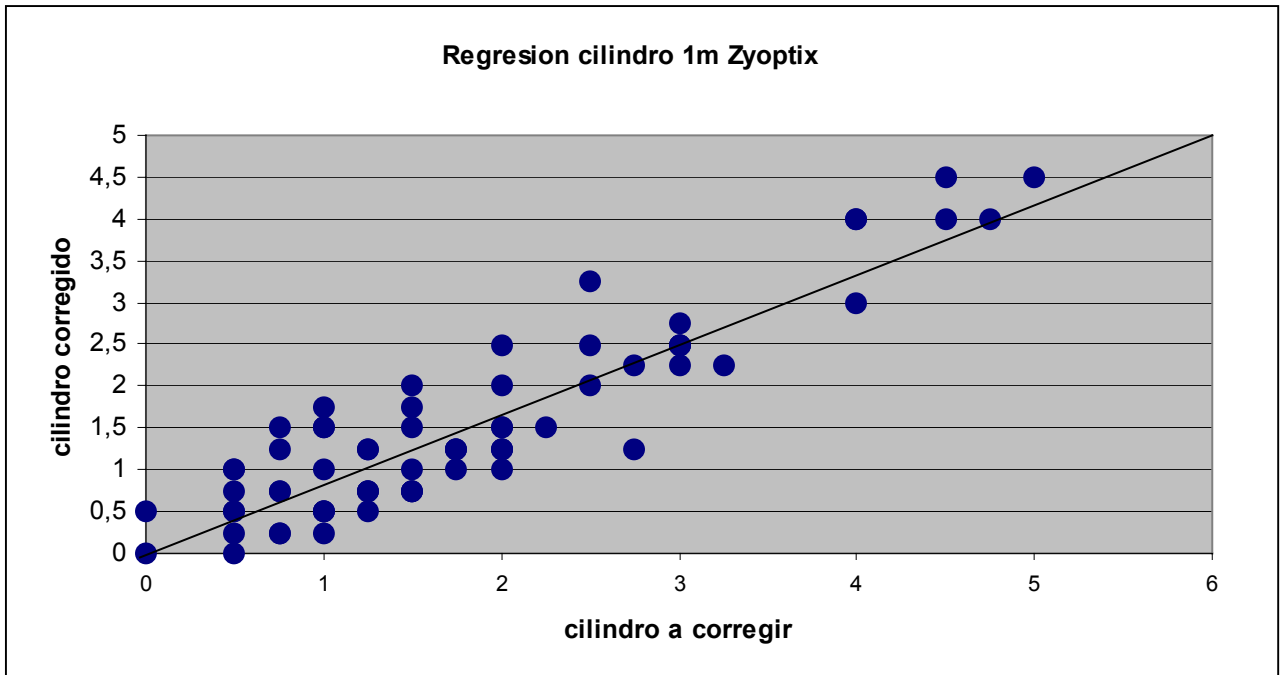


5.1.1.3.3 Regresión:

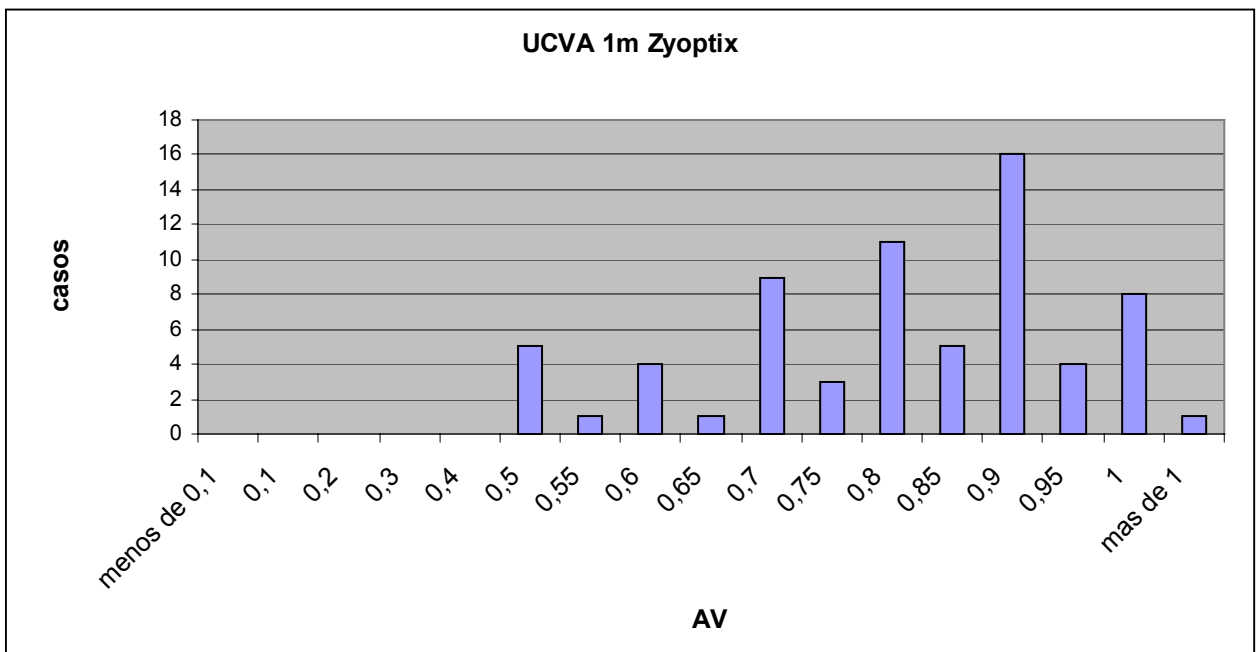
Esfera: Se sigue mostrando una ligera hipercorrección, aunque el ajuste a la recta es bueno.



Cilindro: Los parámetros están mas alejados de la recta de regresión, pero de una forma homogénea para cualquier tipo de refracción previa.



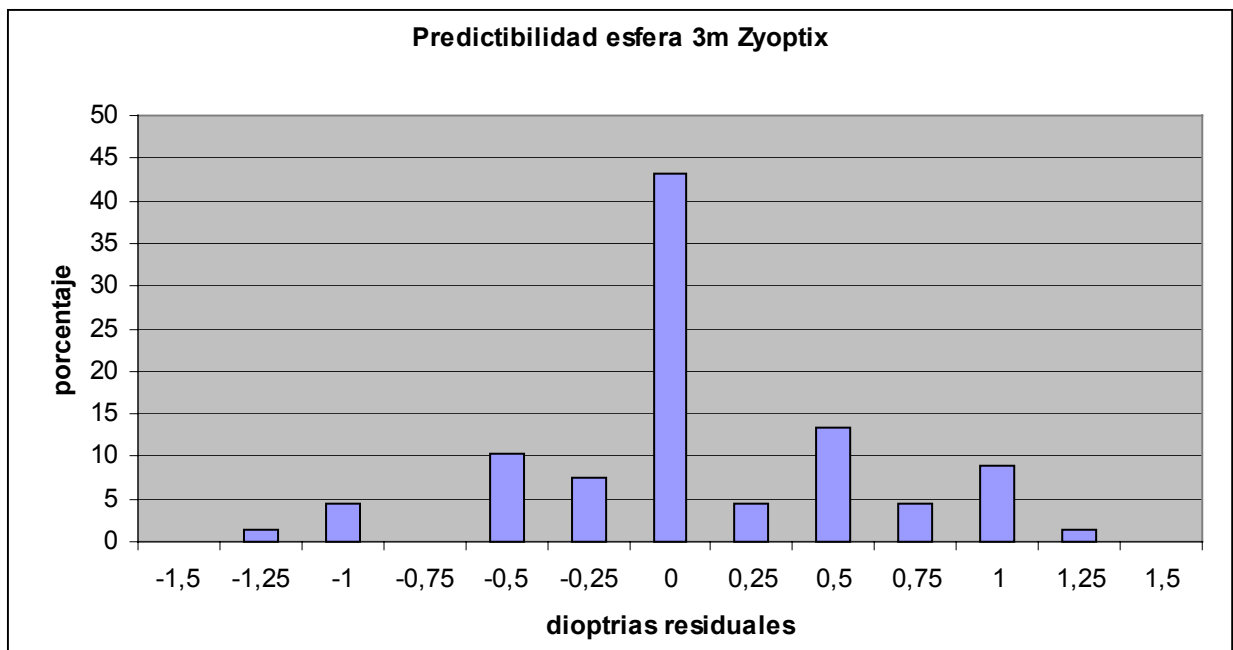
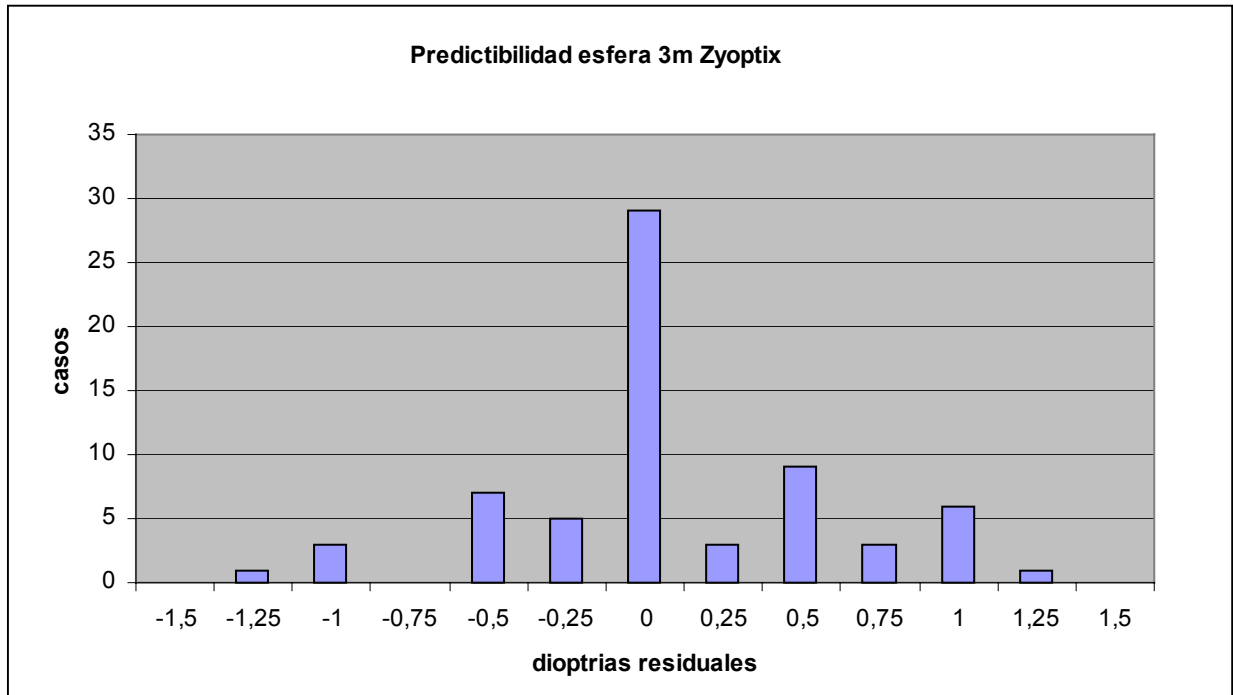
5.1.1.3.4 UCVA: No es la que se espera. No se correlaciona con el aumento en las líneas de visión. Demuestra que queda refracción residual, pero al corregir esta, la visión es mejor. De todas formas los valores se distribuyen de 0,5 a 1 y alguno con valores superiores a uno, con picos en 0,7, 0,8 y 0,9.



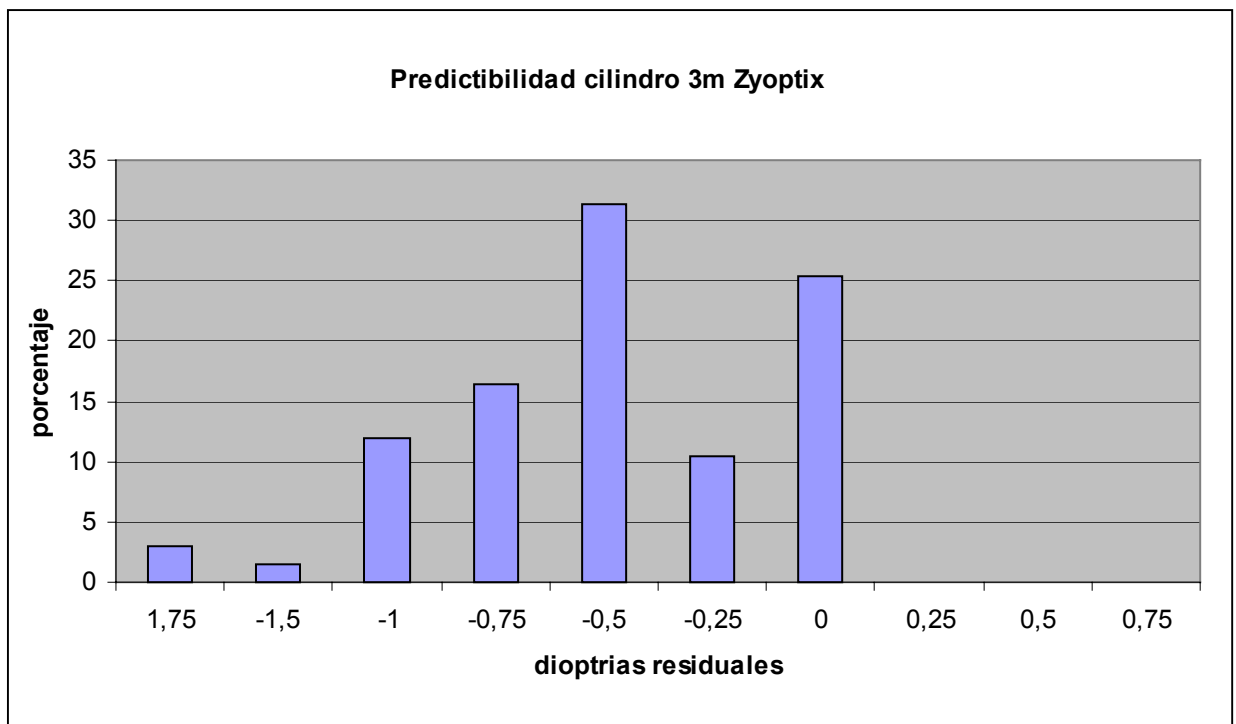
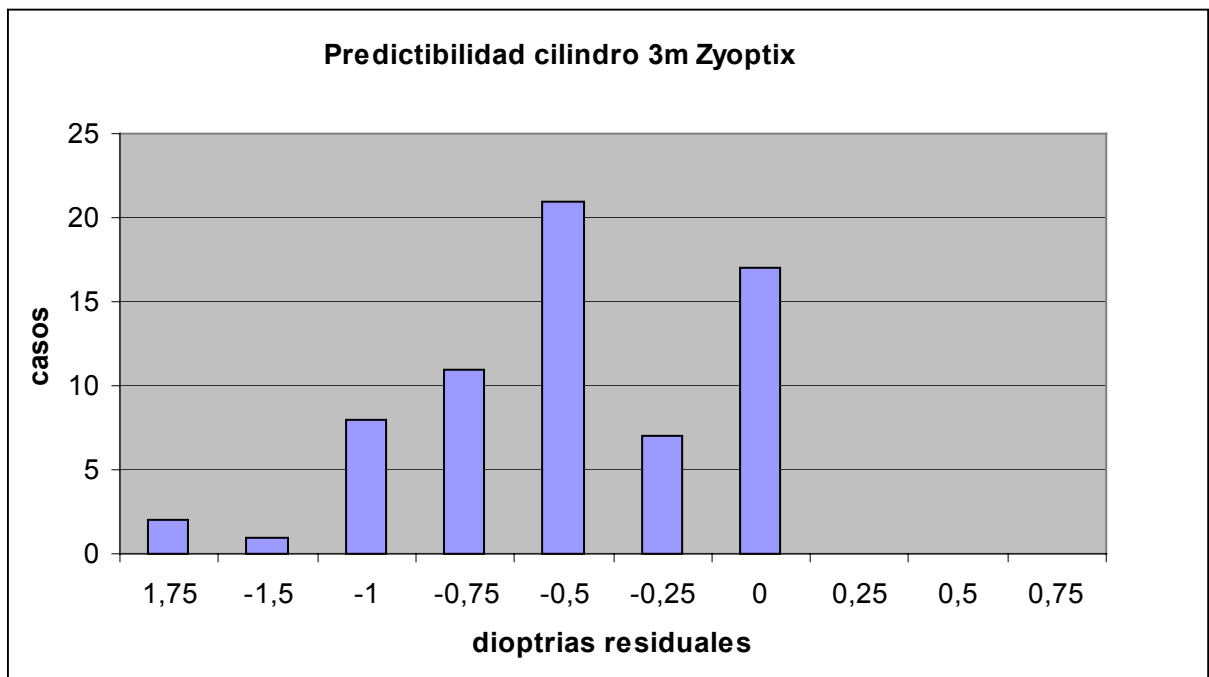
5.1.1.4 Resultados a los 3 meses (3m):

5.1.1.4.1 Predictibilidad:

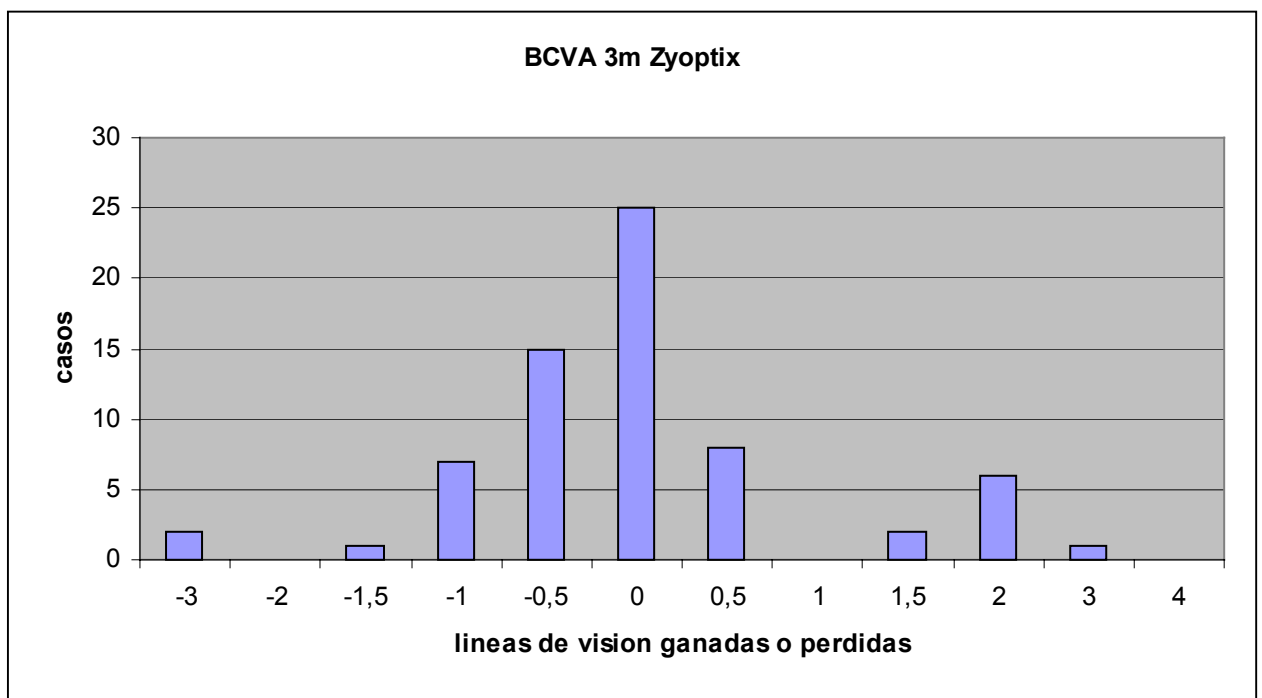
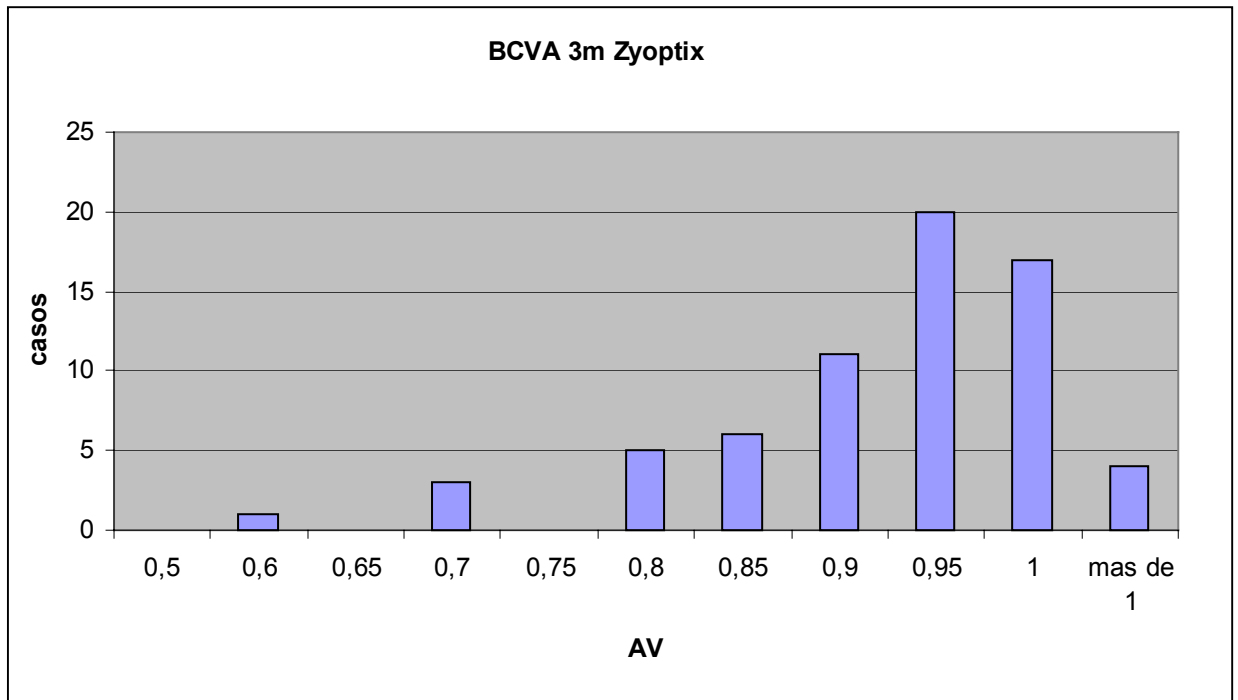
Esfera: Los resultados no difieren de los obtenidos al mes, por lo que se puede concluir que los resultados son estables.

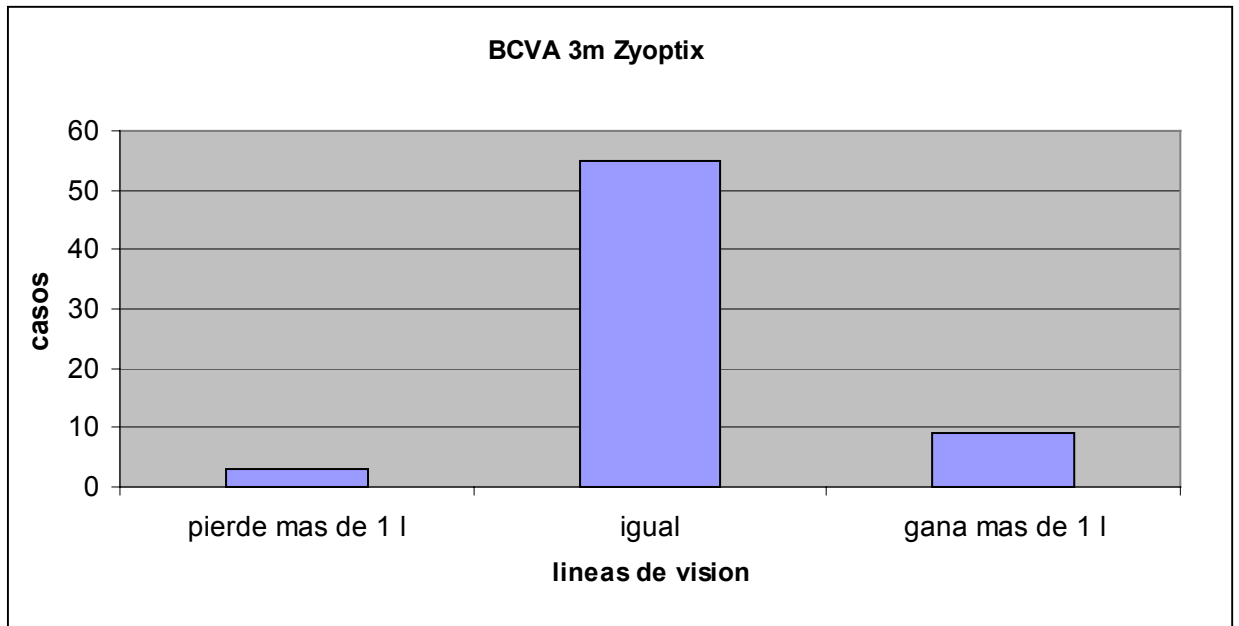


Cilindro: Tampoco se aprecian variaciones en el componente cilíndrico.



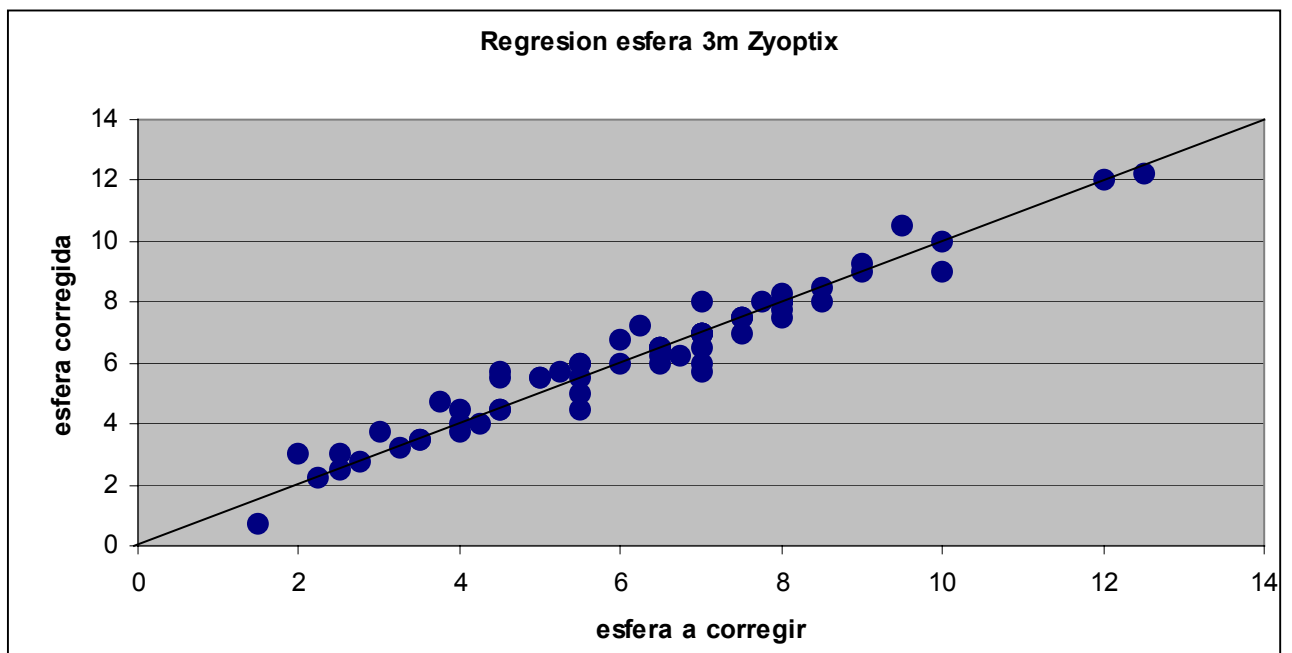
5.1.1.4.2 BCVA: La mayoría de los casos se encuentran entre 0,9 y 1, con algunos casos alcanzando AVCC superiores a 1.



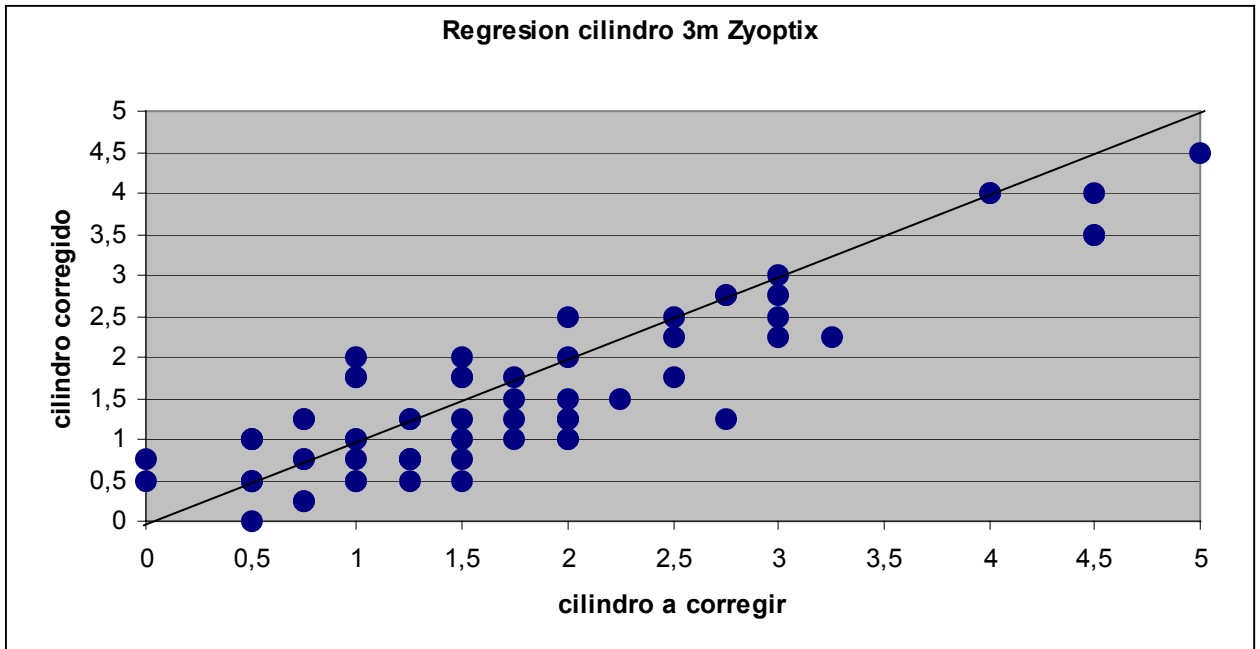


5.1.1.4.3 Regresión

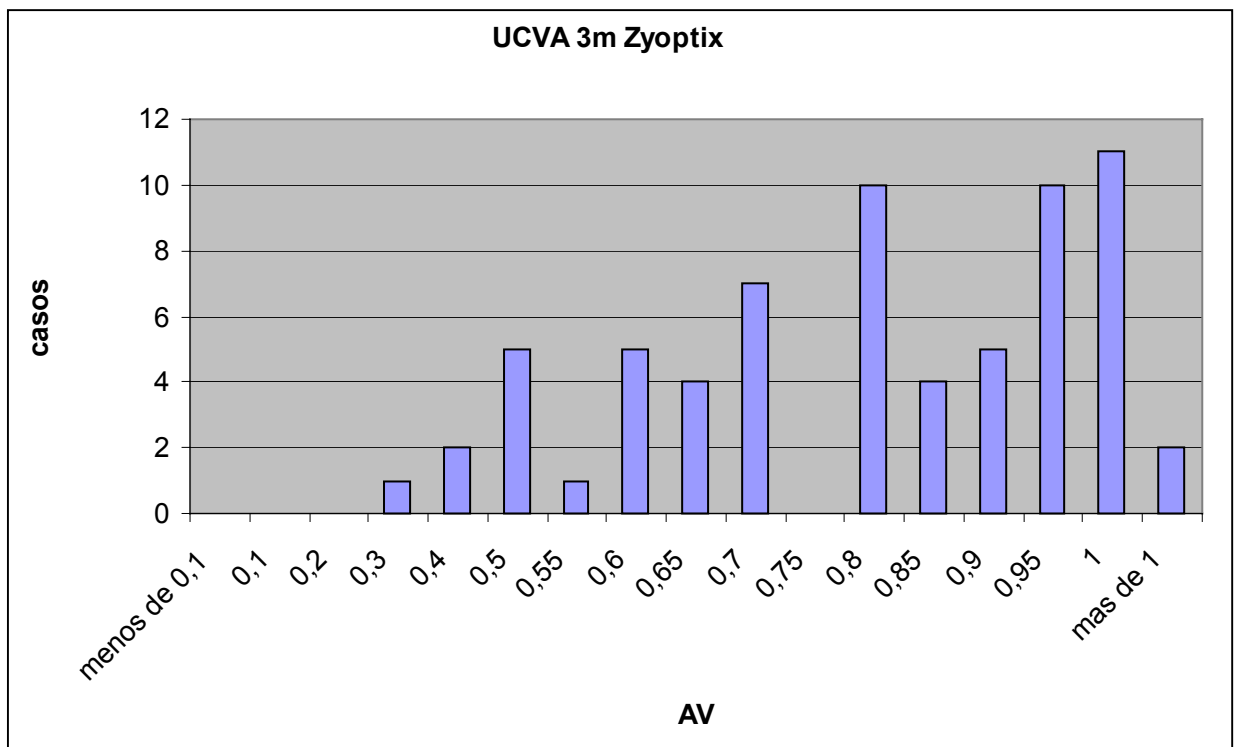
Esfera: La distribución continua siendo lineal y homogénea.



Cilindro: La predictibilidad en el componente cilíndrico es menor que en el esférico, aunque la distribución continua siendo lineal.



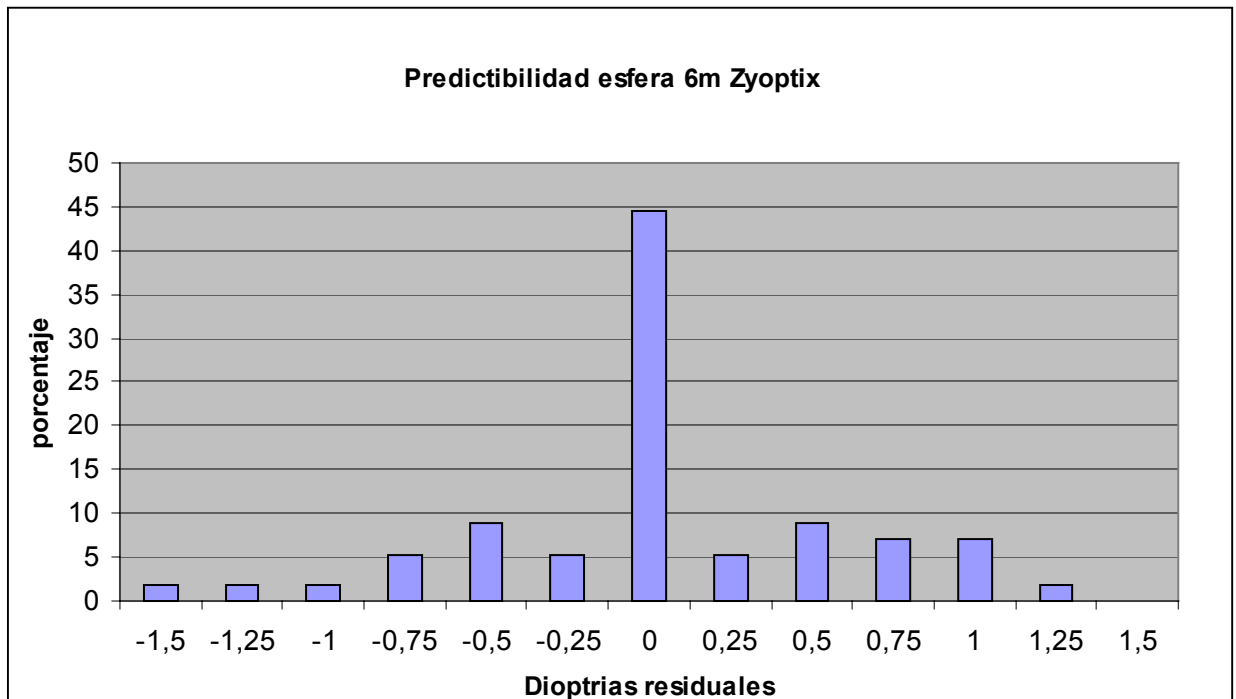
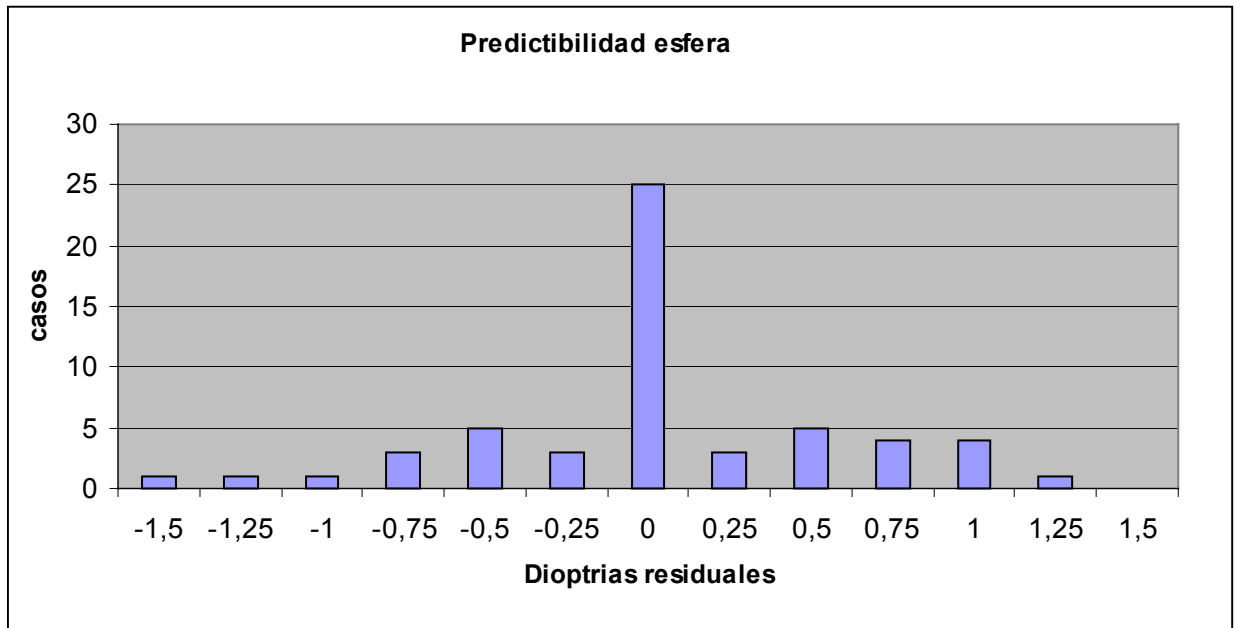
5.1.1.4.4 UCVA 3m: Continua siendo pobre, aunque la mayoría de los casos están por encima 0,7.



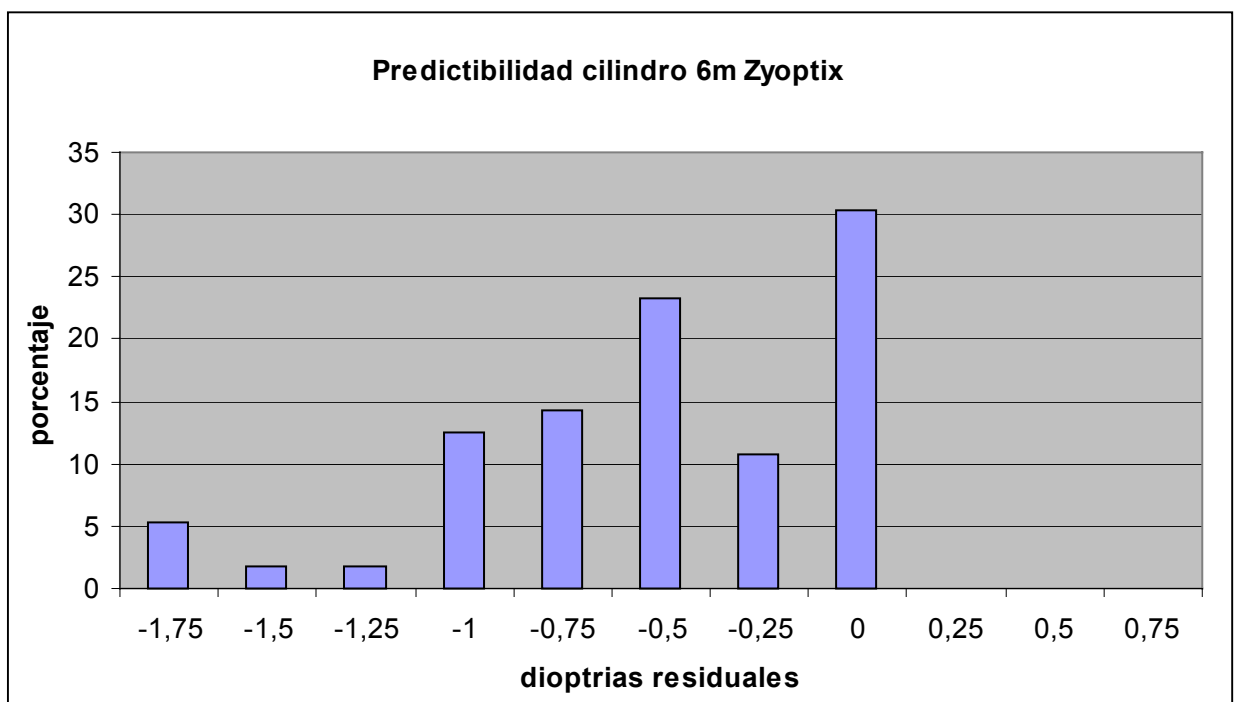
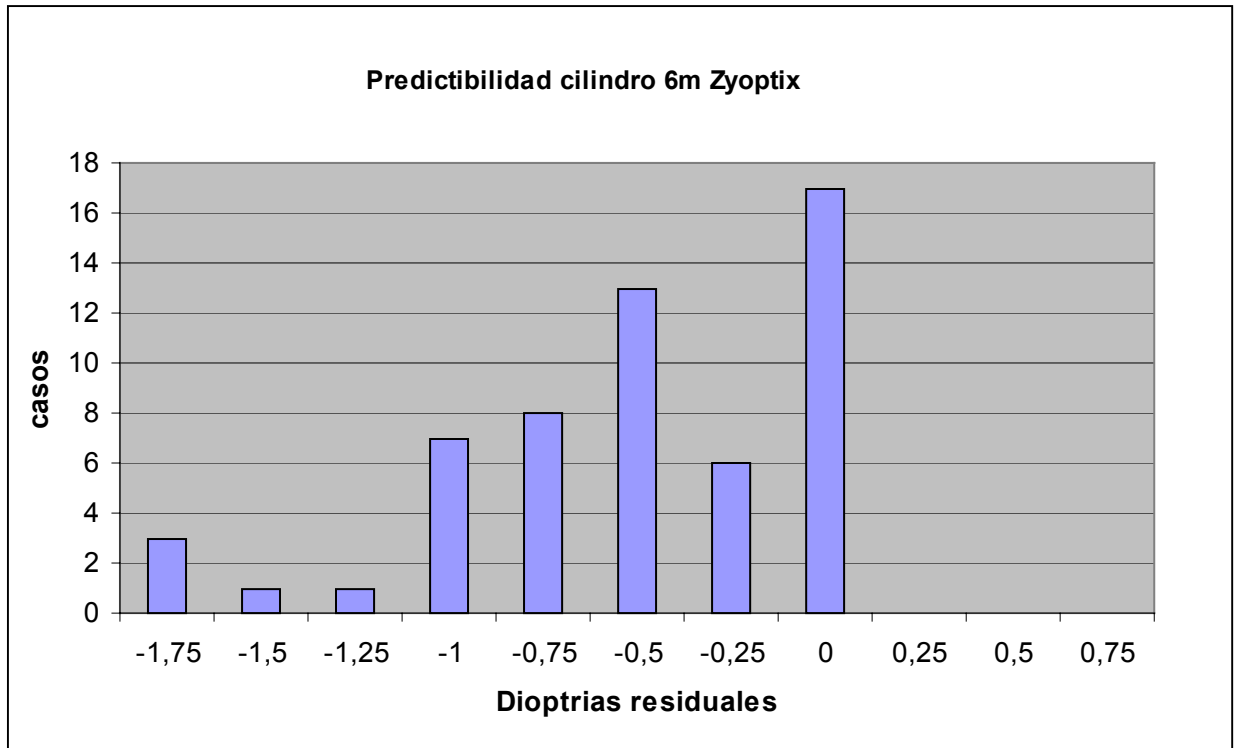
5.1.1.5 Resultados a los 6 meses (6m):

5.1.1.5.1 Predictibilidad

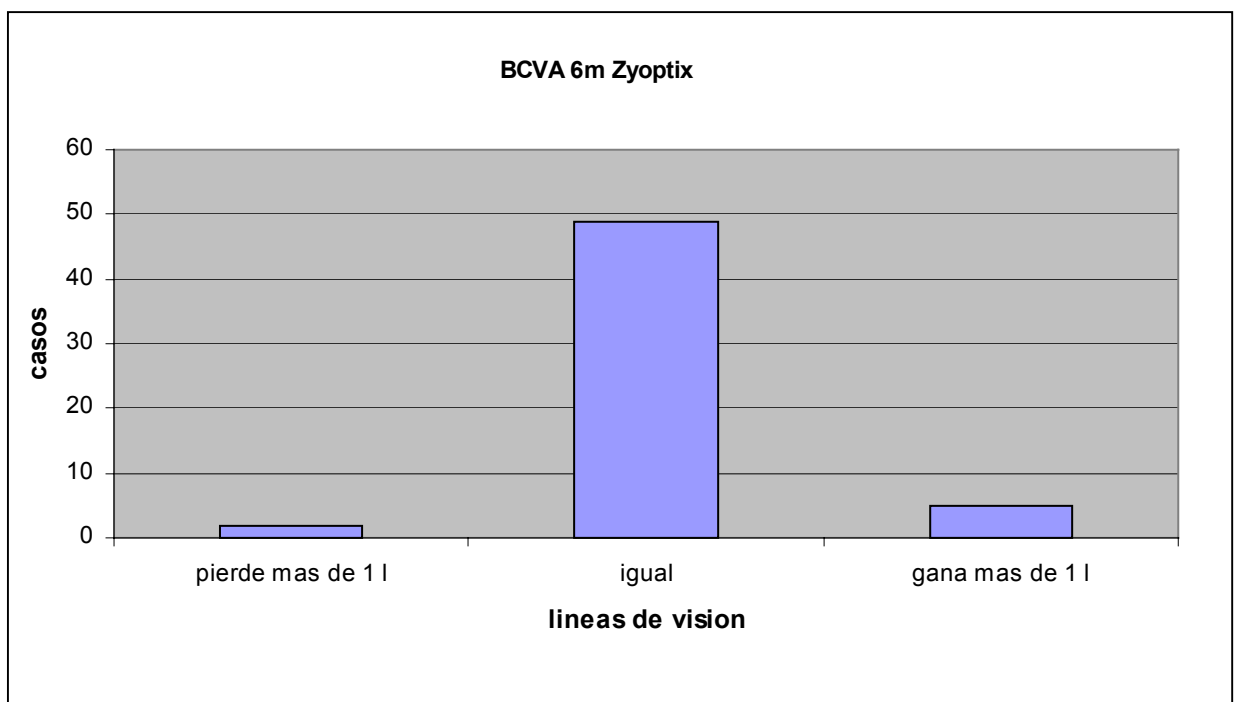
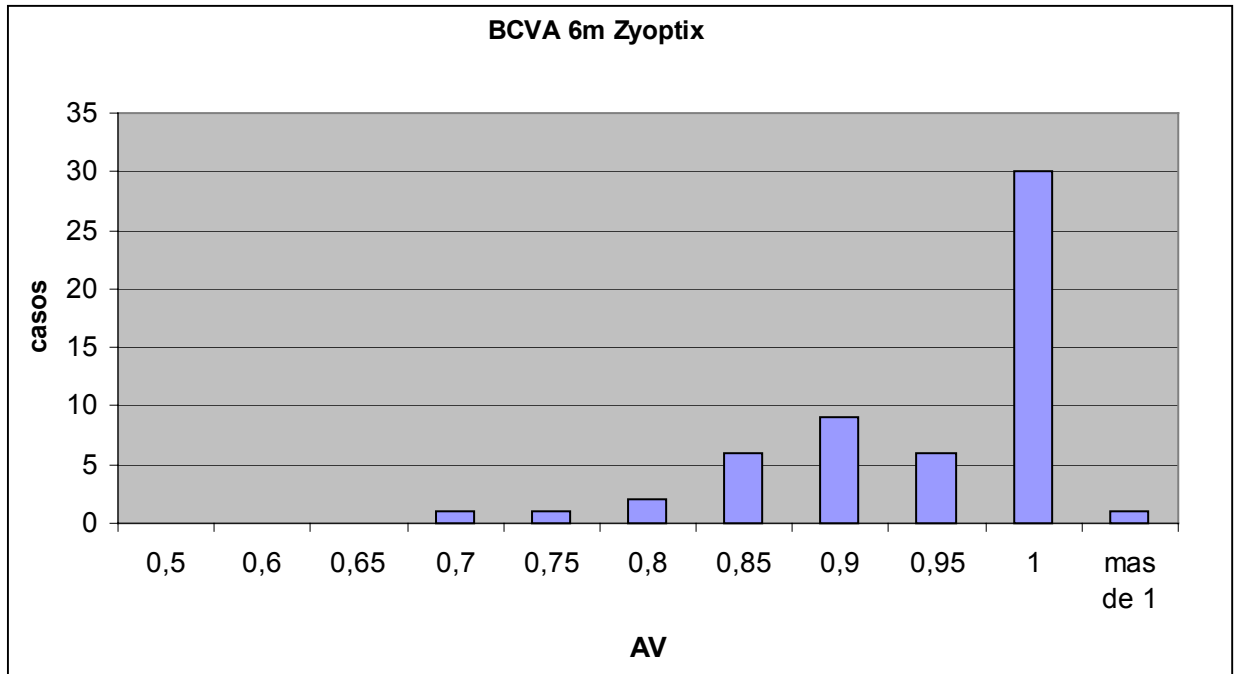
Esfera: Se encuentra una distribución muy amplia, desde $-1,5D$, hasta $1,25D$. Por lo que se deduce que la predictibilidad no es muy alta a los 6 meses, aunque la mayoría de los casos están en la emetropia.



Cilindro: La predictibilidad en la corrección del cilindro a los 6 meses es baja, ya que llegamos a tener casos de hasta $-1,75D$, aunque la mayoría son emétopes o tienen $-0,5D$.

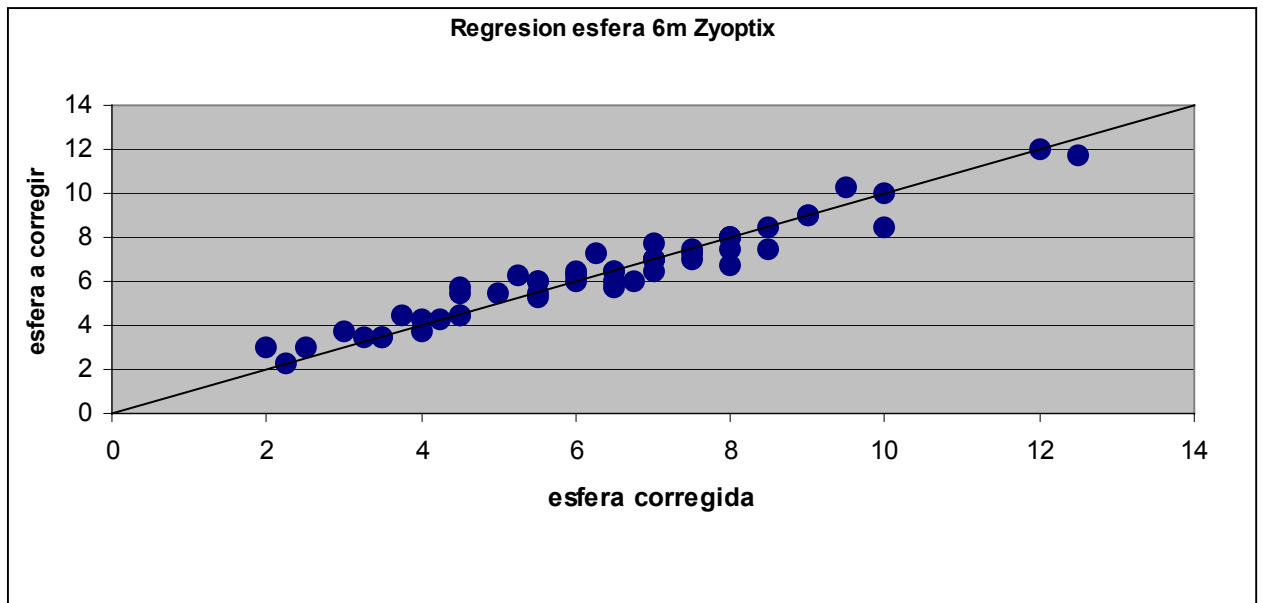


5.1.1.5.2 BCVA 6m: Continúa siendo el parámetro en el que el tratamiento personalizado supera al tratamiento convencional, llegando a mejorar la visión preoperatoria en algunos casos.

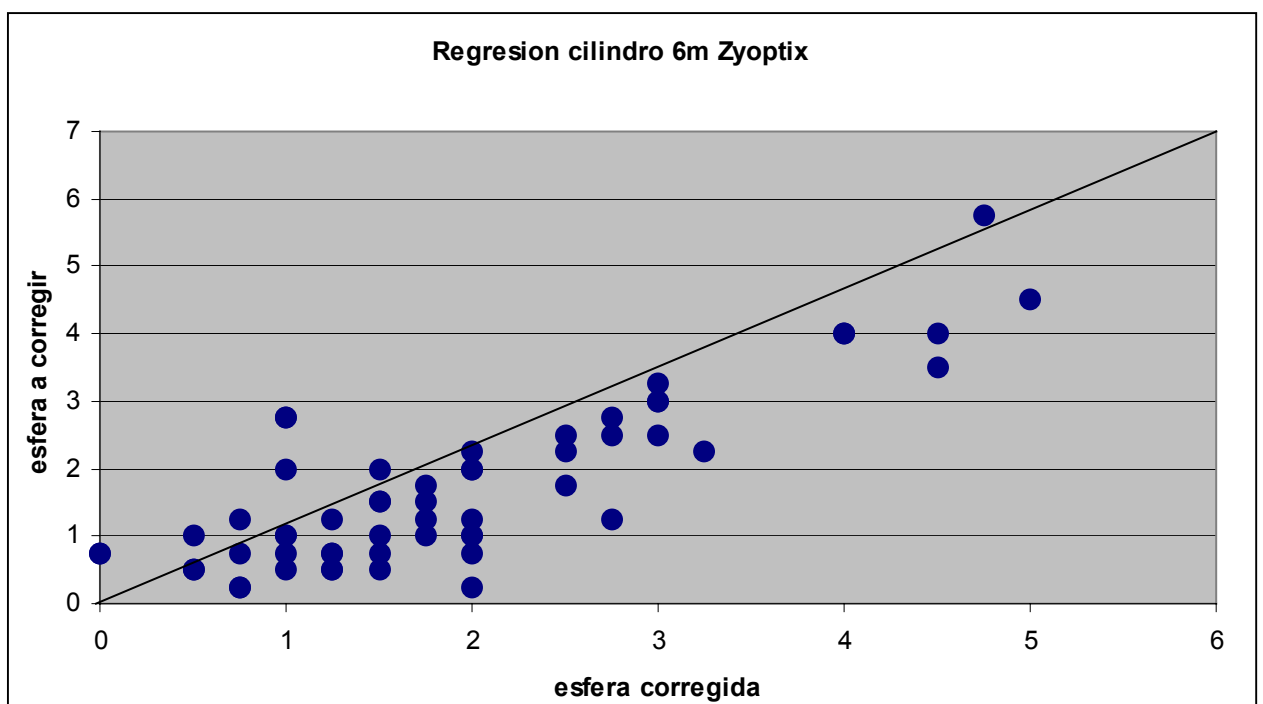


5.1.1.5.3 Regresión

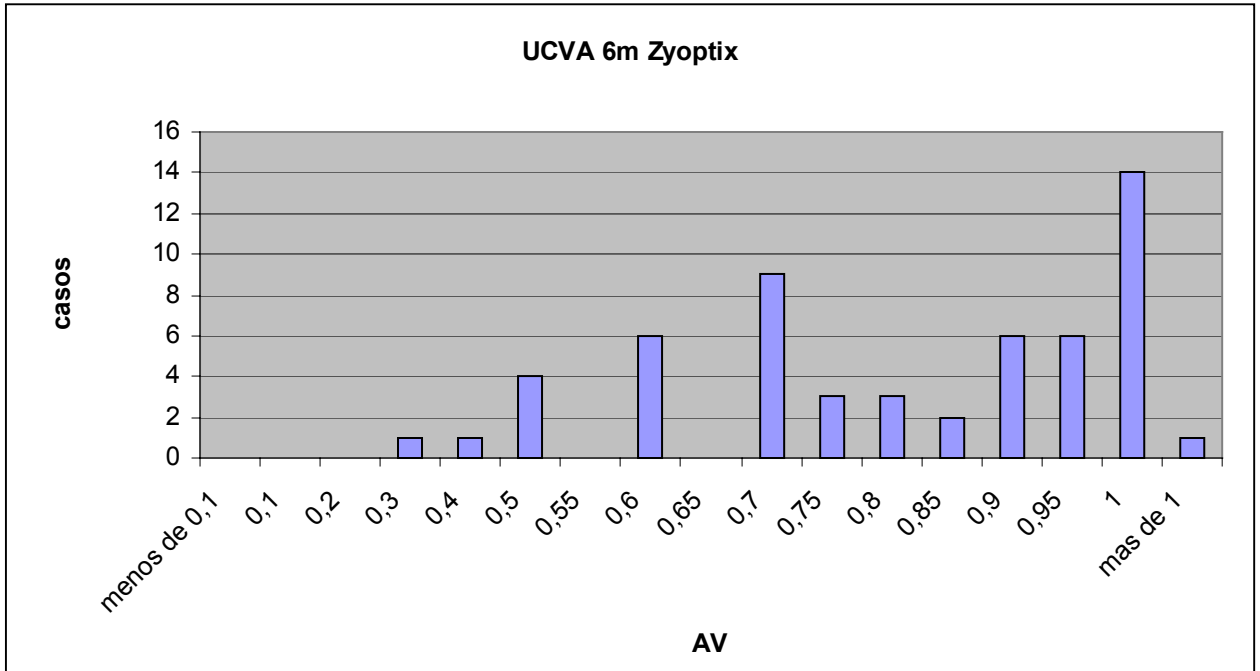
Esfera: Vemos un gran ajuste de los valores.



