



# XV CONGRESSO

Società Oftalmologica  
Calabrese

**Università degli Studi di Pisa**

AZIENDA OSPEDALIERO-UNIVERSITARIA PISANA

U.O. Oculistica Universitaria

*Direttore Prof. Marco Nardi*

**Giovanna Gabbriellini, Pasquale Loiudice**

# Diagnostica strumentale della cornea