Cilindro: Hay una ligera hipocorrección

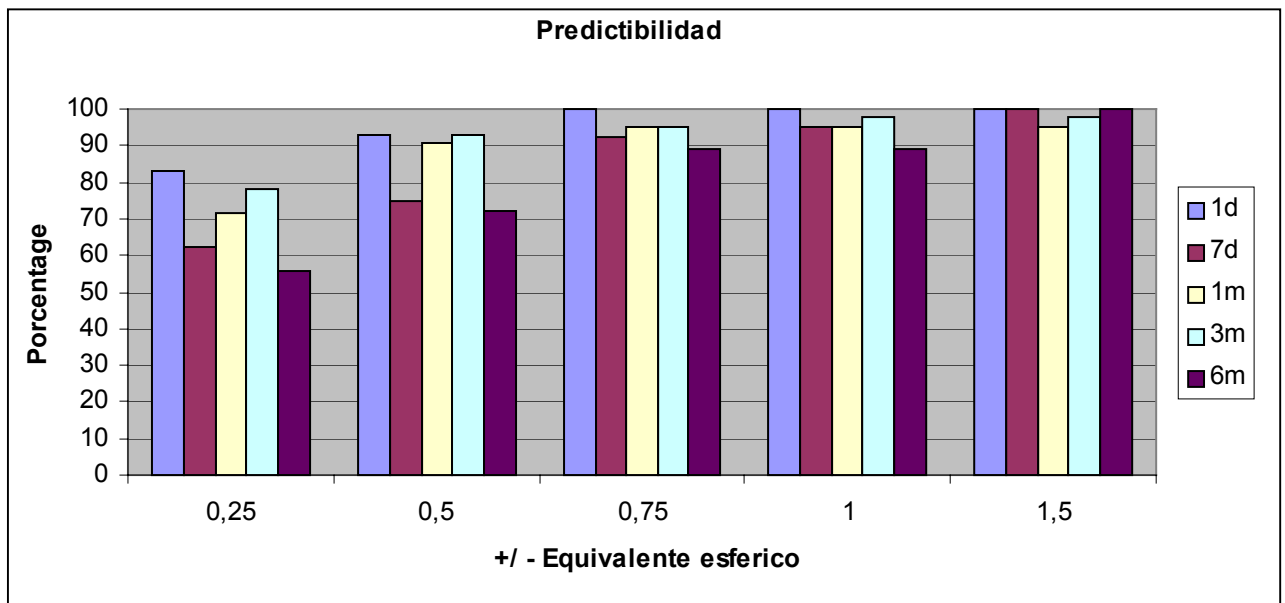


5.1.1.5.4 UCVA: Continua distribuyéndose mayoritariamente por encima de 0,7, pero hay algunos casos con UCVA bajas que corresponden a los casos con refracción residual.



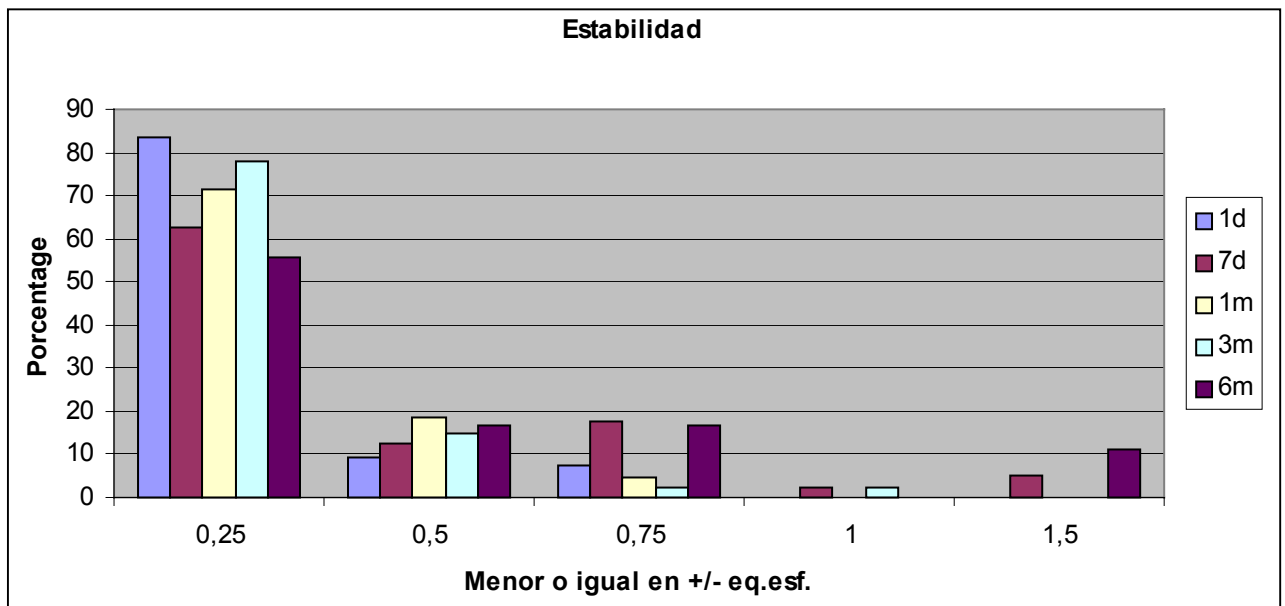
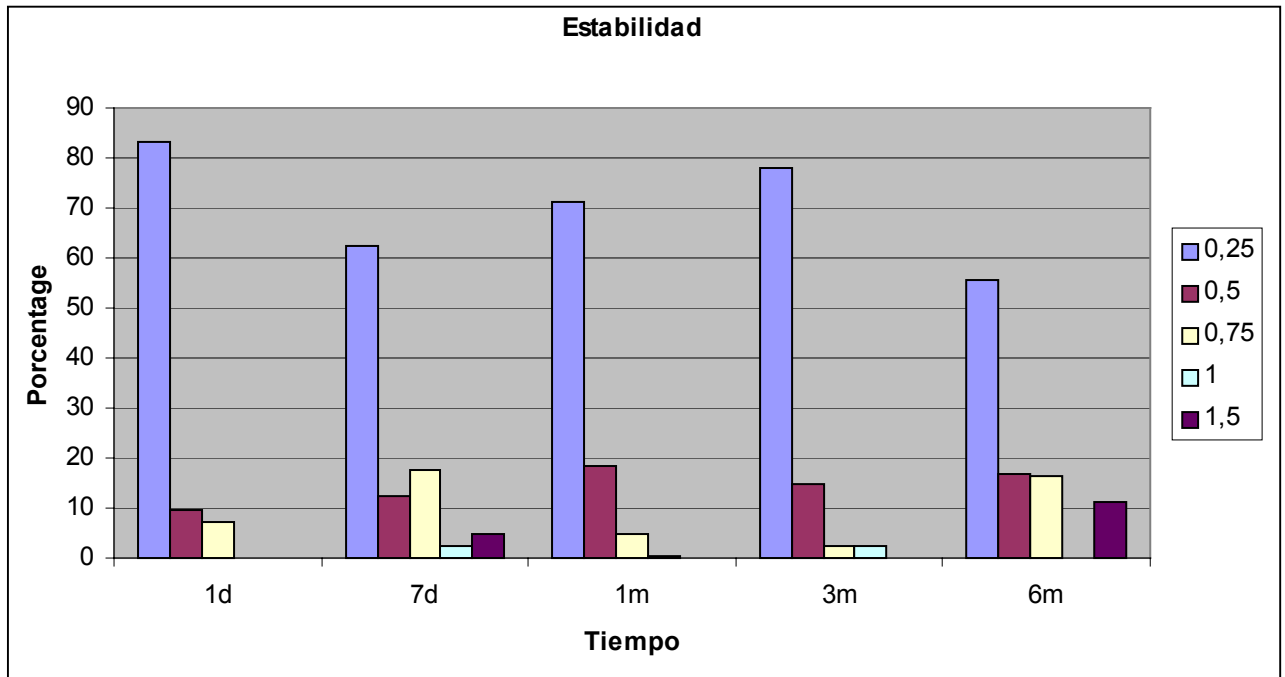
5.1.1.6 Predictibilidad conjunta:

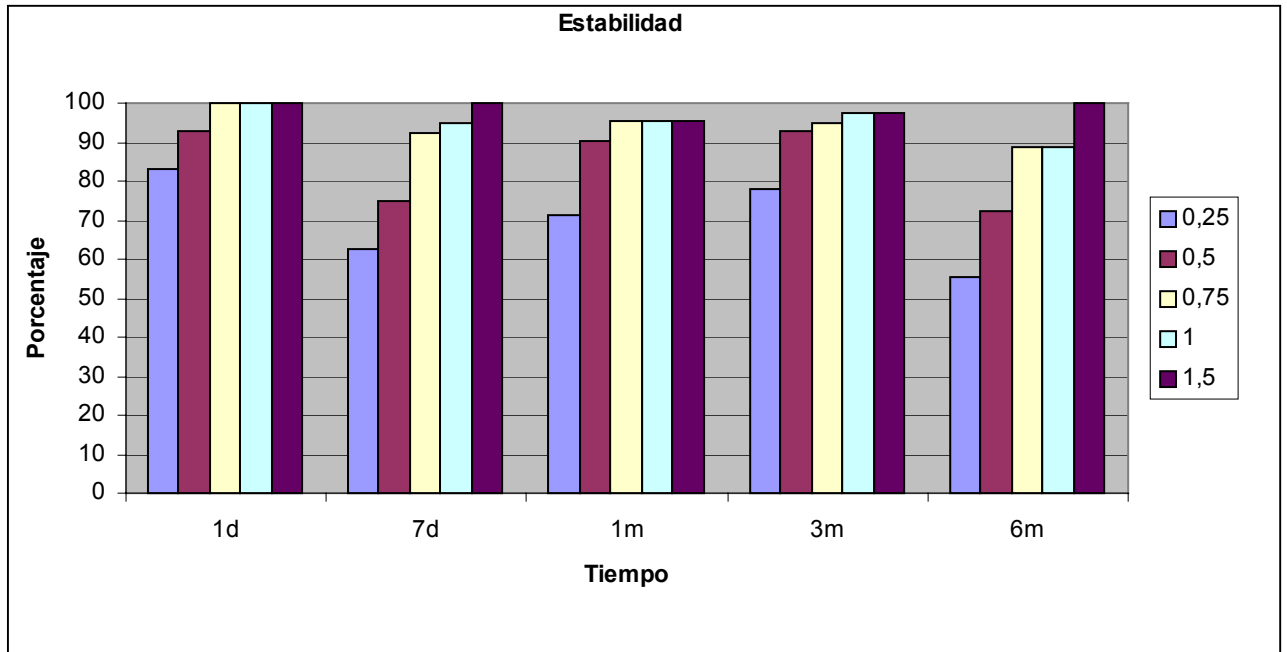
Se aprecia que la predictibilidad va disminuyendo a lo largo del tiempo, aunque el equivalente esférico nunca está por encima de 1,5D.



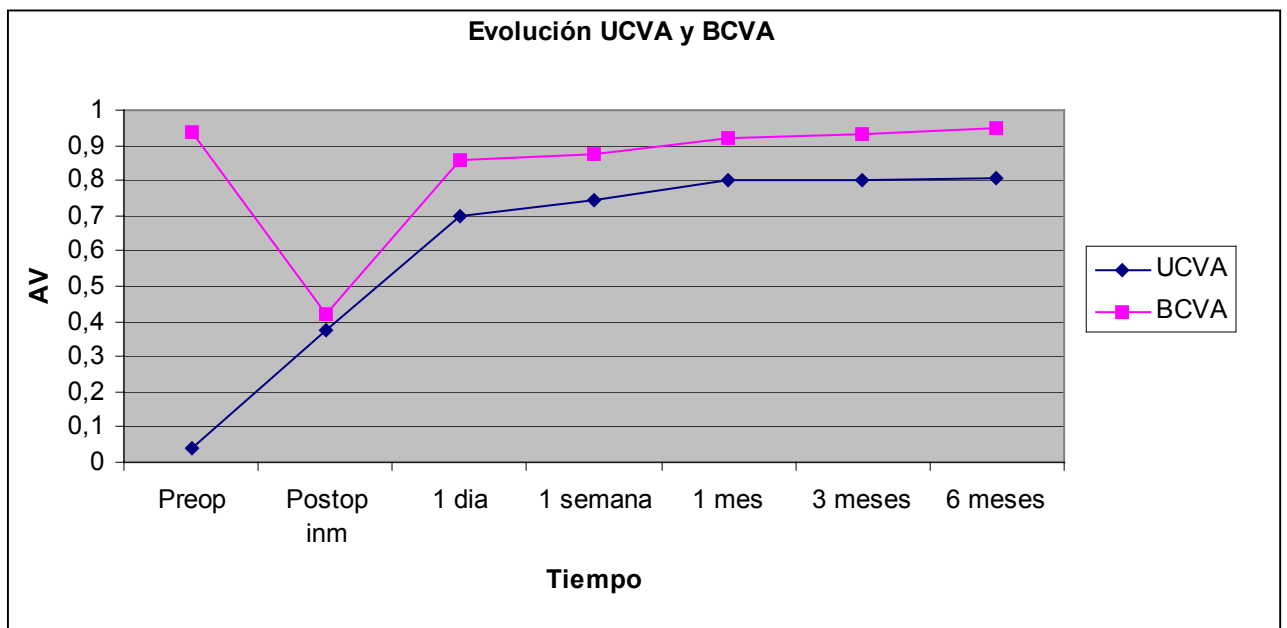
5.1.1.7 Estabilidad:

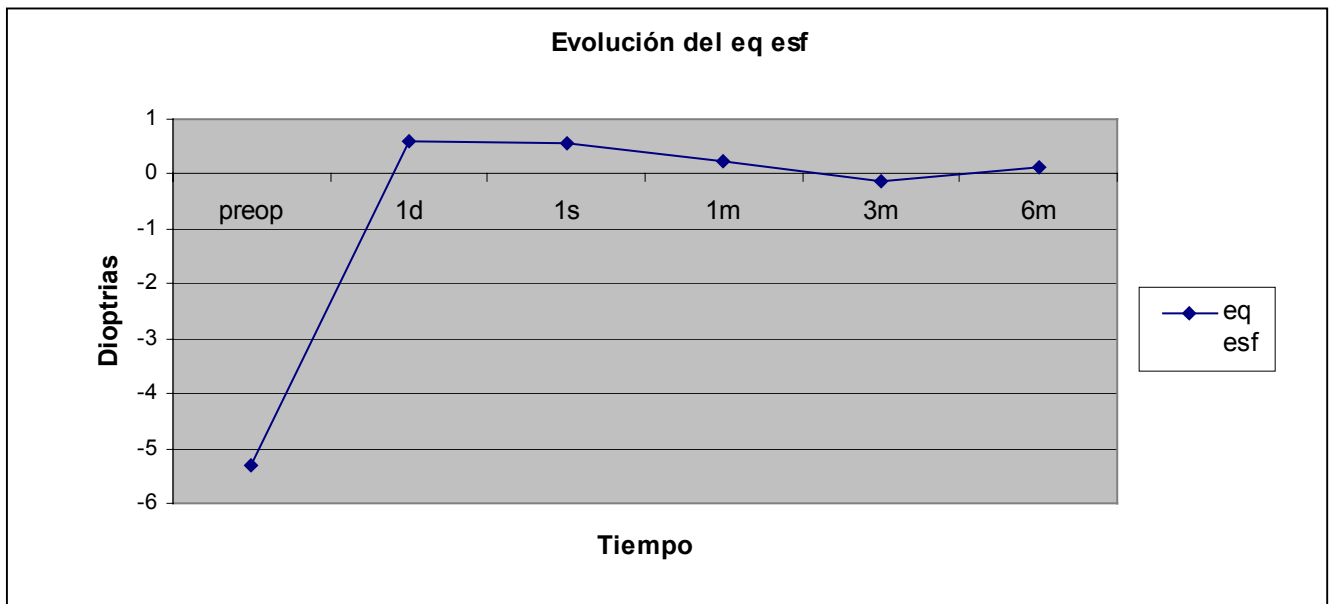
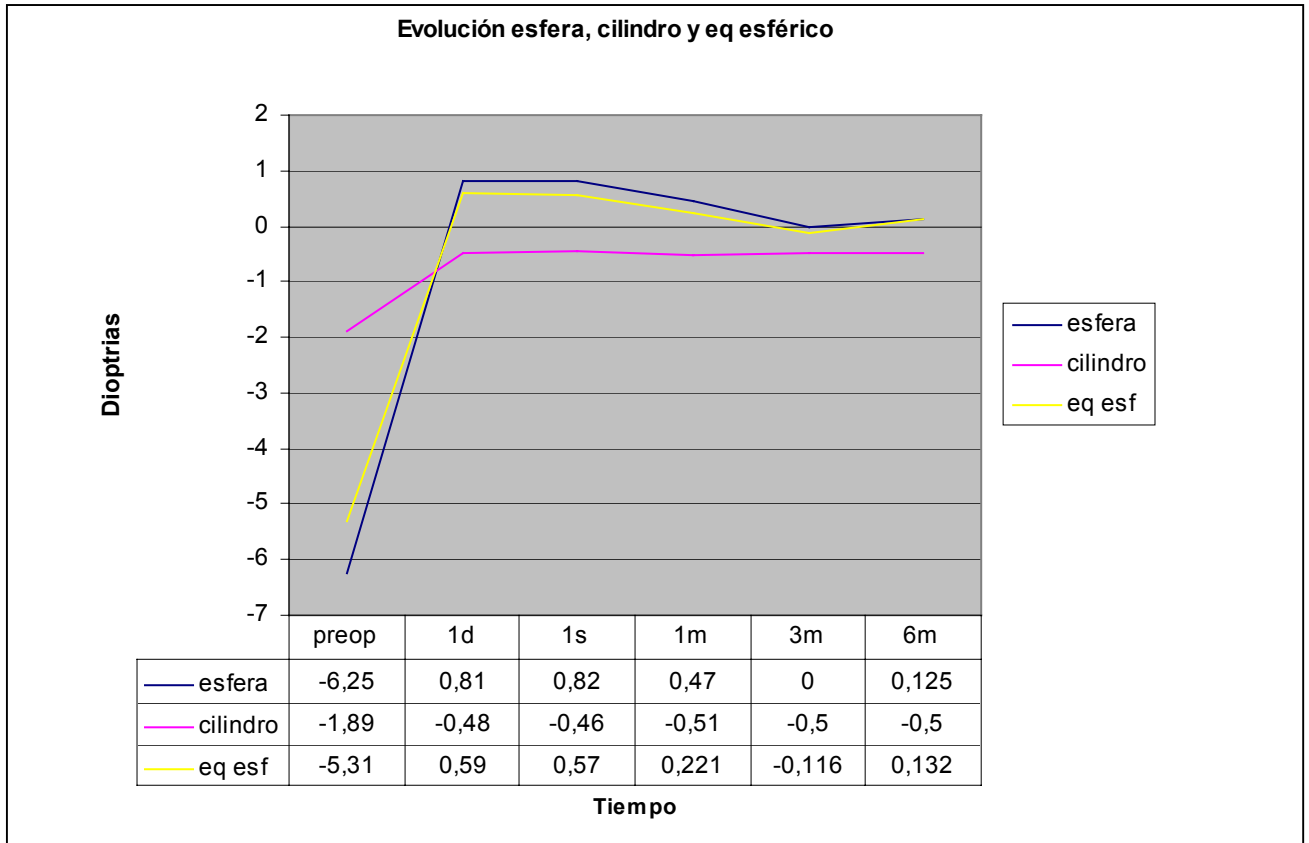
La estabilidad del tratamiento personalizado queda demostrada, aunque vemos que del primer al 7° día hay un empeoramiento que se recupera hasta los 3 meses, y de los 3 a los 6 meses hay otro ligero empeoramiento.





Si nos fijamos en la evolución de la UCVA y la BCVA vemos la tendencia ascendente hasta los 6 meses.

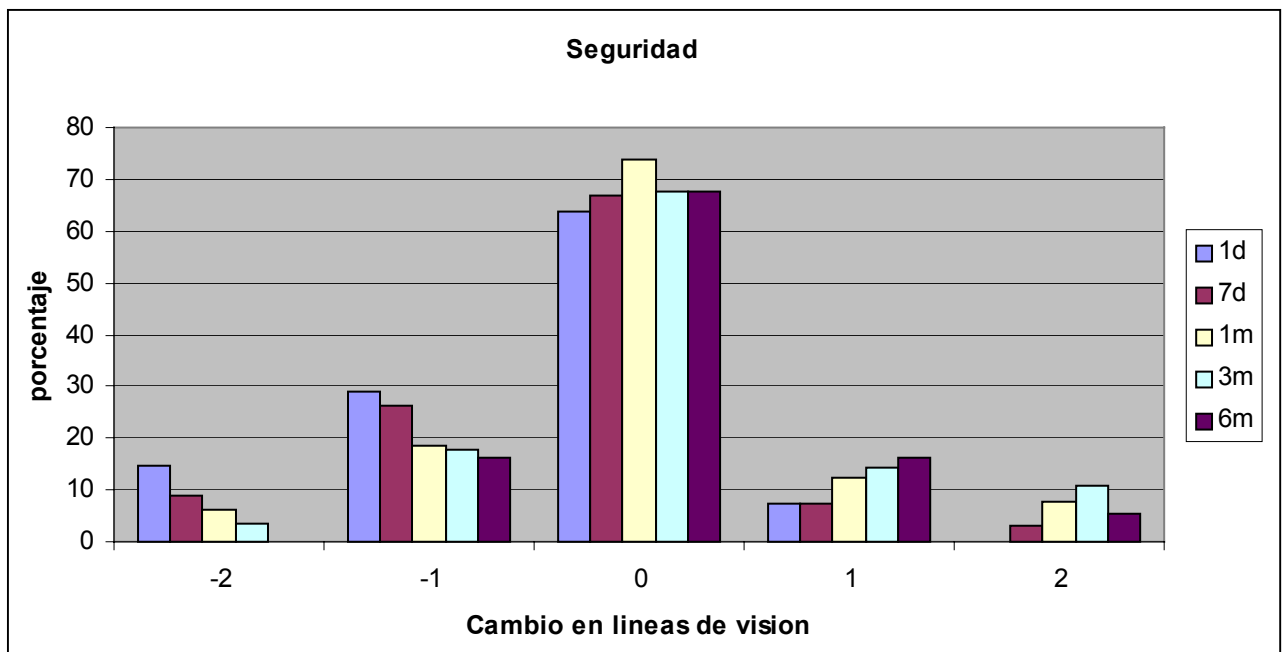
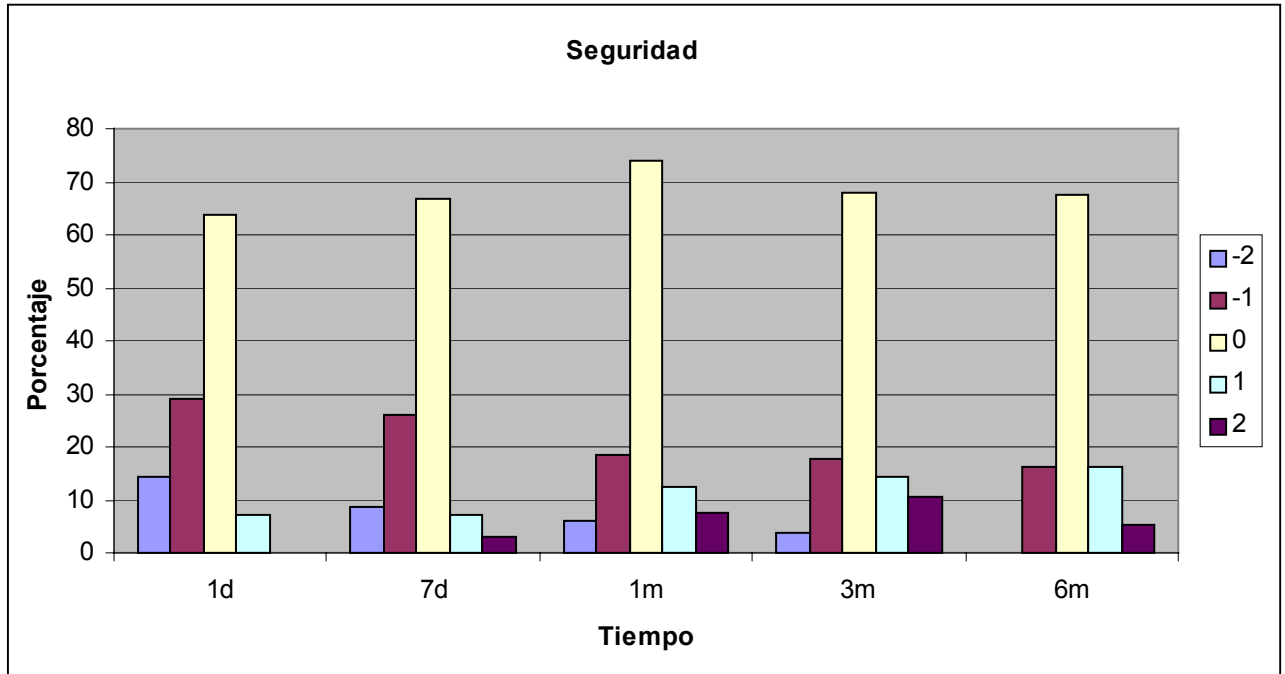




	preop		1d		1w		1m		3m		6m	
	media	D est	media	D est	media	D est	media	D est	media	D est	media	D est
esfera	-6,25	2,5	0,81	1,22	0,82	2,15	0,47	2,31	0	0,55	0,125	0,46
cilindro	-1,89	1,21	-0,48	0,32	-0,46	0,315	-0,509	0,36	-0,5	-0,46	-0,5	0,41
eq. Esférico	-5,31	2,82	0,59	1,2	0,57	2,06	0,221	1,948	-0,116	0,65	-0,132	0,55

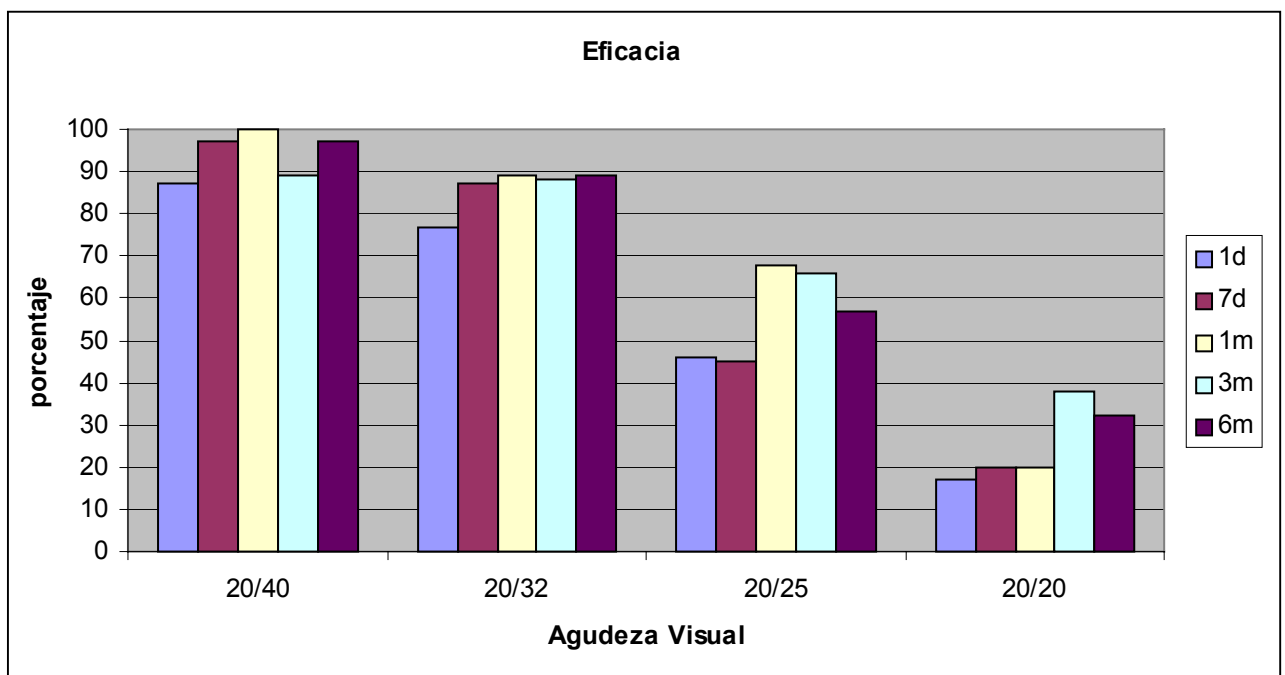
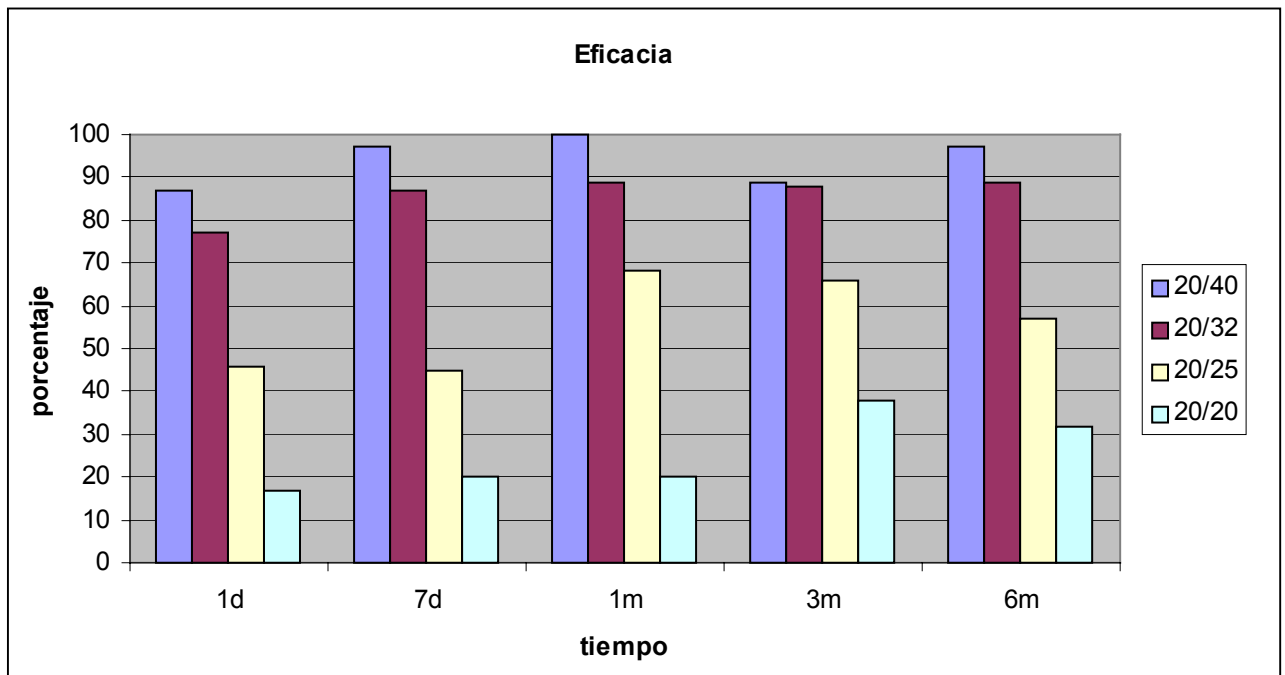
5.1.1.8 Seguridad:

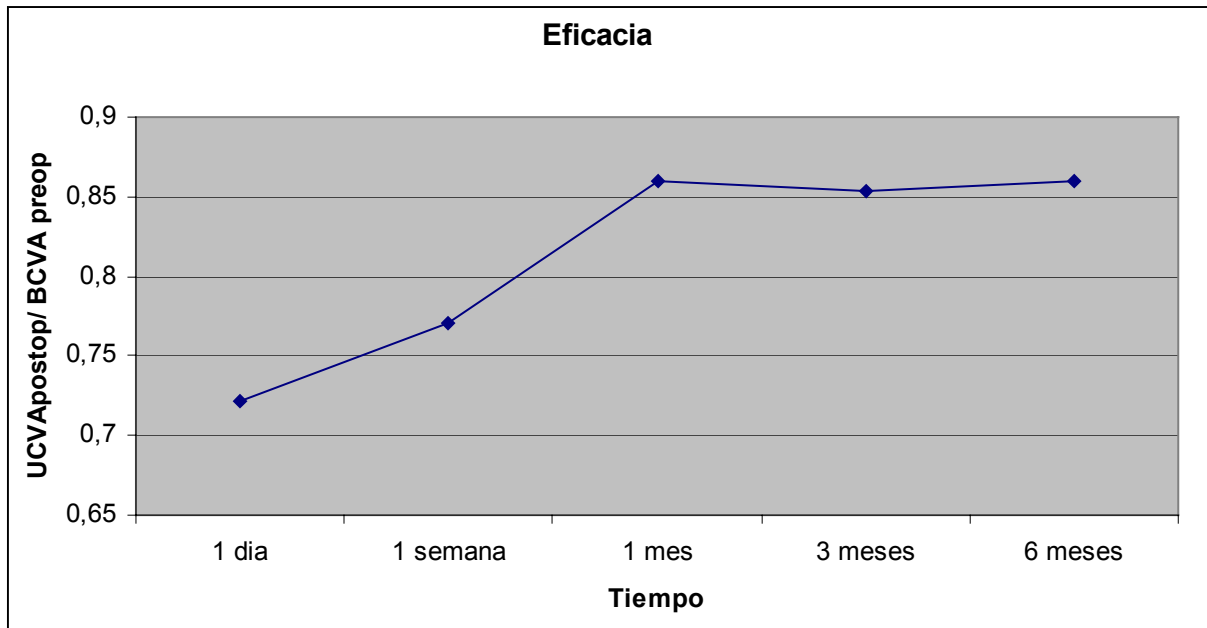
De nuestros resultados concluimos que es una técnica segura, ya que no hay pérdidas de visión superiores a dos líneas. Además el dato a resaltar es que sí que se observan incrementos en la BCVA, dato que no encontramos en nuestros resultados con la técnica convencional.



5.1.1.9 Eficacia:

Es una técnica eficaz ya que todos los casos consiguen una visión de 20/40, y un 57% de los casos de 20/25. A pesar de estos resultados, el cociente UCVA post/ BCVA pre es de 0,85, menor de lo esperado, ya que se podría esperar que fuera superior a 1 si la ganancia visual hubiera sido mas alta.



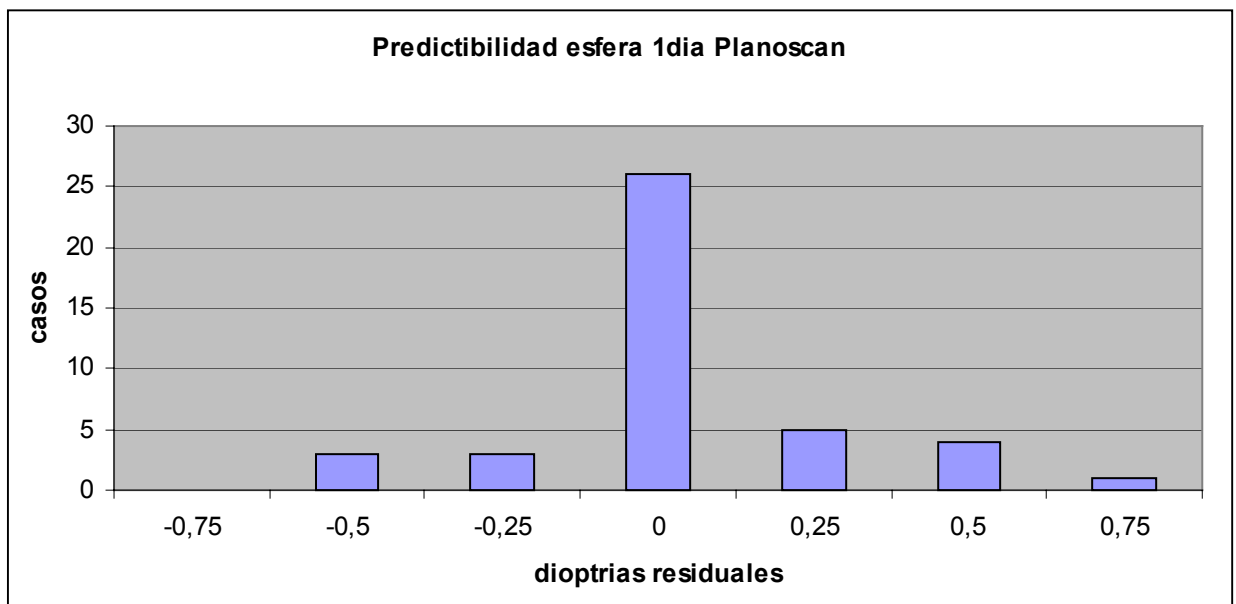


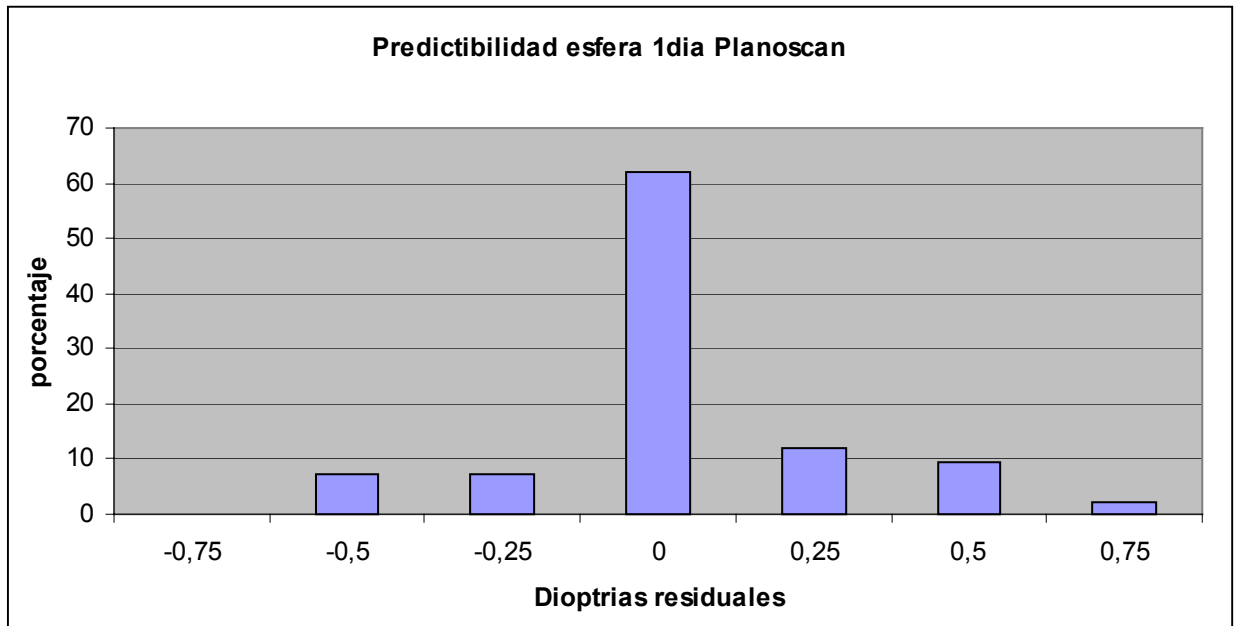
5.1.2 Resultados evolutivos Planoscan

5.1.2.1 Resultados a las 24 horas:

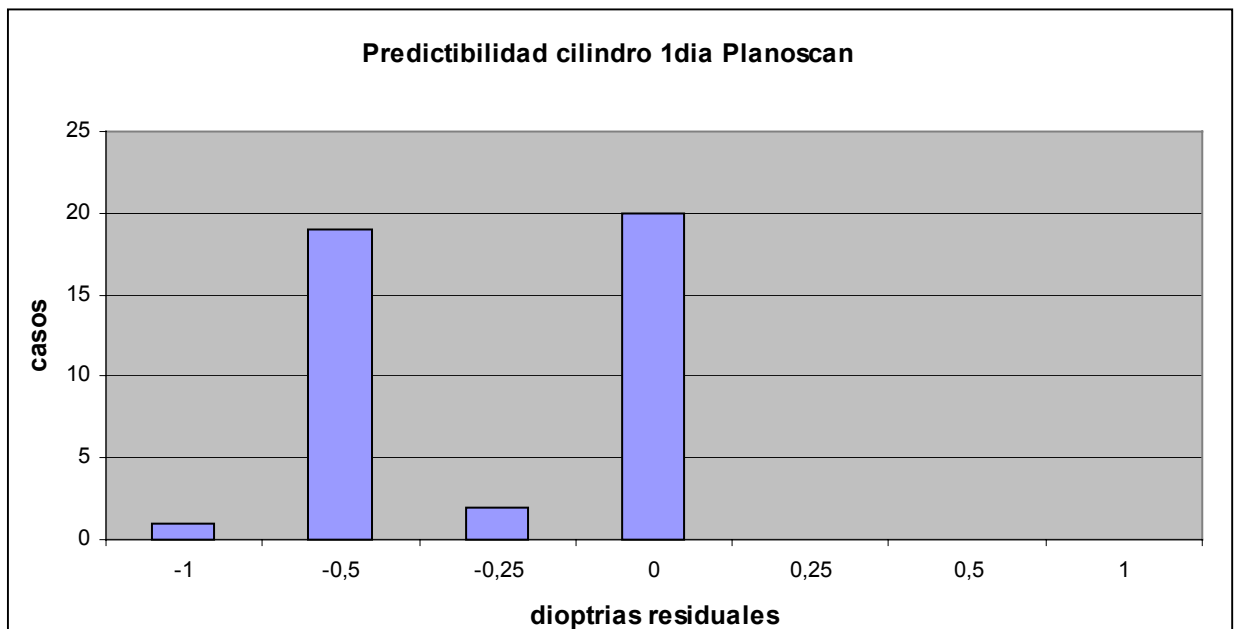
5.1.2.1.1 Predictibilidad

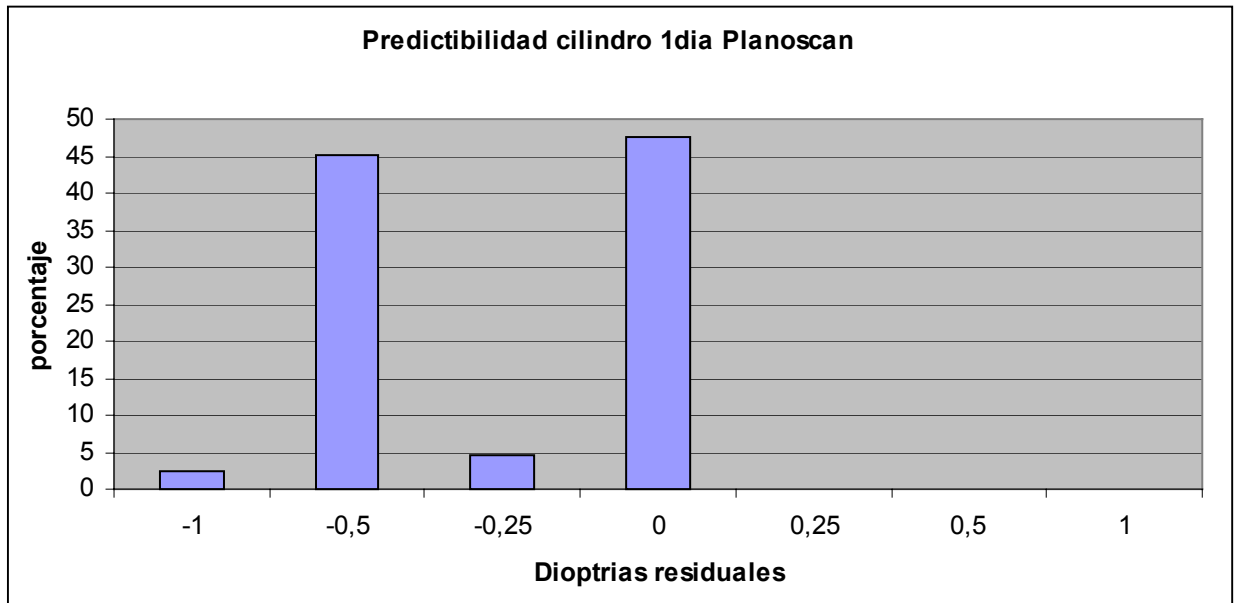
Esfera: Todos los casos se encuentran entre $\pm 0,75$ D, con la mayoría situados en la emetropia.



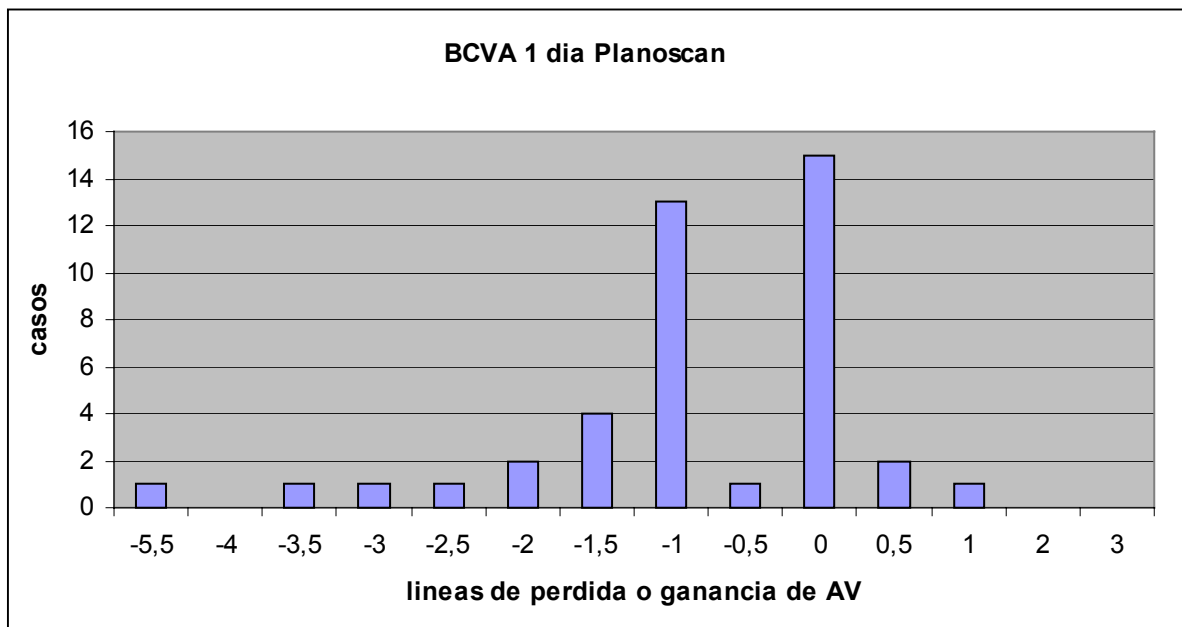


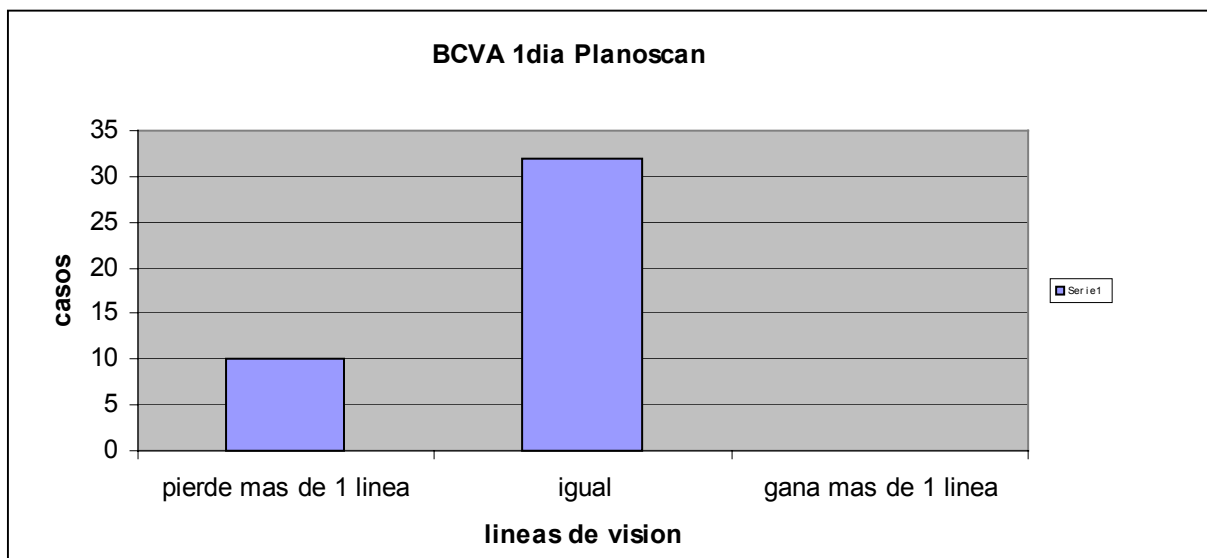
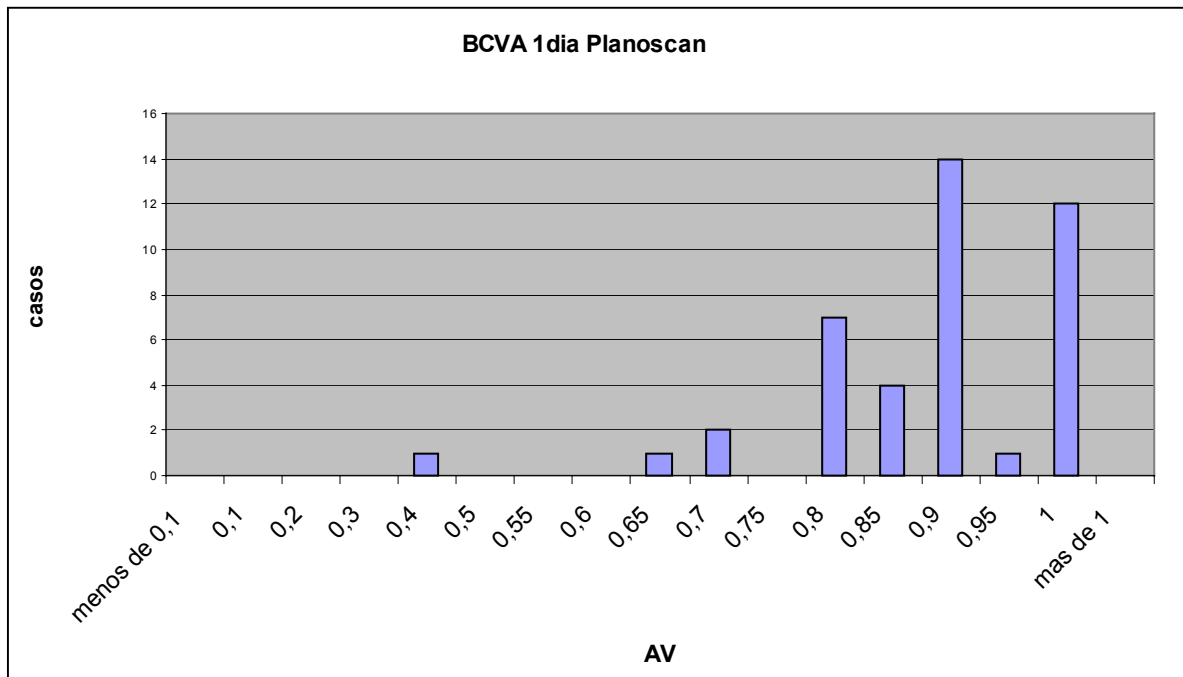
Cilindro: Vemos que todos los casos están dentro de $\pm 1D$. El hecho que todos sean negativos no significa una hipocorrección, sino que los hemos medido siempre en negativo. Se observan dos picos uno en la emetropia y el otro en $-0,5D$.





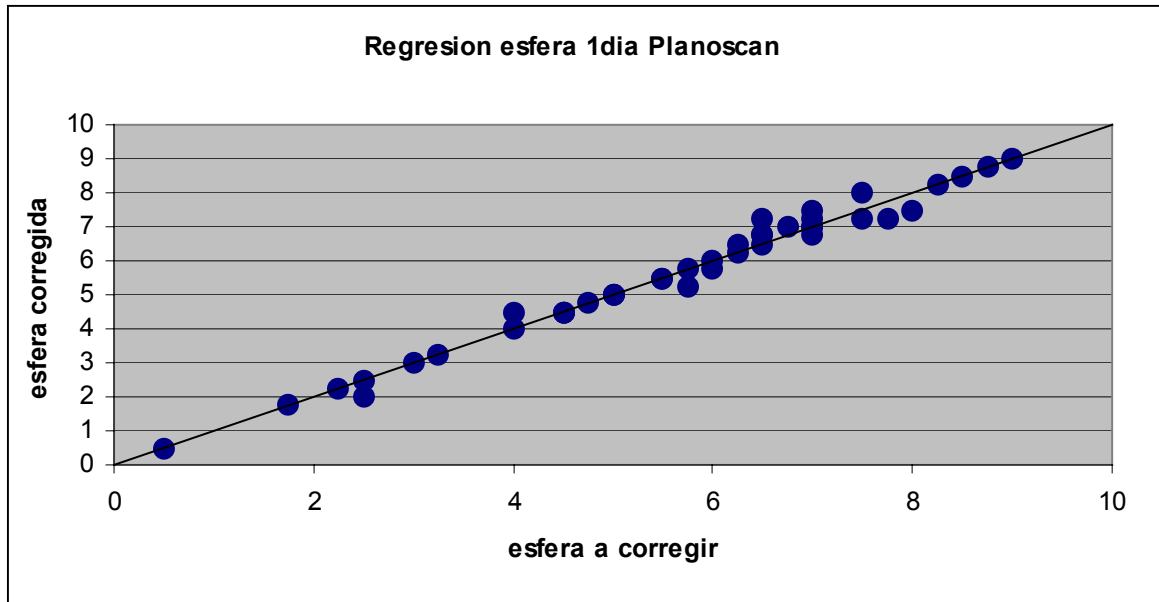
5.1.2.1.2 BCVA : En el primer día la pérdida de líneas de visión es importante, siendo una cosa aceptable por ser el primer día. De todas formas el porcentaje de casos sin pérdida de líneas o incluso ganancia no es despreciable.(41%)



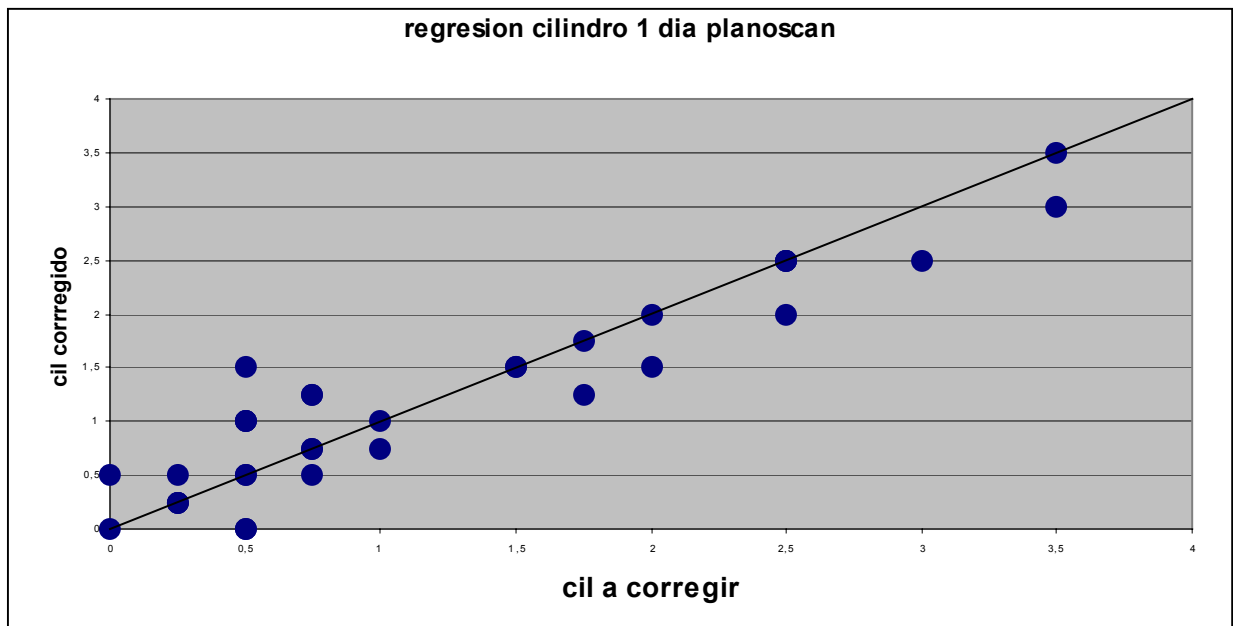


5.1.2.1.3 Regresión

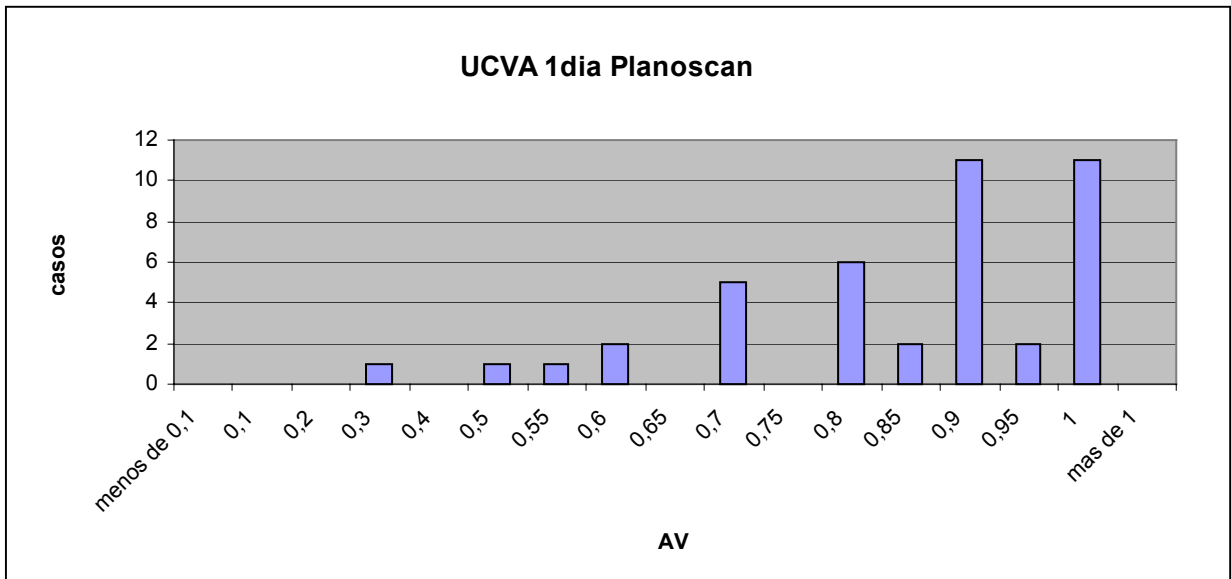
Esfera: La distribución de los casos se ajusta a una recta, demostrando una alta predictibilidad de ésta técnica en el primer día.



Cilindro: En el caso del cilindro se aprecia una ligera más alta dispersión de los casos.



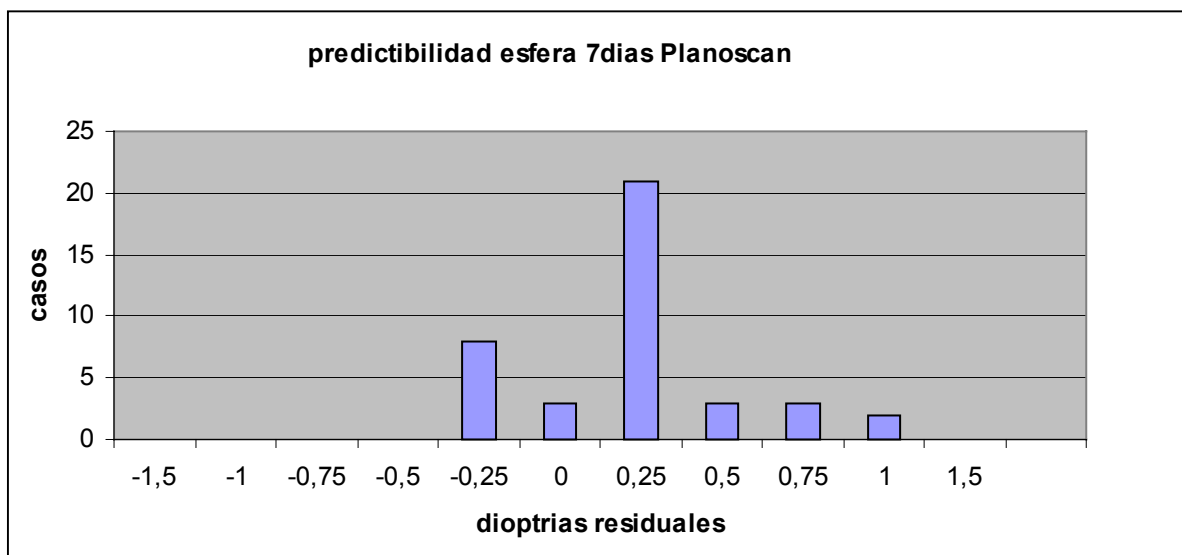
5.1.2.1.4 UCVA: En cuanto a la UCVA se aprecia una gran mejoría en todos los casos ya en el primer día, estando la mayoría por encima de 0,7.

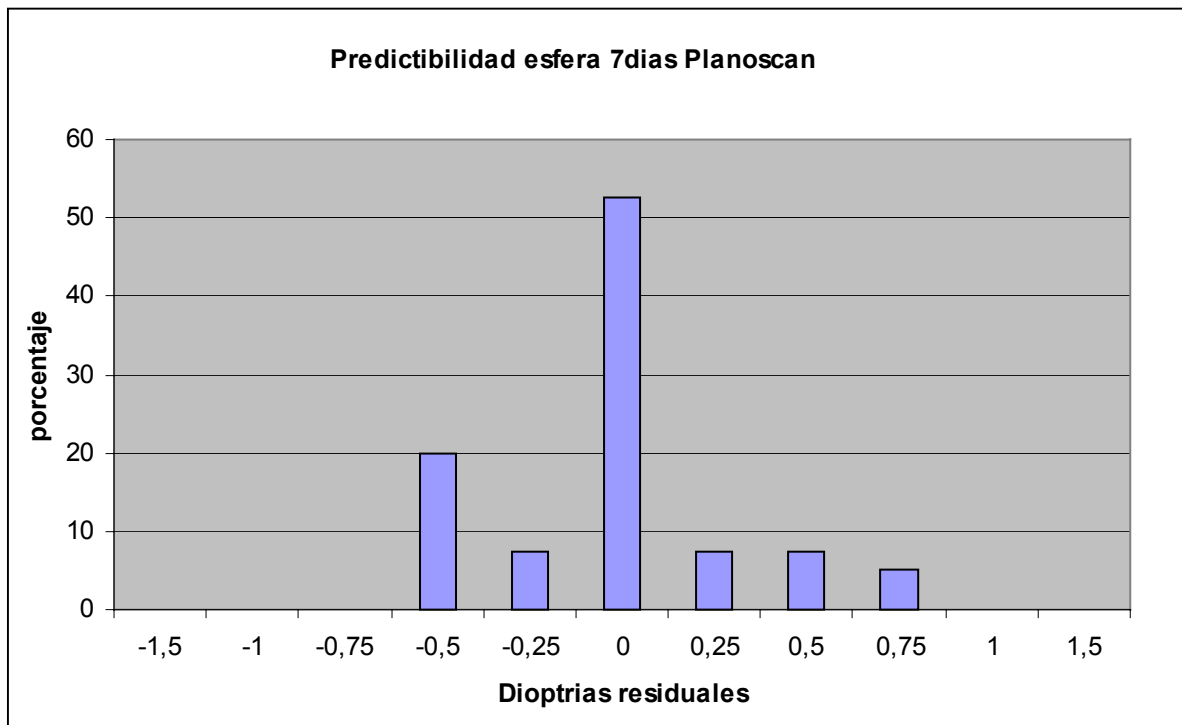


5.1.2.2 *Resultados a la semana:*

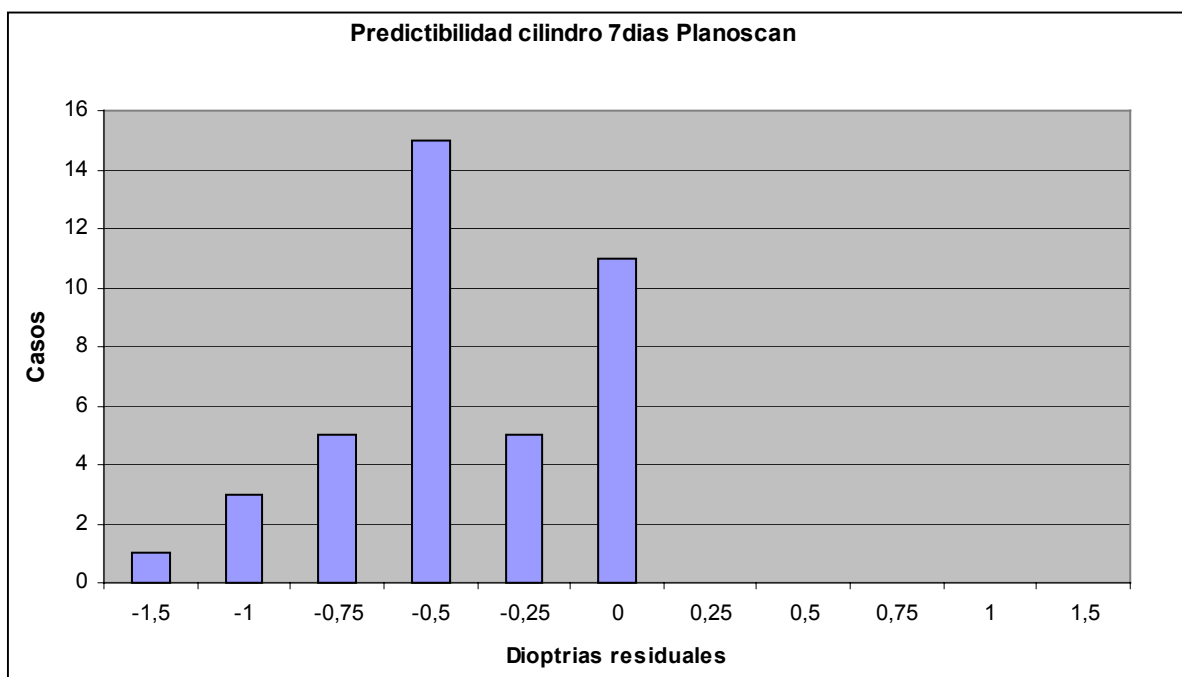
5.1.2.2.1 Predictibilidad

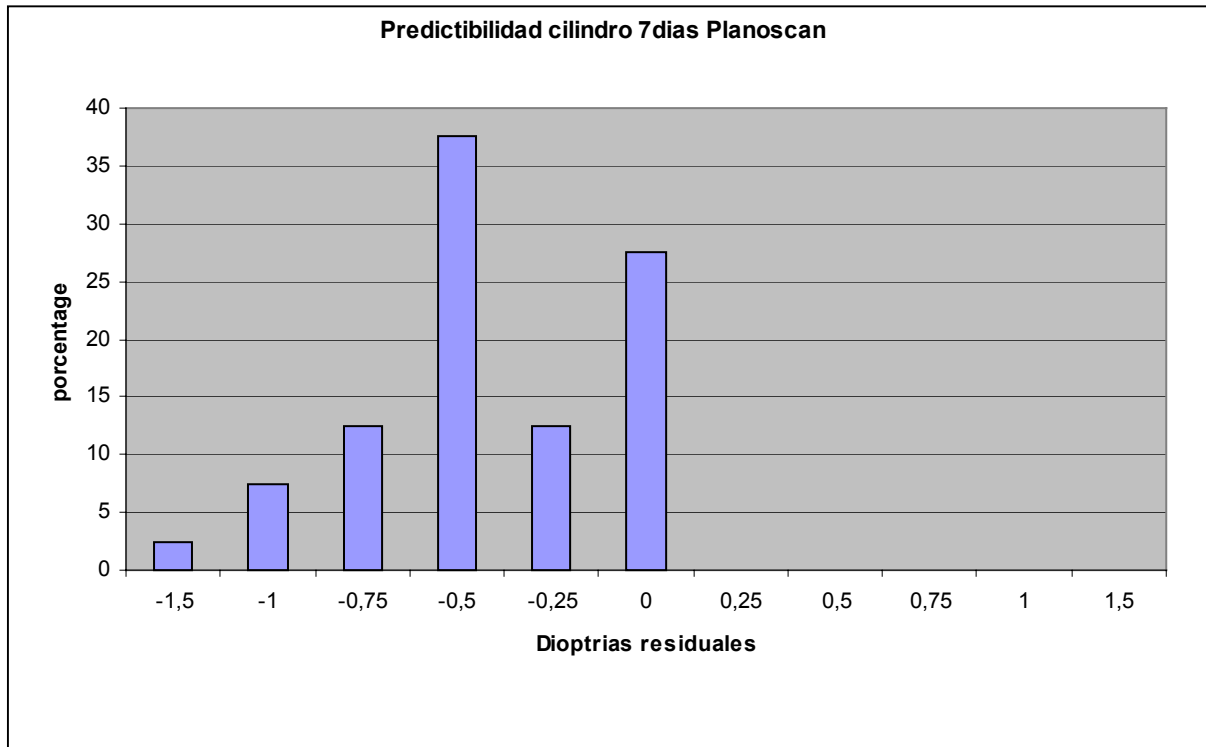
Esfera: Se observa una clara tendencia a la hipercorrección pero en ningún caso se rebasa la dioptría de refracción residual.





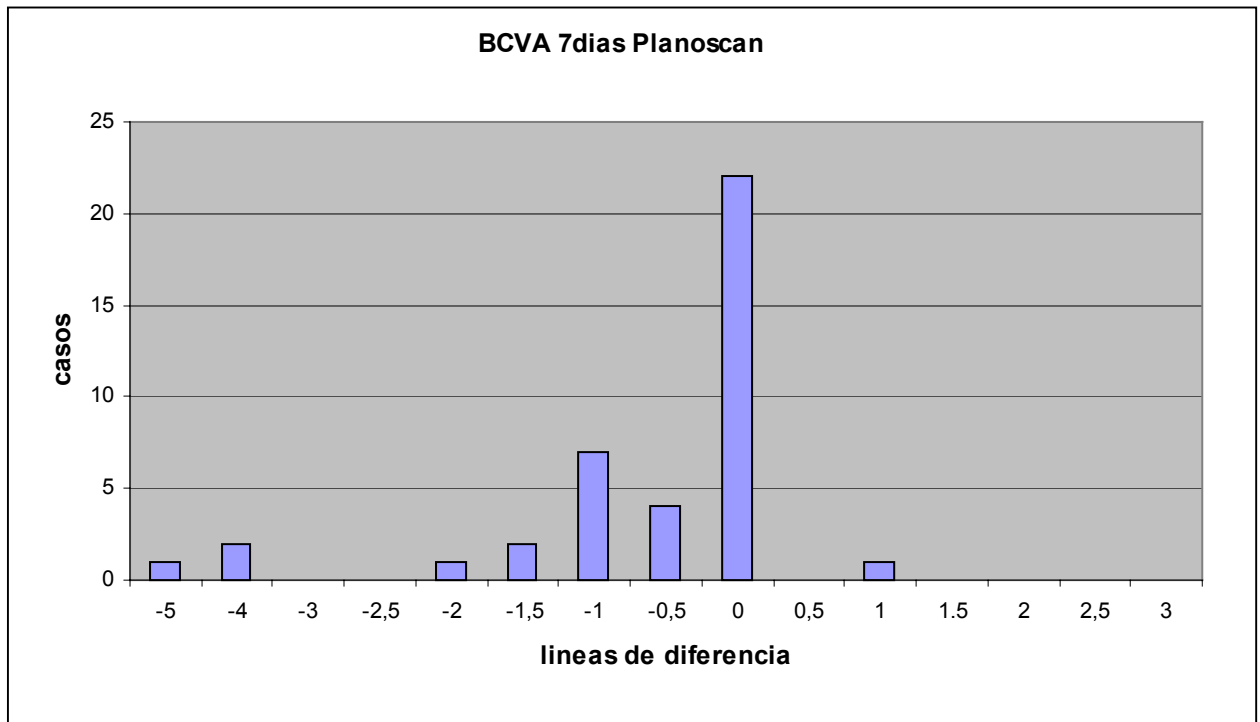
Cilindro: Se aprecia un ligero aumento en la dispersión del cilindro residual, llegando a 1,5D. Se mantienen los dos picos, con un incremento del pico de $-0,5D$.





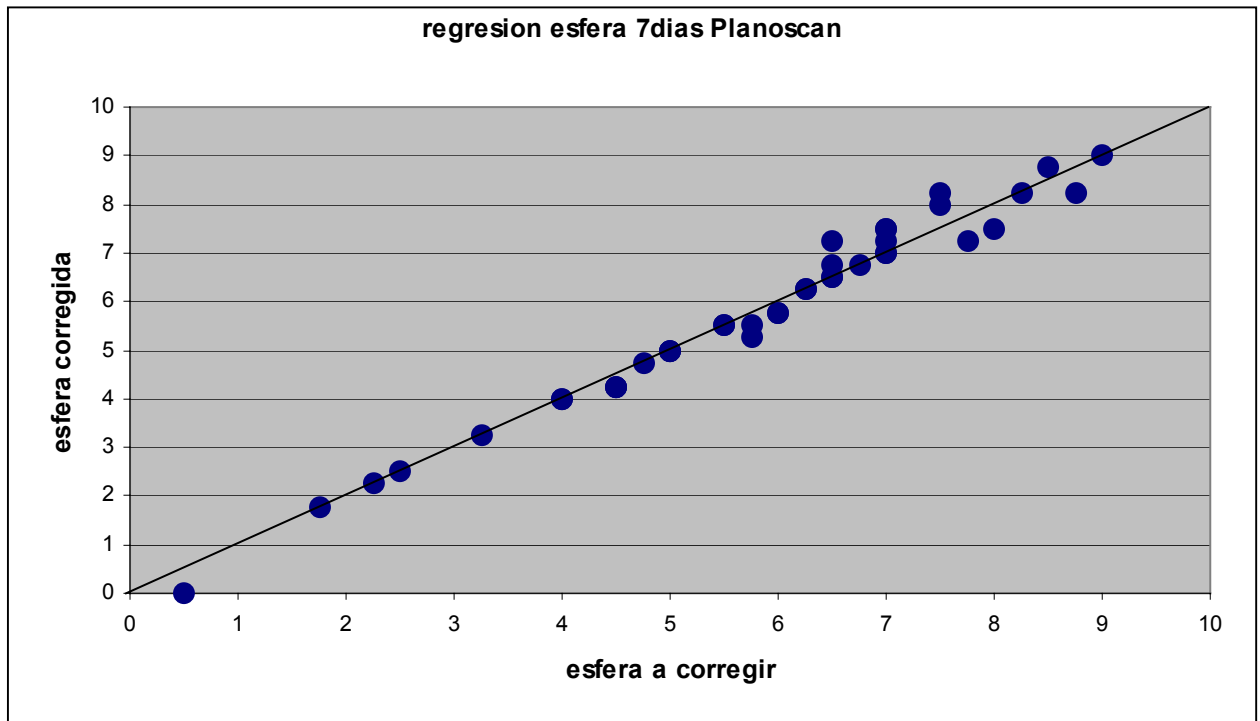
5.1.2.2.2 BCVA:

Se mantiene la tendencia a la pérdida de líneas de visión, aunque se percibe un agrupamiento entre 0 y 1,5 líneas de pérdida de visión.

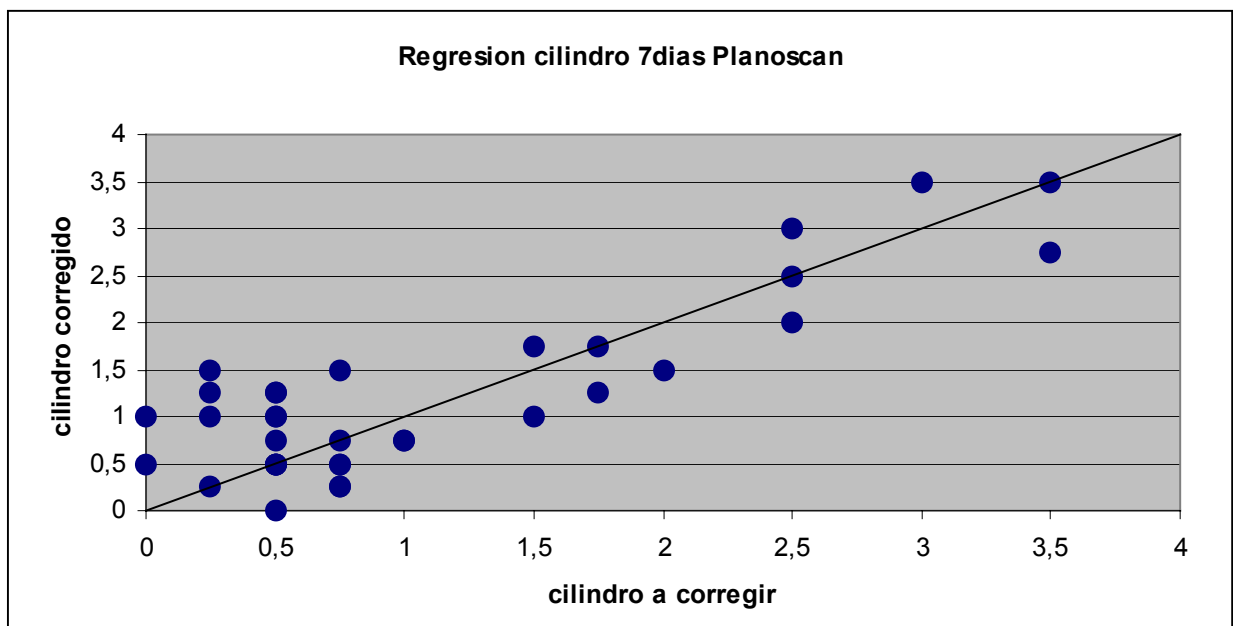


5.1.2.2.3 Regresión

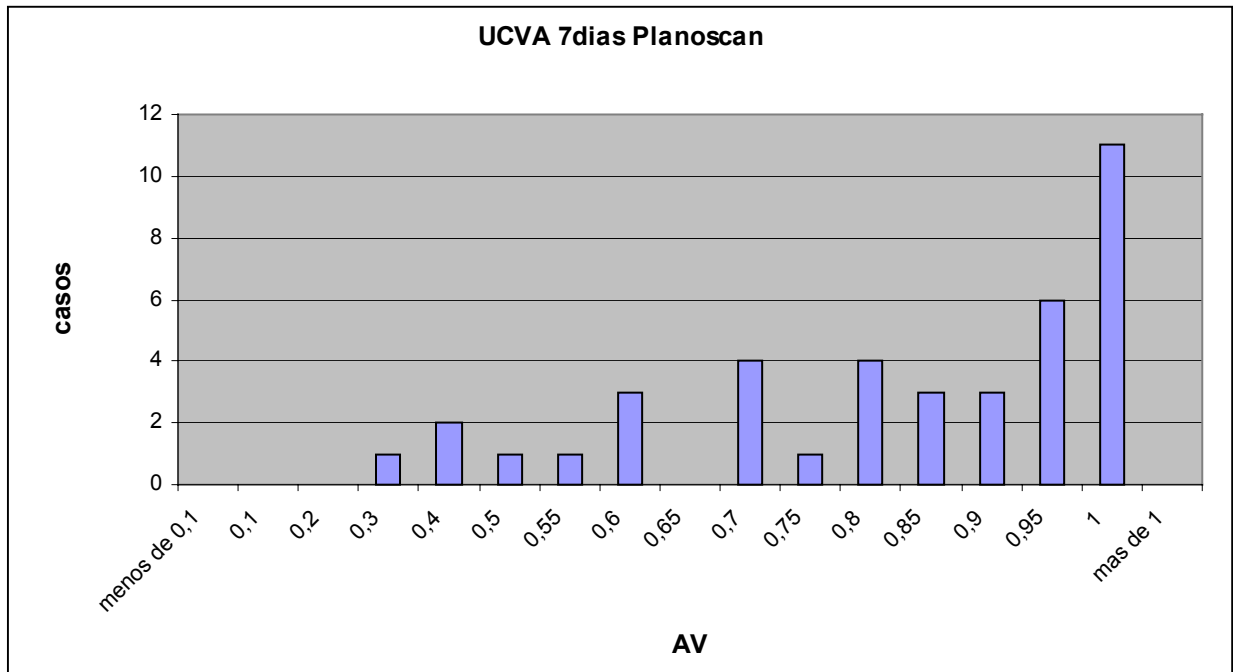
Esfera: Se mantiene la distribución lineal de los casos.



Cilindro: Mismo patrón que el primer día.



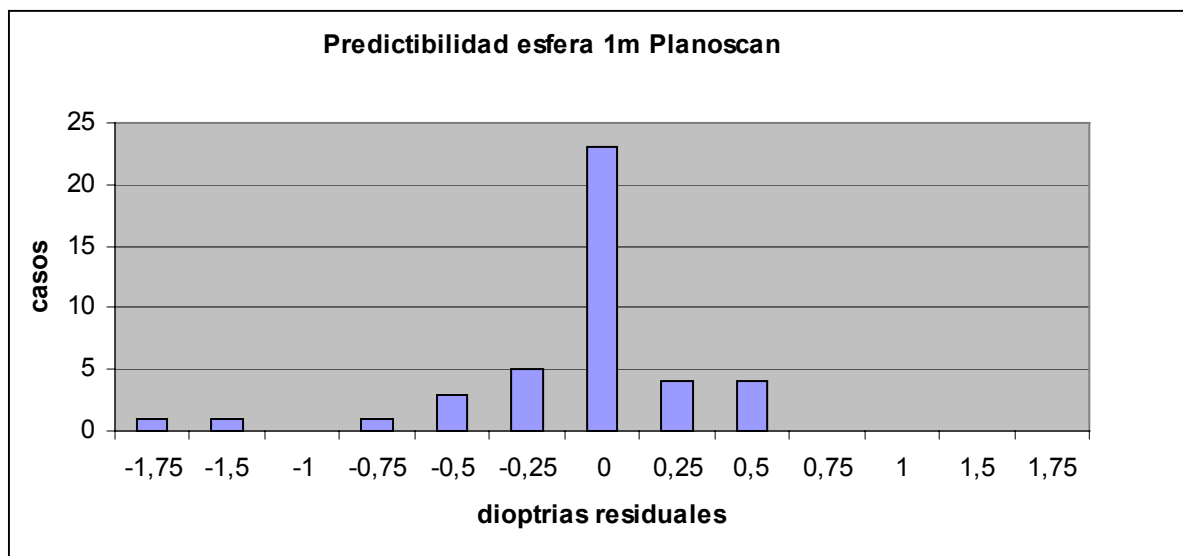
5.1.2.2.4 UCVA: No se aprecian grandes variaciones en la ganancia de AV no corregida.

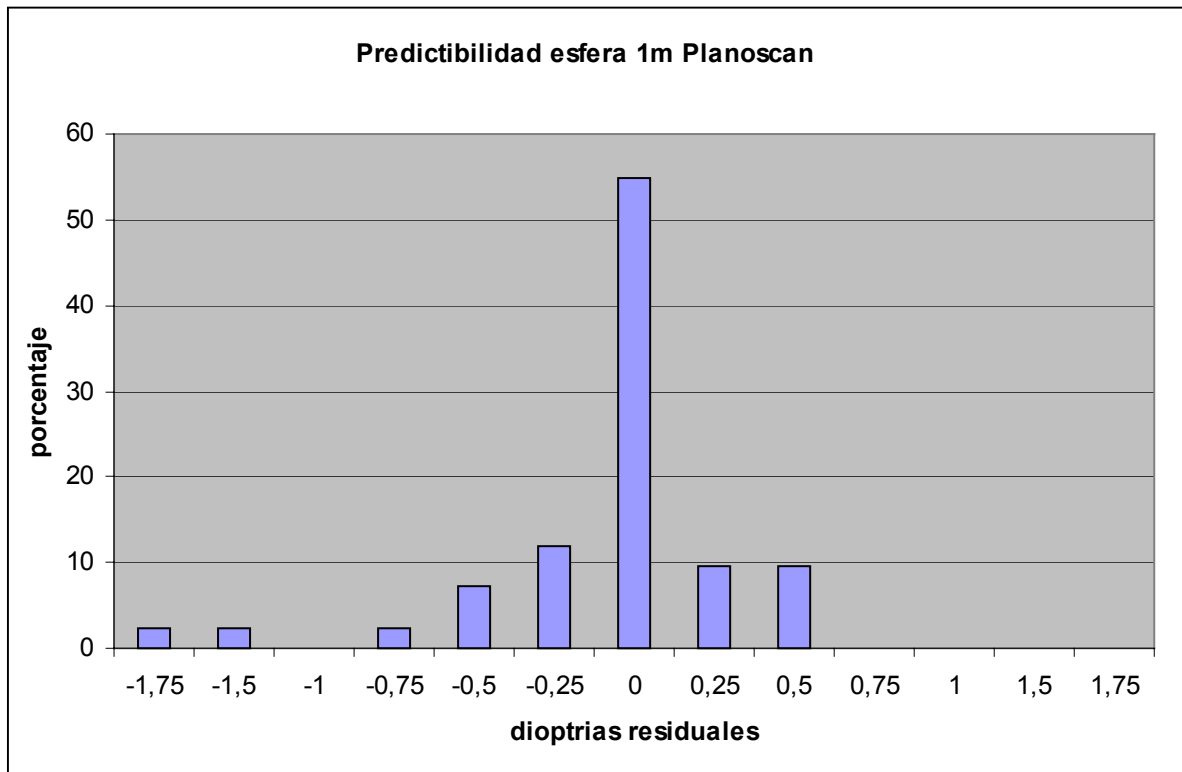


5.1.2.3 Resultados al mes (1m):

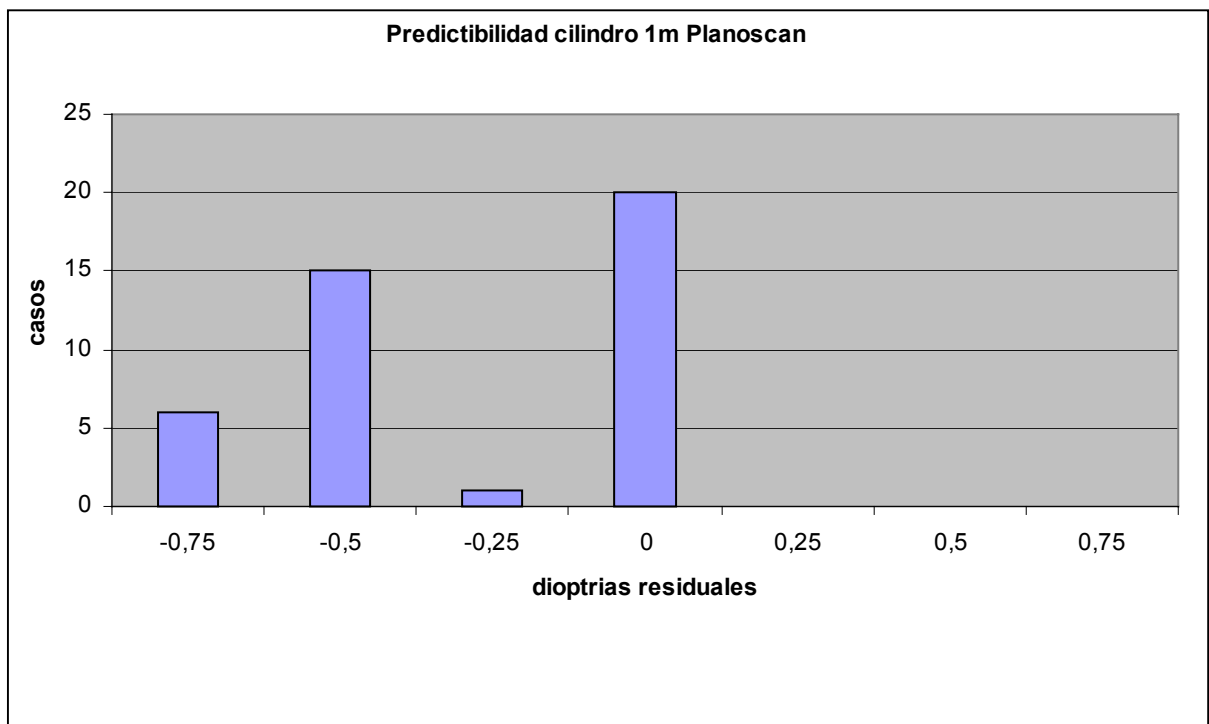
5.1.2.3.1 Predictibilidad

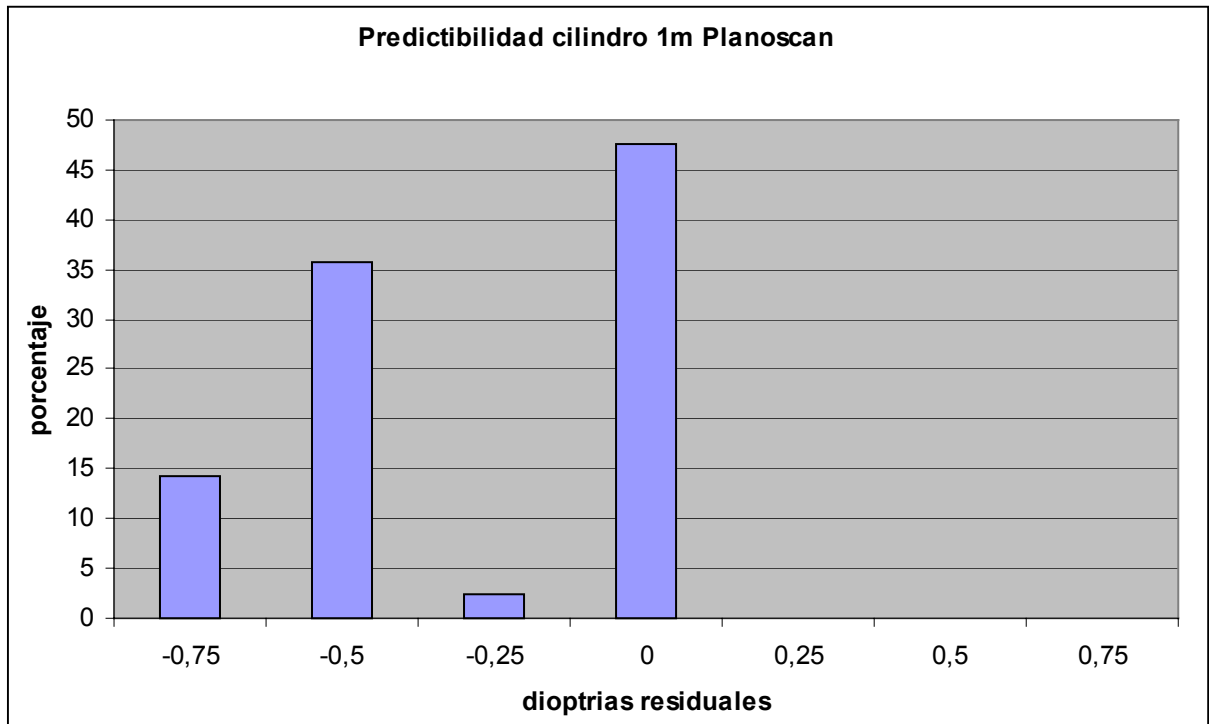
Esfera: Se aprecia un reagrupamiento de los casos con un 96% entre $\pm 0,75D$, con una distribución gaussiana.



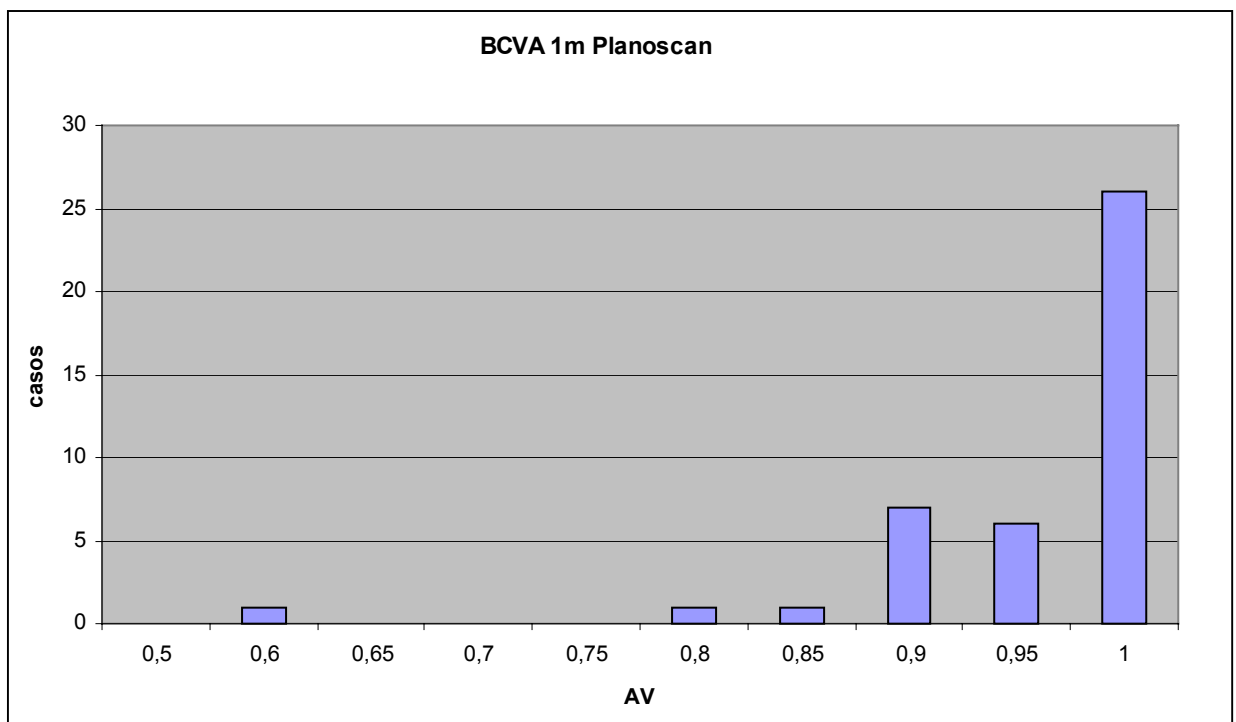


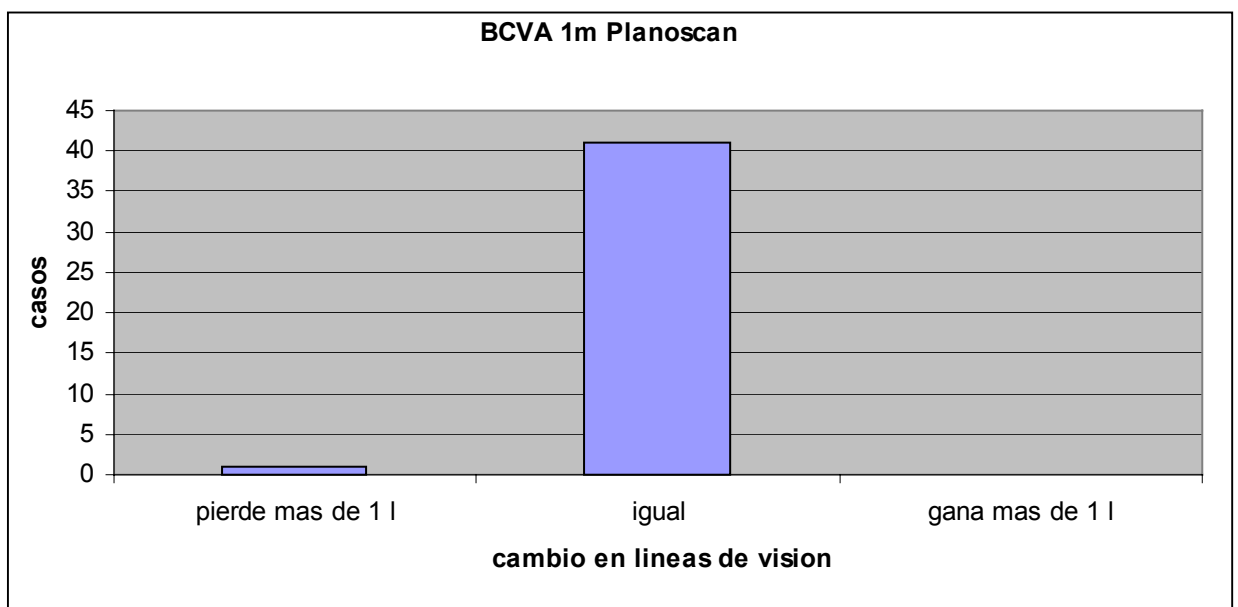
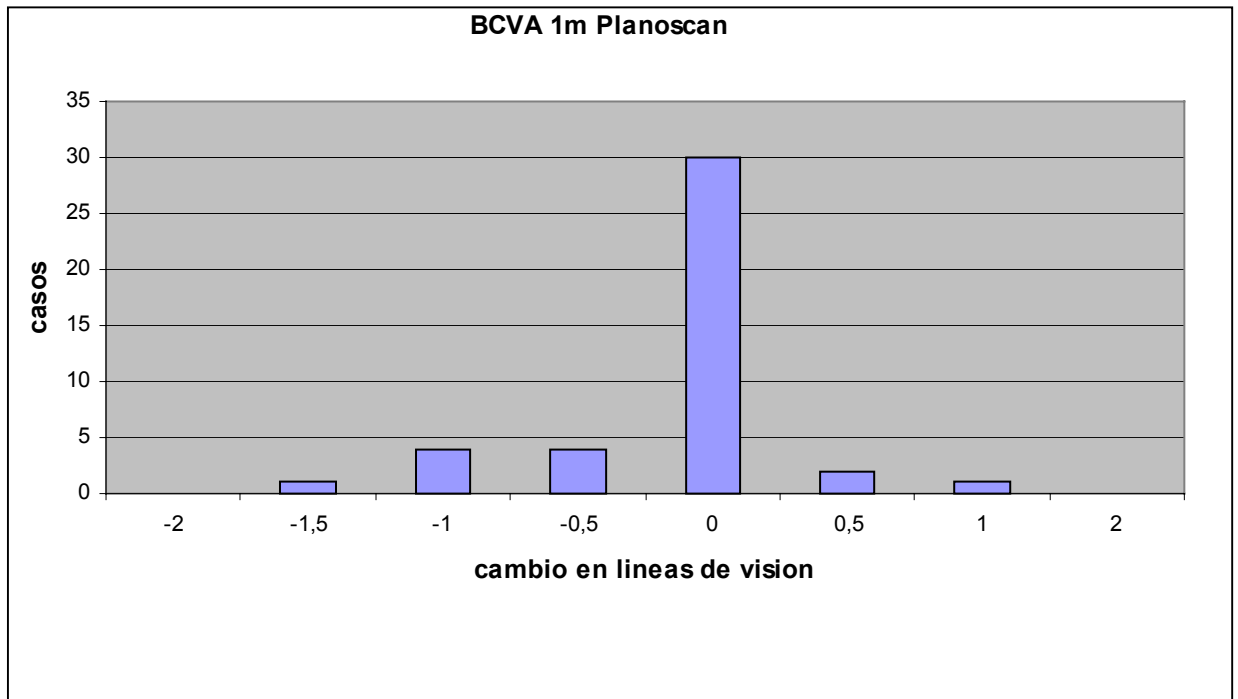
Cilindro: Sigue con los dos picos, pero se encuentran todos los casos entre +/- 0,75D.





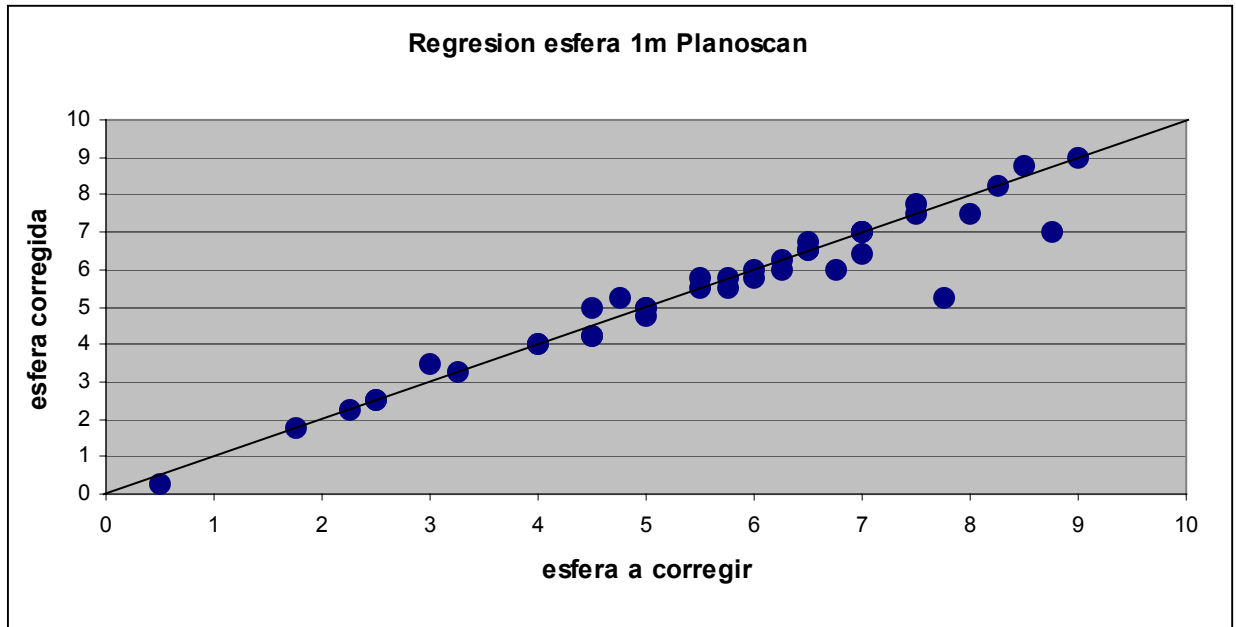
5.1.2.3.2 BCVA: Se aprecia una clara mejoría encontrando un 97% de los casos con una AV mejor o igual a 0,9.



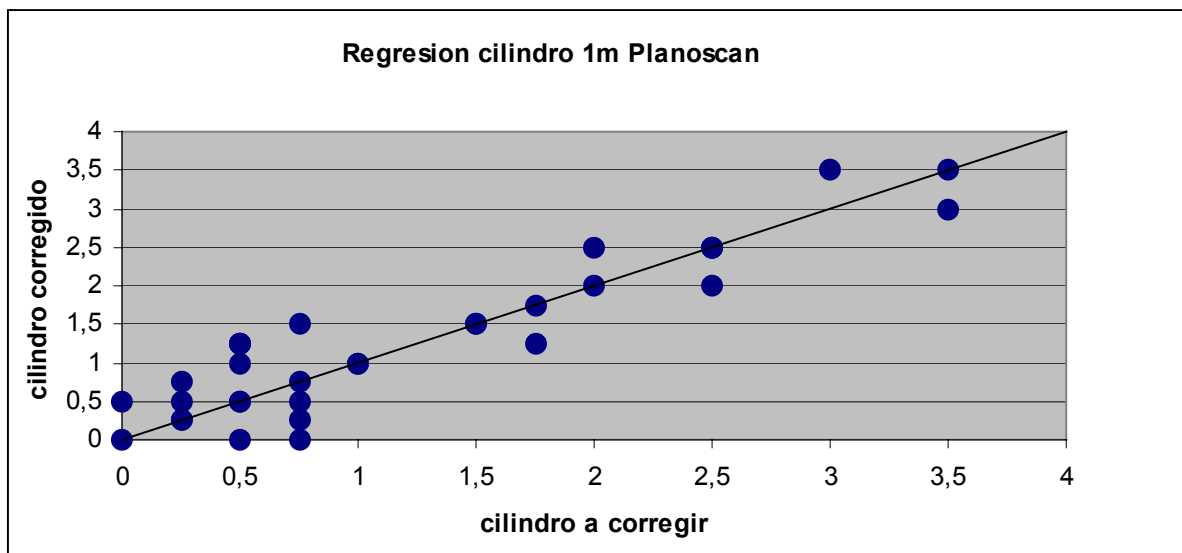


5.1.2.3.3 Regresión

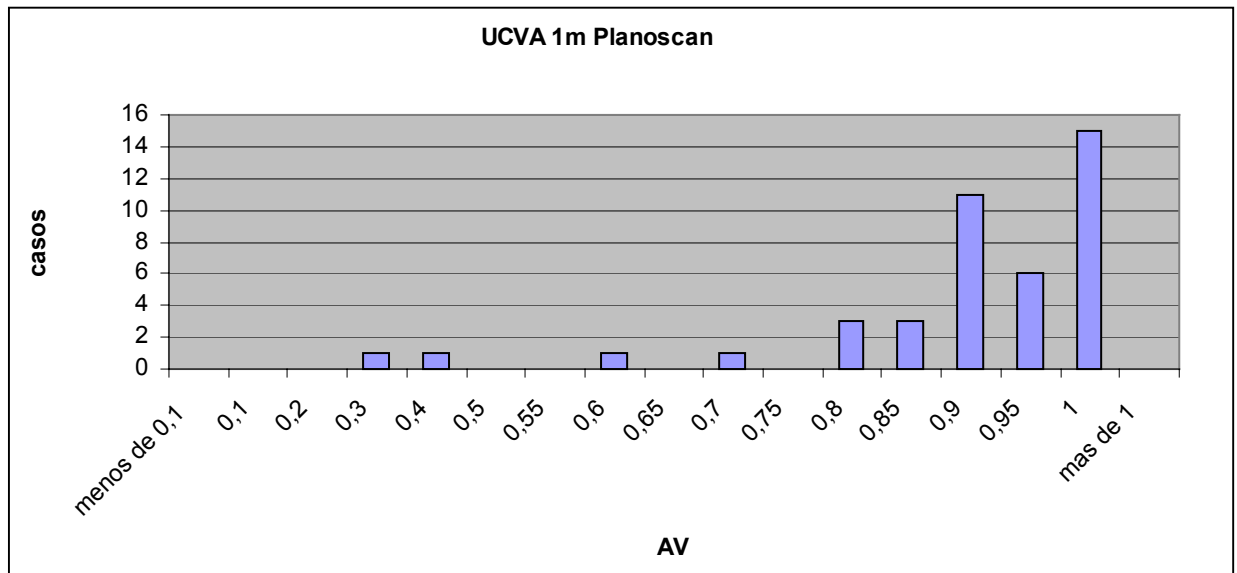
Esfera: El ajuste a la línea se mantiene estable.



Cilindro: Se observa una peor predictibilidad en los casos con cilindros previos bajos que en los altos astigmatismos previos.



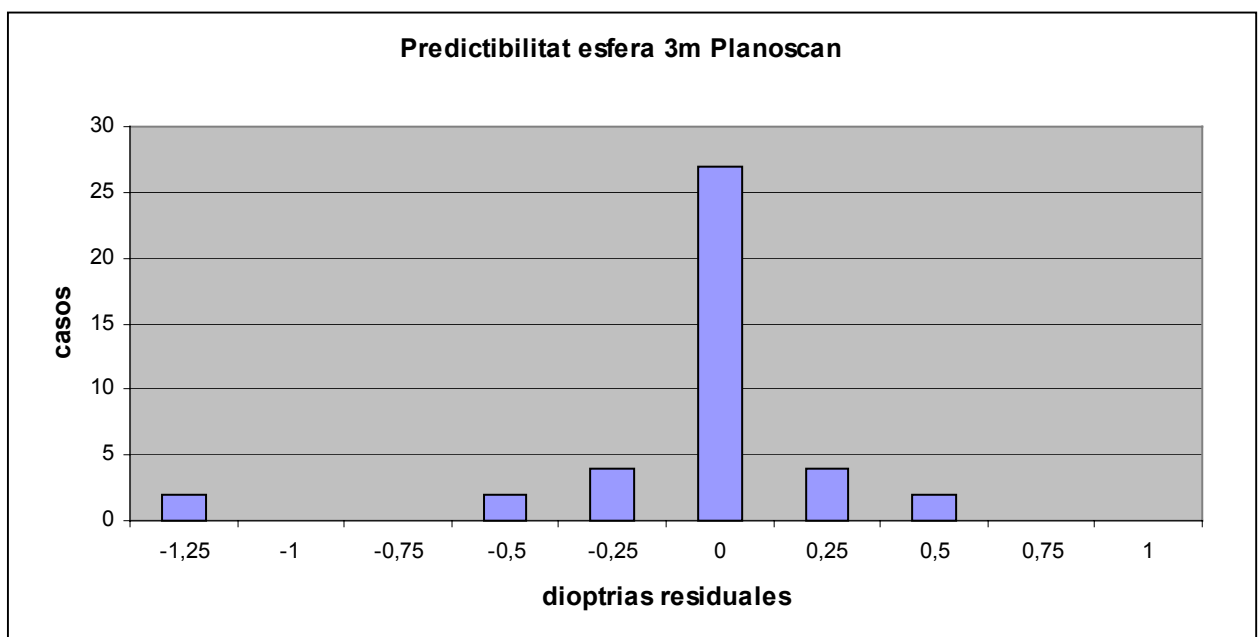
5.1.2.3.4 UCVA: También en este aspecto encontramos mejoría, estando la mayoría de los pacientes con una visión sin corrección superior a 0,8.

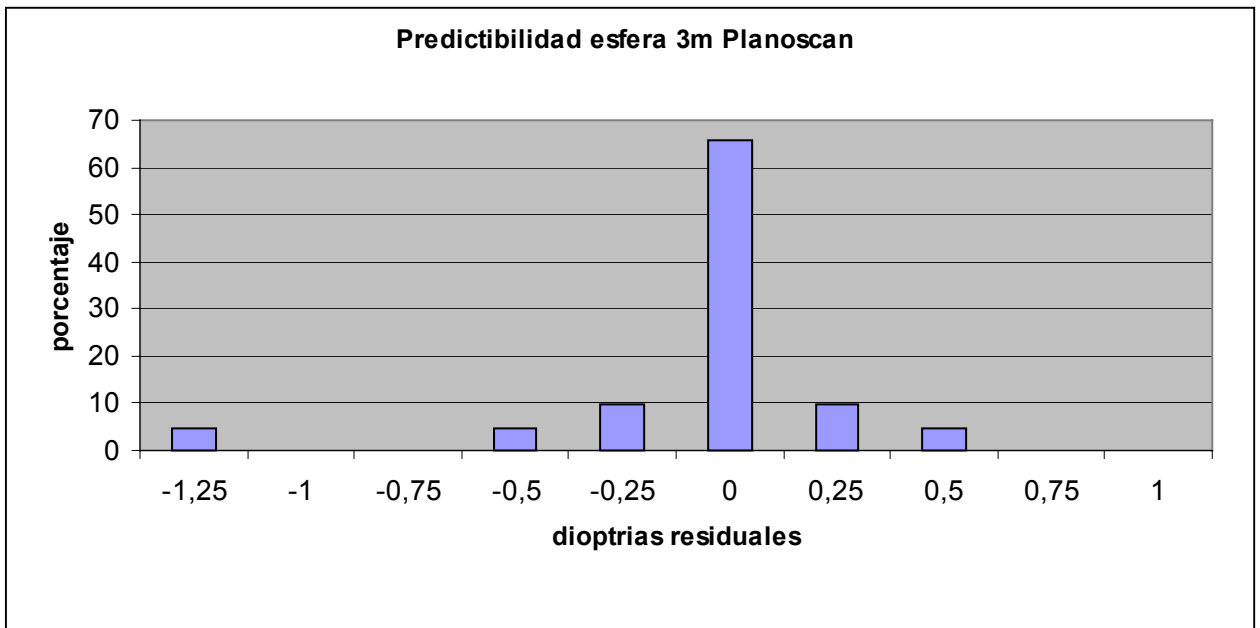


5.1.2.4 Resultados a los 3 meses (3m):

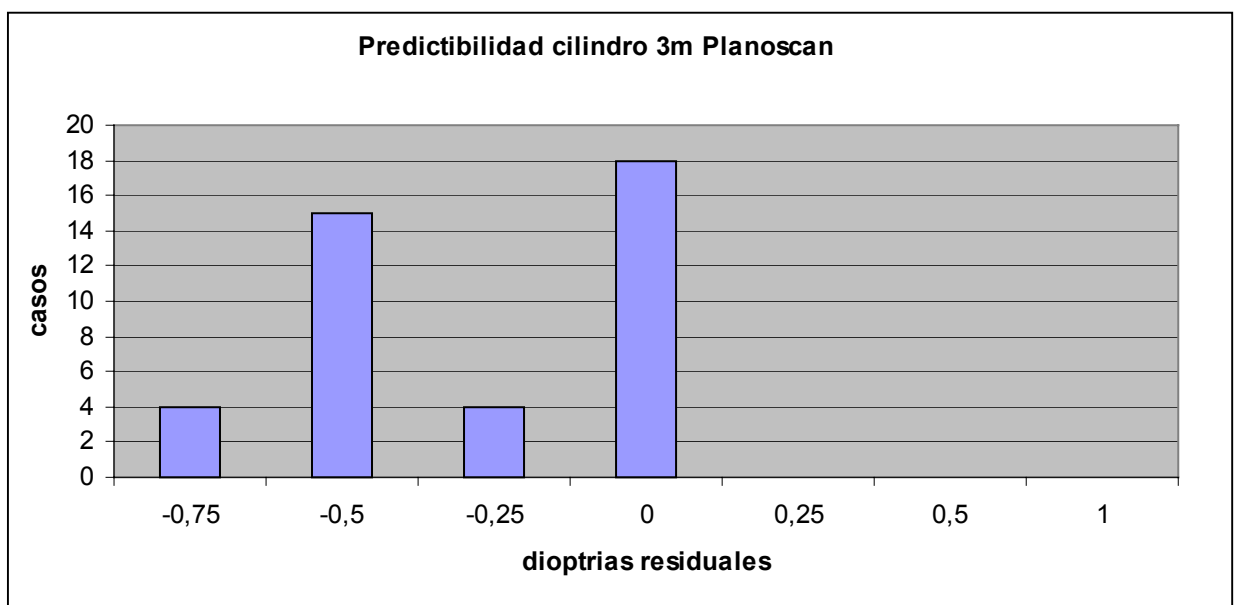
5.1.2.4.1 Predictibilidad

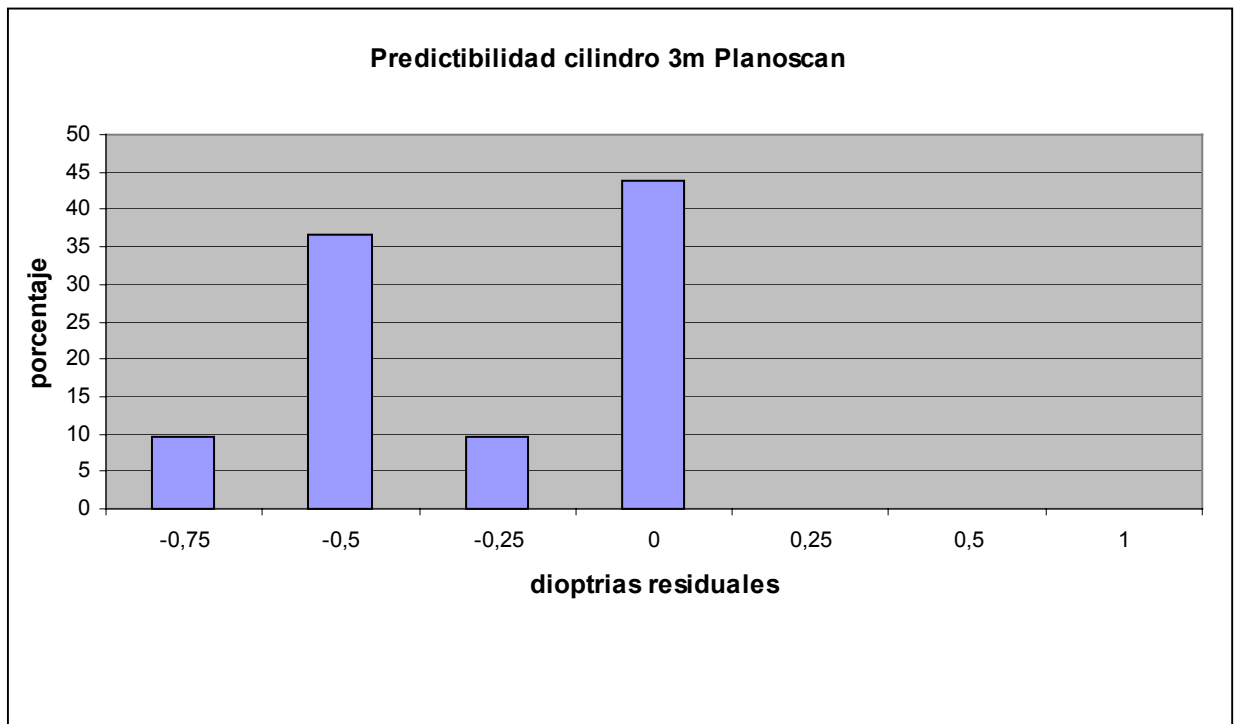
Esfera: A los tres meses la refracción residual está en un 98% de los casos entre $\pm 0,5D$.



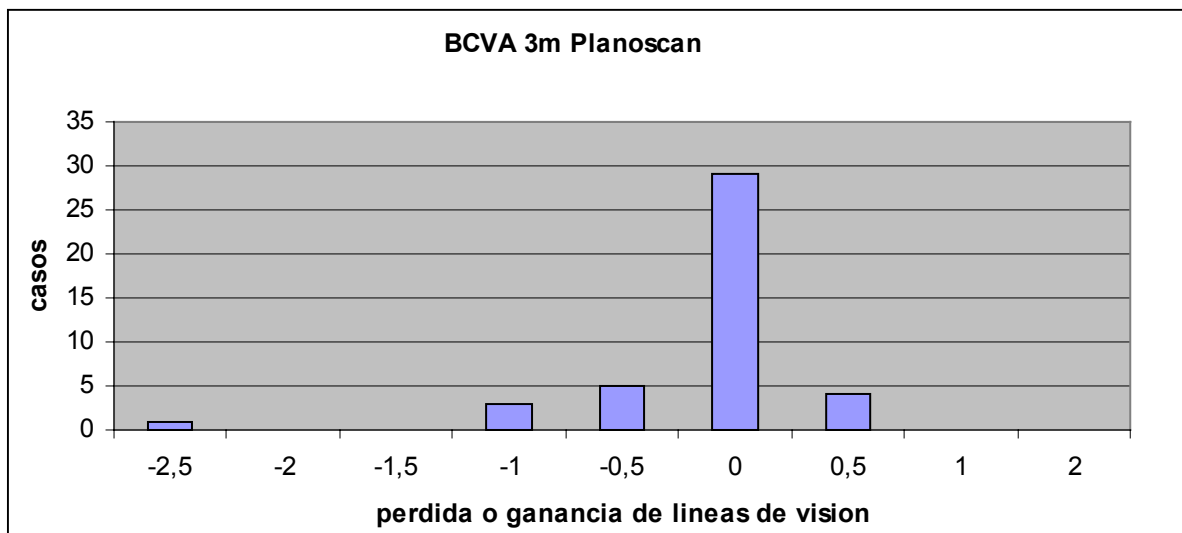


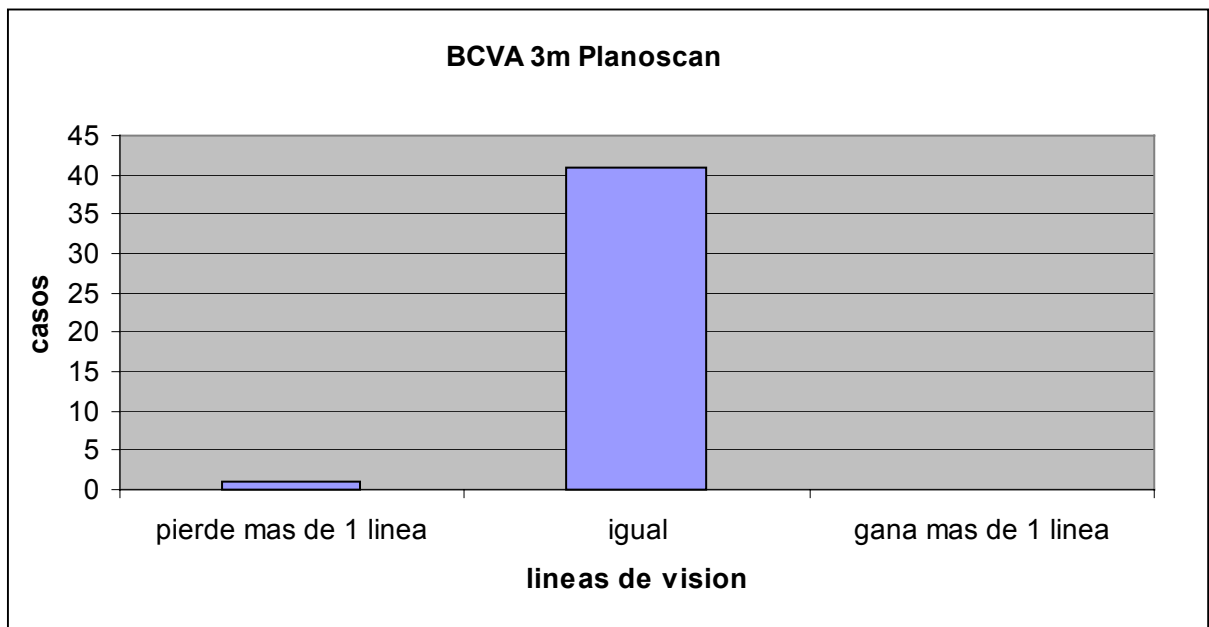
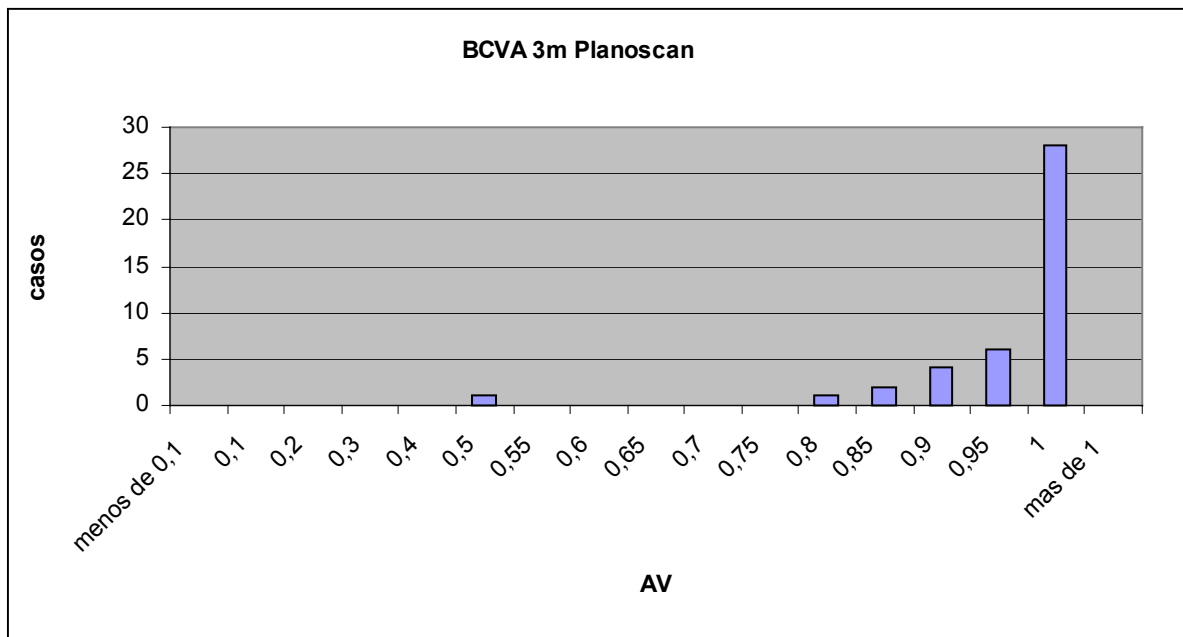
Cilindro: Todos los casos tienen un astigmatismo residual igual o menor a $-0,75D$.





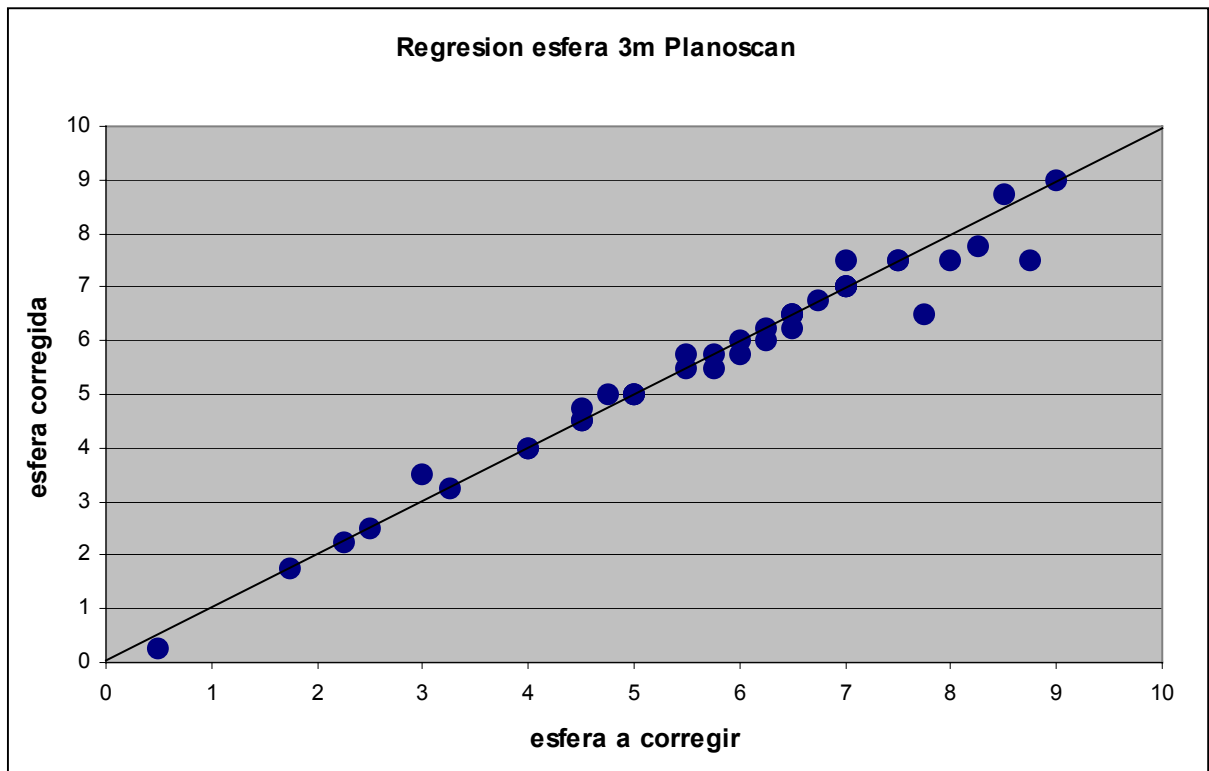
5.1.2.4.2 BCVA: El 99% de los casos pierde como máximo una línea de visión, mientras que solo 4 casos ganan media línea. Se concluye que con los tratamientos con planoscan son seguros ya que no se pierden líneas de visión pero que no sirven para mejorar la visión.



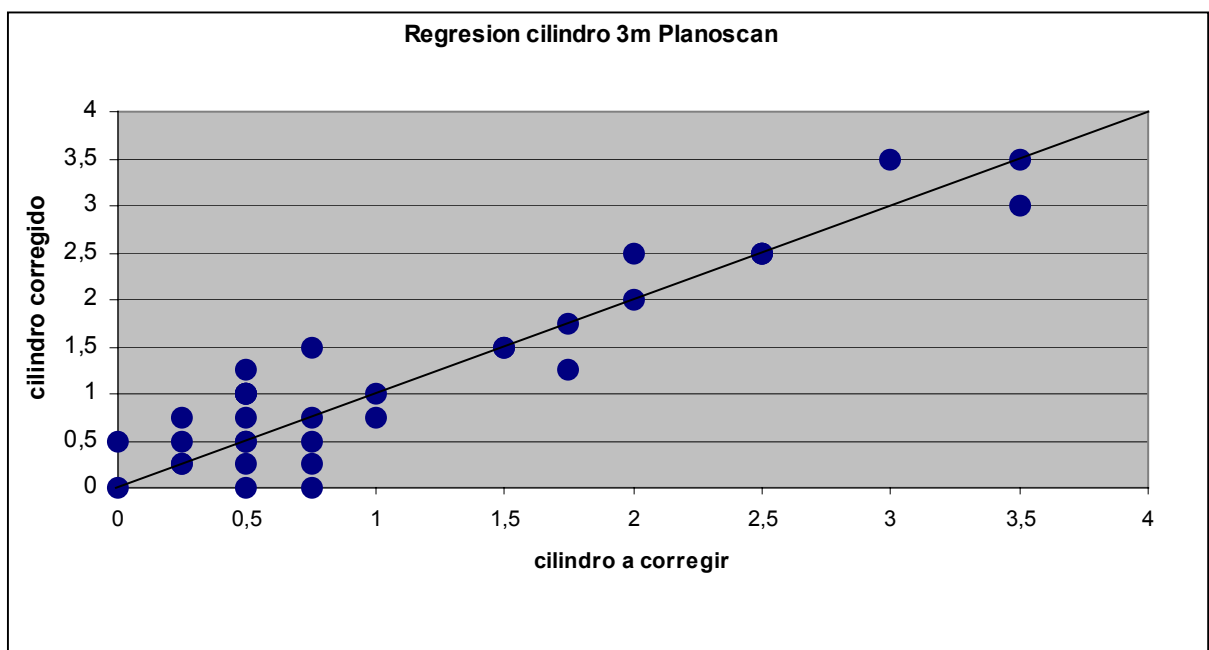


5.1.2.4.3 Regresión

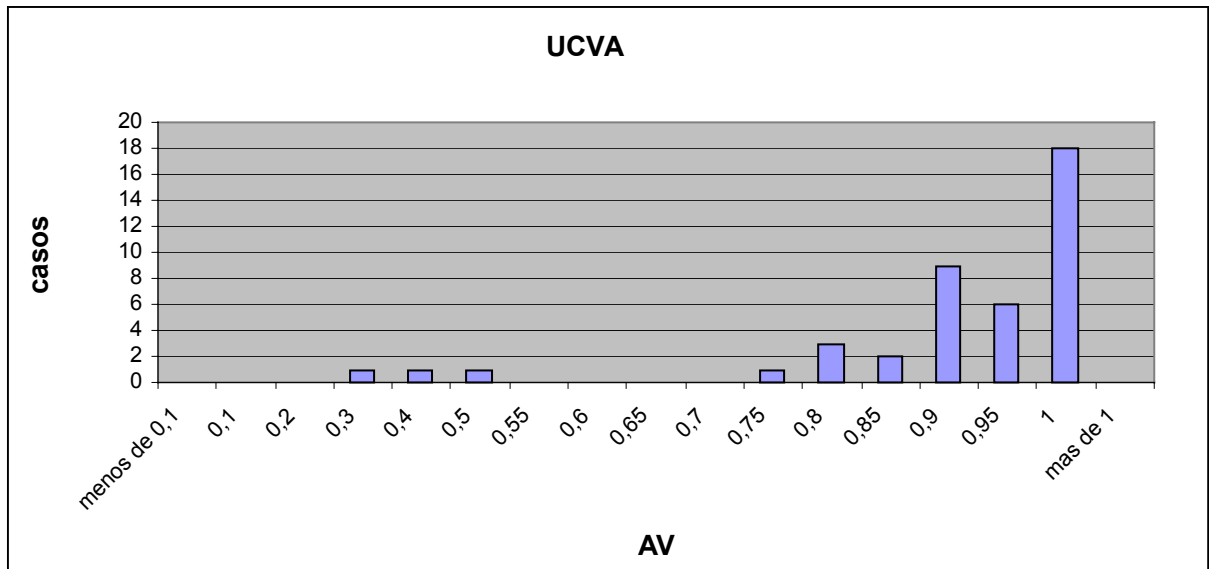
Esfera: Todos los casos se ajustan bien a la recta de regresión.



Cilindro: Sigue la misma tendencia de menor predictibilidad en los casos con astigmatismos previos bajos que en los altos.



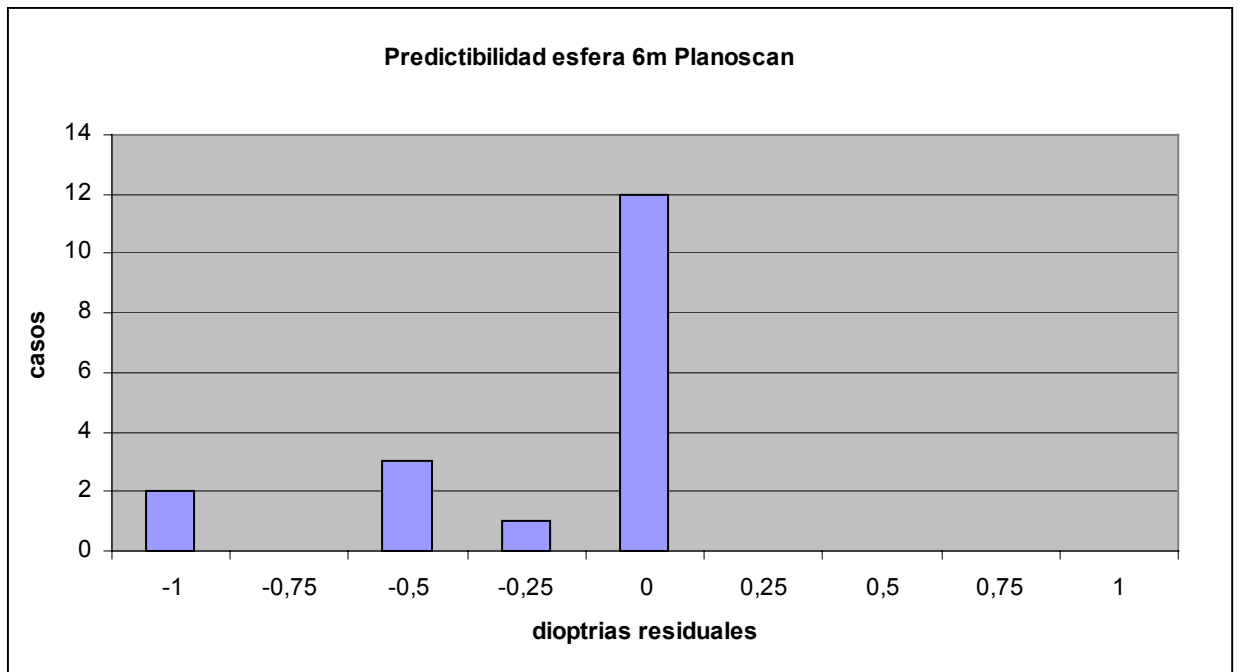
5.1.2.4.4 UCVA: Se aprecia un agrupamiento de casos con una UCVA por encima de 0,8 con algún caso aislado de bajas AV que ya lo eran preoperatoriamente.

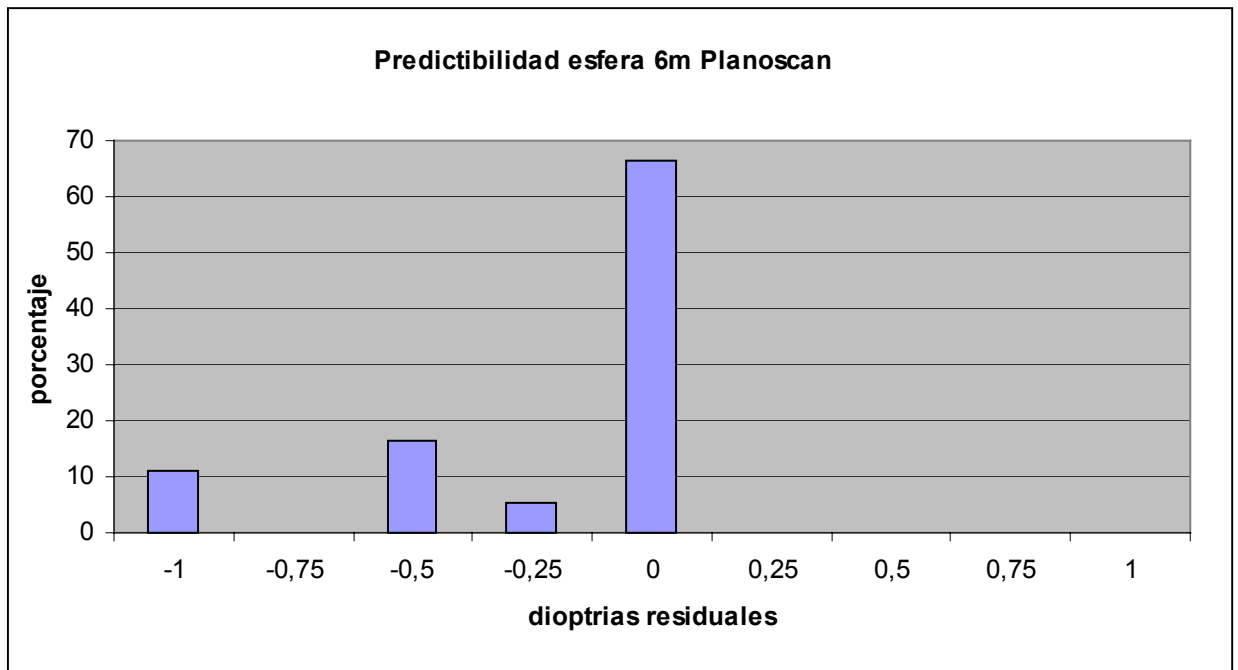


5.1.2.5 Resultados a los 6 meses (6m):

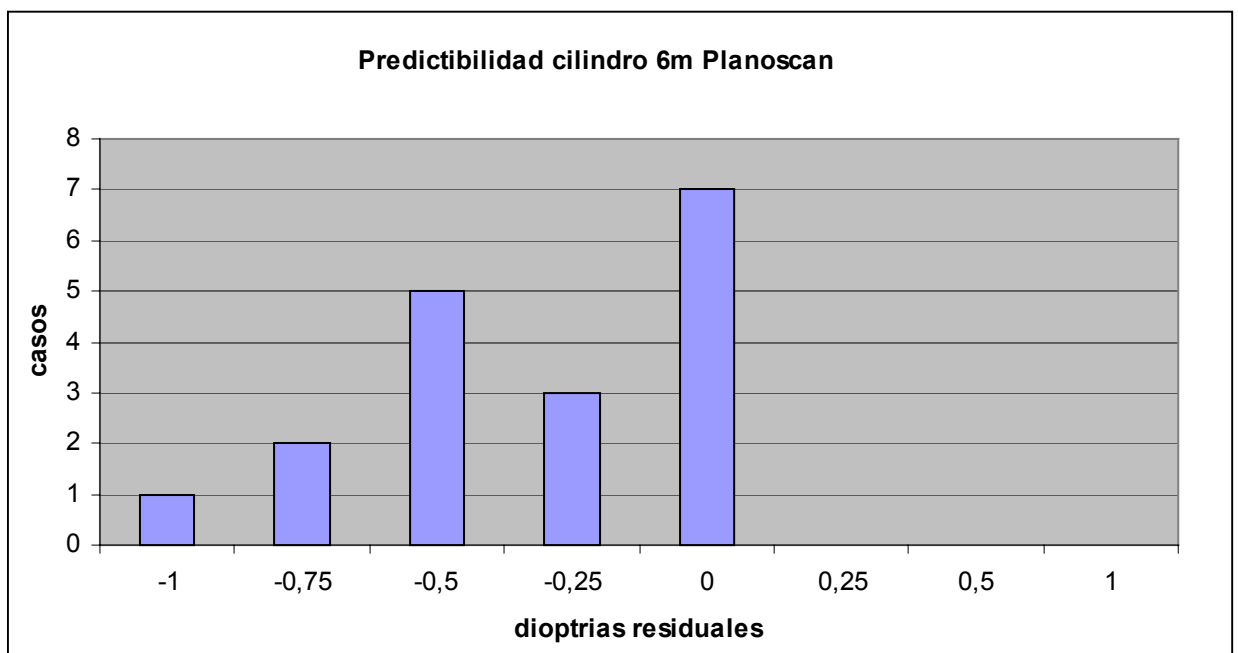
5.1.1.5.1 Predictibilidad :

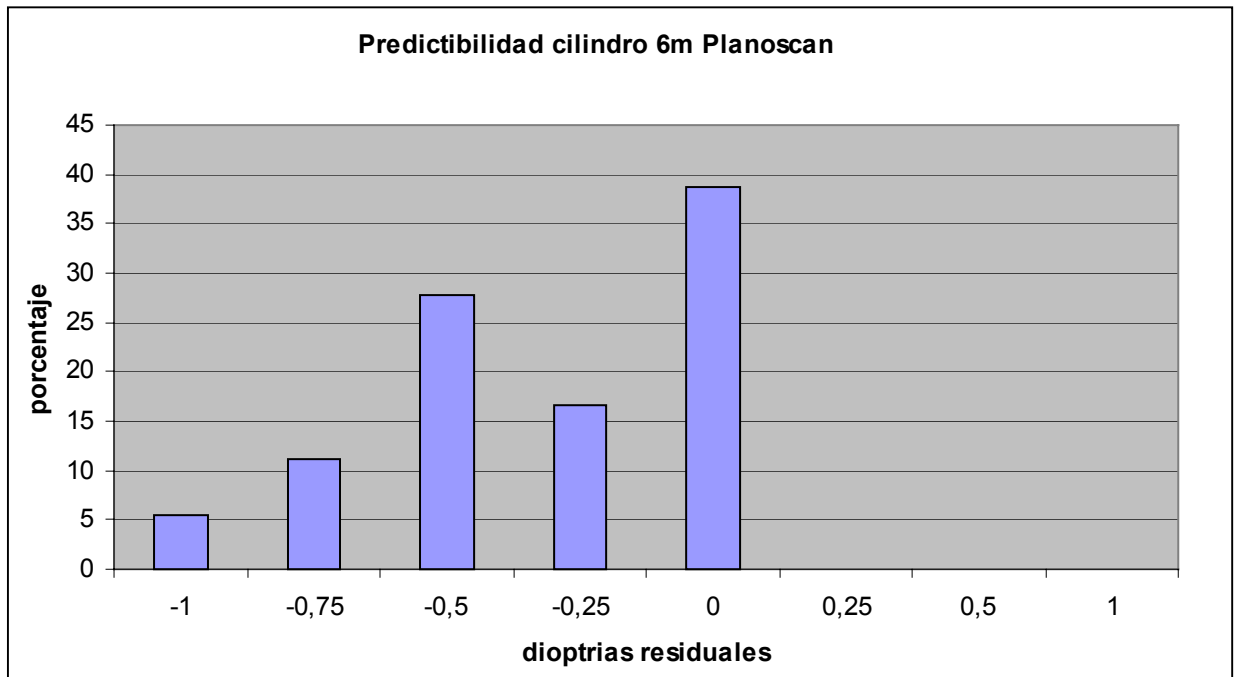
Esfera: A los 6 meses se aprecia una clara estabilidad, con un 68% de los casos en emetropia y el resto de casos con valores de refracción residual iguales o inferiores a 1D.



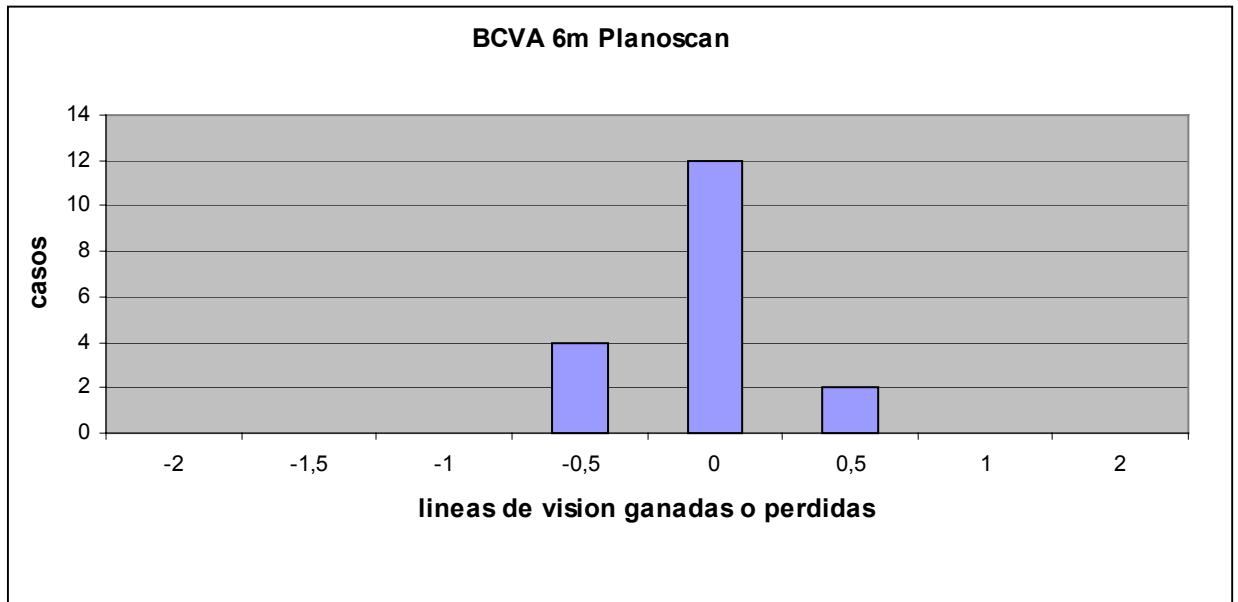


Cilindro: Se demuestra también la estabilidad de esta técnica refractiva.

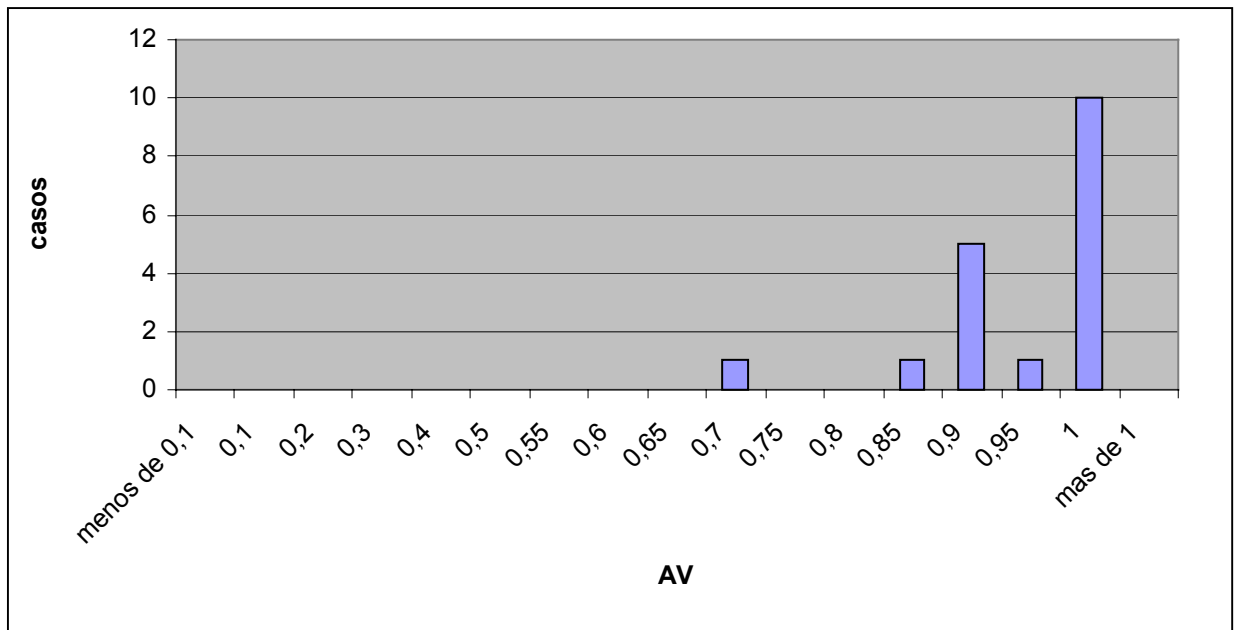




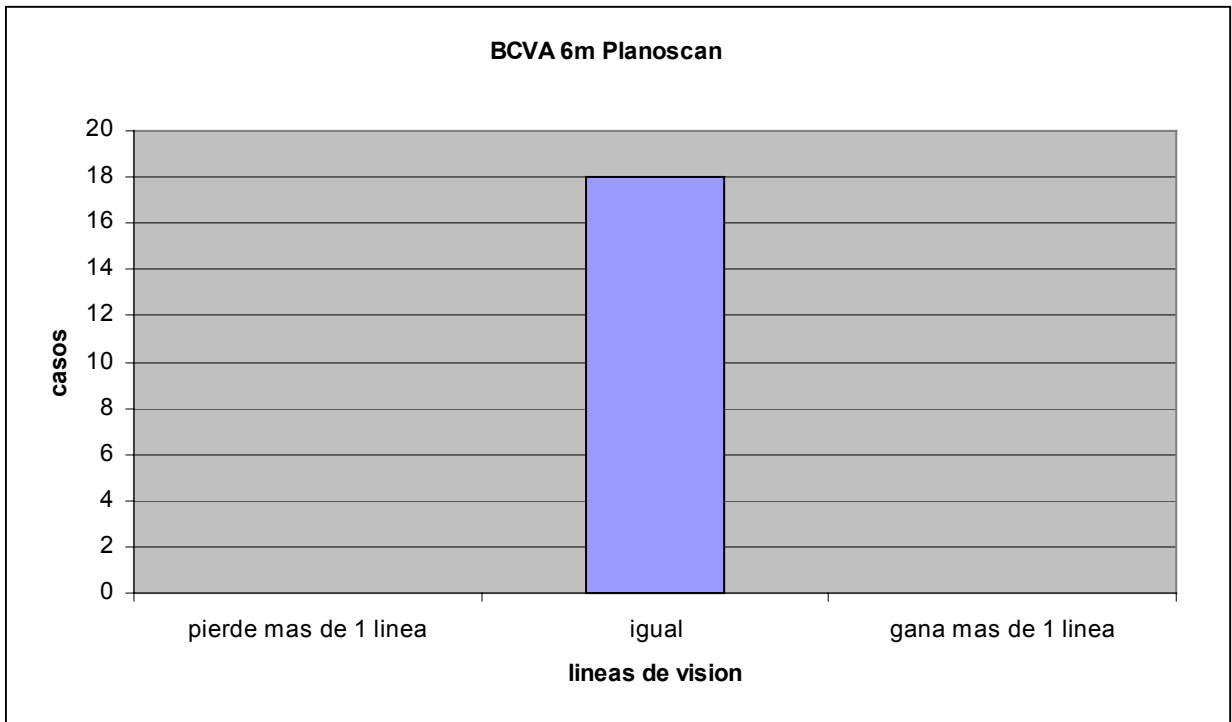
5.1.2.5.2 BCVA: A los 6 meses se demuestra la seguridad de la técnica, donde vemos que nadie pierde mas de 1 línea de visión.



BCVA 6m Planoscan

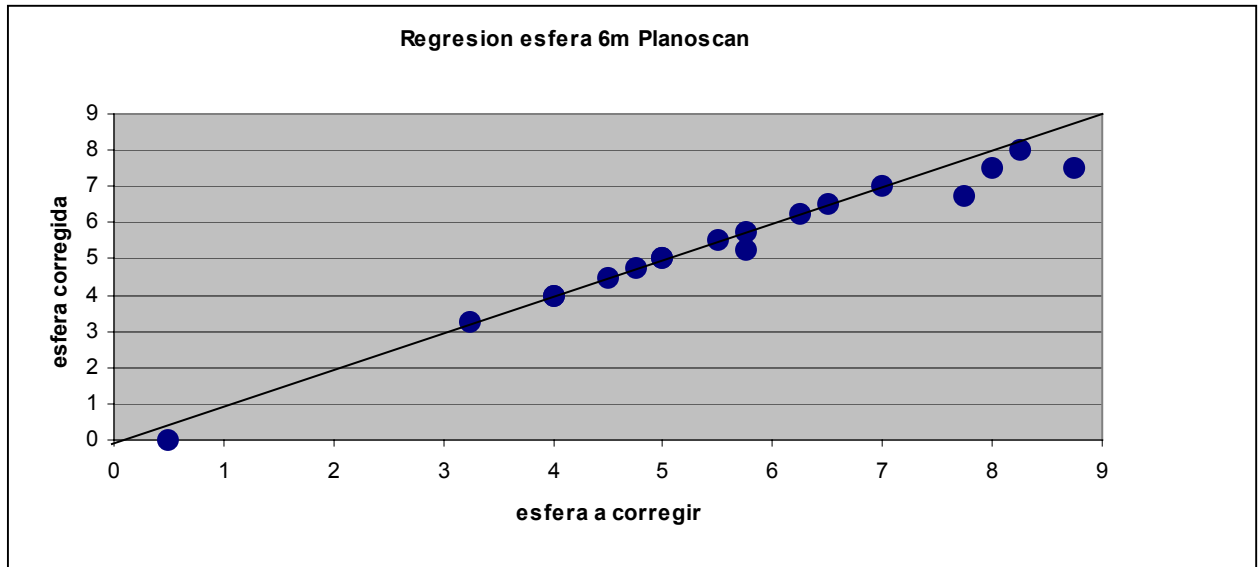


BCVA 6m Planoscan

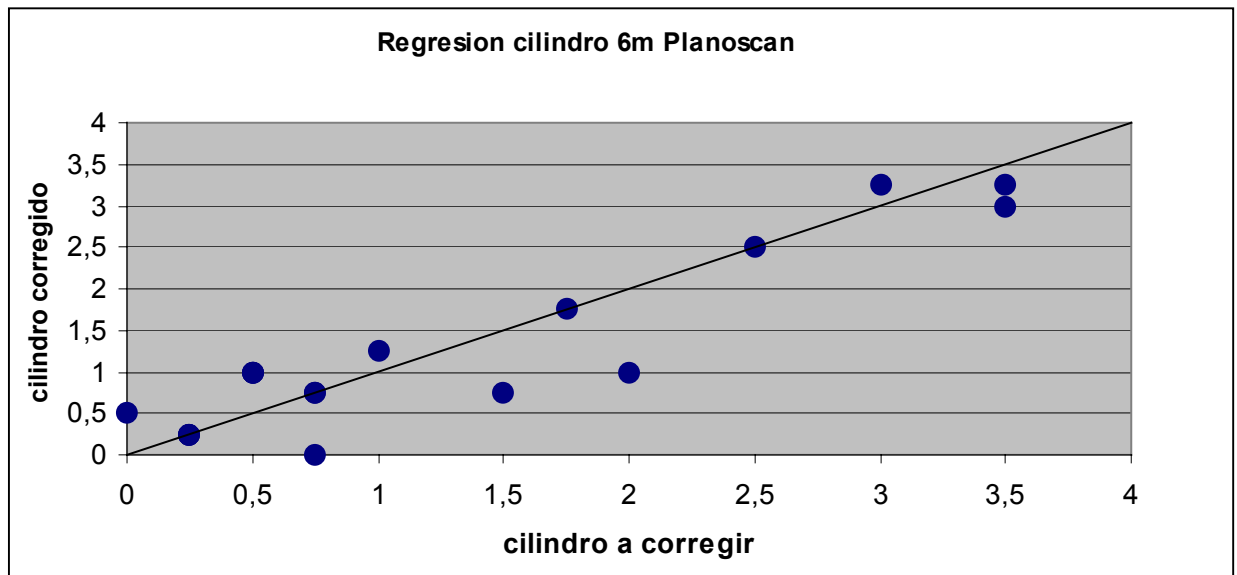


5.1.2.5.3 Regresión:

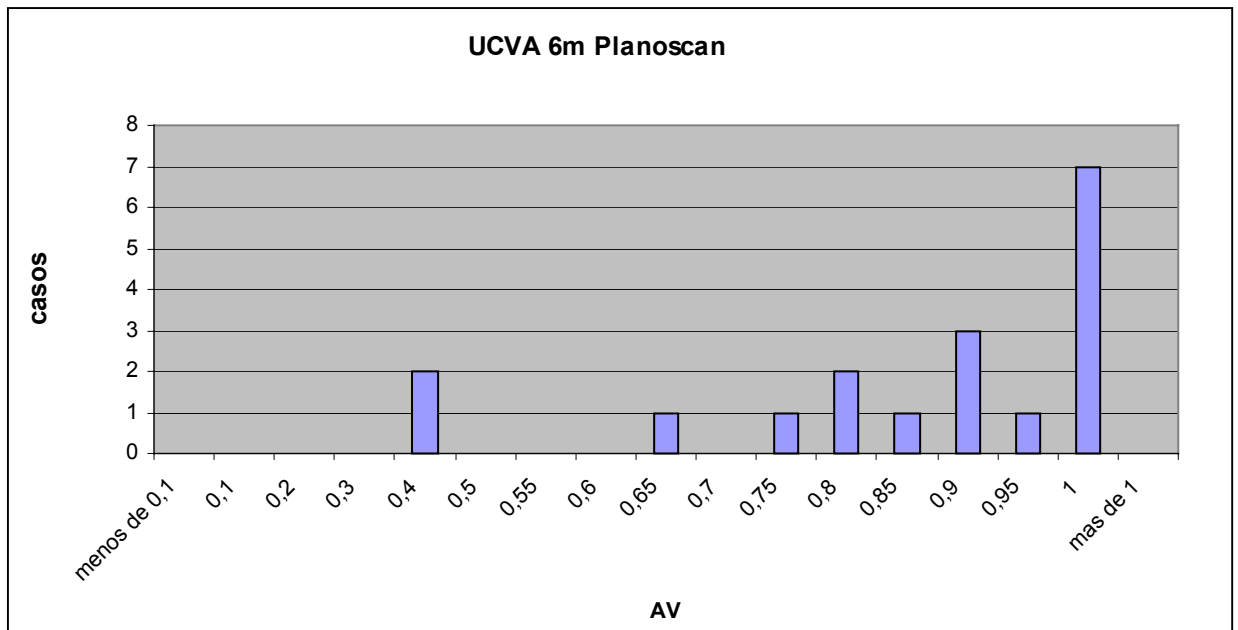
Esfera: Solo se aprecia una ligera hipocorrección en los esféricos previos altos.
El resto de casos se ajustan de una forma perfecta a la recta.



Cilindro: No se aprecia ninguna tendencia clara, pero todos los casos se ajustan a la recta.

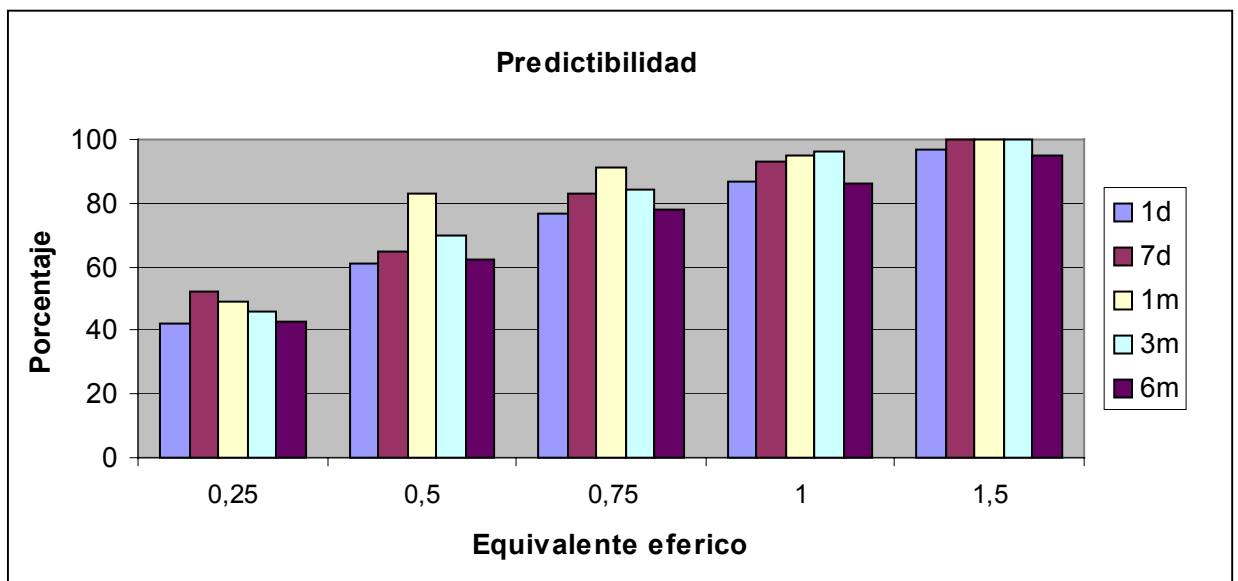


5.1.2.5.4 UCVA: No ha variado. El 90% de los casos tiene una UCVA superior a 0,8.



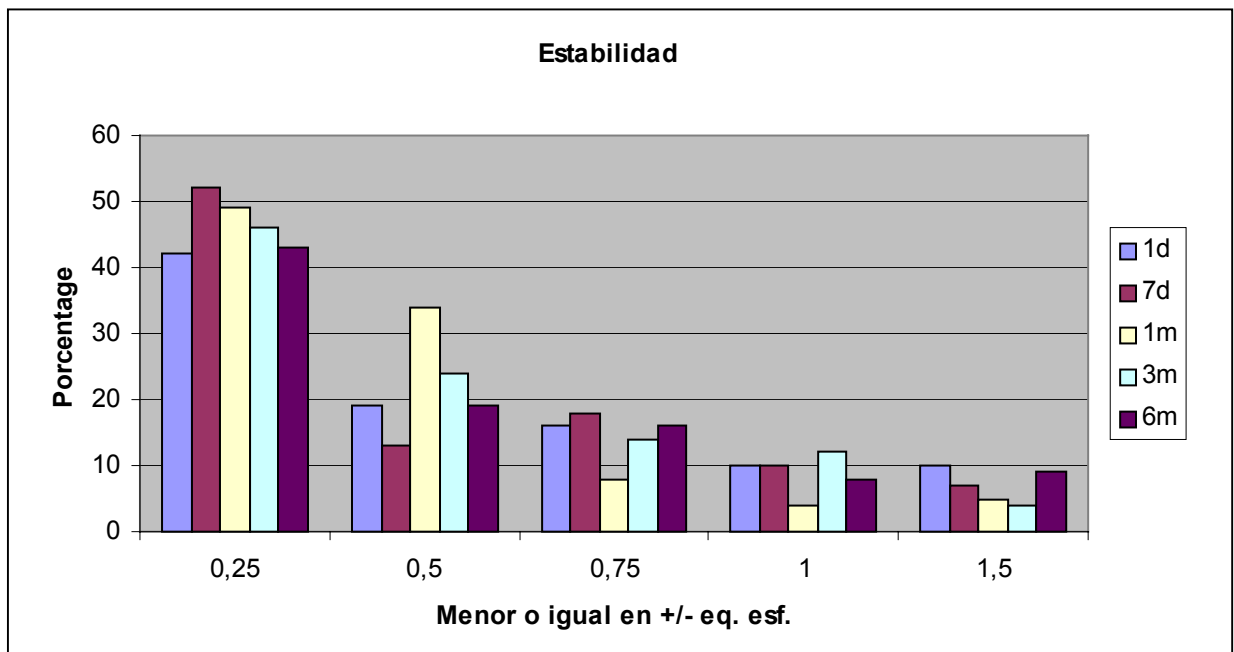
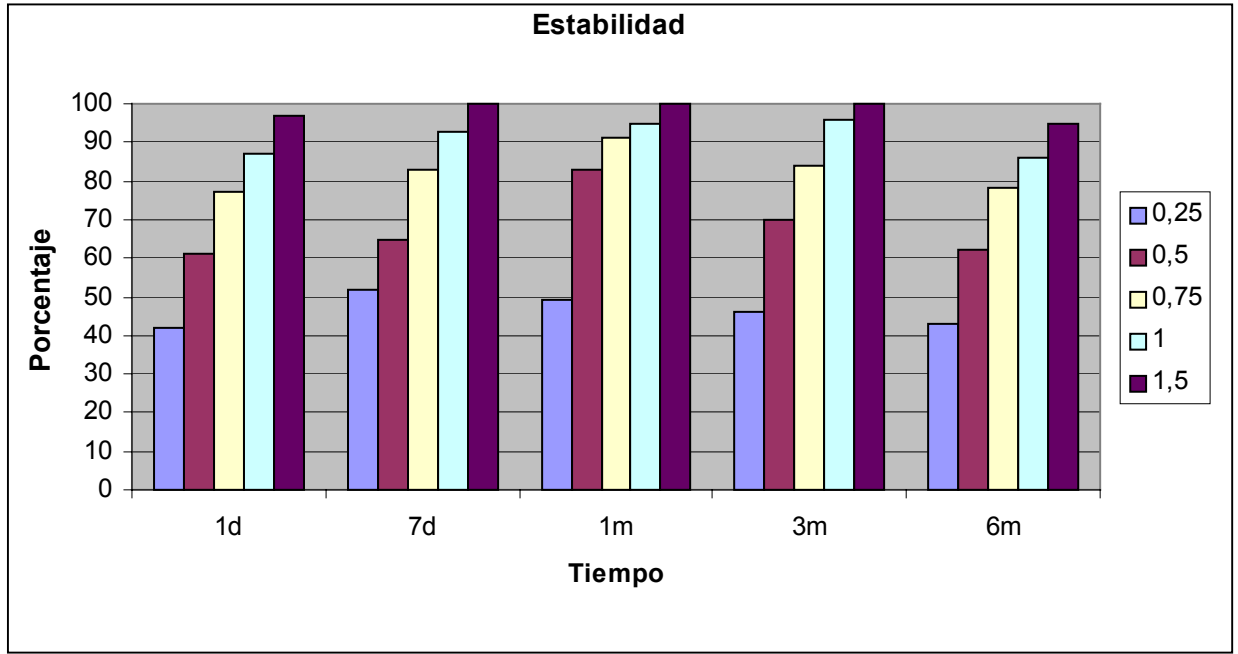
5.1.2.6 Predictibilidad conjunta:

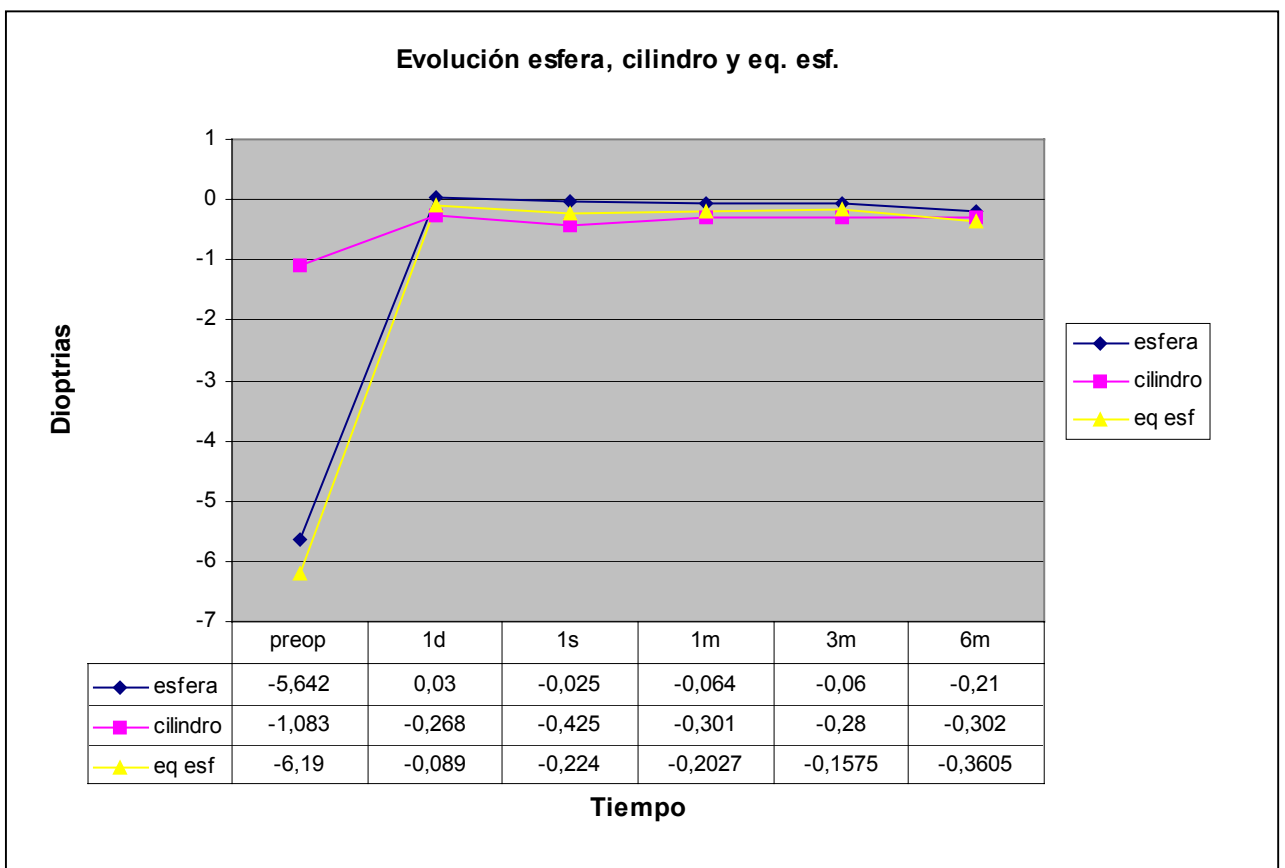
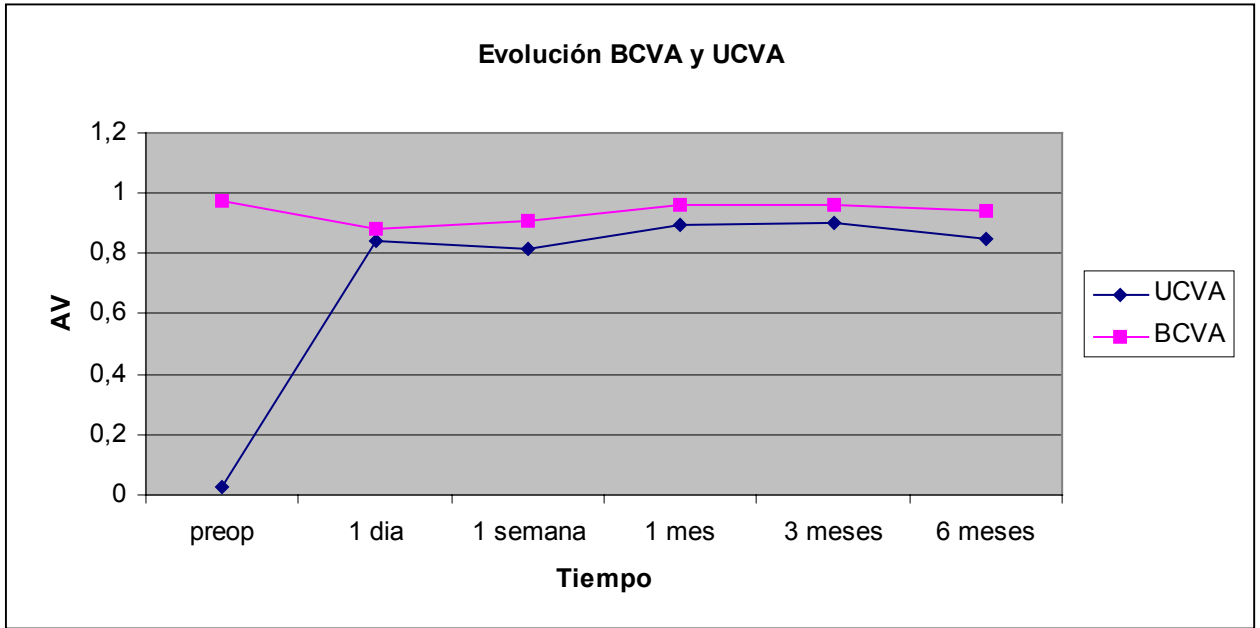
En todos los casos y en todos los controles el equivalente esférico es inferior a 1,5D, de lo que se deduce que es una técnica predecible, aunque los resultados a los 6 meses disminuyan un poco en predictibilidad.

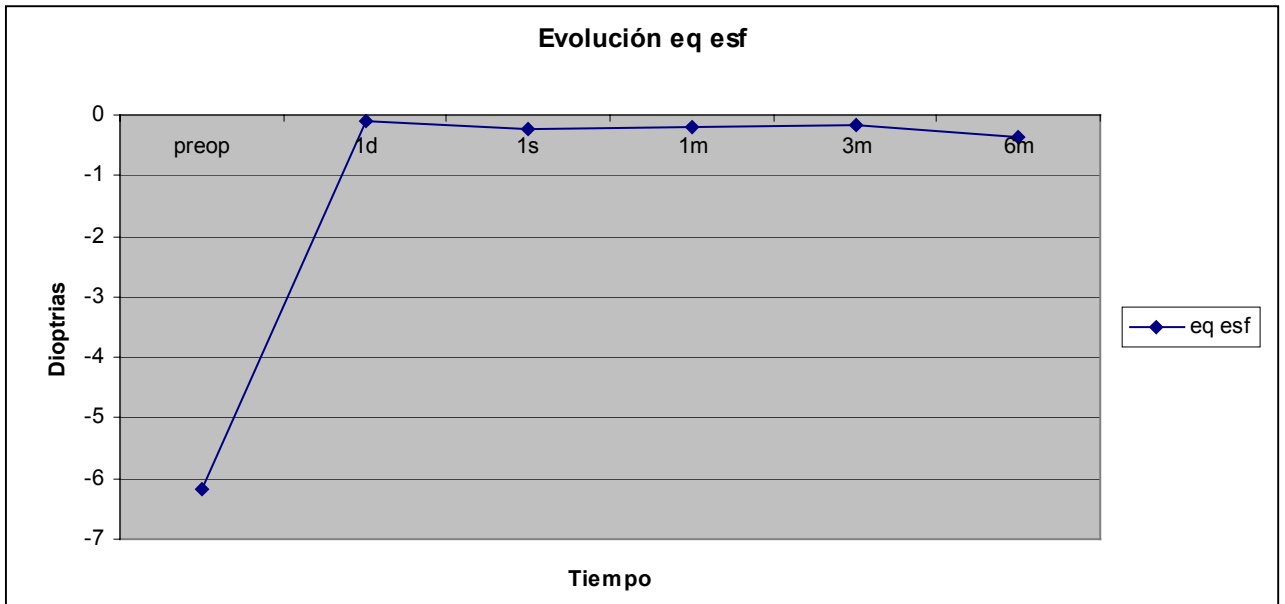


5.1.2.7 Estabilidad:

Según nuestros resultados, a lo largo de la evolución lo que se interpreta es que hay una mejoría en los resultados, sobretodo hasta el mes, se estabiliza del mes a los tres meses, y posteriormente hasta los 6 meses se detecta un ligero empeoramiento, que puede ser debido a regresión o al propio incremento intrínseco de la miopía.



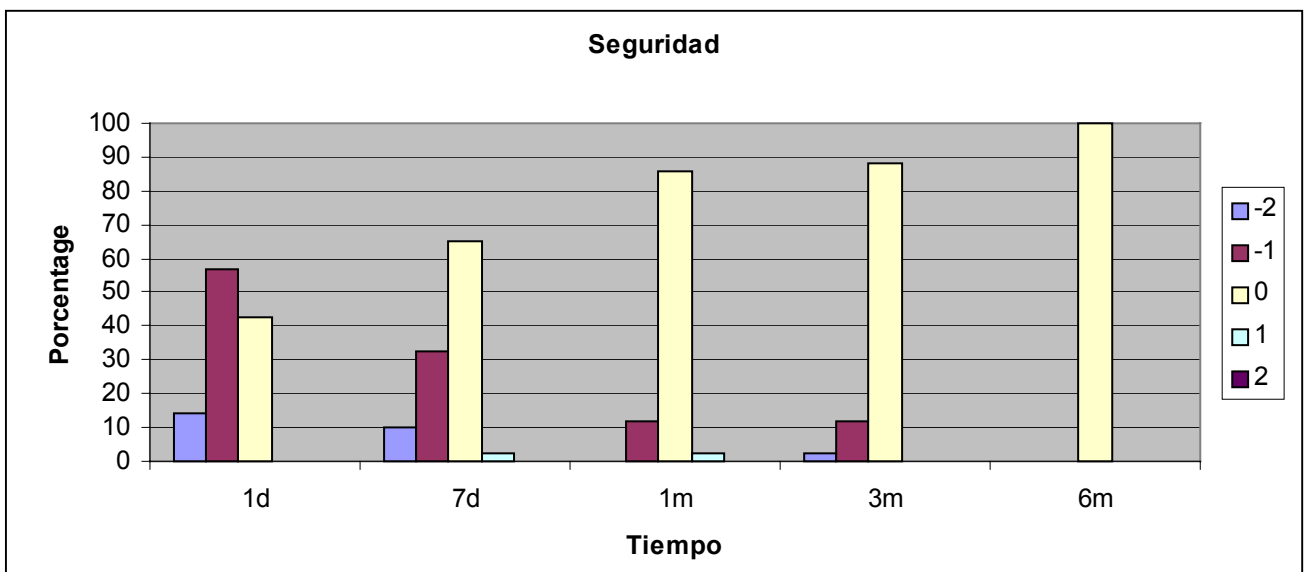


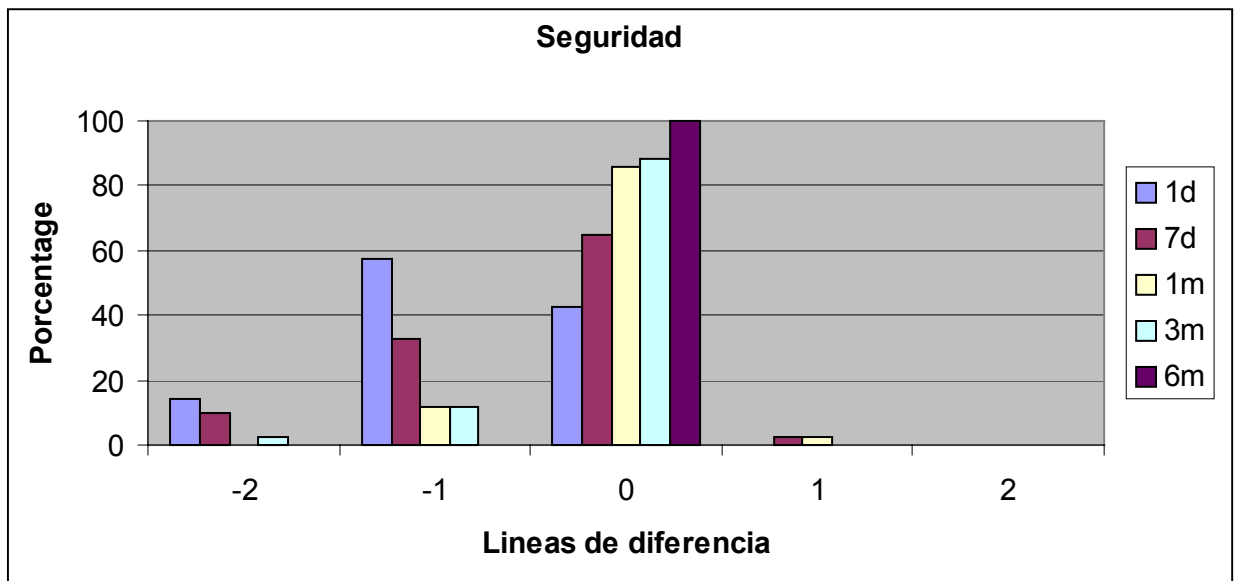


	preop		1d		1s		1m		3m		6m	
	media	D est	media	D est	media	D est	media	D est	media	D est	media	D est
Esfera	-5,642	2	0,03	0,251	-0,025	0,329	-0,064	0,435	-0,06	0,334	-0,21	0,375
Cilindro	-1,083	0,95	-0,268	0,27	-0,425	0,354	-0,301	0,2877	-0,28	0,274	-0,302	0,318
Eq. Esf	-6,19	2	-0,089	0,284	-0,224	0,346	-0,202	0,434	-0,157	0,303	-0,3605	0,421

6.1.2.8 Seguridad:

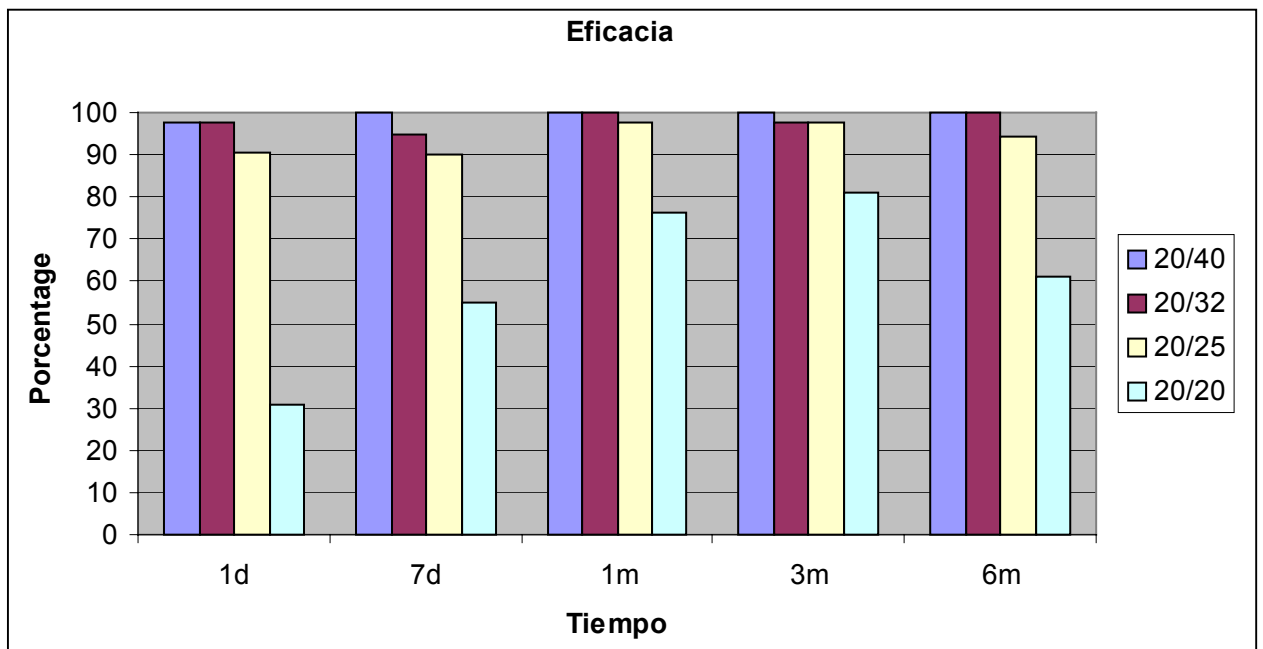
Es una técnica muy segura ya que a los 6 meses no hay ningún caso que haya perdido una línea o mas de visión. Hay una recuperación visual a lo largo de los 6 meses hasta llegar a éste resultado.

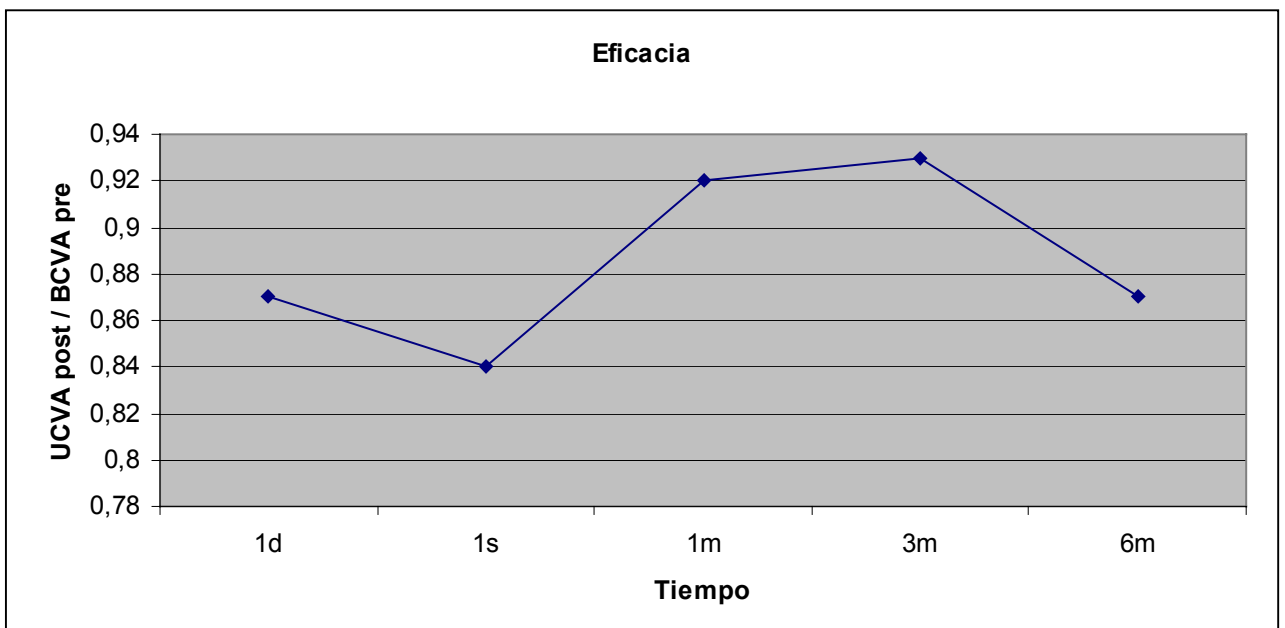
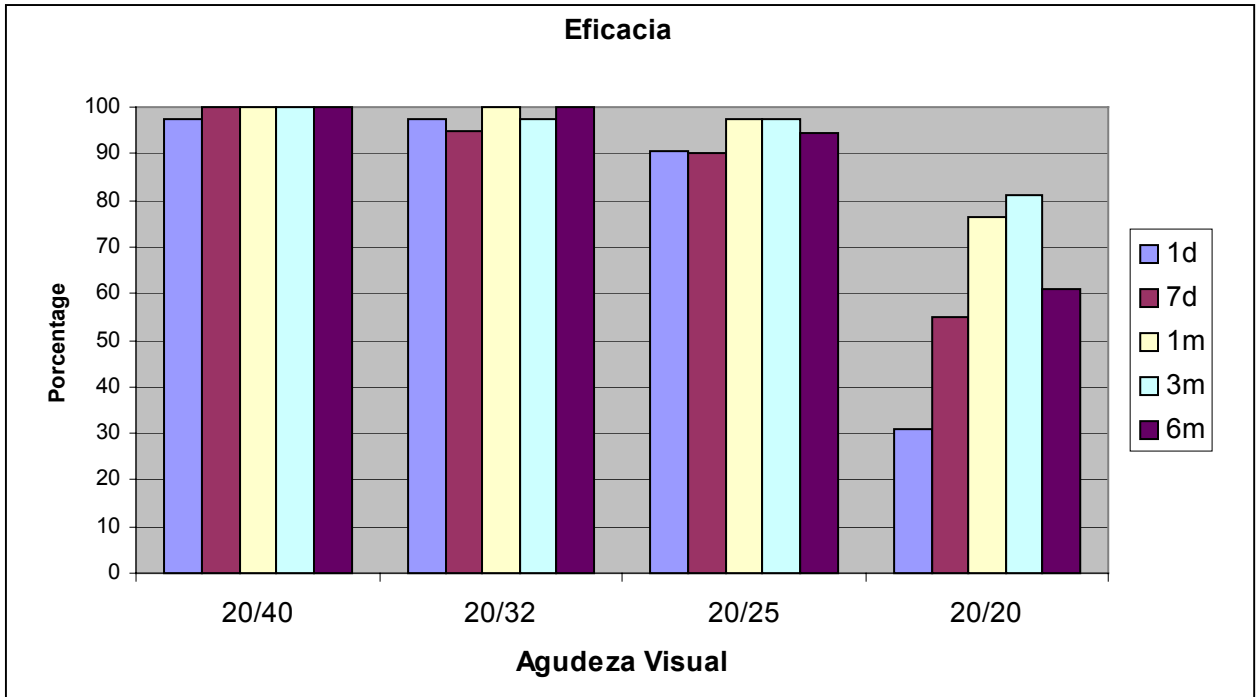




5.1.2.9 Eficacia:

La eficacia de esta técnica queda demostrada en que el 100% de los pacientes consigue una AV de 20/40, y el 95% con una AV de 20/25 a los 6 meses.

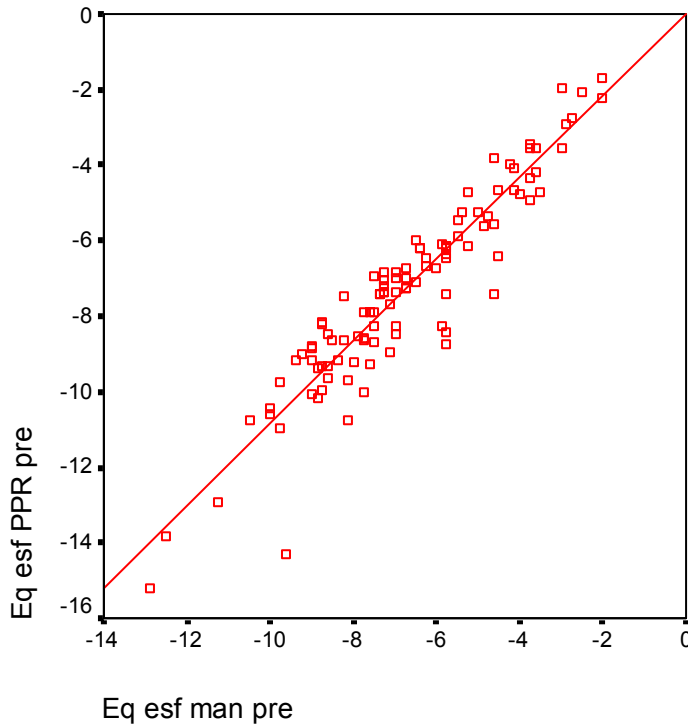




5.2 Resultados de la fiabilidad de la refracción tomada por el Zywave

Para esto se han correlacionado el equivalente esférico de la refracción manifiesta y el equivalente esférico de la refracción aberrométrica.

Los resultados han concluido una alta fiabilidad de la refracción basada en la aberrometría con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,937, y una significación estadística al nivel de 0,01.



5.3 Resultados de la comparación de la predictibilidad de los dos lasers estudiados.

Metodología estadística: Test Chi-cuadrado.

Para comprobar esto, se han dividido los valores de eq. esf previo en tres grupos:

Grupo 1: 0 / - 0,45D

Grupo 2: - 0,46 / - 8D

Grupo 3: - 8,1 / - 13D

Entonces se han agrupado los valores del eq. esf postoperatorio a los tres meses en tres grupos:

Grupo 1: -1,5 / -0,5D

Grupo 2: -0,5D / 0,5D

Grupo 3: 0,5 / 1,5D

Entonces se ha mirado según el grupo de refracción previo, a que grupo de refracción acababan quedando.

Los resultados han sido los siguientes:

Población general:

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
grup Eq esf mani * GRUP_4	107	96,4%	4	3,6%	111	100,0%

Tabla de contingencia grup Eq esf mani * GRUP_4

Recuento

		GRUP_4			Total
		1,00	2,00	3,00	
grup Eq	1	1	15	2	18
esf mani	2	11	45	3	59
	3	10	17	3	30
Total		22	77	8	107

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,933 ^a	4	,139
Razón de verosimilitud	7,419	4	,115
Asociación lineal por lineal	3,335	1	,068
N de casos válidos	107		

a. 4 casillas (44,4%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es 1,35.

Resumen de la población general:

Queda claro que a mayor equivalente esférico previo, mayor riesgo de quedar hipocorregido.

Laser 1: Planoscan

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
grup Eq esf mani * GRUP_4	40	93,0%	3	7,0%	43	100,0%

a. LASER = 1,000

Tabla de contingencia grup Eq esf mani * GRUP_4

Recuento

	GRUP 4		Total
	1,00	2,00	
grup Eq 1		6	6
esf mani 2	2	26	28
3	4	2	6
Total	6	34	40

a. LASER = 1,000

Pruebas de chi-cuadrado^b

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	14,977 ^a	2	,001
Razón de verosimilitud	11,769	2	,003
Asociación lineal por lineal	10,196	1	,001
N de casos válidos	40		

a. 3 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,90.

b. LASER = 1,000

Resumen del láser 1:

En ningún caso se han dado hipercorrecciones, ya que ningún caso ha pasado al grupo 3 postoperatorio.

Los del grupo 1 preoperatorio todos han pasado al grupo 2 postop, por lo que se concluye una alta predictibilidad del láser 1 en las miopías bajas. La misma tendencia se sigue en el grupo 2 preoperatorio, ya que solo un 7% de los casos han quedado hipocorregidos (grupo 1 postop), mientras que el resto (93%), han quedado emétopes, en el grupo 2 postop.

Los pacientes del grupo 3 preop sí que tienen una tendencia a la hipocorrección, ya que el 66% han quedado en el grupo 1 postop, mientras que el 33% ha quedado emétrope.

Laser 2: Zyoptix

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
grup Eq esf mani * GRUP_4	67	98,5%	1	1,5%	68	100,0%

a. LASER = 2,000

Tabla de contingencia grup Eq esf mani * GRUP_4

Recuento		GRUP_4			Total
		1,00	2,00	3,00	
grup Eq	1	1	9	2	12
esf mani	2	9	19	3	31
	3	6	15	3	24
Total		16	43	8	67

a. LASER = 2,000

Pruebas de chi-cuadrado^ϕ

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,205 ^a	4	,698
Razón de verosimilitud	2,567	4	,633
Asociación lineal por lineal	,558	1	,455
N de casos válidos	67		

a. 4 casillas (44,4%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es 1,43.

b. LASER = 2,000

Resumen del láser 2:

Con el Zyoptix podemos apreciar una tendencia a la hipercorrección en cualquiera de los grupos preoperatorios., aunque el % es mas alto en el grupo 1 preop, de refracciones bajas.

En el grupo 1 preop, el 83% quedan hipocorregidos, mientras que el 16,6% quedan hiperconregidos.

En el grupo 2 preop, el % de hipercorrecciones se reduce (9,6%) a favor de las hipocorrecciones (29%).

En el grupo 3 preop, se sigue la misma tendencia que en el grupo 2 preop, con un 12,5% de hipercorrecciones y un 25% de hipocorrecciones. Aunque como se aprecia las hipercorrecciones han aumentado no lo han hecho de forma significativa.

5.4 Resultados de la satisfacción

La medición de la satisfacción del paciente se ha hecho de forma subjetiva, con la impresión del médico, según los comentarios del paciente. Se ha clasificado ésta según:

- E: Excelente
- B: Buena
- R: Regular
- M: Mala

Se ha preguntado a los 6 meses, tanto para un láser como para el otro.

No se ha encontrado ningún caso que haya referido estar mal al final del tratamiento.

Láser 1:

La mayoría (63%) referían una satisfacción E, mientras que el 33,4% referían estar bien, y solo el 2,4% estar R.

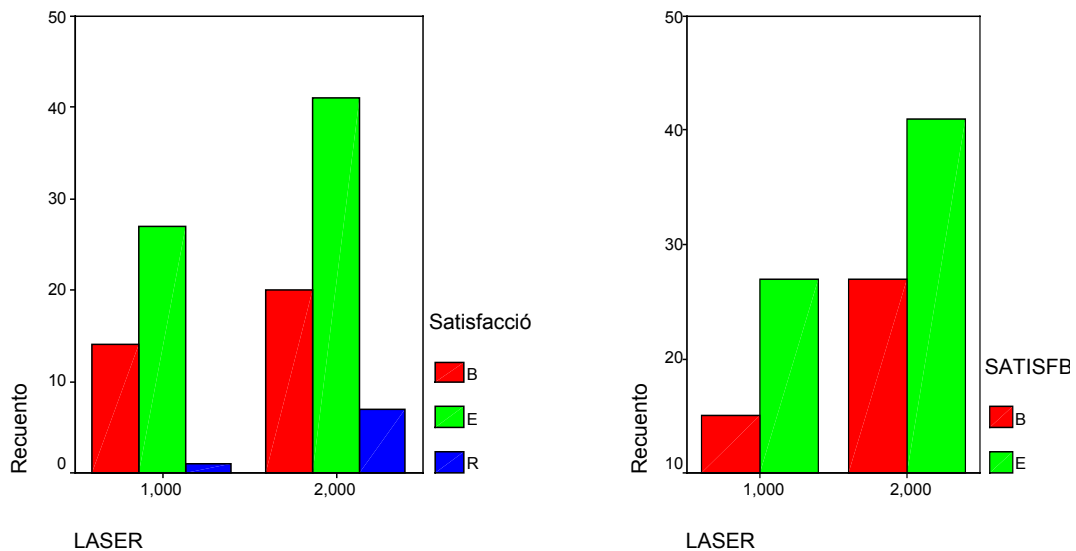
Láser 2:

Los porcentajes son similares a los del láser 1, con solo un ligero incremento en el grupo de los que estaban R (10,3%). Este no se explica por unas expectativas mas altas al realizarse el tratamiento con un láser nuevo, ya que los pacientes no sabían con que láser se les estaba operando.

En este estudio se reformó la tabla, agrupando los datos de los que estaban B con los que estaban R, ya que había dos casillas con una frecuencia esperada inferior a 5.

La distribución de la satisfacción de los dos láseres es homogénea y similar en las dos poblaciones.

Aceptamos pues que los dos láseres son homogéneos respecto al grado de satisfacción, con un nivel de significación del 0,296, por lo que no hay diferencias entre los dos grupos de población del estudio.



Metodología estadística: Test chi-2 de homogeneidad.

Resumen: Aceptamos que los grupos de láser son homogéneos respecto al grado de satisfacción.

5.5 Resultados de la sensibilidad al contraste

Metodología estadística: Modelo con variable covariante.

TABLA DE SIGNIFICACIONES

Variable: SC_3

	Significación
SCP_3	0.001
RMS	0.512

EQM	0.778
RMS*EQM	0.911

Resumen: La variable covariante (SCP_3) es significativa. Hay relación entre SCP_3 y la variable respuesta SC_3. Los factores RMS y EQM no son significativos.

TABLA DE SIGNIFICACIONES

Variable: SC_6

	Significación
SCP_6	0.000
RMS	0.662
EQM	0.545
RMS*EQM	0.901

Resumen: La variable covariante (SCP_6) es significativa. Hay relación entre SCP_6 y la variable respuesta SC_6. Los factores RMS y EQM no son significativos.

TABLA DE SIGNIFICACIONES

Variable: SC_12

	Significación
SCP_12	0.002
RMS	0.869
EQM	0.458
RMS*EQM	0.776

Resumen: La variable covariante (SCP_12) es significativa. Hay relación entre SCP_12 y la variable respuesta SC_12. Los factores RMS y EQM no son significativos.

TAULA DE SIGNIFICACIONES

Variable: SC_18

	Significación
SCP_18	0.000
RMS	0.949
EQM	0.350
RMS*EQM	0.420

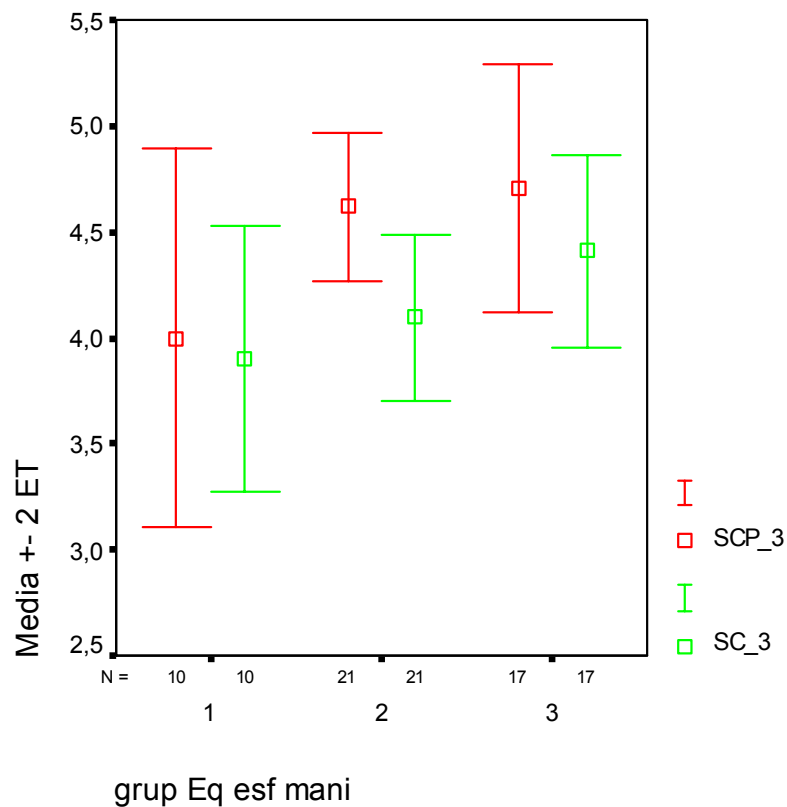
Resumen: La variable covariante (SCP_18) es significativa. Hay relación entre SCP_18 y la variable respuesta SC_18. Los factores RMS y EQM no son significativos.

B) Metodología Estadística: Comparación de medias con datos relacionados

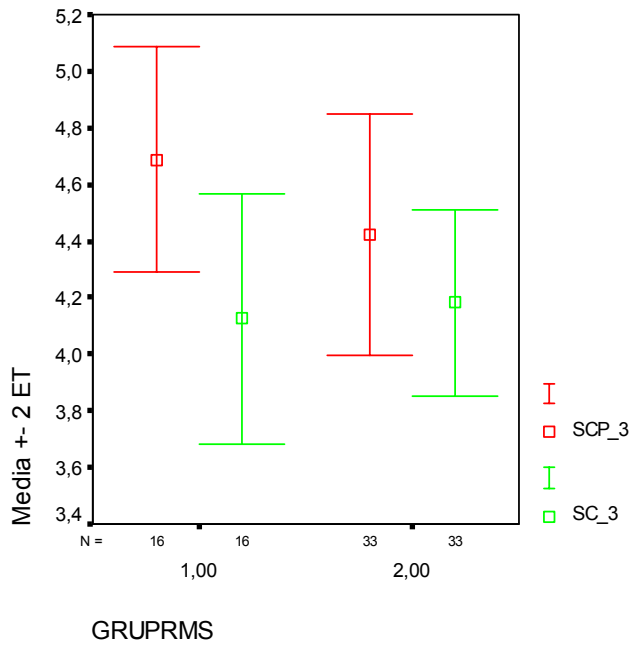
TABLA DE SIGNIFICACIONES

	Significación
SCP_3 y SC_3	0.020
SCP_6 y SC_6	0.001
SCP_12 y SC_12	0.006
SCP_18 y SC_18	0.130

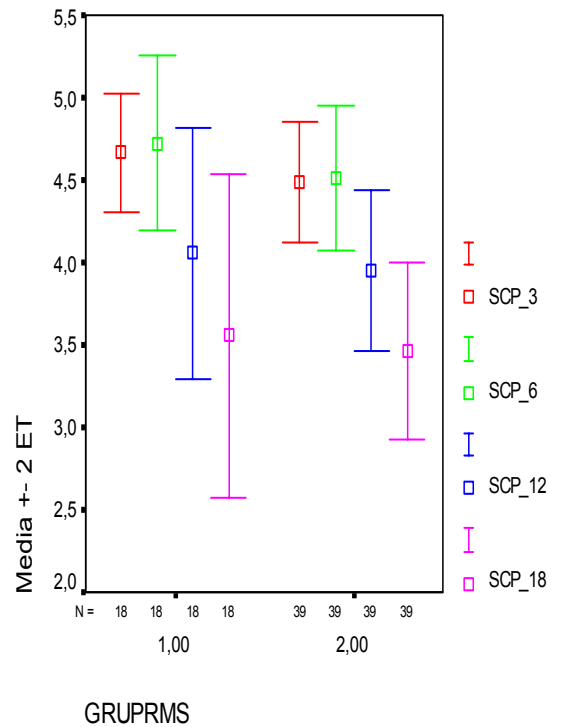
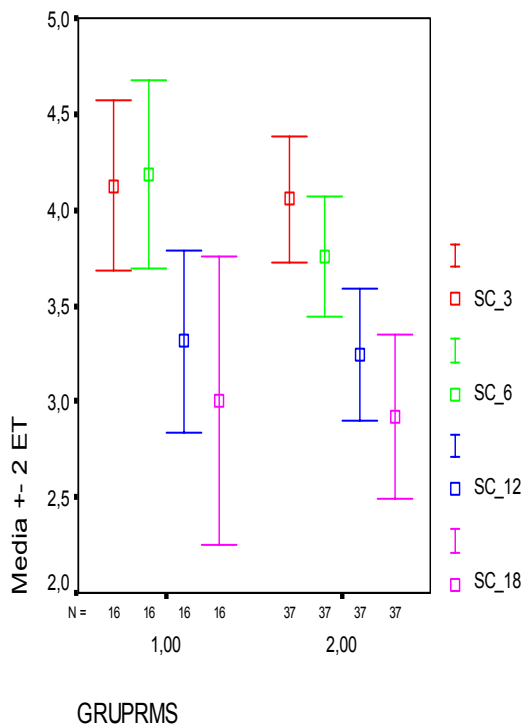
Resumen: Son significativas las diferencias entre las variables 3,6, y 12. No es significativa la diferencia entre la variable 18.



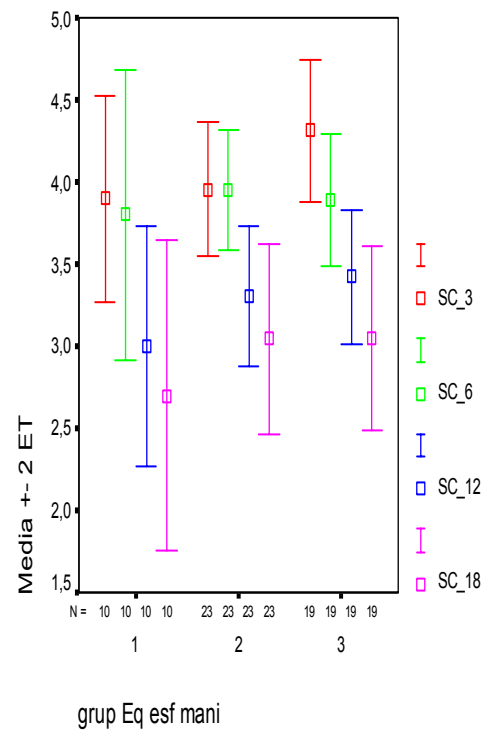
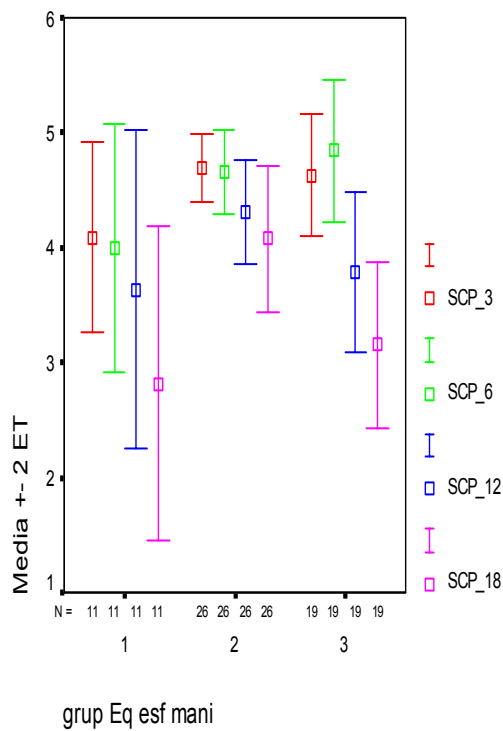
En este gráfico podemos observar una disminución de la sensibilidad al contraste después del tratamiento a la frecuencia espacial de 3 ciclos/ grado.



En este gráfico podemos observar como la disminución de la sensibilidad al contraste es menor en el grupo de mayor RMS previo, por lo que podría ser que fuera por una mayor corrección de las aberraciones de alto orden previas.



En estos dos gráficos comparativos vemos como la sensibilidad al contraste disminuye en todos los grupos de frecuencias espaciales, 3, 6 y 12 ciclos/ grado para los dos grupos de RMS, pero en los 18 ciclos/ grado esta aumenta, tanto para el grupo de RMS alto como bajo.



En estos dos gráficos vemos como la sensibilidad al contraste disminuye en todos los grupos de frecuencias espaciales, para todos los grupos de equivalente esférico, excepto a 18 ciclos grado para el grupo 3 de eq. esf. (8-13D).

5.6 Resultados de la evolución de las aberraciones y sus interacciones.

Efecto de los factores Láser, RMS y EQM.

Metodología estadística: Modelo lineal con medidas repetidas.

Aberraciones de 2º orden

Factor intra-sujeto (medida repetida):

	Z200		Z221		Z220	
	G-G	H-F	G-G	H-F	G-G	H-A
Medida repetida	0	0	0,538	0,589	0,019	0,011
Medida repetida* laser	0,582	0,637	0,141	0,131	0,157	0,148
Medida repetida* RMS	0,247	0,236	0,242	0,229	0,612	0,657
Medida repetida* EQM	0	0	0,18	0,165	0,813	0,864

Resumen:

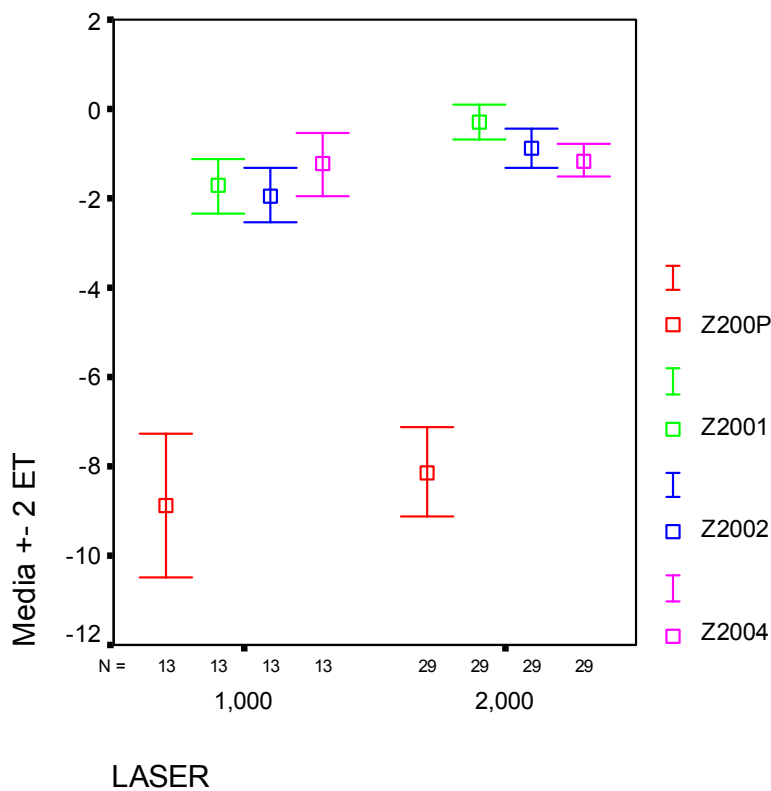
Z200: Es significativo el factor intra sujetos (tiempo) y la interacción con EQM.

Z221: No es significativo el factor intra sujetos (tiempo).

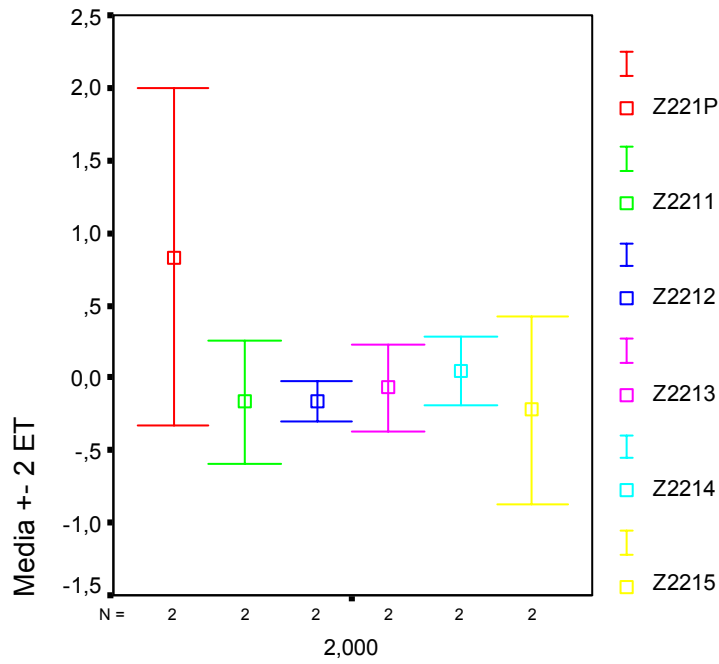
Z220: Es significativo el factor intra sujetos (tiempo).

En el siguiente gráfico vemos con estadística descriptiva el porque la medida repetida de la Z200 da un cambio significativo, y es debido al paso del preoperatorio al postoperatorio.

Además vemos la evolución según el láser aplicado. En el primer control (Z2001) el láser 2 tiene un mejor resultado pero pierde su efecto en los sucesivos controles, mientras que los pacientes tratados con el láser 1 tienen una franca mejoría en el control al mes.(Z2004)

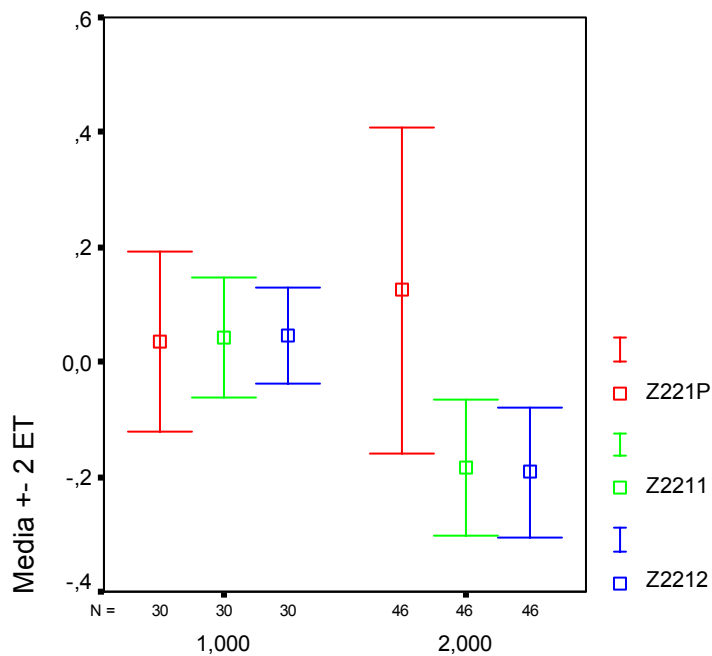


La aberración Z221 no nos da un cambio estadísticamente significativo, pero con la estadística descriptiva se puede apreciar su evolución, viendo que sí hay una disminución de ésta.



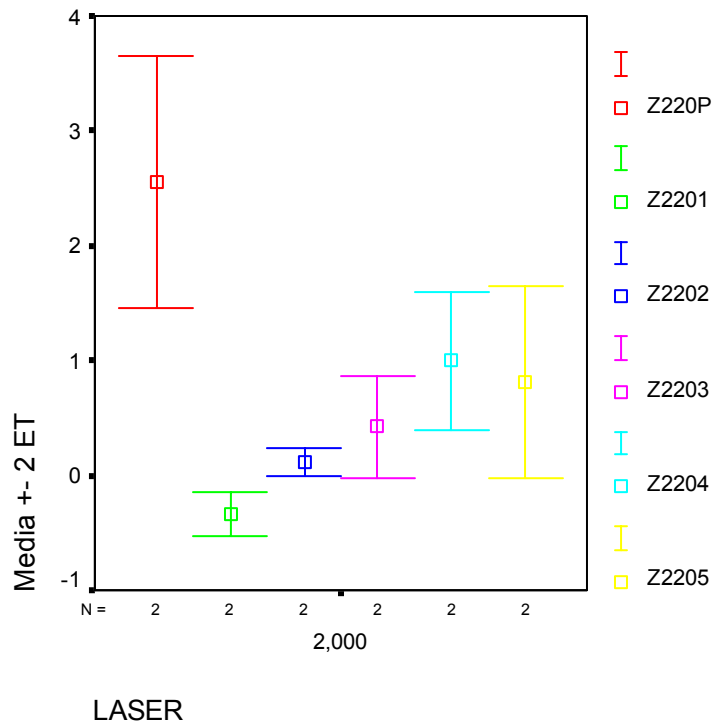
LASER

A pesar de que el factor láser no ha sido significativo, si hacemos la estadística descriptiva podemos apreciar que el láser 1 no modifica este tipo de aberración, mientras que el láser 2 sí que lo hace, aunque no de forma precisa, ya que lo único que consigue es la inversión del signo.



LASER

En referencia a la aberración Z220, se ha apreciado significación en la medida repetida, donde vemos una evolución muy buena con una corrección casi completa de esta aberración.



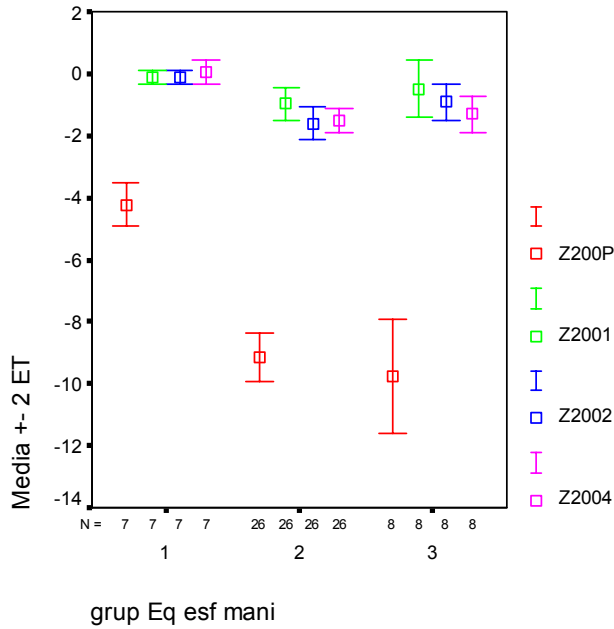
Factores inter-sujeto:

	Z200	Z221	Z220
Laser	0,055	0,809	0,01
RMS	0,35	0,096	0,703
EQM	0	0,004	0,071
Laser* RMS	0,296	0,484	0,985
Laser* EQM	0,407	0,406	0,617
RMS* EQM	0,667	0,013	0,102

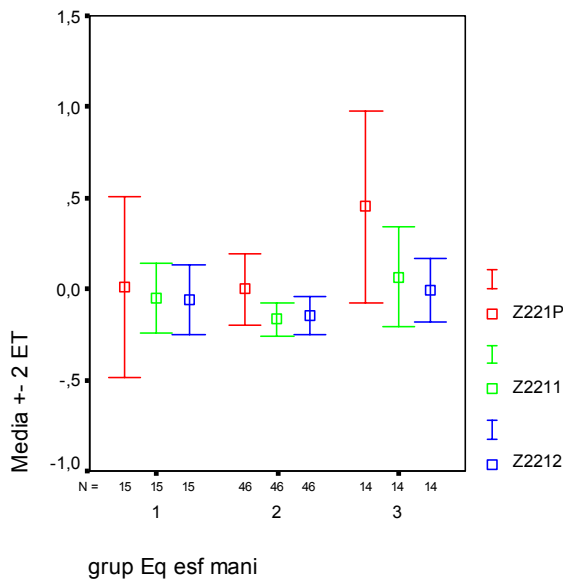
Resumen:

Z200: Hay indicios de significación del factor Láser y es significativo el factor EQM.
 Z221: Hay indicios de significación del factor RMS y es significativo el factor EQM.
 Z220: Es significativo el factor Láser y hay indicios de significación del factor EQM.

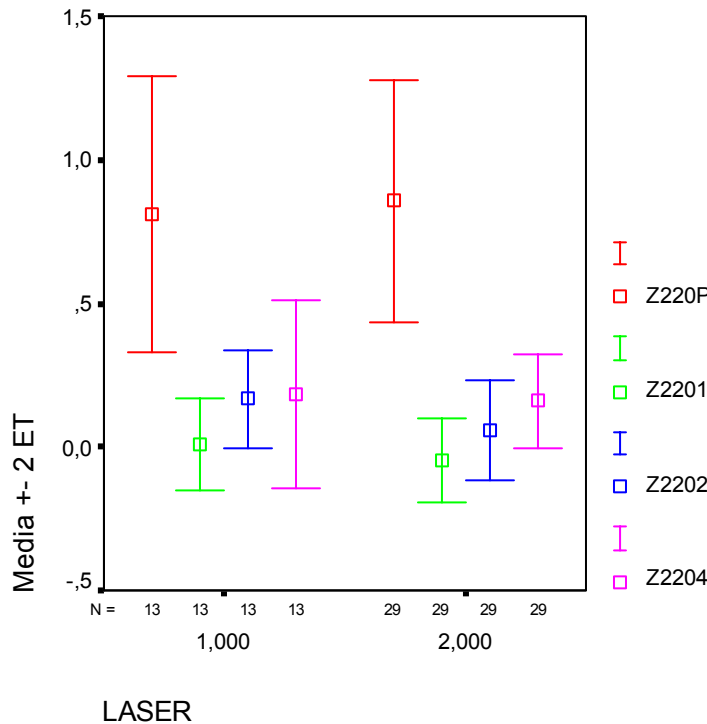
En referencia a la aberración Z200 vemos una interacción con el eq. esf. preoperatorio. Podemos apreciar que el grupo con menor eq. esf preoperatorio tiene una mejor predictibilidad y estabilidad que los dos grupos de eq. esf mayor donde se aprecia una cierta regresión, además de una cierta hipocorrección inicial. No hacemos distinción entre los dos láseres porque no ha salido una diferencia estadísticamente significativa.



Respecto a la aberración Z221 se ha apreciado una relación significativa con el eq. esf preop sobretodo en la corrección del grupo con un equivalente esférico mas alto (grupo 3). De todas formas podemos ver que en los tres grupos el resultado es muy bueno, tendiendo a cero.



Respecto a la aberración Z220 el factor láser sale significativo, aunque si lo miramos con estadística descriptiva no se aprecia con facilidad, viendo un comportamiento similar de esta aberración en los dos tipos de láser.



Aberraciones 3er orden:

Factor intra-sujeto (medida repetida):

	Z311	Z310	Z331		Z330
	E.A	E.A	G-G	H-F	E.A
Medida repetida	0,332	0	0,013	0,01	0,002
Medida repetida* laser	0,242	0,681	0,393	0,404	0,949
Medida repetida* RMS	0,165	0	0,291	0,286	0
Medida repetida* EQM	0,61	0,125	0,518	0,533	0,065

Resumen:

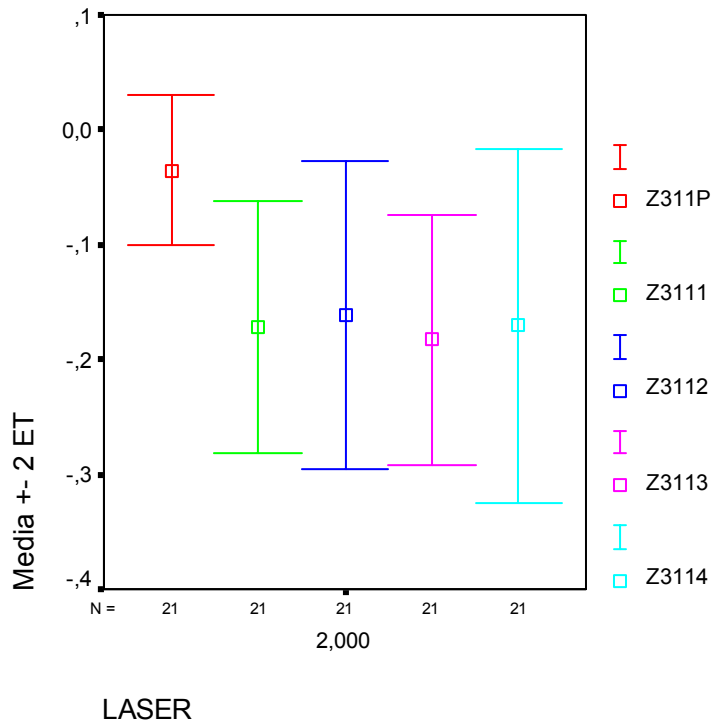
Z311: No es significativo el factor intra sujetos (tiempo).

Z310: Es significativo el factor intra sujetos (tiempo), y la interacción con el RMS.

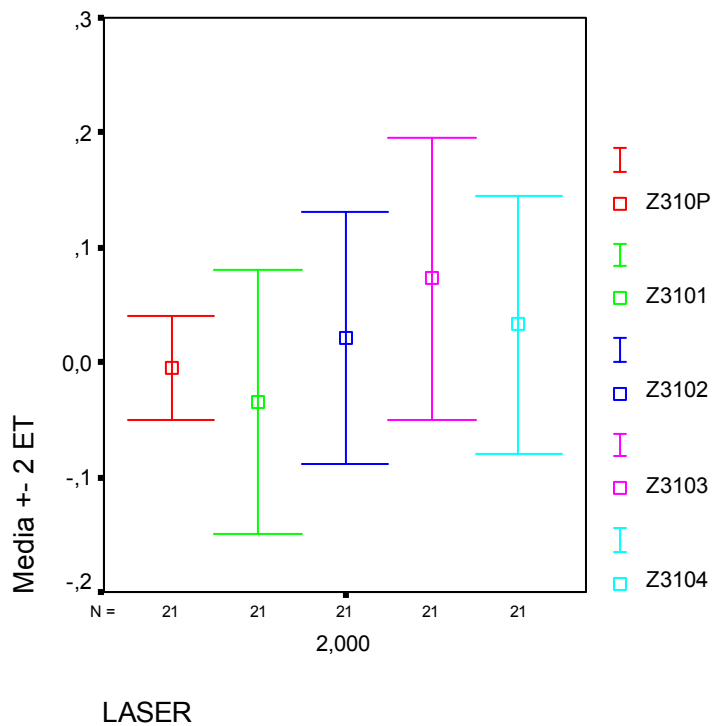
Z331: Es significativo el factor intra sujetos (tiempo).

Z330: Es significativo el factor intra sujetos (tiempo), y la interacción con el RMS.

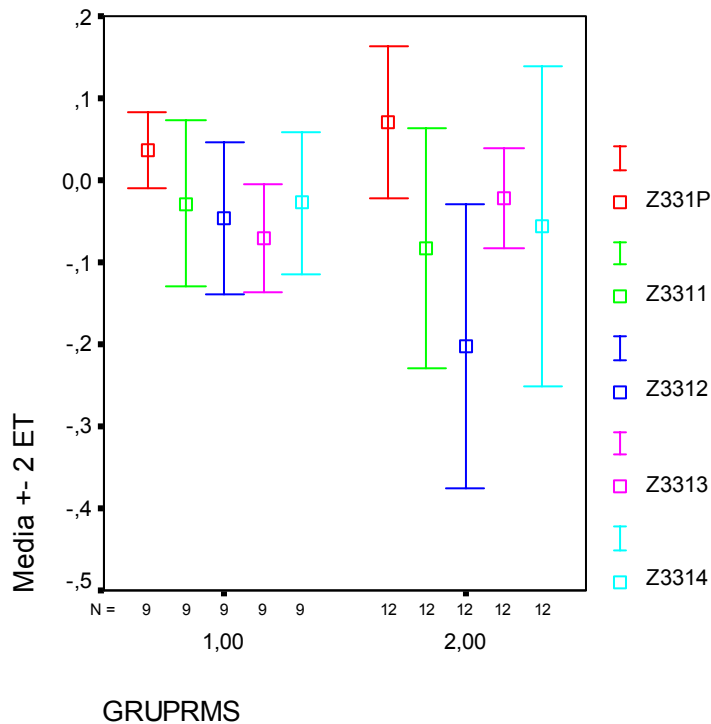
La aberración Z311 no sale significativa en la medida repetida, por lo que teóricamente no hay un cambio importante entre el preoperatorio y el postoperatorio, aunque se puede apreciar en su evolución un ligero empeoramiento de ésta.



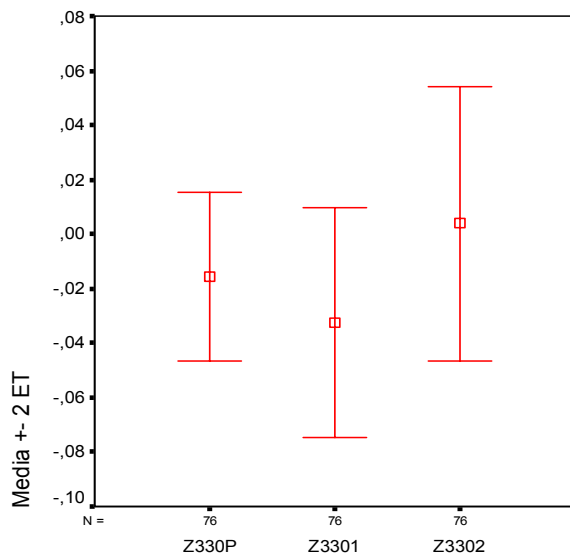
Respecto a la aberración Z310, sí que se da una significación estadística en la medida repetida. Aunque partimos de muy poca aberración de este tipo, esta evoluciona, y finalmente sufre un pequeño empeoramiento.

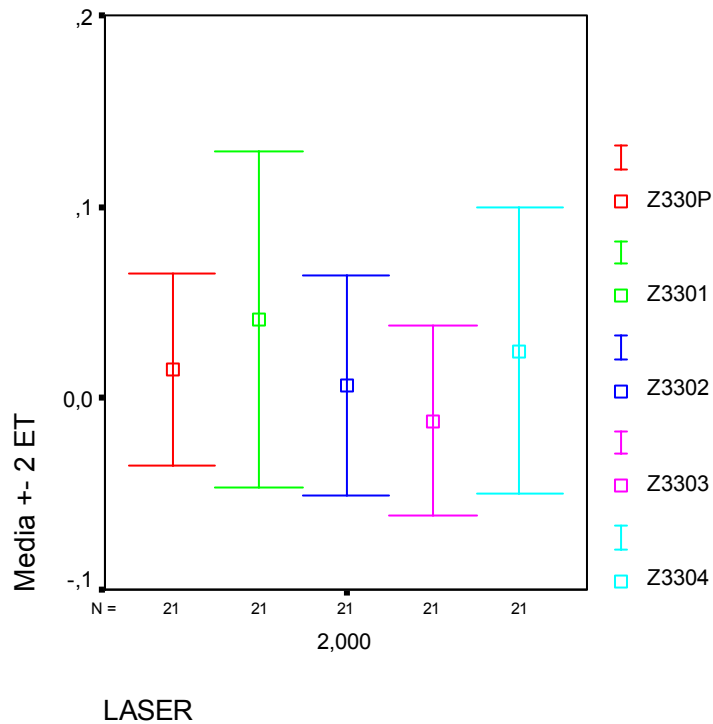


En la aberración Z331 vemos una significación en la medida repetida, aunque el resultado final no es mucho mejor que el preoperatorio. Lo positivo es que con nuestro tratamiento no hemos inducido este tipo de aberración.



En la aberración Z330 también es significativo el factor intra sujetos, con la medida repetida, aunque por estadística descriptiva vemos que el resultado final es similar al inicial, cosa que es buena ya que preoperatoriamente teníamos poca aberración de éste tipo, por lo tanto no hemos inducido Z330 con nuestro tratamiento láser. Al no haber diferencias, en este primer gráfico vemos la Z330 de los dos láseres agrupada. Vemos una ligera mejoría de ésta con una inversión del signo.





Factores inter-sujeto:

	Z311	Z310	Z331	Z330
Laser	0,031	0,919	0,817	0,67
RMS	0,155	0,623	0,001	0,349
EQM	0,898	0,404	0,105	0,476
Laser* RMS	0,262	0,222	0,166	0,409
Laser* EQM	0,228	0,706	0,315	0,446
RMS* EQM	0,752	0,566	0,382	0,86

Resumen:

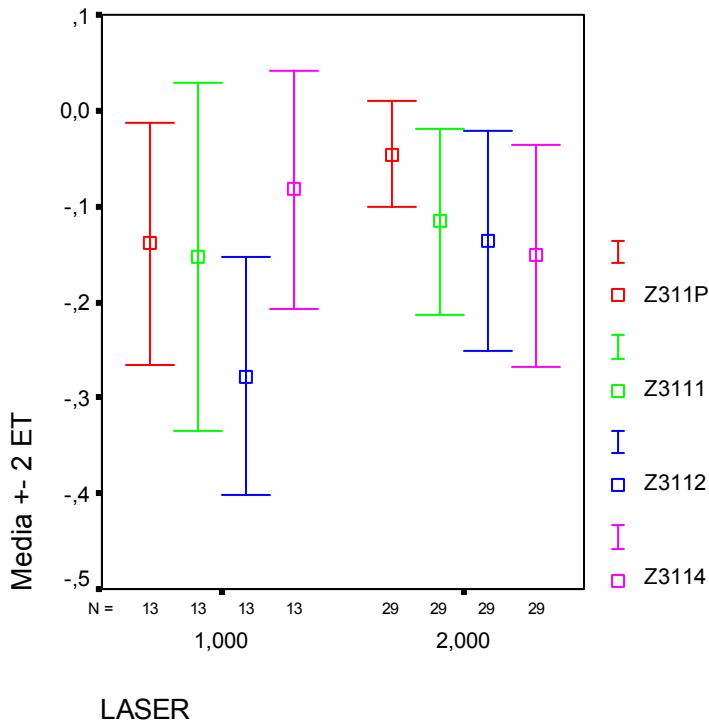
Z311: Es significativo el factor láser.

Z310: No hay ninguna significación.

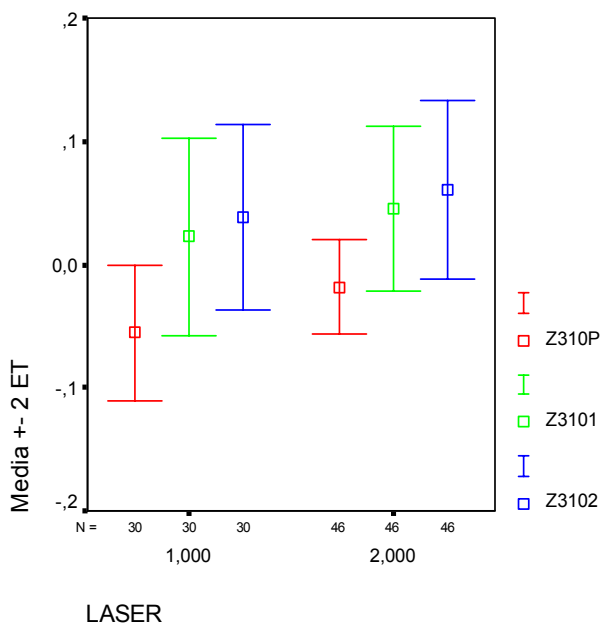
Z331: Es significativo el factor RMS.

Z330: Hay indicios de significación en el factor láser y en la interacción entre el RMS y el EQM.

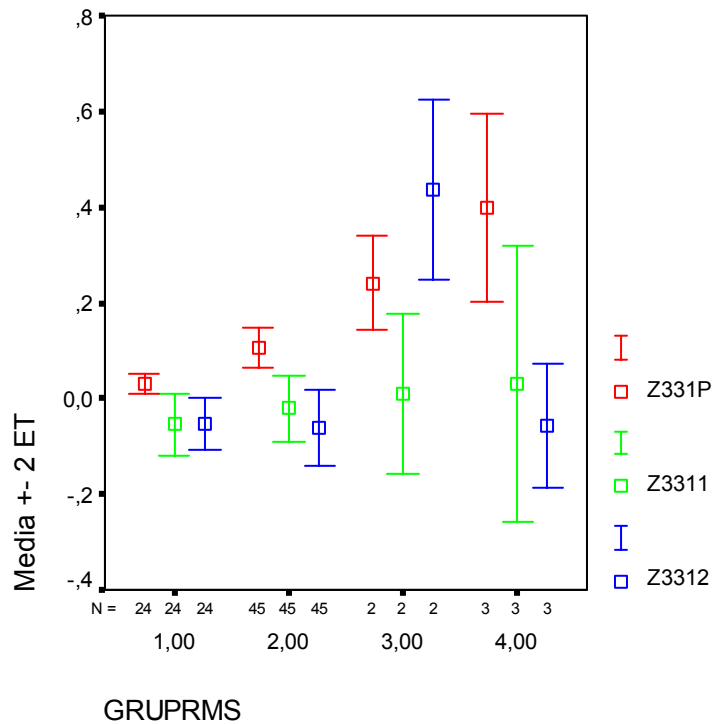
En la Z311 sí que hay diferencias según el láser. En la estadística descriptiva podemos apreciar como la evolución de los tratamientos con el láser 2 es mucho más estable. De todas formas en ambos láseres vemos un empeoramiento de esta aberración.



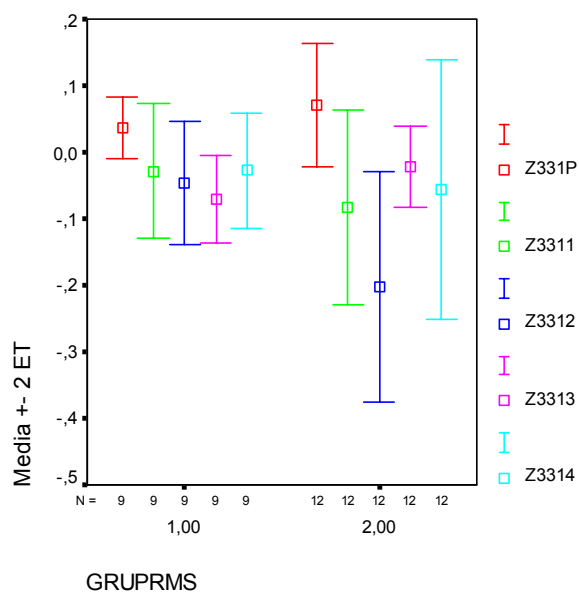
En la aberración Z310 no encontramos ninguna diferencia en cualquiera de los dos láseres aplicados. Se puede apreciar claramente la misma tendencia.



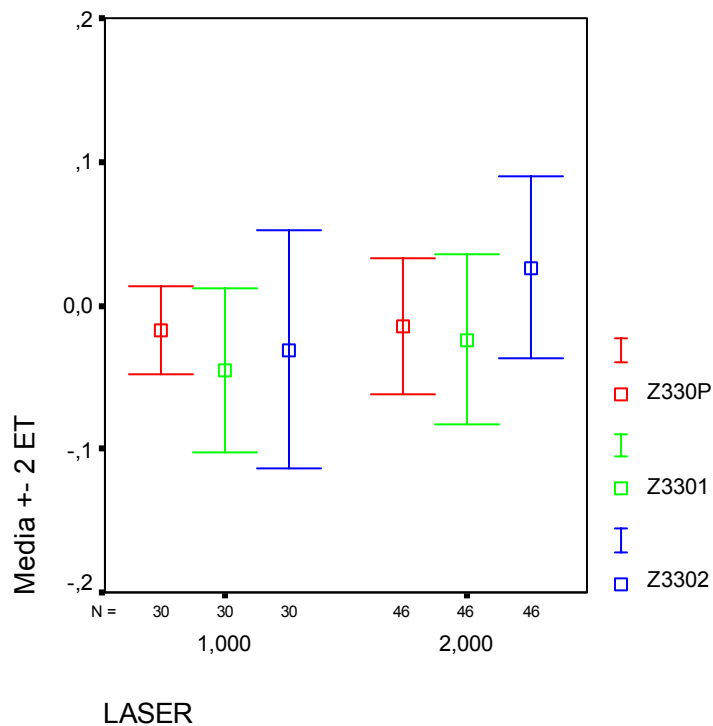
La aberración Z331 tiene una interacción con el RMS preoperatorio. Vemos que a pesar de los diferentes grupos de RMS, la corrección en todos ellos es muy buena. El resultado en dispar en el segundo control del grupo 3 podría ser debida al poco número de individuos testados.



Si solo nos fijamos en los dos primeros grupos de RMS se ve de forma mas clara la diferencia, viendo que en el grupo 1 la predictibilidad y estabilidad es mucho mejor que en el grupo 2.



En la aberración Z330 no hay diferencias en el factor láser, por lo tanto ambos actúan igual respecto a este tipo de aberración.



Aberraciones 4º orden:

Factor intra-sujeto (medida repetida):

	Z400	Z420	Z421	Z440		Z441
	E.A	E.A	E.A	G-G	H-F	E.A
Medida repetida	0	0,098	0,101	0,102	0,095	0,151
Medida repetida* laser	0,531	0,721	0,308	0,493	0,513	0,87
Medida repetida* RMS	0,817	0,26	0,03	0,701	0,723	0,028
Medida repetida* EQM	0,135	0,666	0,311	0,46	0,471	0,006

Resumen:

Z400: Es significativo el factor intra sujetos (tiempo).

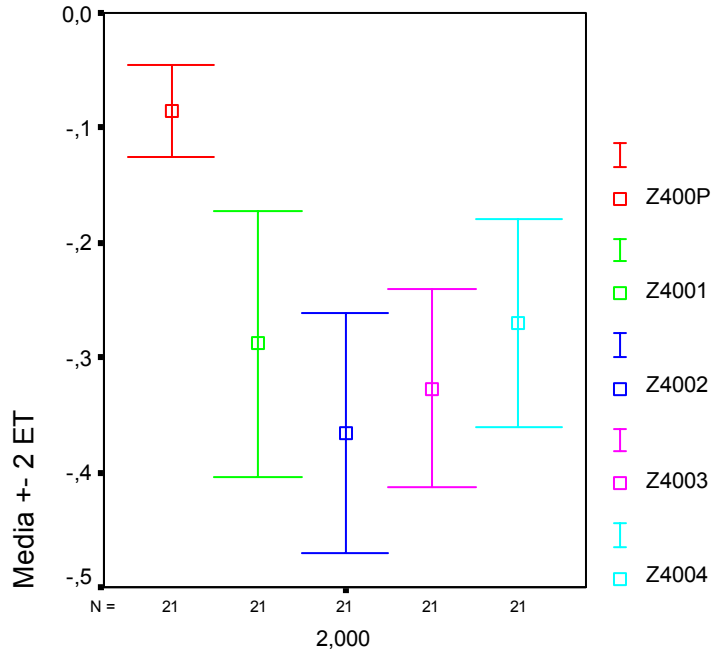
Z420: Es significativa la interacción con el RMS, y hay indicios de significación en el factor intra sujetos (tiempo).

Z421: Es significativa la interacción con el RMS.

Z440: No hay significación

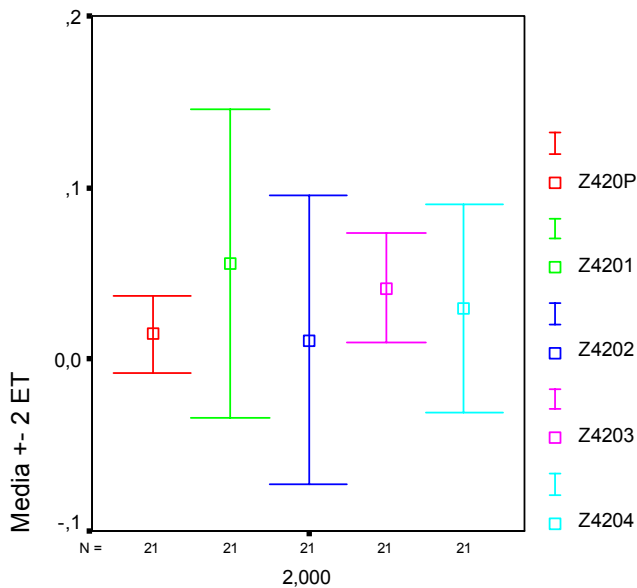
Z441: Es significativa la interacción con el RMS y con el EQM.

En la aberración Z400 encontramos una significación en la medida repetida. Esta significación es negativa, ya que lo que encontramos es un empeoramiento de esta aberración, pasando de -1 a -3 . En cuanto a la evolución vemos que en los primeros controles es peor, sufriendo una mejoría progresiva en los sucesivos controles.



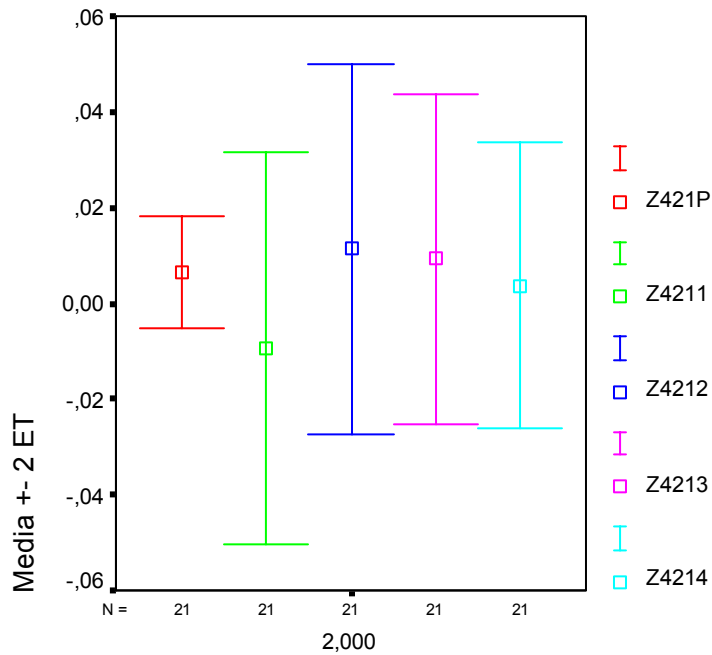
LASER

La aberración Z420 tiene indicios de significación en la medida repetida, donde vemos que no hay una gran modificación de la medida previa, a pesar de un leve empeoramiento.



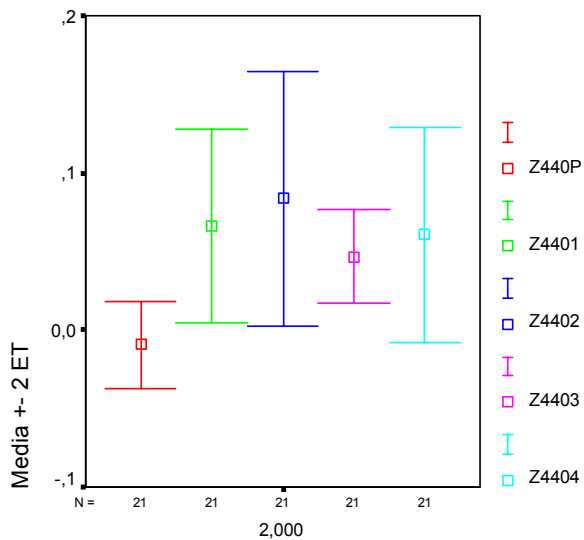
LASER

La aberración Z421 no tiene una significación en la medida repetida, por lo tanto ni mejora ni empeora con el tratamiento.



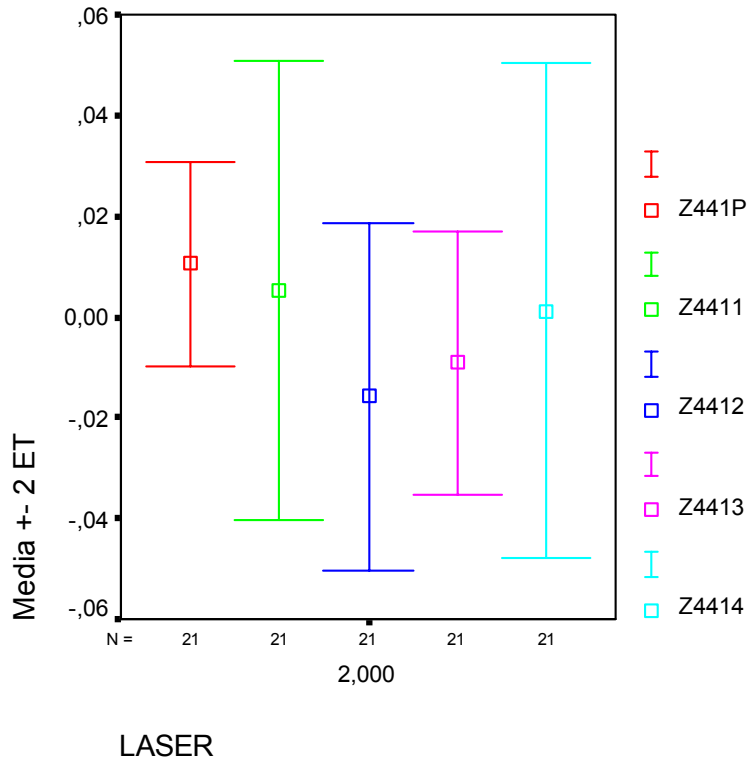
LASER

En la aberración Z440 no hay significación en la medida repetida, por lo que se entiende que ni se mejora ni se empeora esta aberración con el tratamiento. Se aprecia en la descriptiva un leve empeoramiento.



LASER

La aberración Z441 tampoco tiene una significación en la medida repetida, por lo que tampoco se afecta con el tratamiento. Vemos una ligera mejoría.



Factores inter-sujeto:

	Z400	Z420	Z421	Z440	Z441
Laser	0,166	0,179	0,93	0,19	0,894
RMS	0,645	0,258	0,015	0,859	0,482
EQM	0,083	0,011	0,345	0,451	0,321
Laser* RMS	0,736	0,211	0,637	0,64	0,48
Laser* EQM	0,109	0,014	0,911	0,324	0,868
RMS* EQM	0,974	0,42	0,034	0,994	0,117

Resumen:

Z400: Hay indicios de significación en el factor EQM.

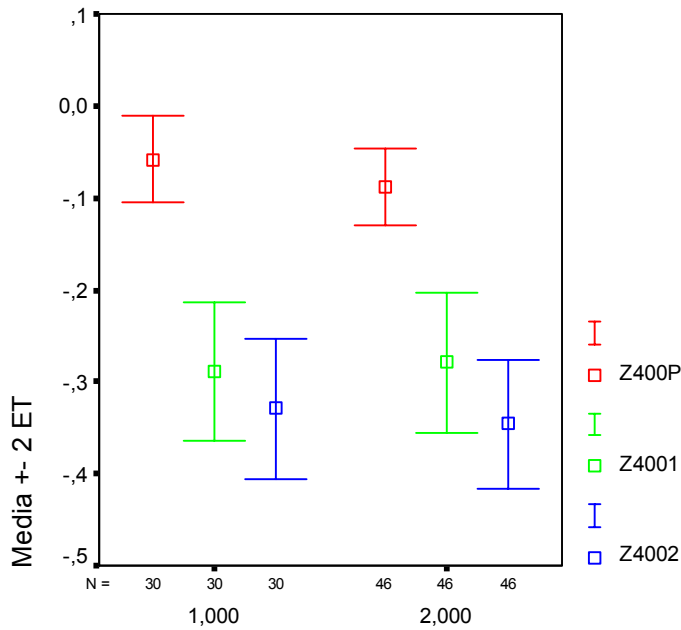
Z420: Es significativo el factor EQM y la interacción láser EQM.

Z421: Es significativo el factor RMS y la interacción RMS con EQM.

Z440: No hay ninguna significación.

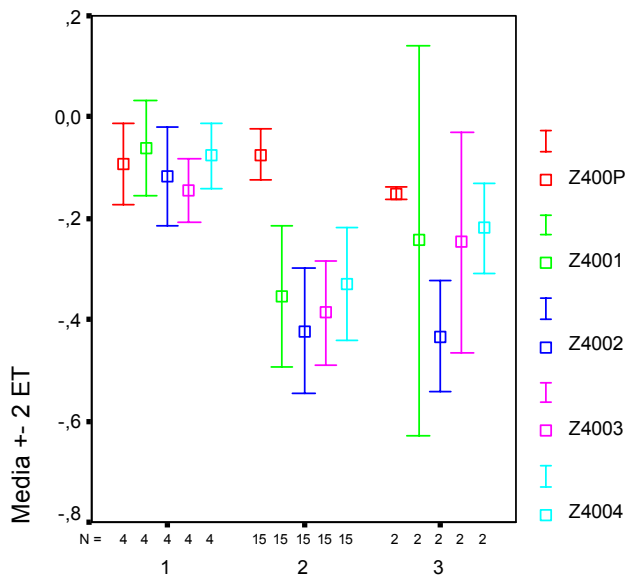
Z441: No hay ninguna significación.

Respecto a la Z400 no se encuentran diferencias significativas en lo que respecta al láser, por lo tanto el empeoramiento y la evolución de la Z400 es igual en ambas poblaciones de pacientes.



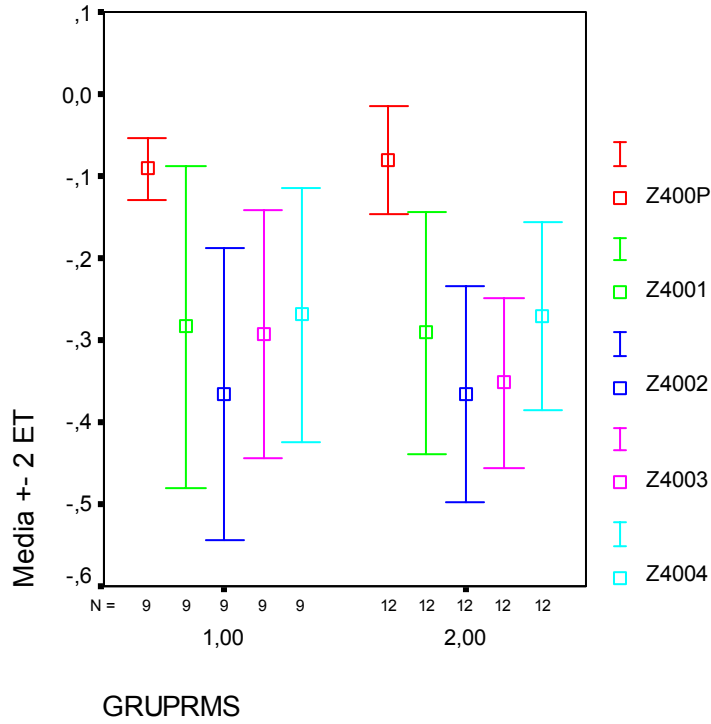
LASER

Siguiendo con la Z400 se encuentran solo indicios de significación con el eq. esf. Preoperatorio, viendo claramente que el empeoramiento es debido a la cantidad de ablación, ya que los pacientes con un equivalente esférico previo pequeño no se les ha inducido aberración de esfericidad, mientras que a los pacientes que se les han aplicado tratamientos para la corrección de equivalentes esféricos altos, la inducción de aberración de esfericidad ha sido alta.

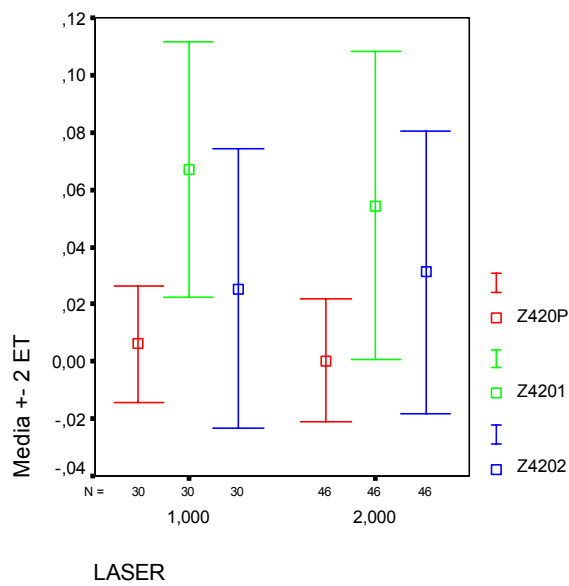


grup Eq esf mani

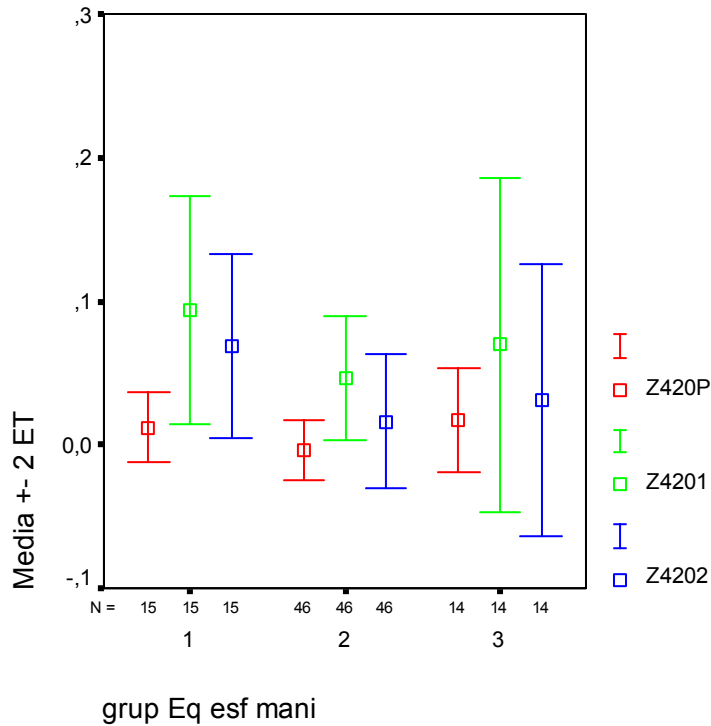
Respecto a la aberración Z400 no se han hallado otras interacciones, aunque repasaremos con estadística descriptiva su interacción con el RMS, donde vemos que el comportamiento es similar en los grupos de RMS mayoritario en nuestra población como son el 1 y el 2.



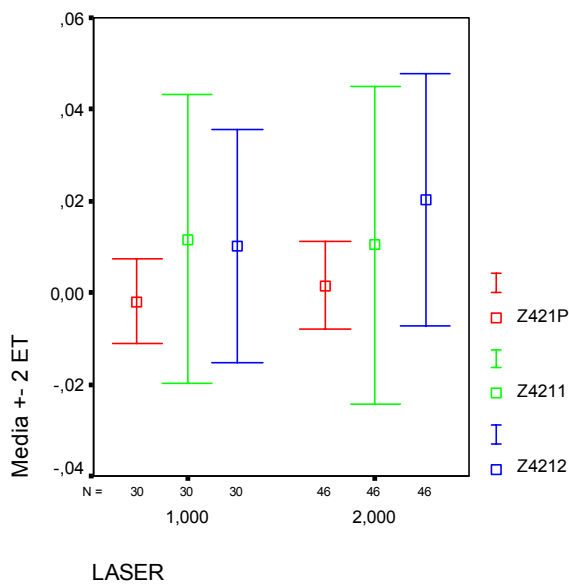
En la aberración Z420 no se encuentran diferencias entre los dos grupos de poblaciones tratadas con los dos láseres. Vemos en la descriptiva un comportamiento muy similar.



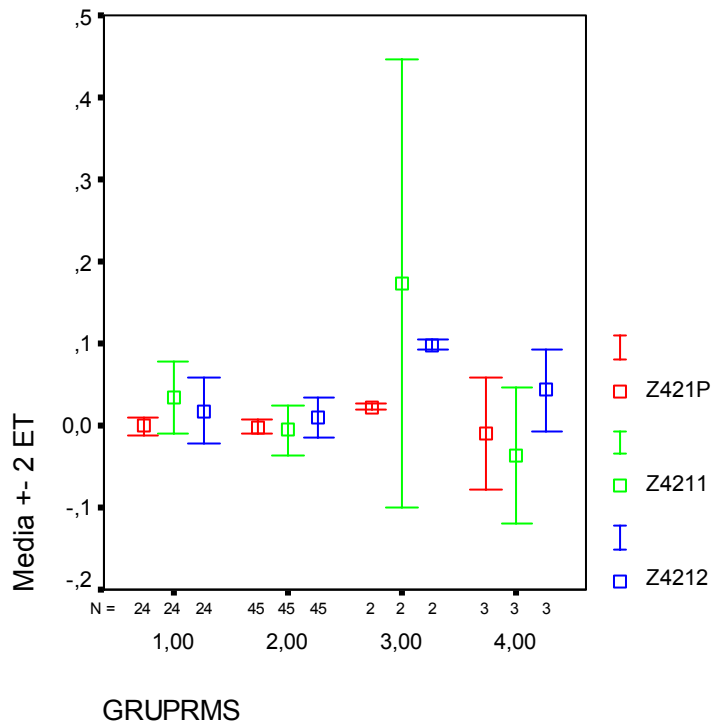
Donde sí se ha hallado una significación estadística es en interaccionar con los grupos de equivalente esférico preoperatorio. En este caso vemos como el grupo con un eq. esf. menor tiene una peor evolución de la Z420, siendo el grupo que más empeora respecto a esta aberración después del tratamiento.



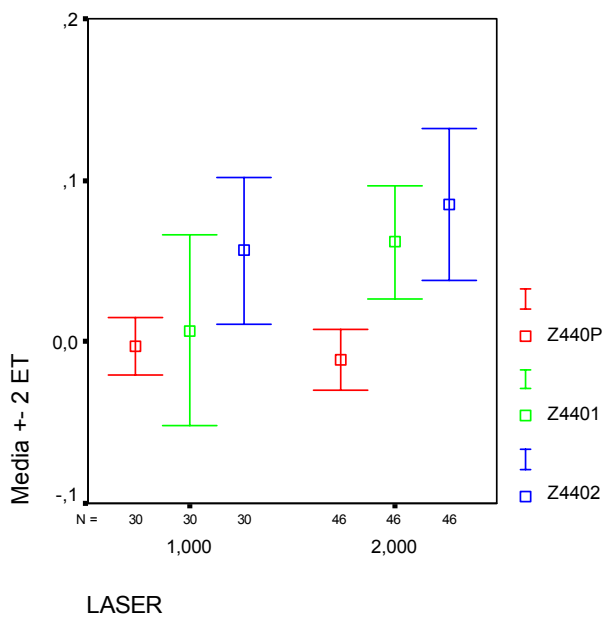
La Z421 no tiene diferencias significativas en interrelación con el factor láser, por lo tanto ni uno ni otro la modifican, ya que la medida repetida tampoco era significativa.



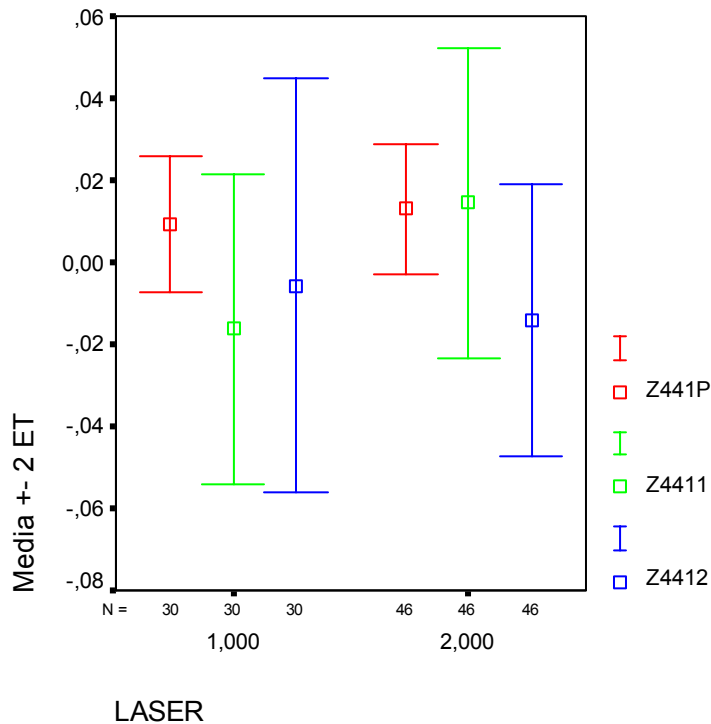
Donde sí hay significación estadística es en la interacción con el RMS preoperatorio. Vemos que tanto la predictibilidad como la estabilidad es mejor en los grupos de RMS bajo.



En la aberración Z440 no se ha hallado ninguna interacción significativa, de todas formas en la siguiente gráfica vemos la evolución de las dos poblaciones según el láser empleado. Vemos un comportamiento similar, aunque con un leve peor resultado con el láser 2.



En la aberración Z441 no se ha hallado ninguna interacción significativa, de todas formas en la siguiente gráfica vemos la evolución de las dos poblaciones según el láser empleado. Vemos un comportamiento similar excepto en el control al día siguiente de la aplicación del tratamiento.



Aberraciones 5º orden:

Factor intra-sujeto (medida repetida):

	Z510	Z511		Z530		Z531		Z550	Z551
	E.A	G-G	H-F	G-G	H-F	G-G	H-F	E.A	E.A
Medida repetida	0,038	0,067	0,051	0,849	0,887	0,007	0,004	0	0,673
Medida repetida* laser	0,465	0,934	0,969	0,876	0,912	0,417	0,436	0,735	0,187
Medida repetida* RMS	0	0,136	0,113	0,003	0,001	0,188	0,174	0	0,165
Medida repetida* EQM	0	0,401	0,416	0	0	0,01	0,006	0,501	0,164

Resumen:

Z510: Es significativo el factor intra sujetos (tiempo), el factor láser y el factor EQM.

Z511: Hay indicios de significación del factor intra sujetos (tiempo).

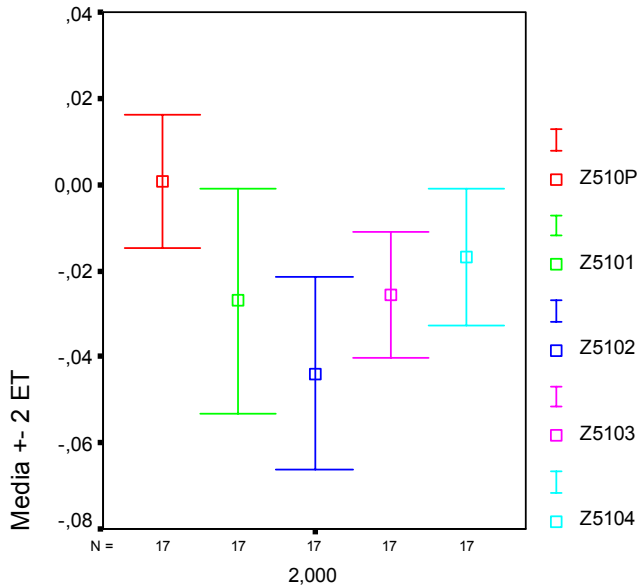
Z530: Son significativos los factores RMS y EQM.

Z531: Son significativo el factor intra sujetos (tiempo) y el factor EQM.

Z550: Es significativo el factor intra sujetos (tiempo) y el factor RMS.

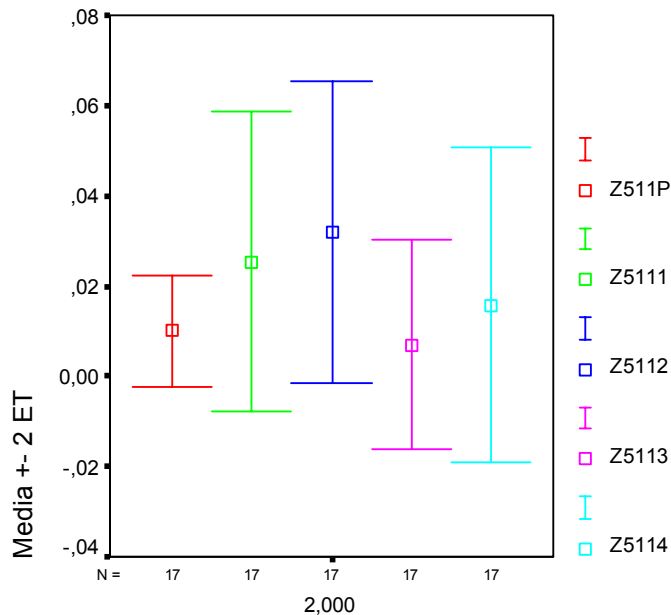
Z551: No hay ninguna significación.

En la aberración Z510 es significativa la medida repetida, y vemos en la descriptiva que en los primeros controles el empeoramiento es notable mientras que posteriormente se recupera hasta valores cercanos a cero, aunque no llegando a los valores preoperatorios que eran prácticamente cero, por lo que el tratamiento induce este tipo de aberración.



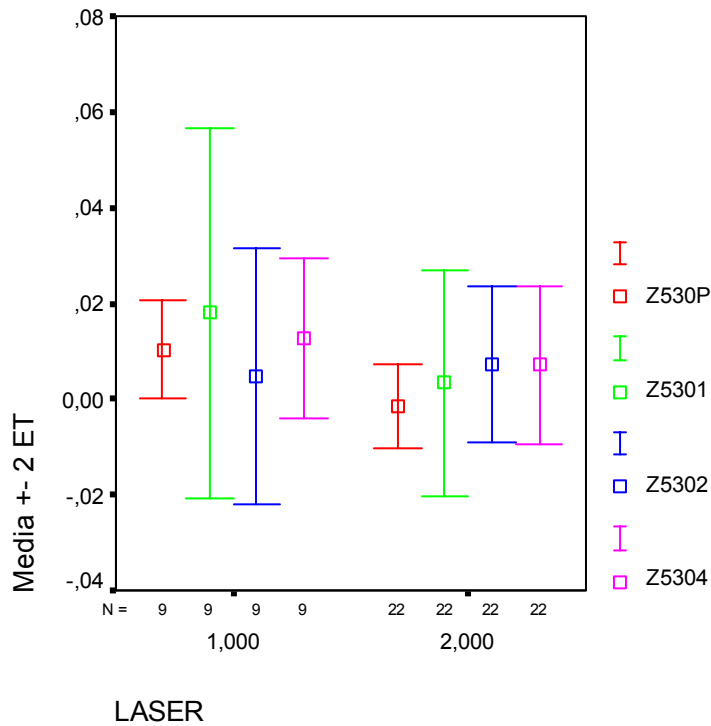
LASER

La aberración Z511 tiene indicios de significación en la medida repetida. Si nos fijamos en su evolución, empeora hasta la semana posterior al tratamiento y después tiende a mejorar, aunque al final su valor es superior al preoperatorio, por lo que el tratamiento induce éste tipo de aberración.

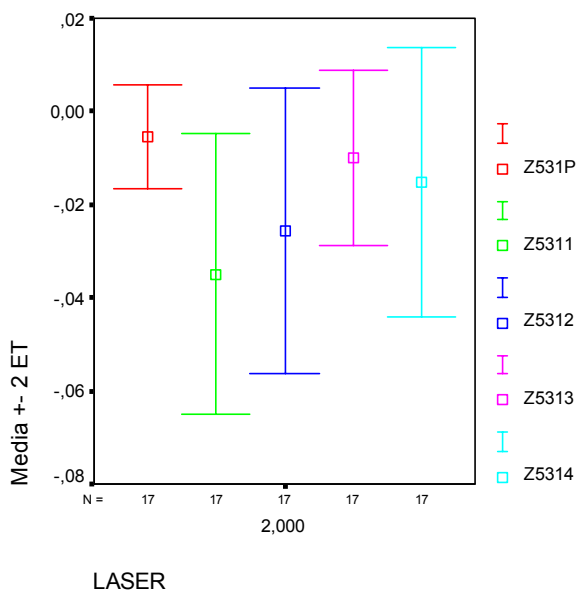


LASER

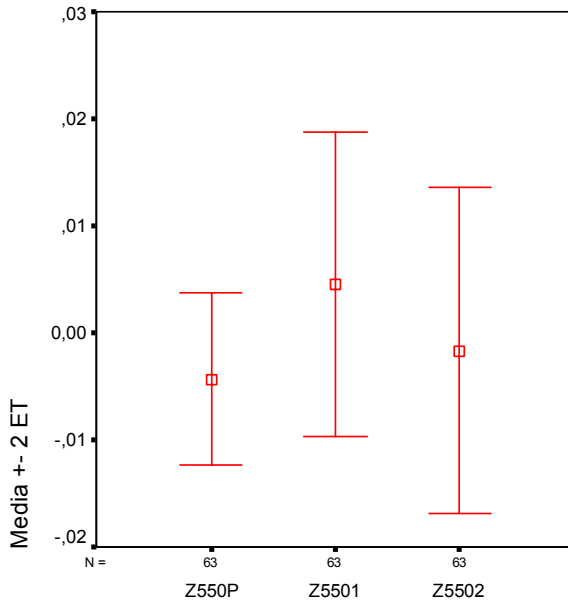
La aberración Z530 no tiene diferencias estadísticamente significativas en la medida repetida. De todas formas abajo se representa la evolución de ésta según el tipo de láser aplicado. Tampoco la interacción con el láser es estadísticamente significativa.



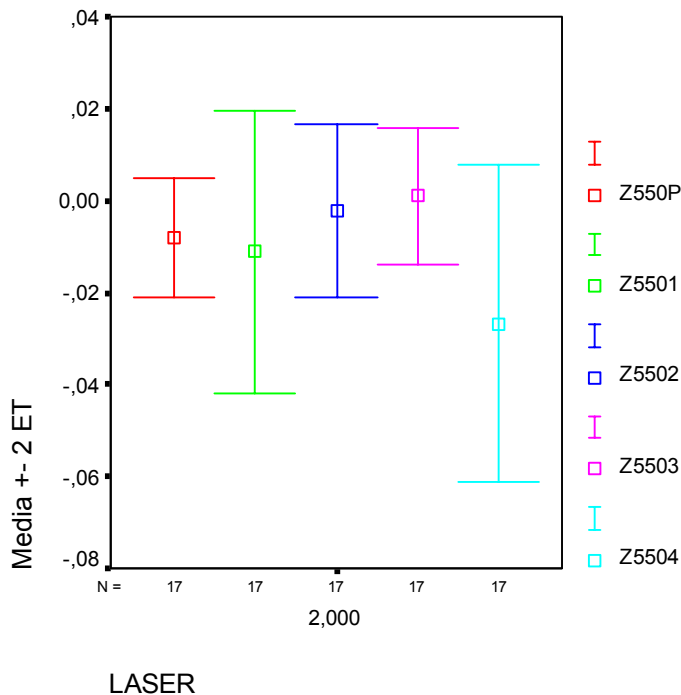
La aberración Z531 tiene significación en la medida repetida. En la estadística descriptiva vemos como al final tenemos un resultado negativo con un leve empeoramiento de ésta, aunque en los primeros controles postoperatorios el empeoramiento aún era mas acentuado.



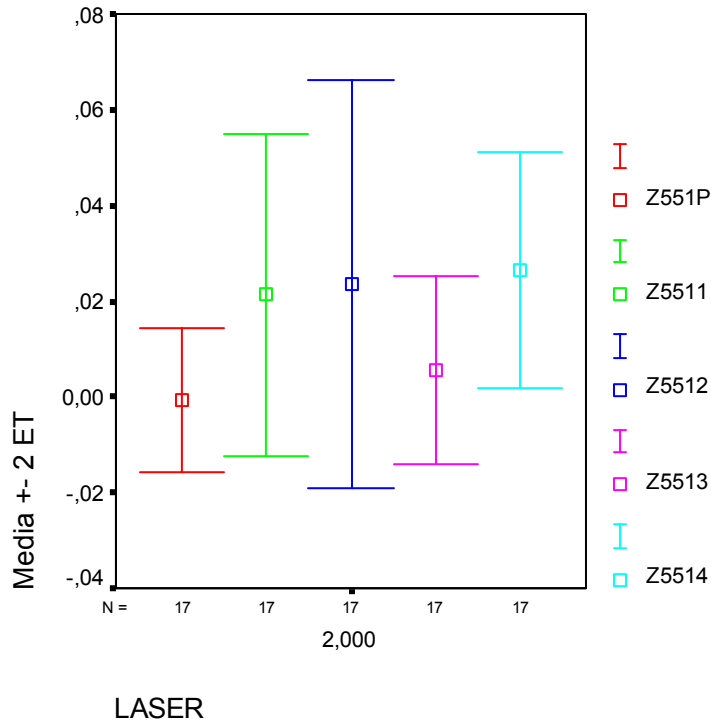
En la aberración Z550 vemos una significación estadística muy marcada en medida repetida. En el siguiente gráfico se muestra la evolución de toda la población, tanto la tratada con un láser como la tratada con el otro. Hay un cambio importante del valor previo al primer control postoperatorio, pero posteriormente tiende a recuperar el valor previo, aunque hay una ligera mejoría en relación al valor previo.



Si en esta misma aberración Z550 nos fijamos en la población tratada con el láser 2, vemos que la evolución es muy buena tendiendo a cero hasta el control del mes y a los tres meses hay un gran descenso empeorando notablemente esta aberración.



La aberración Z551 no tiene significación en la medida repetida. En su evolución de todas formas podemos apreciar un empeoramiento progresivo a lo largo de los sucesivos controles postoperatorios. De esto concluimos que nuestro tratamiento láser ha inducido este tipo de aberración.



Factores inter-sujeto:

	Z510	Z511	Z530	Z531	Z550	Z551
Laser	0,864	0,204	0,617	0,271	0,3	0,202
RMS	0,821	0,412	0,969	0,702	0,154	0,834
EQM	0,536	0,904	0,303	0,274	0,201	0,557
Laser* RMS	0,945	0,514	0,037	0,071	0,491	0,658
Laser* EQM	0,573	0,227	0,677	0,382	0,248	0,334
RMS* EQM	0,387	0,894	0,611	0,059	0,879	0,809

Resumen:

Z510: No hay ninguna significación.

Z511: No hay ninguna significación.

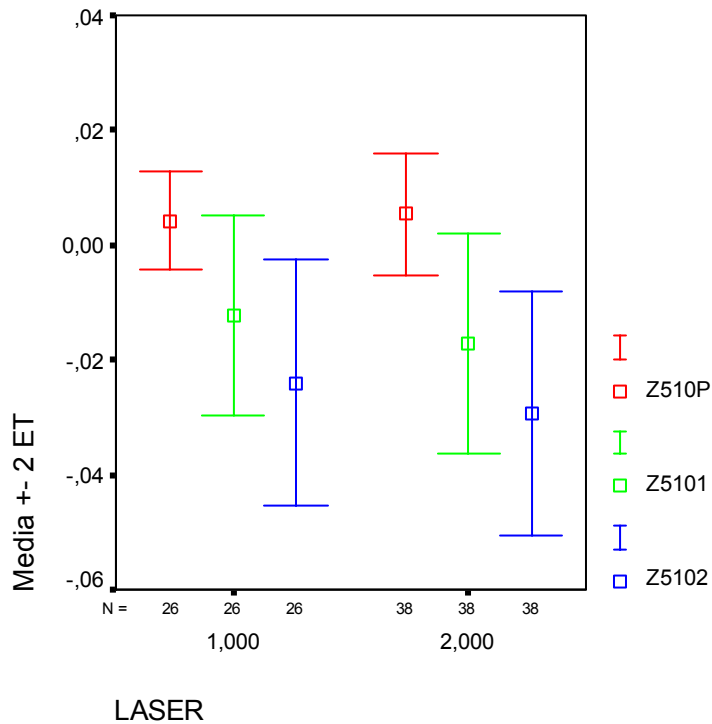
Z530: Es significativa la interacción laser con el factor RMS.

Z531: Es significativo el factor RMS, y hay indicios de significación en la interacción RMS con EQM

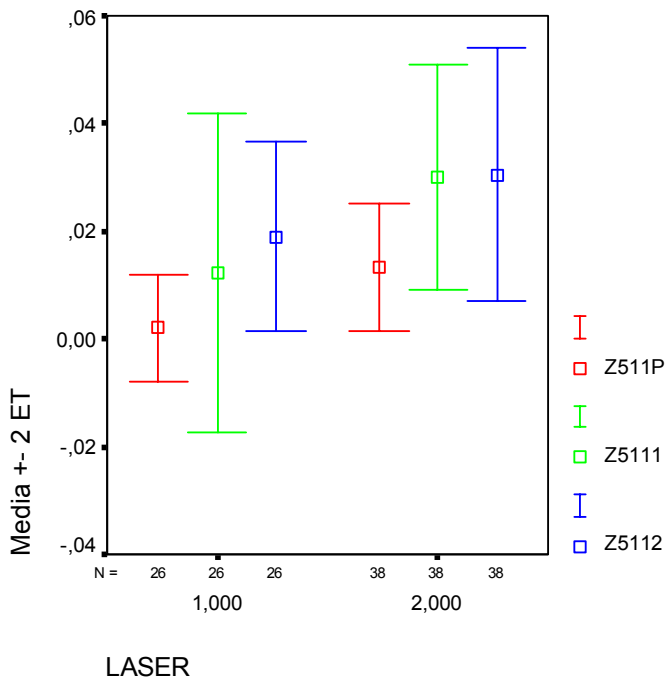
Z550: No hay ninguna significación.

Z551: No hay ninguna significación.

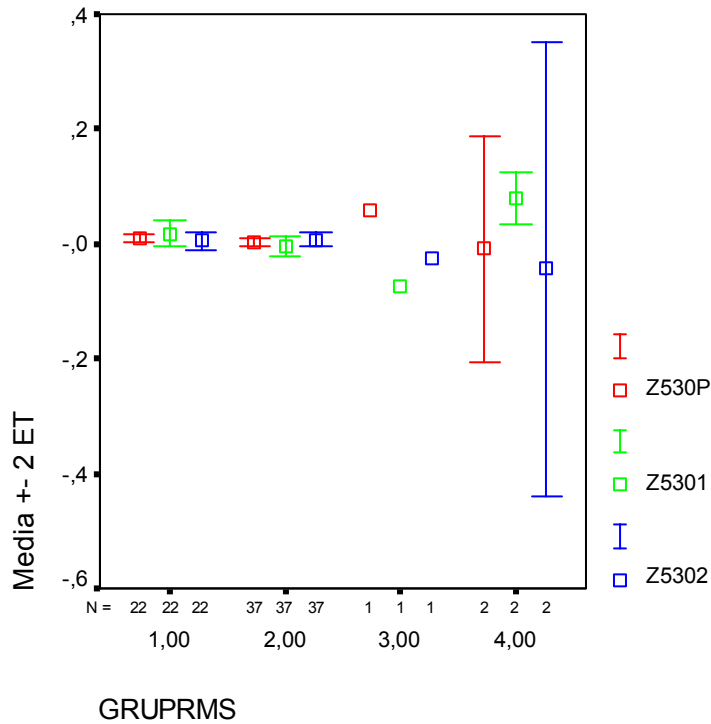
La aberración Z510 no tiene ningún tipo de interacción estadísticamente significativa. El siguiente gráfico muestra como no hay diferencias entre la evolución de ésta aberración entre los dos láseres aplicados.



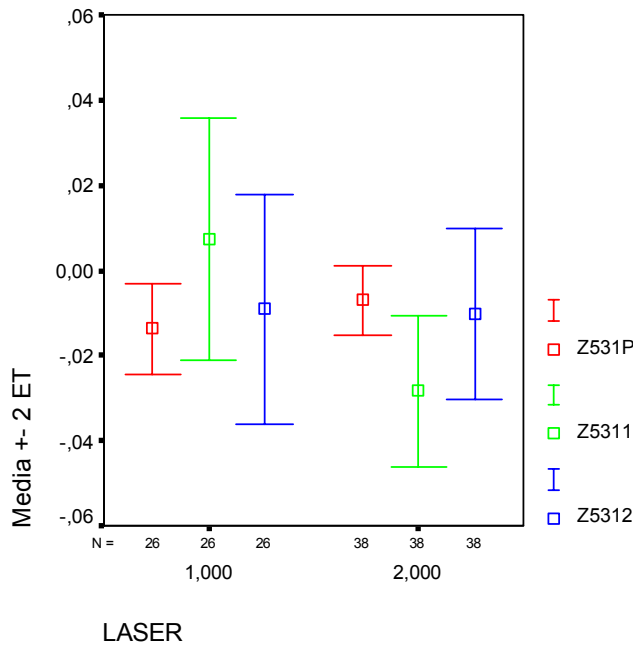
La aberración Z511 no tiene ningún tipo de interacción estadísticamente significativa. El siguiente gráfico muestra como no hay diferencias entre la evolución de ésta aberración entre los dos láseres aplicados.



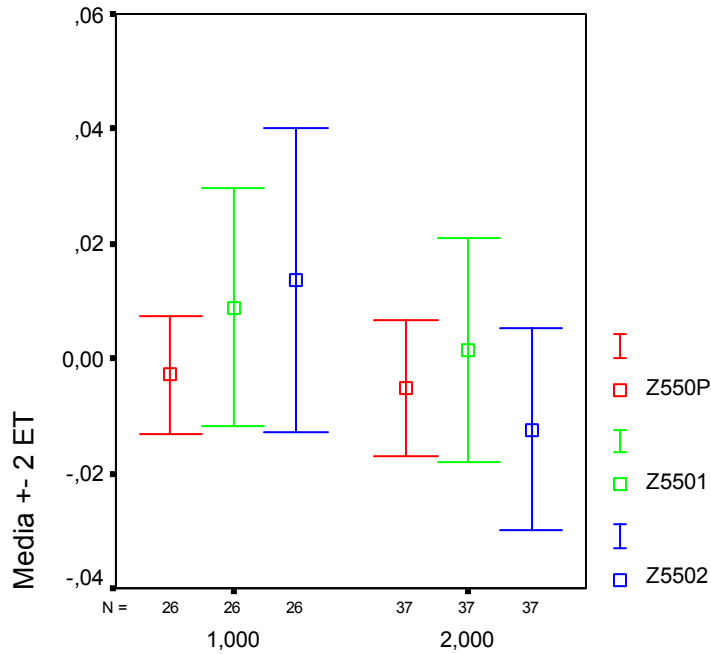
La aberración Z530 sí que tiene una interacción significativa con el RMS preoperatorio. Se puede apreciar que en los grupos de RMS bajo esta aberración no se modifica con el tratamiento, no siendo así con los grupos de RMS altos. En este caso los resultados son dudosos debido al poco número de casos con RMS previo alto.



La aberración Z531 no tiene ninguna interacción significativa. De todas formas adjuntamos el gráfico descriptivo de las dos poblaciones según el láser tratado. Vemos que al final el resultado de la aberración descrita es similar al previo, y la evolución de los dos láseres es similar.

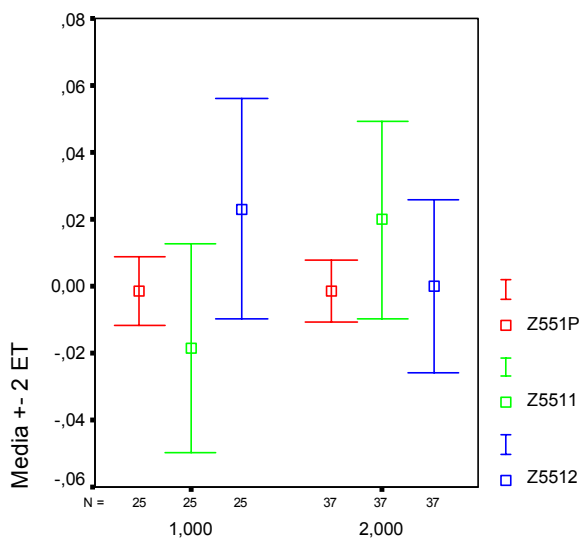


La aberración Z550 no tiene ninguna interacción significativa. A continuación exponemos de forma descriptiva la evolución de ésta aberración en las dos poblaciones estudiadas. Vemos una evolución inversa, pero con el resultado final igual pero cambiado de signo. En las dos se observa un leve empeoramiento.



LASER

La aberración Z551 no tiene ningún tipo de interacción estadísticamente significativa. A continuación se adjunta un gráfico descriptivo de la evolución de las dos poblaciones estudiadas. En éste se puede observar como la población del láser 2 tiene un mejor resultado final, siendo el valor de la aberración cercano a cero.



LASER

Para finalizar con la evolución de las aberraciones hemos analizado el cambio que han sufrido estas después del tratamiento:

LASER = 1

Estadísticos descriptivos

2º orden

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Z200P	43	-15	-2	-7,98	2,635
Z2004	13	-3,856	,296	-1,23992	1,276292
Z221P	43	-1,441	1,847	,04535	,513715
Z2214	13	-1,158	,345	-,14362	,376666
Z220P	43	-1,813	2,327	,50474	,877797
Z2204	13	-1,244	1,327	,18323	,585087

Z200: Se ha reducido en un 84%

Z221: Ha empeorado en un 320% pero ha variado un 420% invirtiendo el signo

Z220: Se ha reducido en un 64%

3er orden

Z311P	43	-,644	,264	-,06086	,195856
Z3114	13	-,658	,242	-,08238	,224868
Z310P	43	-,579	,252	-,04260	,148551
Z3104	13	-,370	,171	-,04954	,159843
Z331P	43	-,254	,359	,08879	,118126
Z3314	13	-,415	,436	-,04638	,200988
Z330P	43	-,126	,237	-,00491	,087177
Z3304	13	-,148	,182	,01108	,082394

Z311: Ha empeorado en un 37%

Z310: Ha empeorado un 17%

Z331: Ha mejorado un 52%, pero ha cambiado un 148% por lo que se invirtió el signo

Z330: Ha empeorado un 226% y ha cambiado un 326%

4º orden

Z400P	43	-,215	,470	-,06595	,111520
Z4004	12	-,495	-,020	-,26683	,155787
Z420P	43	-,122	,112	,00521	,052205
Z4204	12	-,036	,167	,05317	,059723

Z421P	43	-,069	,049	-,00240	,026321
Z4214	12	-,129	,093	,00225	,062389
Z440P	43	-,121	,099	-,00330	,047776
Z4404	12	-,062	,120	-,00692	,046724
Z441P	43	-,093	,092	,00791	,041929
Z4414	12	-,144	,122	-,00550	,082853

Z400: Ha empeorado un 409% sin cambiar de signo.

Z420: Ha empeorado un 1020% sin cambiar de signo.

Z421: Ha mejorado un 6% pero se ha modificado un 194% con inversión de signo

Z440: Ha empeorado un 209%

Z441: Se ha reducido en un 30% pero se ha modificado un 170% con inversión de signo

5° orden

Z510P	43	-,041	,055	,00288	,019634
Z5104	10	-,035	,023	-,00110	,018132
Z511P	43	-,046	,068	,00598	,026039
Z5114	10	-,032	,041	-,00100	,020177
Z530P	43	-,028	,050	,00535	,017892
Z5304	10	-,045	,045	,00700	,029896
Z531P	43	-,065	,040	-,01316	,024093
Z5314	10	-,017	,040	,00520	,020406
Z550P	43	-,076	,051	-,00079	,025056
Z5504	10	-,059	,035	-,00480	,030854
Z551P	42	-,040	,054	,00390	,025198
Z5514	10	-,055	,054	,00740	,035394

Z510: Se ha reducido un 60% pero con inversión de signo. Ha cambiado un 140%

Z511: Se ha reducido un 84% pero con inversión de signo por lo que ha variado un 116%

Z530: Ha empeorado un 131%

Z531: Se ha modificado en un 104%, por lo que casi se anula pero con cambio de signo

Z550: Ha empeorado en un 607%

Z551: Ha empeorado en un 189%

LASER = 2

Estadísticos descriptivos

2º orden

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Z200P	68	-20	-3	-9,15	3,270
Z2004	36	-3,377	,660	-1,20842	,971256
Z221P	68	-2,478	2,660	,08466	,924734
Z2214	36	-1,031	,956	-,23822	,371926
Z220P	68	-2,500	3,621	,85043	1,083488
Z2204	36	-,978	1,300	,18825	,441781

Z200: Se ha reducido en un 87%

Z221: Ha empeorado un 383% cambiando un 483% invirtiendo el signo.

Z220: Se ha reducido en un 78%

3er orden

Z311P	68	-,549	,388	-,06621	,171439
Z3114	36	-1,142	,620	-,14253	,299096
Z310P	68	-,306	,345	-,01101	,124301
Z3104	36	-,517	,467	-,00008	,262646
Z331P	68	-,376	,586	,06279	,162131
Z3314	36	-,857	,651	-,03550	,218451
Z330P	68	-,683	,317	-,01362	,144495
Z3304	36	-,281	,411	,01261	,153776

Z311: Ha empeorado en un 216%

Z310: Se ha reducido un 99%. La ha eliminado

Z331: Se ha reducido en un 57%, pero ha cambiado un 157%

Z330: Se ha reducido un 3%, pero ha variado un 197%

4º orden

Z400P	68	-,582	,169	-,10124	,131414
Z4004	36	-,780	-,027	-,30097	,206429
Z420P	68	-,300	,105	-,01000	,066786
Z4204	36	-,494	,165	,01672	,130296

4° orden

Z421P	68	-,082	,089	-,00460	,034943
Z4214	36	-,105	,185	,00342	,061691
Z440P	68	-,174	,126	-,01356	,059189
Z4404	36	-,111	,677	,04672	,127201
Z441P	68	-,156	,173	,00610	,055468
Z4414	36	-,156	,419	-,00975	,093852

Z400: Ha empeorado un 298%

Z420: Ha empeorado un 160%,pero ha cambiado un 260%

Z421: Se ha reducido un 26% pero ha variado un 175%.

Z440: Ha empeorado un 346%, pero ha cambiado un 446%.

Z441: Ha empeorado un 160%, pero ha cambiado un 260%.

5° orden

Z510P	68	-,069	,137	,00034	,030868
Z5104	36	-,099	,054	-,01683	,032164
Z511P	68	-,103	,092	,01049	,030518
Z5114	36	-,083	,232	,01411	,056044
Z530P	68	-,107	,090	,00443	,027126
Z5304	36	-,063	,116	,01022	,036853
Z531P	68	-,064	,043	-,00419	,023537
Z5314	36	-,199	,061	-,00936	,047461
Z550P	67	-,143	,060	-,00743	,033410
Z5504	36	-,226	,101	-,01397	,054788
Z551P	67	-,062	,064	-,00112	,028603
Z5514	36	-,109	,202	,01317	,050527

Z510: Ha empeorado un 4705%, cambiando un 4805%.

Z511: Ha empeorado un 140%

Z530: Ha empeorado un 230%

Z531: Ha empeorado un 223%

Z550: Ha empeorado un 188%

Z551: Ha empeorado un 1175%, cambiando un 1275%.

5.7 Resultados de las diferencias en las aberraciones con dilatación mediante fenilefrina (10%) o ciclopléjico.

En este apartado se ha estudiado una población preoperatoriamente. En primer lugar se les ha dilatado con fenilefrina y se les han medido las aberraciones. En segundo lugar, a la misma población una vez se les había pasado el efecto de la fenilefrina se les dilató con ciclopléjico, midiendo también las aberraciones.

Metodología estadística: Test t de comparación de medias con datos apareados.

En primer lugar definiremos la población estudiada:

Estadísticos de muestras relacionadas

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Z200F	-22,47	27	7,258	1,397
	Z200C	-25,5761	27	10,25867	1,97428
Par 2	Z221F	,0851	27	2,20829	,42499
	Z221C	,1632	27	2,61304	,50288
Par 3	Z220F	2,25	27	2,700	,520
	Z220C	2,7186	27	2,95015	,56776
Par 4	Z311F	,0191	27	,56934	,10957
	Z311C	,0165	27	,78202	,15050
Par 5	Z310F	-,1166	27	,45779	,08810
	Z310C	-,1420	27	,61819	,11897
Par 6	Z331F	,2616	27	,49041	,09438
	Z331C	,1940	27	,70355	,13540
Par 7	Z330F	,0493	27	,36156	,06958
	Z330C	,0242	27	,47396	,09121
Par 8	Z400F	-,1996	27	,46793	,09005
	Z400C	-,6980	27	,66495	,12797
Par 9	Z420F	,1065	27	,20103	,03869
	Z420C	,1368	27	,25249	,04859
Par 10	Z421F	-,0246	27	,13780	,02652
	Z421C	-,0256	27	,22654	,04360
Par 11	Z440F	-,1828	27	,18744	,03607
	Z440C	-,2015	27	,24135	,04645
Par 12	Z441F	-,0110	27	,21041	,04049
	Z441C	,0108	27	,28796	,05542
Par 13	Z510F	-,0190	27	,08835	,01700
	Z510C	-,0446	27	,17479	,03364
Par 14	Z511F	,0830	27	,17162	,03303
	Z511C	,1583	27	,27172	,05229
Par 15	Z530F	,0306	27	,12115	,02332
	Z530C	-,0172	27	,21175	,04075
Par 16	Z531F	-,0284	27	,14011	,02696
	Z531C	-,1112	27	,23561	,04534
Par 17	Z550F	-,0341	27	,09617	,01851
	Z550C	,0119	27	,18312	,03524
Par 18	Z551F	,0381	27	,17392	,03347
	Z551C	,1030	27	,20720	,03987

Al intentar correlacionar las aberraciones tanto con fenilefrina como con ciclopléjico, con el RMS y el eq. esf preoperatorio no hemos detectado ninguna interacción estadísticamente significativa. Se estudió mediante un análisis de la variancia de 2 factores, el RMS y el eq. esf. Se desestimó la significación de estos factores con ninguna de las variables (todas las aberraciones), tanto con fenilefrina como con ciclopléjico.

Si analizamos la población en cada aberración vemos que hay algunas que dan diferencias estadísticamente significativas, según se hayan dilatado con fenilefrina o ciclopléjico. Estas son la Z200, la Z220, la Z400, la Z511, y la Z531.

Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Z200F - Z200C	3,1016	5,73727	1,10414	,8320	5,3711	2,809	26	,009
Par 2	Z221F - Z221C	-,0781	,66131	,12727	-,3397	,1835	-,613	26	,545
Par 3	Z220F - Z220C	-,4667	,79847	,15367	-,7826	-,1508	-3,037	26	,005
Par 4	Z311F - Z311C	,0027	,54134	,10418	-,2115	,2168	,026	26	,980
Par 5	Z310F - Z310C	,0254	,42539	,08187	-,1428	,1937	,311	26	,758
Par 6	Z331F - Z331C	,0677	,51886	,09986	-,1376	,2729	,678	26	,504
Par 7	Z330F - Z330C	,0250	,34809	,06699	-,1127	,1627	,374	26	,712
Par 8	Z400F - Z400C	,4985	,30697	,05908	,3770	,6199	8,438	26	,000
Par 9	Z420F - Z420C	-,0303	,19296	,03713	-,1067	,0460	-,817	26	,421
Par 10	Z421F - Z421C	,0009	,18243	,03511	-,0712	,0731	,026	26	,979
Par 11	Z440F - Z440C	,0187	,22568	,04343	-,0706	,1080	,431	26	,670
Par 12	Z441F - Z441C	-,0218	,21476	,04133	-,1067	,0632	-,527	26	,603
Par 13	Z510F - Z510C	,0256	,13398	,02579	-,0274	,0786	,994	26	,329
Par 14	Z511F - Z511C	-,0754	,18344	,03530	-,1479	-,0028	-2,135	26	,042
Par 15	Z530F - Z530C	,0478	,15122	,02910	-,0120	,1076	1,643	26	,112
Par 16	Z531F - Z531C	,0828	,20021	,03853	,0036	,1620	2,149	26	,041
Par 17	Z550F - Z550C	-,0460	,18534	,03567	-,1193	,0274	-1,289	26	,209
Par 18	Z551F - Z551C	-,0648	,19344	,03723	-,1413	,0117	-1,741	26	,094

Al estudiar los datos mediante correlaciones, vemos que todas las aberraciones de 2º orden tienen una alta correlación, al igual que la Z400.

En el caso de la Z200, Z220, y la Z400 se correlacionan linealmente, pero los valores de las aberraciones con ciclopléjico son mayores en los tres casos que los valores con fenilefrina, sobretodo en el caso de la Z200 y la Z400.

De esto se extrae que la dilatación con ciclopléjico capta las aberraciones con mayor intensidad que cuando se dilata con fenilefrina, pero no podemos saber en cual de los dos casos, fenilefrina o ciclopléjico, estamos midiendo las aberraciones reales.

Correlaciones de muestras relacionadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Z200F y Z200C	27	,839	,000
Par 2	Z221F y Z221C	27	,976	,000
Par 3	Z220F y Z220C	27	,964	,000
Par 4	Z311F y Z311C	27	,722	,000
Par 5	Z310F y Z310C	27	,726	,000
Par 6	Z331F y Z331C	27	,676	,000
Par 7	Z330F y Z330C	27	,683	,000
Par 8	Z400F y Z400C	27	,911	,000
Par 9	Z420F y Z420C	27	,659	,000
Par 10	Z421F y Z421C	27	,593	,001

Par 11	Z440F y Z440C	27	,469	,014
Par 12	Z441F y Z441C	27	,669	,000
Par 13	Z510F y Z510C	27	,661	,000
Par 14	Z511F y Z511C	27	,747	,000
Par 15	Z530F y Z530C	27	,714	,000
Par 16	Z531F y Z531C	27	,531	,004
Par 17	Z550F y Z550C	27	,239	,229
Par 18	Z551F y Z551C	27	,496	,008

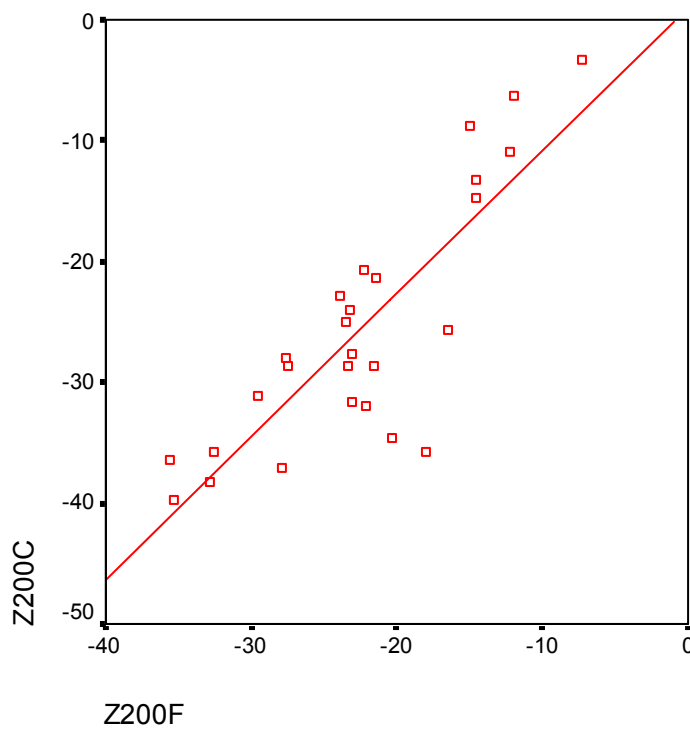
A continuación describimos gráficamente la correlación lineal de la Z200 y la Z400 con fenilefrina y ciclopléjico.

Regresión Z200C vs Z200F

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,839	,705	,693	5,68589

a Variables predictoras: (Constante), Z200F

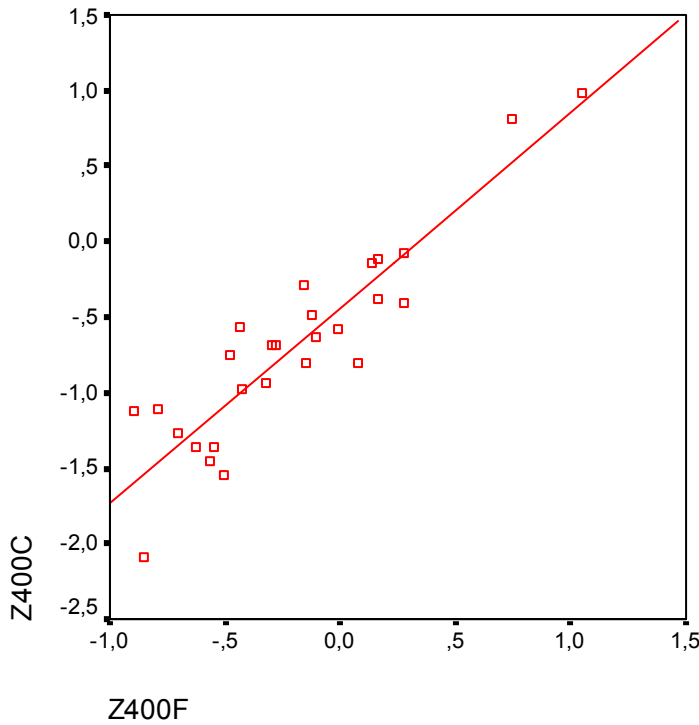


Regresión Z400C vs Z400F

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,911	,830	,823	,27973

a Variables predictoras: (Constante), Z400F



Entonces hemos correlacionado las aberraciones obtenidas con fenilefrina y las obtenidas con ciclopléjico, con las obtenidas sin dilatación. De esta forma queremos descartar si las gotas inducen nuevas aberraciones o no.

Los resultados han sido los siguientes:

Comparación fenilefrina y sin dilatar.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
SD200	Se han asumido varianzas iguales	3,901	,054	7,684	50	,000	13,5906	1,76868	10,03810	17,14308
	No se han asumido varianzas iguales			7,779	47,302	,000	13,5906	1,74705	10,07658	17,10460
SD220	Se han asumido varianzas iguales	8,451	,005	-1,857	50	,069	-1,0659	,57409	-2,21902	,08717
	No se han asumido varianzas iguales			-1,913	33,578	,064	-1,0659	,55732	-2,19907	,06722
SD400	Se han asumido varianzas iguales	25,009	,000	1,070	50	,290	,1022	,09550	-,08966	,29397
	No se han asumido varianzas iguales			1,109	28,407	,277	,1022	,09212	-,08643	,29074

Comparación ciclopléjico y sin dilatar

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	Prueba T para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
SD200	Se han asumido varianzas iguales	12,352	,001	7,296	50	,000	16,6921	2,28770	12,09717	21,28712
	No se han asumido varianzas iguales			7,466	39,359	,000	16,6921	2,23577	12,17119	21,21310
SD220	Se han asumido varianzas iguales	8,691	,005	-2,466	50	,017	-1,5326	,62141	-2,78078	-,28448
	No se han asumido varianzas iguales			-2,544	32,401	,016	-1,5326	,60243	-2,75914	-,30612
SD400	Se han asumido varianzas iguales	19,805	,000	4,469	50	,000	,6006	,13439	,33070	,87057
	No se han asumido varianzas iguales			4,640	27,195	,000	,6006	,12943	,33515	,86613

Resumen:

El análisis de los datos para estas tres aberraciones nos demuestra que si dilatamos con fenilefrina, en los resultados de la medición de las aberraciones no salen diferencias estadísticamente significativas con respecto a la medición de las aberraciones sin dilatación, excepto para la aberración Z200.

En el caso de la comparación con ciclopléjico, nos salen diferencias estadísticamente significativas en todas las aberraciones, por lo que se puede decir que el ciclopléjico es un inductor de aberraciones.

5.8 **Resultados del porcentaje de retratamiento con el láser 1 y con el láser 2.**

En la población tratada con el láser 1 compuesta de 42 ojos, se realizó un retratamiento en dos ojos del mismo paciente. El porcentaje de retratamiento fue pues de 4,6%. En la población tratada con el láser 2 compuesta por 69 ojos, se reintervinieron 7 ojos, dando un porcentaje de retratamiento de 10,7%. Nosotros atribuimos este mayor número de retratamientos con el láser 2 a un desajuste en el nomograma ya que estos eran nuestros primeros casos.

5.9 Resultados de las interrelaciones entre la paquimetría y la ablación

A/ En primer lugar se ha comprobado que hay variación entre la paquimetría previa y la posterior en cada uno de los dos láseres .

Metodología estadística: Comparación de dos poblaciones con datos relacionados mediante la T d' Student.

Láser 1:

Estadísticos de muestras relacionadas^a

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Paqui US pre	506,08	26	26,023	5,104
	Paqui US 3m	445,65	26	30,128	5,909

a. LASER = 1,000

Correlaciones de muestras relacionadas^a

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Paqui US pre y Paqui US 3m	26	,618	,001

a. LASER = 1,000

De estos resultados sacamos la conclusión de que hay una correlación aunque no muy alta entre la paquimetría previa y la posterior, por lo tanto, a mayor paquimetría previa, mayor será la paquimetría posterior.

Prueba de muestras relacionadas^a

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Paqui US pre - Paqui US 3m	60,42	24,823	4,868	50,40	70,45	12,412	25	,000

a. LASER = 1,000

Con esta tabla obtenemos que la diferencia entre la paquimetría previa y la postoperatoria es estadísticamente significativa.

Láser 2:

Estadísticos de muestras relacionadas^a

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Paqui US pre	515,76	66	29,580	3,641
	Paqui US 3m	443,45	66	21,106	2,598

a. LASER = 2,000

Correlaciones de muestras relacionadas^a

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Paqui US pre y Paqui US 3m	66	,497	,000

a. LASER = 2,000

En el caso del láser 2, la correlación entre la paquimetría previa y la posterior es mucho mas baja que en el láser 1 pudiendo concluir que no se correlacionan.

Prueba de muestras relacionadas^a

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	Paqui US pre - Paqui US 3m	72,30	26,444	3,255	65,80	78,80	22,213	65	,000

a. LASER = 2,000

En este caso el cambio paquimétrico después de aplicar el tratamiento también ha sido muy importante con una significación estadística de 0,00.

Si nos fijamos en las medias de ablación podemos comprobar que el láser 2 ha ablacionado de media más tejido que el láser 1.

B/ En este apartado queremos comprobar si el láser 2 ablaciona menos que el láser 1.

Metodología estadística: Análisis de la varianza univariante.

Para comprobar esto se ha relacionado la diferencia paquimétrica entre antes y después del tratamiento en cada individuo (paqui D), y se ha correlacionado con el equivalente esférico y con el RMS previos. Todo esto diferenciando entre un láser y el otro.

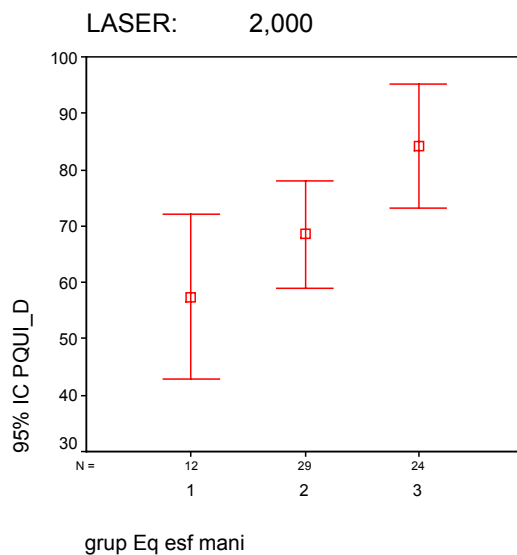
Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Paqui US 3m

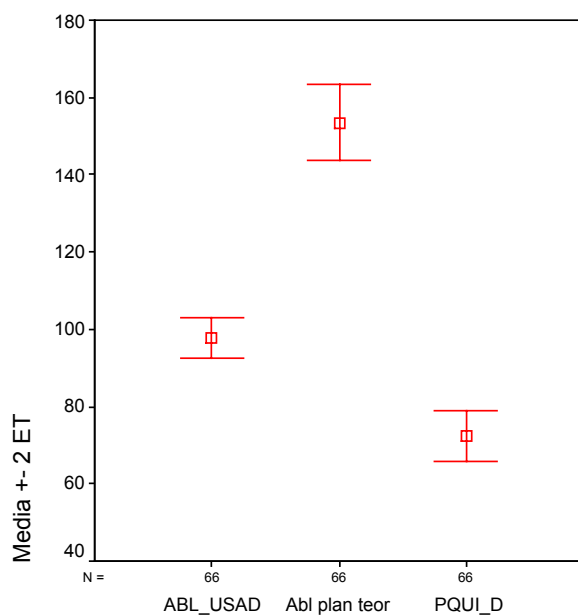
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	6543,998 ^a	15	436,267	,743	,733
Intersección	4113973,898	1	4113973,9	7009,438	,000
LASER	13,453	1	13,453	,023	,880
GRUP_EQM	429,642	2	214,821	,366	,695
GRUPRMS	1640,011	3	546,670	,931	,430
LASER * GRUP_EQM	799,222	1	799,222	1,362	,247
LASER * GRUPRMS	549,509	1	549,509	,936	,336
GRUP_EQM * GRUPRMS	1257,094	4	314,274	,535	,710
LASER * GRUP_EQM * GRUPRMS	207,243	1	207,243	,353	,554
Error	42845,103	73	586,919		
Total	17606039,0	89			
Total corregida	49389,101	88			

a. R cuadrado = ,132 (R cuadrado corregida = -,046)

De este análisis concluimos que el factor láser no tiene ninguna significación con el equivalente esférico ni con el RMS previo. Según a que grupo de equivalente esférico o RMS pertenezca cada paciente, la diferencia en la ablación realizada si se trata con un láser o se trata con el otro, no será estadísticamente significativa.



En este gráfico vemos que hay un incremento en la ablación realizada según es mayor el grupo de equivalente esférico tratado. El comportamiento con el láser 1 es igual.



En este gráfico comprobamos que el láser 2 programa una menor ablación que el láser 1 en la misma población de pacientes. Además que una vez realizada la ablación, esta es menor a la esperada.

C/ En este apartado comprobaremos si el láser ablaciona lo que realmente nos dice que ablacionará.

Hemos utilizado los casos tratados con el láser 2, donde hemos estudiado la ablación supuesta con el láser 2 (Abl usada) y la ablación supuesta con el láser 1 (Abl planosc teórica), para la misma zona óptica (se han excluido los casos donde se usaban zonas ópticas no permitidas en el láser 1)

Los resultados obtenidos con la ablación usada (láser 2) y con la ablación planosc teórica (láser 1) con respecto a la ablación real realizada son que con un intervalo de confianza del 95% se puede afirmar que la correlación lineal es muy buena, aceptándose que son dos rectas paralelas, pero no superpuestas, por lo que la ablación real siempre es menor a la estimada con anterioridad al tratamiento.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
ABL_USAD	68	50,00	139,00	97,5735	21,32290
Abl plan teor	68	84	274	153,24	39,545
PQUI_D	66	18,00	142,00	72,3030	26,44354
N válido (según lista)	66				

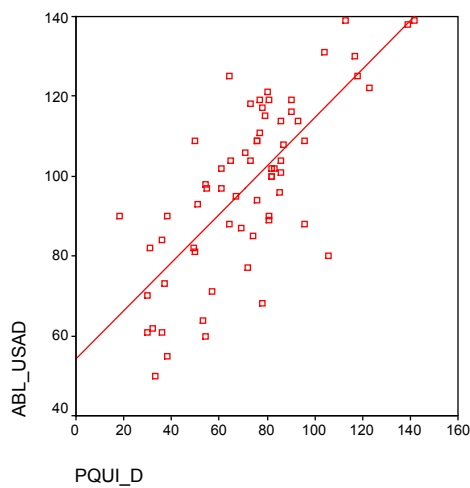
Láser 2:

Correlaciones

		PQUI_D	ABL_USAD	Abl plan teor
PQUI_D	Correlación de Pearson	1	,742**	,472**
	Sig. (bilateral)	,	,000	,000
	N	66	66	66
ABL_USAD	Correlación de Pearson	,742**	1	,735**
	Sig. (bilateral)	,000	,	,000
	N	66	68	68
Abl plan teor	Correlación de Pearson	,472**	,735**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,
	N	66	68	68

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

La ablación del láser 2 tiene una mayor correlación con la ablación supuesta



Correlación del láser 2

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,413 ^a	,170	,157	56,541

a. Variables predictoras: (Constante), PQUI_D

Coefficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
	B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	121,335	20,399		5,948	,000	80,582	162,087
PQUI_D	,961	,265	,413	3,623	,001	,431	1,491

a. Variable dependiente: ABL_REC

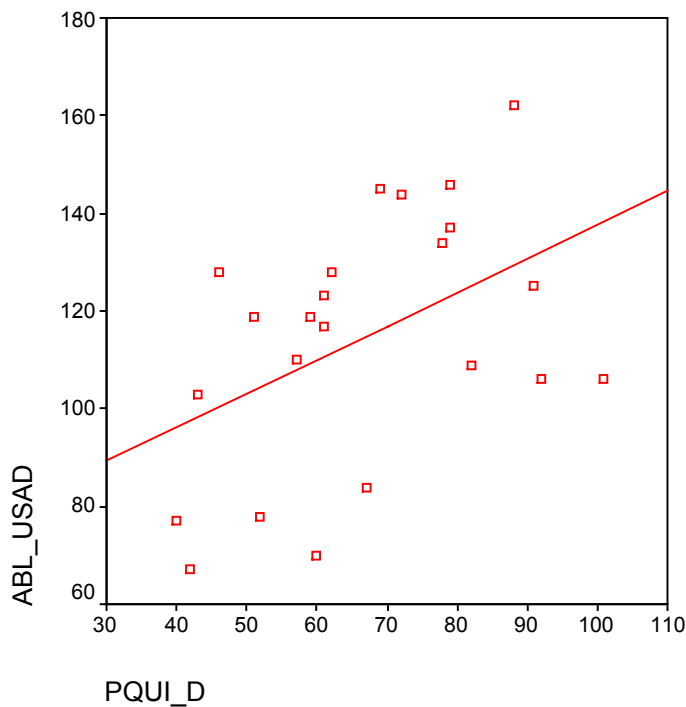
De esta tabla se concluye que se puede aceptar que son dos rectas paralelas pero que no cruzan los ejes de abscisas y ordenadas por el mismo punto. (hemos cambiado la variable abl usada por abl rec pero los resultados son los mismos)

Láser 1:

Correlaciones

		PQUI_D	ABL_USAD
PQUI_D	Correlación de Pearson	1	,465*
	Sig. (bilateral)	,	,026
	N	23	23
ABL_USAD	Correlación de Pearson	,465*	1
	Sig. (bilateral)	,026	,
	N	23	39

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).



Correlación del láser 1.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,472 ^a	,223	,211	35,632

a. Variables predictoras: (Constante), PQUI_D

La correlación lineal es muy baja, no hay una tendencia lineal clara.

Coefficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
		B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	101,672	12,856		7,909	,000	75,989	127,354
	PQUI_D	,717	,167	,472	4,289	,000	,383	1,051

a. Variable dependiente: Abl plan teor

De esta tabla se concluye que se puede aceptar que son dos rectas paralelas pero que no cruzan los ejes de abscisas y ordenadas por el mismo punto.

D/ En este apartado, el último referente a la paquimetría vamos a estudiar la relación entre el resultado refractivo (equivalente esférico a los 6 meses) y la cantidad visual (BCVA y UCVA), en relación al equivalente esférico previo, al RMS previo, al porcentaje de ablación corneal realizado, y a la paquimetría residual después del tratamiento. Se estudiará en el total de la población.

1/RMS previo: (Se han agrupado los grupos 3 y 4 de RMS debido al poco número de casos, por lo que el grupo 3 corresponde a RMS superiores a 0,5)

Grupos:

Grupo 1: 0- 0,25

Grupo 2: 0,26- 0,50

Grupo 3: 0,51- 1,5

a/ Equivalente esférico a los 6 meses (grup 4)

Grupo 1: -1,5 / -0,5

Grupo 2: -0,5 / 0,5

Grupo 3: 0,5 / 1,5

Tabla de contingencia GRUPRMS * GRUP_4

			GRUP_4			Total
			1,00	2,00	3,00	
GRUPRMS	1,00	Recuento	6	24	4	34
		% de GRUPRMS	17,6%	70,6%	11,8%	100,0%
	2,00	Recuento	12	51	3	66
		% de GRUPRMS	18,2%	77,3%	4,5%	100,0%
	3,00	Recuento	3	2	1	6
		% de GRUPRMS	50,0%	33,3%	16,7%	100,0%
Total		Recuento	21	77	8	106
		% de GRUPRMS	19,8%	72,6%	7,5%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,670 ^a	4	,154
Razón de verosimilitud	6,012	4	,198
Asociación lineal por lineal	1,386	1	,239
N de casos válidos	106		

a. 5 casillas (55,6%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es ,45.

Resumen: En los casos en que el RMS es inferior a 0,5, la predictibilidad es muy alta, estando entre un 70 y un 80% en emetropia. En cambio en el grupo con un RMS superior a 0,5, se encuentran muchos casos (50%) de hipocorrecciones.

También se observa que en el grupo 1 y 2 hay una ligera tendencia a la hipercorrección.

Al aplicar el test de Chi-cuadrado se observa que no hay una relación significativa entre el RMS previo y el equivalente esférico a los 6 meses.

b/ BCVA a los 6 meses.

Los grupos de BCVA son:

Grupo 1: 0,2- 0,6

Grupo 2: 0,61- 0,8

Grupo 3: 0,81- 1,2

Tabla de contingencia GRUPRMS * BCVA_G

			BCVA_G			Total	
			1,00	2,00	3,00		
GRUPRMS	1,00	Recuento	2	8	24	34	
		% de GRUPRMS	5,9%	23,5%	70,6%	100,0%	
	2,00	Recuento	14	16	44	74	
		% de GRUPRMS	18,9%	21,6%	59,5%	100,0%	
	Total		Recuento	16	24	68	108
			% de GRUPRMS	14,8%	22,2%	63,0%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,169 ^a	2	,205
Razón de verosimilitud	3,639	2	,162
Asociación lineal por lineal	2,469	1	,116
N de casos válidos	108		

a. 0 casillas (.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es 5,04.

Resumen: A menor RMS previo mayor porcentaje de casos acaban en el grupo alto de BCVA, por lo tanto mejor resultado en cantidad visual. En el grupo 3 de RMS, un alto porcentaje acaban con una baja BCVA (66%).

En este caso al aplicar el test de Chi-cuadrado se ha agrupado en solo dos grupos para asegurar que la relación no es estadísticamente significativa. (0,205)

c/ UCVA a los 6 meses:

Los grupos de UCVA son:

Grupo 1: 0,1- 0,4

Grupo 2: 0,41- 0,7

Grupo 3: 0,71- 1,2

Tabla de contingencia GRUPRMS * UCVA_G

			UCVA_G		Total
			2,00	3,00	
GRUPRMS	1,00	Recuento	1	33	34
		% de GRUPRMS	2,9%	97,1%	100,0%
	2,00	Recuento	3	65	68
		% de GRUPRMS	4,4%	95,6%	100,0%
	3,00	Recuento		6	6
		% de GRUPRMS		100,0%	100,0%
Total		Recuento	4	104	108
		% de GRUPRMS	3,7%	96,3%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,382 ^a	2	,826
Razón de verosimilitud	,603	2	,740
Asociación lineal por lineal	,001	1	,973
N de casos válidos	108		

a. 3 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es ,22.

Resumen: No ha quedado nadie con una UCVA menor a 0,4. En mas del 95% de los casos han quedado con una UCVA superior a 0,7.

Al aplicar el test de Chi-cuadrado se ha comprobado que no hay ninguna relación estadísticamente significativa entre el RMS previo y la UCVA a los 6 meses.

2/ Equivalente esférico preoperatorio.

Grupos:

Grupo 1: 0- 4,5D

Grupo 2: 4,6- 8D

Grupo 3: 8,1- 13D

a/ Equivalente esférico a los 6 meses (grup 4)

Tabla de contingencia grup Eq esf mani * GRUP_4

			GRUP_4			Total
			1,00	2,00	3,00	
grup Eq esf mani	1	Recuento	1	15	2	18
		% de grup Eq esf mani	5,6%	83,3%	11,1%	100,0%
	2	Recuento	11	45	3	59
		% de grup Eq esf mani	18,6%	76,3%	5,1%	100,0%
	3	Recuento	10	17	3	30
		% de grup Eq esf mani	33,3%	56,7%	10,0%	100,0%
Total		Recuento	22	77	8	107
		% de grup Eq esf mani	20,6%	72,0%	7,5%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,933 ^a	4	,139
Razón de verosimilitud	7,419	4	,115
Asociación lineal por lineal	3,335	1	,068
N de casos válidos	107		

a. 4 casillas (44,4%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es 1,35.

Resumen: A mayor equivalente esférico previo mayor hipocorrección. Al aplicar el test de Chi-cuadrado vemos que no hay una relación estadísticamente significativa entre estos dos factores.

b/ BCVA a los 6 meses.

Tabla de contingencia grup Eq esf mani * BCVA_G

			BCVA_G			Total
			1,00	2,00	3,00	
grup Eq esf mani	1	Recuento	2	4	13	19
		% de grup Eq esf mani	10,5%	21,1%	68,4%	100,0%
	2	Recuento	8	12	39	59
		% de grup Eq esf mani	13,6%	20,3%	66,1%	100,0%
	3	Recuento	5	9	16	30
		% de grup Eq esf mani	16,7%	30,0%	53,3%	100,0%
Total		Recuento	15	25	68	108
		% de grup Eq esf mani	13,9%	23,1%	63,0%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,796 ^a	4	,773
Razón de verosimilitud	1,778	4	,777
Asociación lineal por lineal	1,143	1	,285
N de casos válidos	108		

a. 3 casillas (33,3%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es 2,64.

Resumen: Los de los grupos de menor equivalente esférico obtienen mayor porcentaje de BCVA superior a 0,8,(68%) que los de alto equivalente esférico (53%). Al aplicar el test de Chi-cuadrado no sale significativa la relación entre estos dos factores.

c/ UCVA a los 6 meses:

Tabla de contingencia grup Eq esf mani * UCVA_G

			UCVA_G		Total
			2,00	3,00	
grup Eq esf mani	1	Recuento	1	18	19
		% de grup Eq esf mani	5,3%	94,7%	100,0%
	2	Recuento	2	57	59
		% de grup Eq esf mani	3,4%	96,6%	100,0%
	3	Recuento		30	30
		% de grup Eq esf mani		100,0%	100,0%
Total		Recuento	3	105	108
		% de grup Eq esf mani	2,8%	97,2%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,374 ^a	2	,503
Razón de verosimilitud	2,113	2	,348
Asociación lineal por lineal	1,306	1	,253
N de casos válidos	108		

a. 3 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es ,53.

Resumen: El resultado es muy bueno, no encontrando ningún caso con una UCVA menor de 0,4. Además el 95% como mínimo de los casos consiguen una UCVA superior a 0,7. En este caso en concreto el resultado ha sido mucho mejor en el grupo con un alto equivalente esférico previo, ya que en este grupo el 100% de los casos ha acabado con una UCVA superior a 0,7.

Al aplicar el test de Chi-cuadrado no sale significativa la relación entre estos dos factores.

3/ Porcentaje de ablación corneal (grup_P_3):

Los grupos son:

Grupo 1: 2% - 10%

Grupo 2: 10,1% - 18%

Grupo 3: 18,1% - 26%

a/ Equivalente esférico a los 6 meses (grup 4)

Tabla de contingencia GRUP_P_3 * GRUP_4

			GRUP_4			Total
			1,00	2,00	3,00	
GRUP_P_3	1,00	Recuento	3	21	3	27
		% de GRUP_P_3	11,1%	77,8%	11,1%	100,0%
	2,00	Recuento	14	33	3	50
		% de GRUP_P_3	28,0%	66,0%	6,0%	100,0%
	3,00	Recuento	3	9	2	14
		% de GRUP_P_3	21,4%	64,3%	14,3%	100,0%
Total	Recuento		20	63	8	91
	% de GRUP_P_3		22,0%	69,2%	8,8%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,777 ^a	4	,437
Razón de verosimilitud	3,992	4	,407
Asociación lineal por lineal	,641	1	,423
N de casos válidos	91		

a. 4 casillas (44,4%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es 1,23.

Resumen: El porcentaje de ablación corneal no tiene una relación estadísticamente significativa (0,437) con el equivalente esférico posterior al tratamiento. De todas formas, a los que se les ha ablacionado la córnea en menor porcentaje, también han conseguido la emetropia en mayor porcentaje (77%) En los grupos con un alto porcentaje de ablación, en la mayoría de los casos también se consigue la emetropia (65%), pero el porcentaje de hipocorrecciones también aumenta.(22%).

b/ BCVA a los 6 meses.

Tabla de contingencia GRUP_P_3 * BCVA_G

			BCVA_G			Total
			1,00	2,00	3,00	
GRUP_P_3	1,00	Recuento	4	6	18	28
		% de GRUP_P_3	14,3%	21,4%	64,3%	100,0%
	2,00	Recuento	11	12	27	50
		% de GRUP_P_3	22,0%	24,0%	54,0%	100,0%
	3,00	Recuento	1	6	7	14
		% de GRUP_P_3	7,1%	42,9%	50,0%	100,0%
Total		Recuento	16	24	52	92
		% de GRUP_P_3	17,4%	26,1%	56,5%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,897 ^a	4	,420
Razón de verosimilitud	3,866	4	,424
Asociación lineal por lineal	,269	1	,604
N de casos válidos	92		

a. 3 casillas (33,3%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es 2,43.

Resumen: Los pacientes con un mayor porcentaje de ablación no llegan al grupo de mejor BCVA en tan alto porcentaje (50%) como a los que se les ablaciona poco porcentaje (65%). De todas formas en éste grupo casi no se encuentran BCVA por debajo de 0,4 (7%), mientras que en los grupos de bajo porcentaje de ablación sí (20%).

Al aplicar el test de Chi-cuadrado no sale significativa la relación entre estos dos factores.

c/ UCVA a los 6 meses:

Tabla de contingencia GRUP_P_3 * UCVA_G

			UCVA_G		Total
			2,00	3,00	
GRUP_P_3	1,00	Recuento	2	26	28
		% de GRUP_P_3	7,1%	92,9%	100,0%
	2,00	Recuento	1	49	50
		% de GRUP_P_3	2,0%	98,0%	100,0%
	3,00	Recuento	1	13	14
		% de GRUP_P_3	7,1%	92,9%	100,0%
Total	Recuento	4	88	92	
	% de GRUP_P_3	4,3%	95,7%	100,0%	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,452 ^a	2	,484
Razón de verosimilitud	1,489	2	,475
Asociación lineal por lineal	,091	1	,762
N de casos válidos	92		

a. 3 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,61.

Resumen: En el caso de la UCVA no vemos ningún caso por debajo de 0,4, sea cual sea el porcentaje de ablación realizado. En los tres grupos de ablación, se consigue en un 93% llegar a una UCVA superior al 0,7. Al aplicar el test de Chi-cuadrado no sale significativa la relación entre estos dos factores.

4/ Paquimetría residual:

Los grupos son:

Grupo 1: 390- 430

Grupo 2: 431- 470

Grupo 3: 471- 510

a/ Equivalente esférico a los 6 meses (grup 4)

Tabla de contingencia P_US3_C * GRUP_4

Recuento		GRUP_4			Total
		1,00	2,00	3,00	
P_US3_C	1,00	3	21	3	27
	2,00	14	33	3	50
	3,00	3	9	2	14
Total		20	63	8	91

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,777 ^a	4	,437
Razón de verosimilitud	3,992	4	,407
Asociación lineal por lineal	,641	1	,423
N de casos válidos	91		

a. 4 casillas (44,4%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es 1,23.

Resumen: Se observa que no por el hecho de quedar con una paquimetría reducida (grupo 1) se afecta el resultado refractivo en términos de equivalente esférico. En los tres grupos de paquimetría la mayoría de los casos han quedado emétopes. No se aprecia ninguna significación estadística.

b/ BCVA a los 6 meses.

Tabla de contingencia P_US3_C * BCVA_G

Recuento		BCVA_G			Total
		1,00	2,00	3,00	
P_US3_C	1,00	4	6	18	28
	2,00	11	12	27	50
	3,00	1	6	7	14
Total		16	24	52	92

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,897 ^a	4	,420
Razón de verosimilitud	3,866	4	,424
Asociación lineal por lineal	,269	1	,604
N de casos válidos	92		

a. 3 casillas (33,3%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es 2,43.

Resumen: Se observa que no por el hecho de quedar con una paquimetría reducida (grupo 1) se afecta el resultado refractivo en términos de BCVA. En los tres grupos de paquimetría la mayoría de los casos han quedado con una BCVA mayor a 0,8. No se aprecia ninguna significación estadística.

c/ UCVA a los 6 meses:

Tabla de contingencia P_US3_C * UCVA_G

Recuento

		UCVA_G		Total
		2,00	3,00	
P_US3_C	1,00	2	26	28
	2,00	1	49	50
	3,00	1	13	14
Total		4	88	92

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,452 ^a	2	,484
Razón de verosimilitud	1,489	2	,475
Asociación lineal por lineal	,091	1	,762
N de casos válidos	92		

a. 3 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es ,61.

Resumen: Se observa que no por el hecho de quedar con una paquimetría reducida (grupo 1) se afecta el resultado refractivo en términos de UCVA. En los tres grupos de paquimetría casi el 100% de los casos han quedado con una UCVA mayor a 0,7. No se aprecia ninguna significación estadística.

5.10 Resultados de la comparación de las zonas ópticas:

En este apartado vamos a estudiar la zona óptica realizada (grup_ZO) en nuestra población.

A/ Lo primero a definir es como hemos usado las zonas ópticas en los dos tipos de láser utilizado.

La zona óptica la vamos a medir según el eje mas grande mediante el Orbscan, y la dividiremos en grupos:

Grupo 1: 5 – 6mm

Grupo 2: 6,1 – 7mm

Grupo 3: 7,1 – 8mm

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
grup Eq esf mani * GRUP_ZO	38	88,4%	5	11,6%	43	100,0%

a. LASER = 1,000

Tabla de contingencia grup Eq esf mani * GRUP_ZO

Recuento

	GRUP_ZO			Total
	1,00	2,00	3,00	
grup Eq 1		5	1	6
esf mani 2	7	19		26
3	1	5		6
Total	8	29	1	38

a. LASER = 1,000

Pruebas de chi-cuadrado^b

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,190 ^a	4	,126
Razón de verosimilitud	6,779	4	,148
Asociación lineal por lineal	1,600	1	,206
N de casos válidos	38		

a. 7 casillas (77,8%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es ,16.

b. LASER = 1,000

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
grup Eq esf mani * GRUP_ZO	67	98,5%	1	1,5%	68	100,0%

a. LASER = 2,000

Tabla de contingencia grup Eq esf mani * GRUP_ZO

Recuento

		GRUP_ZO			Total
		1,00	2,00	3,00	
grup Eq	1	3	5	4	12
esf mani	2	9	17	5	31
	3	12	12		24
Total		24	34	9	67

a. LASER = 2,000

Pruebas de chi-cuadrado^b

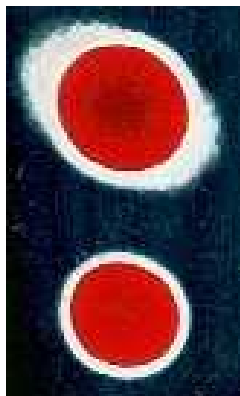
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9,368 ^a	4	,053
Razón de verosimilitud	11,474	4	,022
Asociación lineal por lineal	6,996	1	,008
N de casos válidos	67		

a. 4 casillas (44,4%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.
La frecuencia mínima esperada es 1,61.

b. LASER = 2,000

Resumen: En el láser 2 se observa una clara tendencia a realizar zonas ópticas menores (grupo_ZO 1 y 2) en los casos con un equivalente esférico previo alto. En el láser 1 no se han realizado casos con ZO en el grupo 3 porque el software no lo permite.

En ninguno de los dos láseres se ha observado una relación significativa entre la ZO realizada y el equivalente esférico previo.



Mismo tratamiento 120° -1 -3.
En la parte superior el tratamiento con planoscan.
En la parte inferior el tratamiento con Zyoptix.

B/ En este apartado sobre la Z.O vamos a comprobar si los láseres realizan realmente la Z.O que se les ha programado.

Metodología estadística: Prueba t – student de comparación de medias con datos apareados

Se manejaran dos grupos:

Grupo Z.O 1: Es la Z.O realizada

Grupo Z.O 2: Es la Z.O usada (programada).

Este grupo o dividiremos entre:

-ZO feta: Diámetro mayor.

-ZonaF: Diámetro menor.

Estadísticos de grupo^a

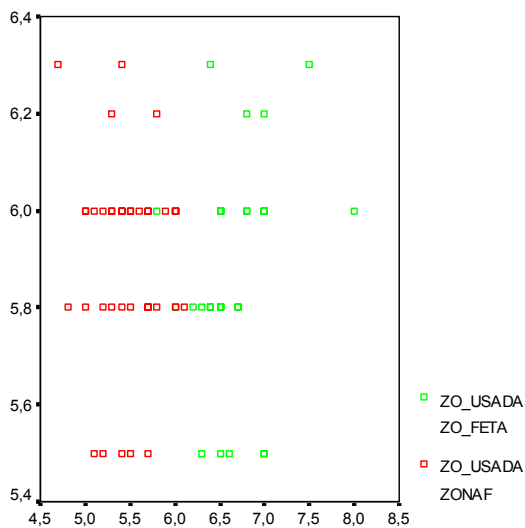
VAR00002	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
ZO_FETA 1,00	39	6,55	,451	,072
2,00	41	5,90	,201	,031

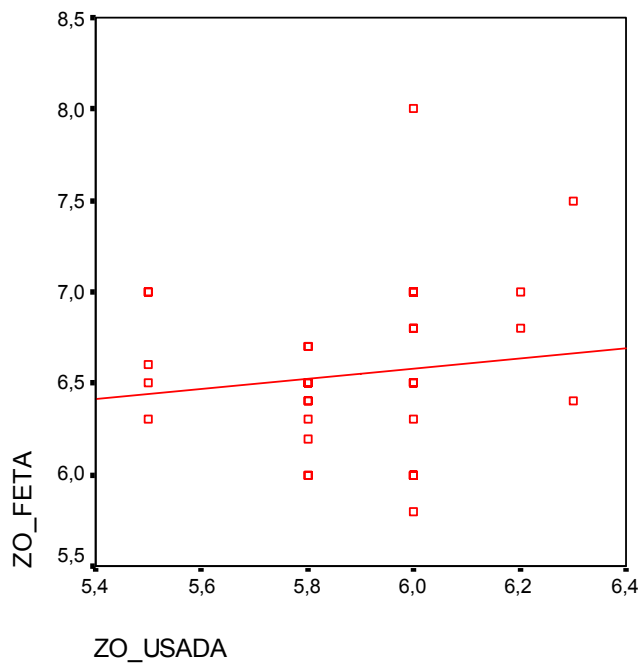
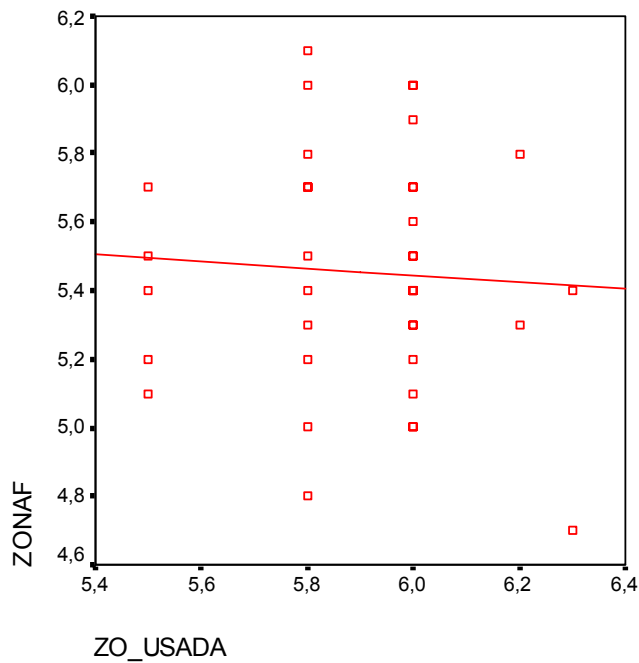
a. LASER = 1,000

Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior Superior				
Par 1	ZO_USADA ZONAF	-,4421	,41043	,06658	,3072	,5770	6,640	37	,000
Par 2	ZO_USADA ZO_FETA	-,65	,472	,076	-,80	-,50	-8,621	38	,000

Resumen: En el láser 1 ha salido una diferencia estadísticamente significativa, por lo tanto hay diferencias entre la Z.O programada y la realizada.





Resumen: Podemos concluir que el láser 1 realiza las ZO tal y como las programamos, ya que el diámetro menor es ligeramente menor a la ZO programada, y el diámetro mayor es ligeramente superior al programado. (5,90 es la media programada y el realizado es 6,55.)

La correlación lineal no es muy alta en ninguno de los dos grupos, pero sí se observa una tendencia que el diámetro inferior (Zona F) disminuye a medida que aumenta la zona óptica programada, y al contrario con el diámetro mayor (ZO feta).

Láser 2:

Estadísticos de grupo^a

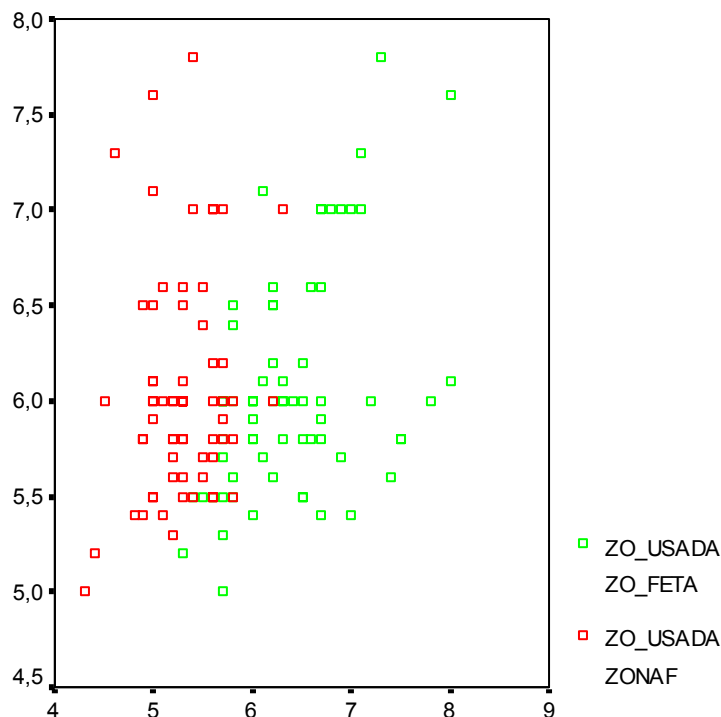
VAR00002	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
ZO_FETA 1,00	68	6,38	,624	,076
2,00	68	6,06	,583	,071

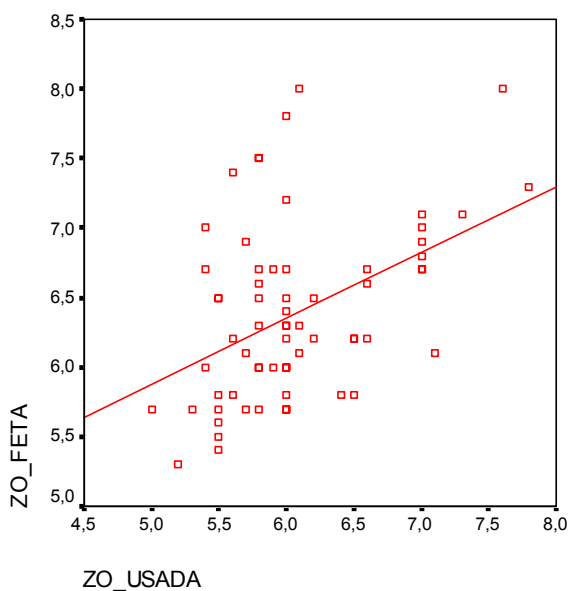
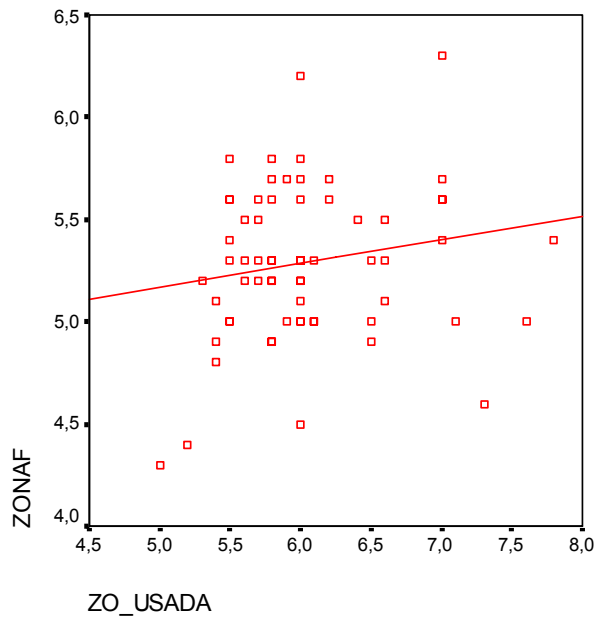
a. LASER = 2,000

Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de media	95% Intervalo de confianza para la diferencia			
					Inferior Superior			
Par 1	ZO_USADA - ZONAF	-,7676	,63162	,07659	,6148 ,9205	10,022	67	,000
Par 2	ZO_USADA - ZO_FETA	-,32	,644	,079	-,47 -,16	-4,043	66	,000

Resumen: En el láser 2 ha salido una diferencia estadísticamente significativa, por lo tanto hay diferencias entre la Z.O programada y la realizada.





Resumen: Podemos concluir que el láser 2 realiza las ZO tal y como las programamos, ya que el diámetro menor es ligeramente menor a la ZO programada, y el diámetro mayor es ligeramente superior al programado. (6,06 es la media programada y el realizado es 6,38.) aunque en menor proporción que el láser 1, por lo tanto hay un mejor ajuste a la ZO programada.

La correlación lineal no es muy alta en ninguno de los dos grupos, pero sí se observa una tendencia que el diámetro inferior (Zona F) al igual que el diámetro superior (ZO feta) aumentan a medida que aumenta la zona óptica programada. En el láser 1 esto no pasaba, corroborando el mejor ajuste entre la ZO programada y la realizada en el láser 2.

6. DISCUSIÓN

6.1 Discusión del material

6.1.1 Discusión de la población

La miopía se distribuye por igual en las dos poblaciones tratadas, con una morfología gaussiana. En la población tratada con el láser 2 la miopía es un poco mayor.

El cilindro también se distribuye igual en las dos poblaciones, pero en este caso de forma asimétrica con un desplazamiento de los casos hacia los astigmatismos bajos.

El equivalente esférico tiene un comportamiento paralelo a la miopía.

De esto concluimos que eran dos poblaciones homogéneas y comparables en cuanto a la variable miopía, astigmatismo, y equivalente esférico.

En el estudio aberrométrico de la población tratada, vemos que el RMS se distribuye de forma asimétrica con un desplazamiento hacia los valores bajos, por lo que nuestra población no está afectada de grandes aberraciones de alto orden. Además si desglosamos éste, vemos que la aportación principal es por las aberraciones de 3er orden, que son las de orden mas bajo dentro de las aberraciones de alto orden. Seguidamente ya encontramos el aporte de las aberraciones de 4º grado y finalmente con poca contribución las aberraciones de 5º orden. Por lo tanto podemos definir que la aportación de las aberraciones a la calidad visual es mayor a menor orden de clasificación de Zernike.

El hecho que la población tratada tuviera pocas aberraciones de alto orden explica el porque los resultados han salido similares con un láser y con el otro, solapando las posibles ventajas de laser 2.

Si nos fijamos en la distribución de las aberraciones encontradas en nuestra población, vemos que las mas frecuentes eran la Z311, la Z331, y la Z400, manteniéndose el resto de las aberraciones en valores muy cercanos a cero. Por lo tanto estas deberían ser las aberraciones objetivo en los futuros algoritmos de tratamiento personalizado.

También hemos estudiado interrelaciones entre las aberraciones y otros factores. Los resultados mas interesantes a los que hemos llegado han sido los siguientes:

- Relación Z200 y miopía:

Entre la Z200 y la miopía hay una fuerte correlación lineal, con un coeficiente del 82%. Este dato confirma que la aberración Z200 es la miopía, y que además nuestro aberrómetro la capta con una alta fiabilidad.

- Relación RMS y edad:

Otra intersección interesante ha sido la que relaciona el RMS con la edad. Vemos que el RMS empeora con la edad, y esto es debido a una negativización de la Z400. La Z440 también contribuye al aumento del RMS mediante una negativización, pero en menor grado que la Z400. este aumento de la esfericidad se debe a cambios seniles en el cristalino

- Relación HOA y miopía:

Por último una intersección muy interesante es que entre la miopía y las aberraciones de alto orden no se encuentra ninguna relación lineal. Debemos pues desmentir la creencia de que un ojo muy miope será un ojo muy aberrante con muchas HOA, ya que esto queda demostrado que no es así.

6.1.2 Discusión del aberrómetro

La medición de las aberraciones es una nueva tecnología introducida en el mundo de la oftalmología. La adquisición de las aberraciones, como cualquier otra técnica requiere su curva de aprendizaje, por lo que para acortar ésta, las aberrometría solo han sido tomadas por dos personas con el debido entrenamiento de los técnicos que han diseñado el aberrómetro. En nuestros casos se incluyen los primeros pacientes tratados con este procedimiento, por lo que la curva de aprendizaje podría tener alguna implicación, pero se descarta ya que no se aprecia un mejor resultado en los últimos casos que en los primeros.

El problema de esta técnica es que es 100% objetiva. Sería interesante que se implicara la percepción del paciente en la medición de las aberraciones, ya que la vertiente psicofísica y de interpretación de las imágenes es muy importante a la hora de valorar la capacidad visual.

Una ventaja del aberrómetro usado es que la adquisición se hace en un segundo, por lo que evita cualquier posibilidad de descentramiento. Esto está en relación con el punto expuesto anteriormente, ya que si incluimos el factor psicofísico en la medición, entonces el tiempo de adquisición se alarga.

Actualmente aún no se sabe el valor que pueden llegar a tener los aberrómetros. Es posible que acaben como los autorrefractómetros actuales, de los cuales no nos fiamos ciegamente, o puede ser como la topografía que al aparecer desbancó a la queratometría. Esto lo iremos viendo con la experiencia clínica. Lo ideal para poder fiarnos de las mediciones sería que el paciente se involucrara en las medición como he comentado antes.

En unos 2 o 3 años casi todos los cirujanos refractivos tendrán uno, y el uso principal que deberían tener es en exploración preoperatoria en cirugía refractiva, y en el entendimiento de las posibles alteraciones en la calidad visual que refieren algunos pacientes operados que hasta hoy no eran objetivables, ya que es un instrumento que nos puede llegar a dar mas información de la que podemos obtener actualmente.

Aunque la aberrometría llegue a ocupar un lugar muy importante en la exploración oftalmológica, la topografía no tiene que ser olvidada. Esta adquiere aún mas importancia en la evaluación postoperatoria, y tiene que ser un proceso clave en el tratamiento para controlar el astigmatismo que puede quedar residual y no inducir ninguna aberración de segundo orden evitable.

6.1.2.1 *Ventajas:*

- 1/ Puede diagnosticar con precisión los astigmatismos irregulares del global del ojo, no solo los corneales, lo que se tendría que tener muy en cuenta a la hora de tratar. Ni la refracción subjetiva ni la retinoscopia nos pueden dar con exactitud la refracción esferocilíndrica en una córnea con irregularidades. Con la refracción de frente de onda podemos saber el error refractivo real y las HOA. Por ejemplo, en los retratamientos se tendría que hacer a todos una aberrometría antes de tratar, para objetivar la refracción esferocilíndrica real, ya que tenemos una córnea irregular.
- 2/ Nos puede dar la respuesta en aquellos pacientes con mala AV corregida. Puede ser que sea debido a grandes aberraciones subyacentes.
- 3/ Nos pueden dar feedback de nuestros tratamientos, aunque no los hagamos con un láser guiado por aberrometría, y tener una valoración objetiva de nuestros tratamientos, estudiando las aberraciones inducidas por el tratamiento, y la correlación de éstas con la calidad visual.
- 4/ Si realizamos una ablación basada en la aberrometría estamos realizando una ablación esférica, la cual cosa permite dejar una córnea con morfología “prolate”, la cual permite una mejor calidad de visión que una córnea “oblate” como queda muchas veces después de una ablación miópica esférica
- 5/ Detección de las aberraciones internas del ojo: Si no coincide el mapa topográfico con el aberrométrico, es que las aberraciones son internas, de las cuales la mayoría serán lenticulares.
- 6/ Nos dan una valoración óptica objetiva. La agudeza visual es un dato que no cuantifica de forma apropiada la calidad visual, ya que algunos pacientes tienen una buena AV con una pobre calidad de visión. Si en el examen aberrométrico nos salen aberraciones de alto orden muy marcadas, sabremos objetivamente que la calidad visual del ojo estará disminuida.
- 7/ Nos ayudará a discernir en un paciente con una calidad visual deteriorada, cual es el grado de componente óptico y cual es el grado de componente de interpretación cerebral, y como se afecta este último con la edad u otros factores.

6.1.2.2 *Inconvenientes:*

- 1/ No podemos sustituir al paciente por algo objetivo hoy en día. Tenemos que tener en cuenta que el cerebro es muy sofisticado. Tenemos que tener siempre presente la percepción de nuestros pacientes. Hay un tipo de láser con el que se puede obtener una respuesta subjetiva del paciente

mediante la aplicación de la óptica adaptativa. Podemos obtener información hasta el 10° orden. Hay otro tipo de procedimiento para involucrar al paciente en la medición como es el dilatar y provocar visión borrosa acercando el objetivo desde el infinito lentamente hasta tenerlo enfocado. El paciente es el que te dice cuando está enfocado, y es allí donde se capta la wavefront. Es 99% objetivo.

2/Solo capta las aberraciones monocromáticas.

6.1.3 Discusión del laser que ablaciona basándose en la aberrometría

En este tipo de corrección es imprescindible que el spot sea de 1mm o menor para poder hacer cambios muy pequeños de curvatura en la córnea. De todas formas estos pequeños cambios pueden ser los responsables de la mayor regresión encontrada con estos tipos de tratamiento, ya que la córnea quizás no es capaz de mantener unos cambios tan sutiles.

Además para realizar ablaciones basadas en la aberrometría se requerirá un sistema de seguimiento (eyetrackers) muy eficaz porque en este tipo de tratamientos esféricos los descentramientos tienen un pronóstico peor que en las ablaciones esféricas. En el láser empleado se usa un sistema de seguimiento de 150 hercios.

La forma del haz también es un paso adelante a la hora de poder conseguir ablaciones mas finas, con mejores zonas de transición, y perfiles de ablación esféricos, minimizando el efecto térmico de la energía que se aplica sin efecto refractivo.

Con la tecnología actual estamos capacitados para la corrección de las HOA mediante el laser excimer. El problema es que solo puede corregir las aberraciones monocromáticas, a una longitud de onda concreta. Por lo tanto no corrige la aberración cromática, lo que es un inconveniente ya que el mundo es policromático y entonces la existencia de la aberración cromática limitará la resolución del ojo. A pesar de ello la limitación visual debida a las aberraciones monocromáticas es mayor a la de las aberraciones cromáticas, por lo que la mejoría es mayor corrigiendo las monocromáticas.

Otro inconveniente es que solo corrige las HOA en visión lejana. Tenemos que recordar que al cambiar la distancia de visión también lo hace la óptica ideal compensadora, entonces cualquier actuación sobre la córnea será incapaz de corregir las aberraciones de cerca y de lejos a la vez. Las HOA cambian pues sustancialmente con la acomodación, entonces la corrección de las HOA en visión lejana no será la ideal para la visión cercana. De todas formas al acomodar también existe el reflejo de la miosis, con lo que se limita el efecto de las HOA, ya que estas son periféricas. Si un paciente quiere una excelente visión cercana se le tendría que hacer la aberrometría con el ojo acomodado, aunque se le debería avisar que con la presbicia se perdería el efecto de esta corrección.

6.1.4 Discusión de la caja de Ginsburg

Nos permite una alta reproducibilidad de las condiciones del examen. Hay un excelente control de la distancia de examen y lo mas importante de la iluminación con la que se realiza el examen.

6.2 Discusión de los métodos.

6.2.1 Discusión de realizar cirugía refractiva corneal para la corrección de las aberraciones.

Puede parecer una temeridad realizar una cirugía refractiva basándose en unos datos sobre los cuales el paciente no ha comprobado si realmente ve con una mejor calidad al corregirlos, ya que la cirugía corneal como sabemos no es un proceso reversible. Hay una casa comercial que antes de realizar el procedimiento sobre la córnea del paciente lo realiza sobre una placa de un material específico (PreVue lens) y pide la valoración subjetiva del paciente al mirar a través de la placa con la corrección. Si el feedback es bueno se realiza el tratamiento y al contrario. Otro método para probar la refracción aberrométrica es mediante la óptica adaptativa, pero actualmente es un proceso demasiado caro y poco manejable. Se podrían instaurar otros métodos de corrección óptica de las aberraciones que fueran reversibles y modificables con el tiempo para adaptarse a los cambios aberrométricos del ojo con la edad, y de hecho ya hay líneas de investigación trabajando en ellos.

-1/ Lentes de contacto para corregir HOA

-Ventajas: Se pueden ir cambiando a medida que cambian las aberraciones del ojo.

-Inconveniente: Se tienen que poner y quitar. Su situación en el ojo debería ser muy estable, ya que si rotara se perdería el efecto de la corrección

-2/ IOL o ICL

-El posicionamiento exacto será lo más complicado.

-Sería ideal que fueran modificables desde el exterior para poder ser adaptadas a los cambios que sufre el ojo con el tiempo.

-Ya existe en el mercado una LIO que corrige la aberración de esfericidad.

Es importante discutir el hecho de la realización de cirugía lamelar (LASIK) para la corrección de las aberraciones. Hay autores que proponen realizar la cirugía refractiva basada en el patrón aberrométrico directamente sobre la membrana de Bowman (PRK o LASEK), ya que como he comentado en el trabajo la simple realización de la lamela induce aberraciones. El problema es que estas aberraciones no estarán incluidas en el tratamiento ya que la aberrometría ha sido previa. Alió et al para solucionar este problema proponen la realización de un tratamiento LASIK convencional, realizar una aberrometría posterior al tratamiento, y en un segundo paso realizar una ablación guiada por aberrometría (técnica ZAR Zyoptix ablation refinement). De esta forma se incluye la aberración inducida por el microqueratomo, y además se trata un ojo menos aberrante ya que no tendrá aberraciones de 2º orden, con la mayor probabilidad de corregir las HOA existentes.

Otro factor a tener en cuenta a la hora de realizar una cirugía refractiva sobre la córnea es el factor biomecánico de ésta. Esta es imprescindible conocerla al máximo en casos de ablación personalizada. Estamos ya lejos de las fórmulas de Munnerlyn que consideraban la córnea como un material inerte. Se tiene que caracterizar al máximo la respuesta cicatricial para predecir sus efectos, y sobretodo la posible inducción de aberraciones por parte de esta o de cuando cortamos el flap. Esto es muy importante si pretendemos continuar con la técnica LASIK, ya que parece lo más prudente debido a

que esta técnica por si minimiza la repuesta inflamatoria. Esta se considera el principal factor que pudiera alterar la predictibilidad de nuestro tratamiento basado en aberrometría. Teniendo esta definida se podrían alterar los nomogramas de los láseres para que la tuvieran en cuenta. Otro aspecto a comentar es mejorar la técnica para que sea lo menos traumática posible para así evitar cualquier efecto biomecánico evitable. De todas formas se tiene que contar con la variabilidad individual que no se puede predecir.

El hecho de que la corrección se base en el global de aberraciones del ojo, nos hace plantear la cuestión de que pasa al quitar el cristalino a un paciente al que se le ha realizado una ablación guiada por aberrometría. No se sabe la respuesta de una manera cierta, lo que si sabemos es que en un ojo no tratado, cuando le quitamos el cristalino también le alteramos por completo la estructura aberrométrica, y los pacientes siempre acaban viendo mejor. Lo que si se perderá, o todo o en parte, es la corrección aberrométrica que habíamos practicado con anterioridad, aunque esta ya había ido perdiendo efecto con la edad, ya que las aberraciones oculares incrementan con la edad, por ejemplo con la esclerosis cristaliniiana la cual altera la estructura aberrométrica del cristalino.

6.3 **Discusión de los resultados**

6.3.1 Discusión de la predictibilidad, estabilidad, seguridad y eficacia del tratamiento personalizado de la miopía comparado con el tratamiento convencional.

Predictibilidad de la esfera: En los tratados con el láser 1, ya desde el primer día oscilan entre $+/- 0,75D$. La evolución es hacia una cierta compactación de los resultados entorno a $+/- 0,5D$ al mes, y a los 6 meses ya no hay ninguna hipercorrección. En el caso del láser 2 vemos una gran hipercorrección que se mantiene a la semana, y que a partir de entonces empieza a regresar. Al mes se empiezan a apreciar hipocorrecciones, y a los 6 meses, a pesar de que la mayoría están emétopes, se distribuyen de forma muy homogénea de $-1,25D$ a $+1,5D$, por lo que la predictibilidad a los 6 meses es peor que con el láser 1. En este aspecto debemos tener presente que son los primeros casos con este láser y no se ha ajustado el nomograma.

En los dos láseres para miopías altas hay mas riesgo de hipocorrección.

Predictibilidad cilindro: Se comporta igual en los dos láseres, donde vemos dos picos en emetropia y en $-0,5D$. Estos se mantienen a lo largo de los 6 meses en ambos laseres.

BCVA: En el tratamiento con el láser 1, en el primer control se llegan a perder entre 1 y 2 líneas (con una visión mayor a 0,8 en la mayoría de los casos), que se van recuperando con una pérdida de una línea a la semana y al mes una visión de mas de 0,9 en el 97% de los casos. A los tres meses nadie pierde ni gana mas de una línea. Y se mantiene así a los 6 meses con una visión mayor de 0,9. En los tratados con el láser 2 en el primer día se observa una pérdida de hasta tres líneas, pero rápidamente a la semana

vemos que hay pacientes que ganan líneas (hasta 2). Al mes pierden como máximo 1 línea y ganan hasta tres líneas. A los tres meses la mayoría de los pacientes están por encima de 0,85. A los 6 meses la ganancia de líneas se mantiene, y la visión es en la mayoría de 0,9. Es importante señalar que solo 2 pacientes tienen visión superior a 20/20. Con el láser 2 se ha conseguido mejorar la agudeza visual de nuestros pacientes. Esto es un dato muy importante y es la primera vez que se consigue esto en tratamientos con láser. Con el láser 1 en ningún caso hemos mejorado la agudeza visual.

Regresión esfera: En el láser 1 hay una buena correlación en todos los controles, pero a los 6 meses se observa una ligera hipocorrección en los pacientes con miopías previas altas. En el láser 2 se observa al principio una cierta hipercorrección que se pierde a lo largo del tiempo. No se observa la hipocorrección en las altas ametropías.

Regresión cilindro: En el láser 1 hay una buena correlación en todo el seguimiento. En el láser 2 hay una cierta hipocorrección que se mantiene a lo largo de los controles.

UCVA: En el láser 1 la mejoría es gradual, pasando en la mayoría de la población tratada de ser mayor de 0,7 la primera semana, a mayor de 0,8 al mes y tres meses, y de 0,9 a los 6 meses. En el láser 2 la evolución es diferente, siendo superior que en el láser 1 el primer día, 0,8, pero bajando a 0,5 a la semana, con una recuperación al mes (0,7) a los tres meses un ligero descenso (0,6) y una leve recuperación a los 6 meses. La UCV es claramente inferior en el láser 2 que en el 1.

Predictibilidad conjunta: En el láser 1 en ningún caso se sobrepasa el 1,5 de eq. esf. En el láser 2 el eq. esf. es muy bajo ya desde el primer día, pero es debido a que hay hipercorrección esférica con una hipocorrección cilíndrica. Tampoco se sobrepasa la 1,5D de eq. esf.

Estabilidad: En el láser 1 mejora hasta el mes, se estabiliza del mes a los tres meses, y después hay una cierta regresión. En el caso del láser 2 hay un buen resultado el primer día, pero empeora para recuperarse hasta el tercer mes. Al sexto mes empeora como el laser 1. La esfera está hipercorregida la primera semana, y empieza a regresar a partir de ésta. El cilindro se mantiene estable.

Seguridad: Con el láser 1 ningún paciente pierde mas de 2 líneas a los 6 meses. De todas formas ningún paciente mejora líneas de visión. En los tratados con el láser 2, la BCVA tiene una tendencia ascendente constante a lo largo de los 6 meses. En este caso hay ganancias de líneas de visión, que llega a ser de 2 líneas. También hay pérdidas de líneas de visión pero en ningún caso mayores a 2 líneas.

Eficacia: En los tratados con el láser 1 la máxima eficacia se consigue a los tres meses, donde el 80% de los pacientes tienen una visión de 20/20, con un ligero descenso posterior. El índice UCVA post/ BCVA pre es de 0,93 a los 3 meses que es muy bueno. En la población tratada con el láser 2 la máxima eficacia es al mes. El índice arriba mencionado es de 0,86 al mes y se mantiene estable a los 6 meses. Lo encontramos un poco bajo por lo que se esperaba de éste tipo de tratamientos.

6.3.2 Discusión de la fiabilidad de la refracción tomada por el Zywave:

El estudio realizado para determinar la fiabilidad de nuestras mediciones con el aberrómetro Zywave ha resultado ser favorable. Las mediciones aberrométricas se han ajustado muy bien a la medición de la refracción manifiesta. Este estudio lo hemos realizado antes de nada para saber lo que nos podíamos fiar del aberrómetro, ya que todo el tratamiento láser posterior se basa única y exclusivamente en la medición de éste. A pesar de que no trata la refracción que nos da (PPR), sino aberración por aberración, esta es el resultado de un cálculo matemático de las aberraciones que ha captado. Disponemos pues de un medidor de aberraciones fiable, con una alta correlación entre la refracción automática y la subjetiva.

6.3.3 Discusión de la predictibilidad de los dos láseres estudiados:

El estudio para comparar la predictibilidad de los dos láseres estudiados nos ha dado los siguientes resultados.

En el láser 1 (planoscan) en ningún caso se han dado hipercorrecciones. Además se ha podido apreciar una alta predictibilidad en las miopías bajas donde en todos los casos se ha solucionado ésta. De todas formas, a medida que sube el equivalente esférico preoperatorio, se observa una tendencia a la hipocorrección.

En cuanto a la población tratada con el láser 2 (Zyoptix), en los casos de equivalentes esféricos bajos se observa una tendencia a la hipercorrección, tendencia que se invierte hacia la hipocorrección en eq. esf. altos. Estos resultados los atribuimos a una falta de ajuste del nomograma, ya que estamos comentando los primeros casos de ablación personalizada realizados con este láser en nuestro centro.

6.3.4 Discusión de la satisfacción:

En las dos poblaciones el grado de satisfacción ha sido similar, por lo que los pacientes tratados con el láser 2 no han demostrado una mejor calidad visual. Hemos hecho casos donde un ojo se trataba con el láser 1 y el otro con el láser 2, no encontrando diferencias subjetivas entre los dos ojos. No nos han salido diferencias estadísticamente significativas, aunque el grupo de los que estaban regular es un poco mayor con el láser 2. Este no se explica por unas expectativas mas altas al realizarse el tratamiento con un láser nuevo, ya que los pacientes no sabían con que láser se les estaba operando. En ningún caso el paciente refirió estar mal.

6.3.5 Discusión del análisis de la sensibilidad al contraste.

En este apartado se ha analizado la sensibilidad al contraste de la población tratada con el tratamiento personalizado, y se comparará con la los datos sobre sensibilidad al contraste publicados en la bibliografía respecto a los tratamientos LASIK estándar.

Además hemos correlacionado la alteración en la sensibilidad al contraste con el eq. esf. preop, y el RMS preop, por si había alguna relación entre el grado de estos y la pérdida o ganancia de sensibilidad al contraste.

Vamos a analizar los resultados según las diferentes frecuencias espaciales.

A/ 3 ciclos/grado. Valores normales para la población estudiada de 4,5 a 6,8.

En la frecuencia espacial de 3 ciclos por grado estadísticamente ha salido que se encuentra una variación entre el nivel preoperatorio y el postoperatorio, por lo tanto que se ha modificado con un nivel de significación de 0,01. Con la estadística descriptiva vemos que el cambio ha sido a peor con una pérdida de sensibilidad al contraste en estas bajas frecuencias. La máxima pérdida de contraste ha sido de 1 punto y ha sido en el grupo de eq esf medio.

En referencia a la interacción con el equivalente esférico y el RMS no ha salido significativo, aunque por estadística descriptiva podemos apreciar que a menor eq. esf. preop, menor pérdida de S.C. En el caso del RMS la pérdida de SC ha sido mayor en los casos de RMS preoperatorio bajo en esta frecuencia espacial.

B/ 6 ciclos/grado. Valores normales para la población estudiada de 4,5 a 7,2.

En la frecuencia espacial de 6 ciclos por grado estadísticamente ha salido que se encuentra una variación entre el nivel preoperatorio y el postoperatorio, por lo tanto que se ha modificado con un nivel de significación de 0. Con la estadística descriptiva vemos que el cambio ha sido a peor con una pérdida de sensibilidad al contraste en esta frecuencia espacial. La máxima pérdida de contraste ha sido de un punto en el grupo de equivalente esférico preoperatorio alto.

En referencia a la interacción con el equivalente esférico y el RMS no ha salido significativo, aunque por estadística descriptiva podemos apreciar que a menor eq. esf. preop, menor pérdida de S.C, igual que a 3 ciclos por grado. En el caso del RMS la pérdida de SC ha sido igual en los casos de RMS preoperatorio bajo como alto en esta frecuencia espacial.

C/ 12 ciclos/grado. Valores normales para la población estudiada de 4 a 8,5.

En la frecuencia espacial de 12 ciclos por grado estadísticamente ha salido que se encuentra una variación entre el nivel preoperatorio y el postoperatorio, por lo tanto que se ha modificado con un nivel de significación de 0,002. Con la estadística descriptiva vemos que el cambio ha sido a peor con una pérdida de sensibilidad al contraste en esta frecuencia espacial. La máxima pérdida de contraste ha sido de un punto en el grupo de equivalente esférico preoperatorio medio.

En referencia a la interacción con el equivalente esférico y el RMS no ha salido significativo, aunque por estadística descriptiva podemos apreciar que a mayor eq. esf. preop, menor pérdida de S.C, al revés que a 3 y a 6 ciclos por grado, que es lo mas esperable. En el caso del RMS la pérdida de SC ha sido igual en los casos de RMS preoperatorio bajo como alto en esta frecuencia espacial, y ha sido de 0,7 puntos.

D/ 18 ciclos/grado. Valores normales para la población estudiada de 4,8 a 8,5.

En la frecuencia espacial de 18 ciclos por grado estadísticamente ha salido que se encuentra una variación entre el nivel preoperatorio y el postoperatorio, por lo tanto

que se ha modificado con un nivel de significación de 0,00. Con la estadística descriptiva vemos que el cambio ha sido a peor con una pérdida de sensibilidad al contraste en esta frecuencia espacial. La máxima pérdida de contraste ha sido de un punto en el grupo de equivalente esférico preoperatorio medio.

En referencia a la interacción con el equivalente esférico y el RMS no ha salido significativo, aunque por estadística descriptiva podemos apreciar que solo ha habido pérdida de S.C en el grupo de eq. esf. medio, pero en los otros dos se ha conservado. En el caso del RMS la pérdida de SC ha sido igual en los casos de RMS preoperatorio bajo como alto en esta frecuencia espacial, y ha sido de 0,4 puntos.

En resumen podemos concluir de las interacciones que el RMS previo no tiene ningún tipo de relación con la pérdida de sensibilidad al contraste, pero que el eq. esf. a pesar de no salir estadísticamente relacionado con la alteración de la S.C, se observa una tendencia a que los pacientes con un eq. esf. comprendido entre 4 y 8D tengan una pérdida de S.C algo mayor que el resto.

En resumen de los cambios en las diferentes frecuencias espaciales entre el control preoperatorio y el postoperatorio, estudiado mediante la comparación de medias con datos relacionados, nos sale que los cambios son significativos para las frecuencias bajas de 3, 6 y 12 ciclos/ grado, mientras que no se aprecia un cambio significativo en la frecuencia de 18 cicl/grado ($p=0,130$). Por lo tanto se puede concluir que con el tratamiento personalizado hemos conseguido conservar la sensibilidad al contraste en las altas frecuencias espaciales, que son las mas importantes de cara a apreciar detalles finos.

Si comparamos estos datos con la bibliografía escrita sobre la alteración de la sensibilidad al contraste en la población tratada con LASIK convencional observamos lo siguiente.

En la bibliografía se observan dos corrientes de opinión, los que opinan que la sensibilidad al contraste disminuye, sobretodo en 3, 6, y 12 ciclos por grado, hasta el mes del postoperatorio, pero se recupera totalmente y con un cierto incremento en las frecuencias de 3, 6 y 12 cpg a partir de este (72,73). Hay otros en la misma tendencia que apuntan que la mejoría es a los tres meses en las frecuencias bajas para cualquier grupo de equivalente esférico previo, pero que en las altas frecuencias la recuperación es un poco mas lenta, y no mejora hasta los 6- 12 meses. (74,75).

La otra tendencia es la que asume una pérdida en la sensibilidad al contraste debido a la creación de aberraciones (75,76), como puede ser la creación de una córnea oblata (10). También dicen que las bajas frecuencias se afectan menos con LASIK que con PRK ya que estas se afectan mucho por el haze. También se especifica que las altas frecuencias se afectan mayoritariamente cuando hay defocus y aberraciones de alto orden(75).

Con todo esto podemos concluir que el comportamiento de la sensibilidad al contraste en los pacientes operados con el láser 2 es similar al comportamiento de la sensibilidad al contraste de los pacientes operados con el tratamiento láser convencional. Es posible que haya una ligera mejoría antes en las altas frecuencias, en los pacientes a los que se les han corregido las aberraciones de alto orden, ya que esta frecuencia espacial es la que hemos observado un mejor comportamiento.

6.3.6 Discusión de la evolución de las aberraciones y sus interacciones

En nuestro estudio de las aberraciones y sus posibles interacciones con factores que pueden modificar su evolución hemos obtenido los siguientes resultados.

Aberraciones de 2º orden:

En las aberraciones de 2º orden el comportamiento es similar en los dos láseres, reduciendo dos de las tres aberraciones que lo componen, y la otra empeorándola de forma similar.

Z200: Defocus

En esta aberración ha salido significativo la medida repetida lo que significa que se ha modificado con el tratamiento tanto con el láser 1 como con el láser 2, y evidentemente se ha reducido. Lo que pasa es que con el láser 1 hay una evolución positiva hacia la reducción de la aberración hasta el control del mes, pero en el láser 2 la evolución es hacia la regresión una vez aplicado el tratamiento.

No se han hallado diferencias significativas respecto al láser aplicado en esta aberración, por lo tanto los dos láseres la corrigen por igual.

Lo que sí vemos es una interacción con el eq. esf. preoperatorio. Podemos apreciar que el grupo con menor eq. esf. preoperatorio tiene una mejor predictibilidad y estabilidad que los dos grupos de Eq. Esf mayor donde se aprecia una cierta regresión, además de una cierta hipocorrección inicial.

Z221:

No hay un cambio estadísticamente significativo, pero si miramos su evolución sí que vemos que se ha reducido, además su efecto se ha mantenido en el tiempo. Si miramos las diferencias entre los dos láseres aplicados vemos que el láser 1 no la ha modificado, mientras que el láser 2 sí lo ha hecho pero desafortunadamente, ya que la ha empeorado, aunque como he dicho anteriormente no de forma significativa. Muestra estabilidad con el tiempo.

En el estudio de posibles interacciones, se ha visto una relación estadística con el eq. esf. En los tres grupos de eq. esf. preoperatorio el resultado ha sido muy bueno casi eliminándolo por completo sea cual fuera el grupo inicial.

Z220:

Sí hay significación en la medida repetida, y si miramos su evolución vemos como se ha reducido, además con un efecto mantenido a lo largo de los 6 meses de control.

En esta aberración el factor láser nos da significativo, por lo que tendríamos que pensar que un láser la corrige y el otro no, o que uno la corrige mas que el otro, pero si miramos a la estadística descriptiva vemos como el comportamiento de ésta aberración es similar con cualquiera de los láseres aplicados. En la evolución vemos una muy buena corrección inicial con una ligera regresión con el tiempo.

Aberraciones de 3er orden:

En las aberraciones de 3er orden el láser 2 tiene un ligero mejor resultado que el láser 1 ya que mejora tres de las 4 aberraciones de este orden, mientras que el láser 1 solo mejora una y de forma similar al láser 2, y en el otro caso donde tiene un mejor resultado que el láser 2 es porque empeora menos a la aberración que el láser 2.

Z311:

La medida repetida no sale significativa, por lo que esta aberración no se modifica con el tratamiento. Aunque si miramos la evolución de ésta vemos un ligero empeoramiento después del tratamiento.

El comportamiento de ésta aberración es distinto según el láser aplicado, siendo mucho mas estable su evolución con el láser 2, aunque al final con los dos láseres sufre un empeoramiento.

No se hallan interacciones con el RMS ni el eq. esf. previos.

Z310:

Esta aberración sí que cambia con el tratamiento y lo hace a peor, ya que su valor preoperatorio era cercano a cero.

Los dos láseres actúan de la misma forma con respecto a esta aberración.

No se hallan interacciones con el RMS ni el eq. esf. previos.

Z331:

Esta aberración también cambia con el tratamiento. Lo que vemos en su evolución es que sufre una inversión, pero el valor final es similar al inicial pero de signo inverso.

En esta aberración lo que se observa es una interacción con el RMS. En cualquier grupo de RMS preoperatorio el resultado es muy bueno acercando el RMS postoperatorio a cero en todos los grupos, aunque la predictibilidad y estabilidad de la corrección de ésta es mucho mejor en el grupo con un RMS preop bajo.

No hay diferencias en cuanto al láser aplicado ni al eq. esf. previo.

Z330:

En esta aberración también es significativa la medida repetida, aunque por estadística descriptiva vemos que el resultado final es similar al inicial, cosa que es buena ya que preoperatoriamente teníamos poca aberración de éste tipo, por lo tanto no hemos inducido Z330 con nuestro tratamiento láser.

Los dos láseres actúan por igual con esta aberración y no hay interacciones con el eq. esf. ni con el RMS.

Aberraciones de 4º orden

Las aberraciones de 4º orden me gustaría hacer hincapié en la Z400 que se estima como la gran responsable de la calidad visual. En este caso, se empeora en los dos tratamientos, pero se empeora un 30% menos con el láser 2 que con el láser 1. En lo

que respecta al resto de aberraciones de 4º orden, el láser 2 tiene un mejor resultado en dos de ellas, el mismo en otra y peor resultado que el láser 1 en otra. Por lo tanto la inducción de aberraciones de 4º orden es menor con el láser 2.

Z400:

Se ha producido una inducción de ésta aberración con el láser, y se ha negativizado mas de lo que lo era previamente. Los dos láseres han actuado de forma similar, por lo que no se han hallado diferencias entre ellos. En su evolución vemos una negativización muy acentuada los primeros controles y posteriormente una cierta mejoría. Tampoco se han hallado interacciones con el eq. esf. ni el RMS preop.

Z420:

Hay indicios de significación de cambio de esta aberración con el tratamiento. Si miramos su evolución vemos un ligero empeoramiento de ésta, aunque se mantiene cerca de cero como su valor preoperatorio.

Los dos láseres han actuado de la misma forma respecto a esta aberración igual como en el resto de aberraciones de 4º orden. En este caso se ha hallado solo una interacción con el eq. esf. preoperatorio, donde al revés de lo que se espera el grupo con menor eq. esf. Es el que más empeora en este tipo de aberración después del tratamiento, a pesar que empeoran todos los tres grupos.

Z421:

No se modifica con el tratamiento, y en su evolución se mantiene estable en los niveles preoperatorios que eran cercanos a cero.

Como hemos comentado ninguna aberración de 4º orden tiene un comportamiento diferente según el láser. En este caso sí hay pero una interacción con el RMS preop, apreciándose que la predictibilidad en la corrección de esta aberración, y su estabilidad es mucho mejor en los pacientes con un RMS preop bajo.

Z440:

No se modifica de forma estadísticamente significativa con el tratamiento, aunque de forma descriptiva se advierte un empeoramiento en los controles postoperatorios. El valor preoperatorio era mínimo.

No se aprecian interacciones ni con el láser, ni con el RMS, ni con el eq. esf. previo.

Z441:

No hay una variación significativa con el tratamiento. En su evolución vemos que fluctúa pero siempre en valores muy cercanos a cero. Al final se ve una leve mejoría. No se aprecian interacciones ni con el láser, ni con el RMS, ni con el eq. esf. previo.

Aberraciones de 5° orden

En estas es donde el resultado ha sido mas sorprendente, ya que en la mayoría de ellas, en 5 de las 6 aberraciones que la componen, el láser 1 ha tenido un mejor resultado que el láser 2.

Z510:

Esta aberración se modifica con el tratamiento, y vemos en la descriptiva que en los primeros controles el empeoramiento es notable mientras que posteriormente se recupera hasta valores cercanos a cero, aunque no llegando a los valores preoperatorios que eran prácticamente cero, por lo que el tratamiento induce este tipo de aberración. Como en el resto de aberraciones de 5° orden no se encuentra ninguna diferencia con el factor láser, por lo que los dos láseres tratan igual las aberraciones de 5° orden. Tampoco se encuentra en ninguna aberración de 5° orden una interrelación con el eq esf o el RMS previo que modifique la evolución de estas.

Z511:

Esta aberración no cambia de forma significativa con el tratamiento. Si nos fijamos en su evolución, empeora hasta la semana posterior al tratamiento y después tiende a mejorar, aunque al final su valor es superior al preoperatorio, por lo que el tratamiento induce éste tipo de aberración, aunque sea de forma no significativa.

Z530:

Esta aberración no cambia de forma significativa con el tratamiento. En su evolución vemos que se comporta de forma estable con un leve empeoramiento de ésta después del tratamiento.

Z531:

No hay cambio de esta con el tratamiento. En su evolución vemos en los primeros controle un gran empeoramiento, que se recupera posteriormente aunque no alcanza los valores preoperatorios que eran cercanos a cero.

Z550:

Esta aberración se corrige con el tratamiento aplicado, aunque en los controles posteriores tiende a regresar Si vemos la evolución del láser 2 en el último control hay un gran empeoramiento de ésta, perdiendo el efecto conseguido con el tratamiento.

Z551:

Esta aberración no se modifica de forma significativa con el tratamiento, aunque en su evolución se aprecia un empeoramiento progresivo de ésta, por lo tanto sí que hay cierta alteración postoperatoria aunque no sea por el tratamiento sino que puede ser por efectos cicatrizales.

En esta aberración en concreto los resultados con el láser 2 son ligeramente mejores que con el láser 1, consiguiendo mantener el valor preoperatorio de esta aberración que preoperatoriamente era casi cero, por lo tanto no ha inducido esta aberración.

Cambio en % de las aberraciones

- Z200: Se reduce igual con un láser que con el otro
 Z221: Empeora de forma similar
 Z220: Se reduce en los dos láseres pero ligeramente mejor en el láser 2.
 Z311: Empeora mucho mas en el láser 2.
 Z310: El láser 2 la consigue eliminar mientras que el láser 1 la empeora ligeramente.
 Z331: Se reduce en los dos láseres a la mitad e invirtiendo el signo.
 Z330: El láser 2 la invierte de signo casi sin modificarla, mientras que el láser 1 la empeora significativamente.
 Z400: En el láser 1 empeora un 30% mas que en el láser 2.
 Z420: Empeora 10 veces mas en el láser 1 que en el 2.
 Z421: La reducción es en ambos, pero mucho mayor en el láser 2.
 Z440: Empeora en ambos de forma significativa
 Z441: En el láser 1 se reduce, mientras que en el láser 2 aumenta.
 Z510: En el láser 1 se reduce mientras que en el láser 2 aumenta de forma abismal.
 Z511: Mejora en el láser 1 y empeora en el láser 2
 Z530: Empeora en los dos pero en mayor proporción en el láser 2.
 Z531: El láser 1 la elimina y el 2 la empeora.
 Z550: Empeora en los dos pero en mayor proporción en el láser 1.
 Z551: Empeora de forma mucho mas acusada en el láser 2 que en el 1.

El comportamiento de los dos láseres es similar en las aberraciones de 2º orden. En las de tercer y cuarto orden se percibe un mejor resultado del láser 2, sin llegar a anular las aberraciones, pero con una inducción menor, mientras que en las aberraciones de 5º orden el láser 1 actúa de forma mas eficaz que el láser 2, a pesar de que se supone que tendría que ser al contrario.

6.3.7 Discusión de las diferencias en las aberraciones con dilatación mediante fenilefrina al 10% o ciclopléjico

Lo que hemos podido observar son las siguientes resultados.

Al intentar correlacionar las aberraciones tanto con fenilefrina como con ciclopléjico, con el RMS y el eq. esf. preoperatorio no hemos detectado ninguna interacción estadísticamente significativa, por lo tanto la medición aberrométrica con cualquiera de estos dos dilatadores no se modifica en referencia a la refracción o al RMS preoperatorio.

Si analizamos la población en cada aberración vemos que hay algunas que dan diferencias estadísticamente significativas, según se hayan dilatado con fenilefrina o ciclopléjico. Estas son la Z200, la Z220, la Z400, la Z511, y la Z531.

Al estudiar los datos de estas aberraciones mediante correlaciones, vemos que todas las aberraciones de 2º orden tienen una alta correlación, al igual que la Z400.

En el caso de la Z200, Z220, y la Z400 se correlacionan linealmente, pero los valores de las aberraciones con ciclopléjico son mayores en los tres casos que los valores con fenilefrina, sobretodo en el caso de la Z200 y la Z400.

De esto se extrae que la dilatación con ciclopléjico permite captar las aberraciones con mayor intensidad que si se dilata con fenilefrina, pero no podemos saber en cual de los dos casos, fenilefrina o ciclopléjico, estamos midiendo las aberraciones reales, ya que las aberraciones mayores medidas con el ciclopléjico podrían ser inducidas por el propio ciclopléjico, y las aberraciones menores medidas con la fenilefrina podrían ser enmascaradas por ésta.

Por esta razón se han comparado los resultados con las aberraciones Z200, Z220, y Z400 sin dilatar. El análisis de los datos para estas tres aberraciones nos demuestra que si dilatamos con fenilefrina, en los resultados de la medición de las aberraciones no salen diferencias estadísticamente significativas con respecto a la medición de las aberraciones sin dilatación, excepto para la aberración Z200.

En el caso de la comparación con ciclopléjico, nos salen diferencias estadísticamente significativas en todas las aberraciones, por lo que se puede decir que el ciclopléjico es un inductor de aberraciones.

Concluimos pues que el mejor dilatador para la medición de las aberraciones es la fenilefrina ya que esta no provoca la inducción de aberraciones mientras que el ciclopléjico sí lo hace, sobretodo en dos aberraciones importantes como son la Z200 y la Z400.

6.3.8 Discusión del porcentaje de retratamientos en las dos poblaciones tratadas

Se obtuvieron los siguientes resultados. En la población tratada con el láser 1 compuesta de 42 ojos, se realizó un retratamiento en dos ojos del mismo paciente. El porcentaje de retratamiento fue pues de 4,6%. En la población tratada con el láser 2 compuesta por 69 ojos, se reintervinieron 7 ojos, dando un porcentaje de retratamiento de 10,7%. Nosotros atribuimos este mayor número de retratamientos con el láser 2 a un desajuste en el nomograma ya que estos eran nuestros primeros casos.

6.3.9 Discusión de la interrelación entre la paquimetría y la ablación.

A/ La paquimetría postoperatoria es estadísticamente diferente de la preoperatoria.

B/ Diferencias de ablación entre los dos láseres:

Al estudiar si el laser 1 ablaciona mas que el laser 2 según los factores de equivalente esférico previo y de RMS previo, hemos podido concluir que no hay una diferencia significativa en cuanto a estos parámetros.

Para comprobar si el laser 1 ablaciona mas que el láser 2 en general, hemos cogido la misma población de pacientes y hemos programada la misma refracción en un laser y en el otro, con la misma Z.O, obteniendo que el láser 2 programa una ablación menor que el laser 1 (35 %). La gran sorpresa ha sido que además después de realizar la ablación con el laser 2 en estos mismos pacientes, esta ha sido menor a la prevista (21%), aunque en este caso se tiene que tener en cuenta el factor de hiperplasia epitelial.

C/ Determinar si la ablación programada se ajusta a la realizada según:

Al comprobar si los láseres ablacionan lo que dicen que ablacionarán, hemos podido constatar que hay una correlación lineal, aunque baja entre la ablación programada con los dos láseres y la ablación realizada, por lo tanto sí que lo hacen. La correlación es mayor para el láser 2 que para el 1.

D/ Valorar si peor resultado según diferentes parámetros:

- 1/ RMS previo
- 2/ Equivalente esférico previo
- 3/ Porcentaje de ablación corneal
- 4/ Paquimetría residual

El resultado refractivo lo hemos estudiado según el equivalente esférico postoperatorio a los 3 meses, la BCVA y la UCVA.

RMS previo :

Equivalente esférico: En los casos en que el RMS es inferior a 0,5, la predictibilidad es muy alta, estando entre un 70 y un 80% en emetropia. En cambio en el grupo con un RMS superior a 0,5, se encuentran muchos casos (50%) de hipocorrecciones. También se observa que en el grupo 1 y 2 hay una ligera tendencia a la hipercorrección.

Al aplicar el test de Chi-cuadrado se observa que no hay una relación significativa entre el RMS previo y el equivalente esférico a los 6 meses.

BCVA: A menor RMS previo mayor porcentaje de casos acaban en el grupo alto de BCVA, por lo tanto mejor resultado en cantidad visual. En el grupo 3 de RMS, un alto porcentaje acaban con una baja BCVA (66%). En este caso al aplicar el test de Chi-cuadrado se ha agrupado en solo dos grupos para asegurar que la relación no es estadísticamente significativa. (0,205)

UCVA: No ha quedado nadie con una UCVA menor a 0,4. En mas del 95% de los casos han quedado con una UCVA superior a 0,7. Al aplicar el test de Chi-cuadrado se ha comprobado que no hay ninguna relación estadísticamente significativa entre el RMS previo y la UCVA a los 6 meses.

Equivalente esférico previo:

Equivalente esférico: A mayor equivalente esférico previo mayor hipocorrección. Al aplicar el test de Chi-cuadrado vemos que no hay una relación estadísticamente significativa entre estos dos factores.

BCVA: Los de los grupos de menor equivalente esférico obtienen mayor porcentaje de BCVA superior a 0,8,(68%) que los de alto equivalente esférico (53%). Al aplicar el test de Chi-cuadrado no sale significativa la relación entre estos dos factores.

UCVA: El resultado es muy bueno, no encontrando ningún caso con una UCVA menor de 0,4. Además el 95% como mínimo de los casos consiguen una

UCVA superior a 0,7. En este caso en concreto el resultado ha sido mucho mejor en el grupo con un alto equivalente esférico previo, ya que en este grupo el 100% de los casos ha acabado con una UCVA superior a 0,7. Al aplicar el test de Chi-cuadrado no sale significativa la relación entre estos dos factores.

Porcentaje de ablación:

Equivalente esférico: El porcentaje de ablación corneal no tiene una relación estadísticamente significativa (0,437) con el equivalente esférico posterior al tratamiento. De todas formas, a los que se les ha ablacionado la córnea en menor porcentaje, también han conseguido la emetropia en mayor porcentaje (77%) En los grupos con un alto porcentaje de ablación, en la mayoría de los casos también se consigue la emetropia (65%), pero el porcentaje de hipocorrecciones también aumenta.(22%).

BCVA: Los pacientes con un mayor porcentaje de ablación no llegan al grupo de mejor BCVA en tan alto porcentaje (50%)como a los que se les ablaciona poco porcentaje (65%). De todas formas en éste grupo casi no se encuentran BCVA por debajo de 0,4 (7%), mientras que en los grupos de bajo porcentaje de ablación sí (20%). Al aplicar el test de Chi-cuadrado no sale significativa la relación entre estos dos factores.

UCVA: En el caso de la UCVA no vemos ningún caso por debajo de 0,4, sea cual sea el porcentaje de ablación realizado. En los tres grupos de ablación, se consigue en un 93% llegar a una UCVA superior al 0,7. Al aplicar el test de Chi-cuadrado no sale significativa la relación entre estos dos factores.

Paquimetría residual:

Equivalente esférico: Se observa que no por el hecho de quedar con una paquimetría reducida (grupo 1) se afecta el resultado refractivo en términos de equivalente esférico. En los tres grupos de paquimetría la mayoría de los casos han quedado emétopes.

No se aprecia ninguna significación estadística al aplicar el test de Chi-cuadrado.

BCVA: Se observa que no por el hecho de quedar con una paquimetría reducida (grupo 1) se afecta el resultado refractivo en términos de BCVA. En los tres grupos de paquimetría la mayoría de los casos han quedado con una BCVA mayor a 0,8. No se aprecia ninguna significación estadística al aplicar el test de Chi-cuadrado.

UCVA: Se observa que no por el hecho de quedar con una paquimetría reducida (grupo 1) se afecta el resultado refractivo en términos de UCVA. En los tres grupos de paquimetría casi el 100% de los casos han quedado con una UCVA mayor a 0,7. No se aprecia ninguna significación estadística al aplicar el test de Chi-cuadrado.

6.3.10 Discusión del estudio del comportamiento de la zona óptica.

A/ Comportamiento de los láseres en la realización de las ZO con respecto al equivalente esférico previo.

En el láser 2 se observa una clara tendencia a realizar zonas ópticas menores (grupo_ZO 1 y 2) en los casos con un equivalente esférico previo alto. En el láser 1 no se han realizado casos con ZO en el grupo 3 porque el software no lo permite.

En ninguno de los dos láseres se ha observado una relación significativa entre la ZO realizada y el equivalente esférico previo. En el grupo de equivalente esférico alto (grupo 3) no se han realizado ZO mayores a 7mm.

B/ Comprobar si los láseres realizan la ZO que tienen prevista.

Podemos concluir que el láser 1 realiza las ZO tal y como las programamos, ya que el diámetro menor es ligeramente menor a la ZO programada, y el diámetro mayor es ligeramente superior al programado.(5,90 es la media programada y el realizado es 6,55.). La correlación lineal no es muy alta en ninguno de los dos grupos, pero sí se observa una tendencia que el diámetro inferior (Zona F)disminuye a medida que aumenta la zona óptica programada, y al contrario con el diámetro mayor (ZO feta).

En cuanto al láser 2, realiza las ZO tal y como las programamos, ya que el diámetro menor es ligeramente menor a la ZO programada, y el diámetro mayor es ligeramente superior al programado.(6,06 es la media programada y el realizado es 6,38.) aunque en menor proporción que el láser 1, por lo tanto hay un mejor ajuste a la ZO programada.

La correlación lineal no es muy alta en ninguno de los dos grupos, pero sí se observa una tendencia que el diámetro inferior (Zona F) al igual que el diámetro superior (ZO feta) aumentan a medida que aumenta la zona óptica programada. En el láser 1 esto no pasaba, corroborando el mejor ajuste entre la ZO programada y la realizada en el láser 2

6.4 Resumen de la discusión

Después de discutir los resultados de nuestro estudio comparativo entre el tratamiento personalizado de la miopía, y el tratamiento LASIK estándar de la miopía, podemos llegar a la conclusión que hallamos solo sutiles diferencias entre los dos tipos de tratamiento, rechazando la hipótesis inicial que con el tratamiento personalizado permite actualmente en la mayoría de los casos una mejor agudeza visual, y una mejor calidad visual al mejorar la sensibilidad al contraste mediante la corrección de las aberraciones.

Hay unos aspectos importantes a señalar como es la mejoría observada en líneas de visión en algunos de los pacientes tratados mediante corrección de aberraciones, aunque esta mejoría no se ha podido asociar a un factor en concreto. De todas formas podemos asumir que tenemos en nuestras manos la posibilidad de mejorar la visión de nuestros pacientes, pero no conseguimos una alta eficacia porque nos queda refracción residual.

Sobre la evolución de las aberraciones afirmamos que estamos en el buen camino para obtener la corrección de las aberraciones de alto orden, pero que aún nos falta mucho por aprender y experimentar con respecto a este tema. Es un dato muy importante que el láser 2 haya conseguido reducir , o inducir en menor grado las

aberraciones de 3er y 4º orden, ya que consideramos son las máximas responsables de la calidad visual. Lo que se debe desarrollar en un futuro es el conseguir la eliminación de éstas. El hecho que no se hayan corregido las aberraciones de 5º orden lo asumimos como que son demasiado sutiles como para ser eliminadas con la técnica y la tecnología de ablación actual.

De todas formas en nuestros resultados queda claro que en los pacientes tratados, algunas aberraciones se corrigen y otras no, siendo diferentes estas en cada paciente. Debemos llegar a controlar mas los resultados y a eliminar o reducir el factor del azar en la corrección de las aberraciones. Consideramos que para conseguir una corrección completa de las HOA, primero tendríamos que tener una técnica quirúrgica que no las indujera ni las incrementara. Hoy en día la técnica quirúrgica LASIK no solo las aumenta, sino que las modifica, pudiendo pasar por ejemplo de asimétricas (coma) a simétricas (esfericidad). Con la corrección combinada de LASIK mediante los datos aberrométricos, estamos capacitados para eliminar una parte de las HOA, pero aún estamos lejos de dejar un ojo con una visión solo limitada por la difracción, ya que la técnica quirúrgica en sí nos lo impide.

De todo lo expuesto arriba debemos sacar la conclusión que con la corrección de las aberraciones de alto orden no debemos aspirar a la visión de 20/10, sino a evitar que nuestros pacientes pierdan cantidad (agudeza visual) y calidad de visión después de nuestros tratamientos LASIK. Este creemos que es el primer paso a conseguir y consideramos firmemente que la ablación personalizada es el camino, pero aún falta mucho por descubrir, aprender y mejorar, ya que los resultados obtenidos no son, de momento, tan buenos como los esperados, aunque satisfactorios.

7. CONCLUSIONES

De los resultados del presente trabajo de investigación pueden extraerse las siguientes conclusiones:

1. El tratamiento personalizado de la miopía ha mostrado, a los 6 meses de evolución, una predictibilidad alta encontrándose un 89% de los casos entre +/- 1 dioptría de equivalente esférico. Los resultados han sido estables a lo largo de los 6 meses. En términos de seguridad ha demostrado ser una técnica muy segura ya que ningún paciente ha perdido mas de una línea de visión y un 5% han ganado mas de una línea. El índice de eficacia es 0,85.
2. El aberrómetro Zywave basado en el principio de Hartmann-Shack ha demostrado una alta fiabilidad con un coeficiente de correlación con la refracción subjetiva de 0,93.
3. El tratamiento personalizado de la miopía ha demostrado una ligera hipercorrección en un 5 a 8% de los casos sea cual sea la refracción previa, mientras que en el tratamiento estándar de la miopía se aprecia una hipocorrección en los grupos de refracciones altas.
4. La satisfacción postoperatoria de los pacientes ha sido similar en las dos poblaciones, tanto si se les ha aplicado el tratamiento personalizado de la miopía como si se les ha realizado el tratamiento estándar.
5. Con el tratamiento personalizado de la miopía se ha podido apreciar un menor empeoramiento de la sensibilidad al contraste en las altas frecuencias espaciales que el obtenido con el tratamiento estándar.
6. El tratamiento personalizado de la miopía ha conseguido reducir , o inducir en menor grado que el tratamiento estándar, las aberraciones de 3er y 4º orden. En el resto de las aberraciones no se han encontrado diferencias de comportamiento entre ambos láseres.
7. La fenilefrina es el mejor dilatador para realizar el examen aberrométrico, ya que al dilatar no provoca la inducción de aberraciones importantes como la Z200 y la Z400.
8. El porcentaje de retratamientos ha sido superior con el tratamiento de la miopía guiado por aberrometría (10,7%) que con el tratamiento estándar (4,6%).

9. El tratamiento personalizado de la miopía ablaciona menos que el tratamiento estándar para una misma refracción y Z.O dada. En ambos láseres, la ablación programada y la ablación real medida postoperatoriamente mediante paquimetría ultrasónica son similares. No hay ninguna relación entre la calidad visual postoperatoria y el equivalente esférico previo, el RMS, el porcentaje de ablación corneal o la paquimetría residual en ninguno de los dos láseres estudiados.

10. En ambos láseres, la zona óptica programada y la zona óptica real medida mediante topografía de elevación son similares.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Munnerlyn, CR; Koons, SJ; Marshall, J. Photorefractive keratectomy: a technique for laser refractive surgery. *J Refract Surg* 1988; 14:46-52.
2. Roberts, C. Future challenges to aberration-free ablative procedures. *J Refract Surg* 2000; 16:S623-S629.
3. Gatinel,D; Hoang-Xuan,T; Azar,DT. Determination of corneal asphericity after myopia surgery with the excimer laser: a mathematical model. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001 jul;42(8):1736,42.
4. Dupps, WJ. Peripheral stromal expansion and anterior corneal flattening in PTK.M.S Thesis, The Ohio State University, 1995.
5. Roberts, C. Biomechanics of the cornea and wavefront guided laser refractive surgery. *J Refract Surg* 2002; 18: S589-S592.
6. Roberts, C. The cornea is not a piece of plastic. *J Refract Surg* 2000; 16: 407-413.
7. Howland, HC; Rand, RH; Lubkin, SR. A thin shell of the cornea and its application to corneal surgery. *Refract. Corneal Surg* 1992; 8:183-186.
8. Hong, X; Thibos, LN. Longitudinal evaluation of optical aberrations following laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 2000; 16: S647-S650.
9. Munger, R. New paradigm for the treatment of myopia by refractive surgery. *J Refract Surg* 2000; 16: S651-S653.
10. Holladay, JT; Dudeja, DR; Chang, J. Functional vision and corneal changes after laser in situ keratomileusis determined by contrast sensitivity, glare test and corneal topography.
11. Habib, H. A quick method for analyzing Hartmann-Shack patterns: Application to refractive surgery. *J Refract Surg* 2000; 16: S636-S642
12. Dupps, WJ; Roberts, C. Suppression of the acute biomechanical response to excimer laser keratectomy. *IOVS* 1999; 40(suppl): S110.
13. Veress, AL; Roberts, C; Lembach, RG. Biomechanical response of the cornea to PRK. *IOVS* 1995;36(suppl);S705.
14. Roberts, C; Dupps, WJ. The role of corneal biomechanics in customized ablative procedures. In Mc rae, S; Krueger, R; applegate, R. Customized corneal ablations. Thorofare, NJ. SLACK, Incorporated, in press.
15. Dupps, WJ; Roberts, C; Schosler, JP. Peripheral lamellar relaxation. *IOVS*195; 36(suppl):S57.

16. Pallikaris, IG; Kymionis, GD; Panagopoulou, SI. Induced optical aberrations following formation of a laser in situ keratomileusis flap. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28; 1737-1741.
17. Scwiegwerling, J; Snyder, RW; Lu, JH. Wavefront and topography. Keratome induced corneal changes demonstrate that both are needed for custom ablation. *J Refract Surg* 2002; 18: S579-S583.
18. Dada, T; Vajpayee, RB; Gupta, U. Micokeratome-induced reduction of astigmatism after penetrating keratoplasty. *Am.J. Ophthalmology* 2001; 131: 507-508.
19. Menezo, JL, Guell, JL. Corrección quirúrgica de la alta miopía. Espaxs 2001.
20. La myopie héréditaire des medicis. Laboratoires así (Bruxelles)
21. Moreu Gonzalez-Pola, A. Concepto y tratamiento moderno de la miopía maligna. *Medicamenta*. Septiembre 1934 año XII nº 259 p 151-156.
22. Gil del rio, E. La refracción del ojo y sus anomalías. Ed "Tip.Cat.Casals" 1957
23. Salgado Gómez, E. Cirugía de la miopía. Editorial Jims. 1958
24. Barraquer, JI. Cirugía refractiva de la córnea. Instituto Barraquer de américa. Bogotá. 1989.
25. Pallikaris, I; Siganos, D. LASIK. Slack. Inc. 1998.
26. Coret, A. Queratomileusis in situ con laser excimer para la corrección de la hipermetropía. Tesis doctoral. Barcelona 2000.
27. Stein, H; Cheskes, A. The excimer. Fundamentals and clinical use. Slack inc. 1995
28. Guell Villanueva, JL. Queratomileusis in situ asistida con el láser. Desarrollo de la técnica para la corrección de la miopía y el astigmatismo. Tesis doctoral. Barcelona 1999.
29. Machat, J. Excimer laser refractive surgery. Slack inc. 1996.
30. Spalton, DJ; Hitchings, RA; Hunter, PA. Atlas de oftalmología clínica. 2ª edición. 1995. Mosby-Doyma
31. Howland, HC. The history and methods of ophthalmic wavefront sensing. *J Refract Surg* 2000; 16: S552-S553.
32. Artículo 663 del archivo de B&L. Mrochen, M; Kaemmerer, M; Mierdel, P. The dresden wavefront analyzer.

33. Liang, J; Grimm, B; Goelz, S; et al. Objective measurement of wave aberrations of the human eye with the use of a Hartmann-Shack wave-front sensor. *J. Opt. Soc. Am. A.* 1994 July; 11:7: 1949-1957.
34. Liang, J; Williams, DR. Aberrations and retinal image quality of the normal human eye. *J. Opt. Soc. Am. A.* 1997 Nov; 14:11: 2873-2883.
35. Kaemmerer, M; Mrochen, M, Mierdel, P. Clinical experience with the Tscherning aberrometer. *J Refract Surg* 2000; 16: S584-S587.
36. Artal, P. Understanding aberrations by using the double pass techniques. *J Refract Surg* 2000; 16: S560-S562
37. Sarver, EJ; Applegate, RA. Modeling and predicting visual outcome with Vol-3D. *J Refract Surg* 2000; 16: S611-S616.
38. Williams, D; Yoon, G; Porter, J; et al. Visual benefit of correcting higher order aberrations of the eye. *J Refract Surg* 2000; 16: S554-S559.
39. Artal, P; et al. Corneal spherical aberration do not change significantly. *J.Opt.Soc.Am*, February 2000.
40. MacRae, SM; Krueger, RR; Applegate, RA. Customized corneal ablations. The quest for supervision. Slack Inc.2001.
41. Glasser, A; Campbell. Lens spherical aberration changes from negative to positive with age. *Vision research* 1998 38(2) 209-229.
42. Miller, JM; Anwaruddin, R; Straub, J; Schwiegerling, J. Higher order aberrations in normal, dilated, intraocular lens and LASIK corneas. *J Refract Surg* 2002; 18: S579-S583.
43. Marcos, S. Are changes in ocular aberrations with age a significant problem for refractive surgery? *J Refract Surg* 2002; 18: S572-S578.
44. He, JC; Burns, SA; Marcos, S. Monochromatic aberrations in the accommodated Human eye. *Vision Res.* 2000 January; 40: 41-48.
45. Burns, SA. The spatially resolved refractometer. *J Refract Surg* 2000; 16: S566-S569.
46. He, JC; Marcos, S; Webb, RH; Burns, SA. Measurement of the wave-aberration of the eye by a fast psychophysical procedure. *J Opt.Soc.Am.A.Opt.Image Sci Vis* 1998;15:2449-2456.
47. Molebny, VV; Paganopoulou, SI; Molebny, SV. Principles of ray tracing aberrometry. *J Refract Surg* 2000; 16: S572-S575.

-
48. Fujikado, T; Nicromyia, S; et al. Effect of ageing on ocular light scatter and higher order aberrations. *J Refract Surg* 2002; 18: S598-S602.
 49. Artal, P; Fernandez EJ; Manzanera, S. Are optical aberrations during accommodation a significant problem for refractive surgery? *J Refract Surg* 2002; 18: S563-S566.
 50. Thibos, LN. Prospects for a perfect vision. *J Refract Surg* 2000; 16: S540-S546.
 51. Wang, JY; Silva, DE. Wave interpretation with Zernike polynomials. *Applied Optics*. 1980 May; 19:9: 1510-1518.
 52. Applegate, RA. Limits to vision. Can we do better than nature?. *J Refract Surg* 2000; 16: S547-S551.
 53. Schwiegerling, J. Theoretical limits to visual performance. *Surv Ophthalmol* 2000; 45:139-146.
 54. Ryan, JS. *The Retina*. Mosby 2001.
 54. Yudelis, C; Hendrickson, A. A qualitative and quantitative analysis of the human fovea during development. *Vision Res* 1986 ;26:847-855.
 55. Liang J; Williams DR; Miller DT. Supernormal vision and high resolution retinal imaging through adaptive optics. *J Opt Soc Am* 1997; 14:2884-2892.
 56. Miller DT. Retinal imaging and vision at the frontiers of adaptive optics. *Physics today* 2000; 53:31-36.
 57. Campbell FW; Green DG. Optical and retinal factors affecting visual resolution. *J Physiol* 1965; 181:576-593.
 59. Williams DR. Aliasing in human foveal vision. *Vision Res* 1985;25: 195-205.
 60. Charman, WN; Walsh, G. Variations in the local refractive correction of the eye across its entrance pupil. *Opt & Vis Science*. 1988;66. 1:34-40.
 61. Thibos, LN. Principles of Hartmann-Shack aberrometry. *J Refract Surg* 2000; 16:S563-S565.
 62. Flammant, MF. Étude de la repartition de lumière dans l'image rétinienne d'une fente. *Rev Opt* 1955;34:433-459.
 63. Artal, P; Marcos, S; Navarro, R, Williams, DR. Odd aberrations and double pass measurements of retinal image quality.. *J Opt Soc Am A* 1995; 12:195-201.

64. Pallikaris, IG; Paganopoulou, SI; Molebny, VV. Clinical experience with the Tracey technology wavefront device. *J Refract Surg* 2000; 16: S588-S591.
65. Mrochen, M; Kaemmerer, M; Mierdel, P. Principles of Tscherning aberrometry. *J Refract Surg* 2000; 16: S647-S650. . *J Refract Surg* 2000; 16: S570-S571.
66. Applegate, JR; Thibos, LN; Bradley, A. Reference axis selection: subcommittee report of the OSA working group to establish standards for measurement and reporting of optical aberrations of the eye. *J Refract Surg* 2000; 16: S656-S658.
67. Klein, SA; Garcia, DD. Line of sight and alternative representations of aberrations of the eye. *J Refract Surg* 2000; 16: S630-S635.
68. Thibos, LN; Applegate, RA, Schwiegerling, JT. VSIA standard taskforce members. Standards for reporting the optical aberrations of eyes. *J Refract Surg* 2002; 18: S563-S566.
69. Bille, JF. Preoperative simulation of outcomes using adaptive optics. *J Refract Surg* 2000; 16: S608-S610.
70. Roorda, A. Adaptive optics ophthalmoscopy. *J Refract Surg* 2000; 16: S602-S607.
71. Yoon, G; Cox, I. Visual benefit of static correction of monochromatic wave aberrations. *IOVS* 1999; 40(suppl):40.
72. Perez-Santonja, JJ; Sakala, HF; Alió, JL. Contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis. *J. Cataract Refract Surg* 1998 Feb; 24(2):138-9
73. Cardona Ausina, C; Perez-Santonja, JJ; Ayala Espinosa, MJ; et al. Contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis for myopia (LASIK-M). *Arch Soc Esp Oftalmol* 2000 Aug; 75(8):541-6.
74. Mutyala, S; McDonald, MB; Scheinblum, KA; et al. Contrast sensitivity evaluation after laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology* 2000 Oct; 107(10): 1864-7.
75. Montes-Mico, R; Charman, WN. Choice of spatial frequency for contrast sensitivity evaluation after corneal refractive surgery. *J Refract Surg* 2001 Nov-Dec; 17(6): 646-651.
76. Marcos, S. Aberrations and visual performance following standard laser vision correction. *J Refract Surg* 2001 Sep-Oct; 17(5): S596-601.

Libros de referencia.

- Duane, TD; Jaeger, EA. Biomedical foundations of ophthalmology. J.B. Lippincott company 1990.
- Duane, TD. Clinical ophthalmology. J.B.Lippincott company 1991.
- Duke-Elder. System of ophthalmology. Henry Kimpton publishers 1974.
- Machat, J; Slade. The art of LASIK. 2ª edición. Slack inc. 1999.
- Kaufmann; Barron. The cornea. Butterworth-Heinemann.(Elsevier) 1998.
- Krachmer; Mannis. Cornea. Mosby. 1995.
- Spalton, DJ; Hitchings, RA. Atlas de oftalmología clínica. Mosby 1995.
- Yanoff; Ducker. Ophthalmology. Mosby. 1999.

Paginas web de referencia:

- McDonald, MB. The future of wavefront refraction as diagnostic tool.
www.clinico.com.tw/wavefront/practice.htm
- Fundingsland, B.Surf's up: the new refractive paradigm of wavefront technology.
www.clinico.com.tw/wavefront/coverfeature.htm
- [Http://color.eri.harvard.edu/standardization/_disc2/00000010.htm](http://color.eri.harvard.edu/standardization/_disc2/00000010.htm)
- [Http://www.osa.org/Homes/vision/resources/intro.htm](http://www.osa.org/Homes/vision/resources/intro.htm)
- <http://www.ndt-ed.org/EducationalResources>
- <http://www-staff.lboro.ac.uk>

9. ANEXOS

1. Abreviaturas y anglicismos

1/ ACT: Aberración cromática transversa.

2/ Aliasing: Poner un alias. No ver las cosas con su aspecto real sino bajo un alias.

3/ A.V: Agudeza visual.

4/ Airy disk: Alteración de la imagen causada por la difracción.

5/ Cpg: Ciclos por grado

6/ BCVA: Agudeza visual corregida

7/DE: Desviación estándar

8/ Dithering: Movimiento pulsátil de la retina.

9/ Defocus: Aberración refractiva esférica.

10/ Eq esf: Equivalente esférico

11/ Eyetracker: Seguidor de movimientos oculares

12/ Flap: Lenticulo

13/ Fluence: Flujo de energía

14/ F.O: Frente de onda.

15/ Glare: Deslumbramiento

16/ Haze: Nubécula

17/ HOA: Higher order aberrations. Aberraciones de alto orden.

18/ Ingoing: Hacia dentro

19/ Laser 1: Planoscan

20/ Laser 2: Zyoptix

21/ L.O: Longitud de onda.

22/ MTF: Modulation transfer function. Función de transferencia de modulación.

- 23/ Nyquist frequency: Frecuencia Nyquist. Limite donde se puede percibir el contraste.
- 24/ O.A: Optica adaptativa.
- 25/ Outgoing: Hacia fuera
- 26/ PSF: Point spread function. Función de dispersión del punto.
- 27/ P.Z: Polinomios de Zernike.
- 28/ Ray-Tracing: Trazado de los rayos.
- 29/ RMS: Root mean square. Raíz cuadrada de la media.
- 30/ S.C: Sensibilidad al contraste.
- 31/ Scatter: Desglosamiento, dispersión de la luz.
- 32/ S.C.E: Efecto Stiles-Crawford.
- 33/ Shutter: Modulador óptico acústico.
- 34/ Spherical aberration: Aberración esfericidad.
- 35/ Spot: punto.
- 36/ Strehl ratio: Cociente de Strehl.
- 37/ UCVA: Agudeza visual sin corrección
- 38/ Wave aberration: Aberración del frente de onda.
- 39/ Wavefront: Frente de onda.
- 40/ Wavefront error: Error del frente de onda.
- 41/ Wavefront sensor: Sensor de frente de onda.
- 42/ Z.O: Zona óptica
-
- 2/ Consentimientos de reproducción de imágenes.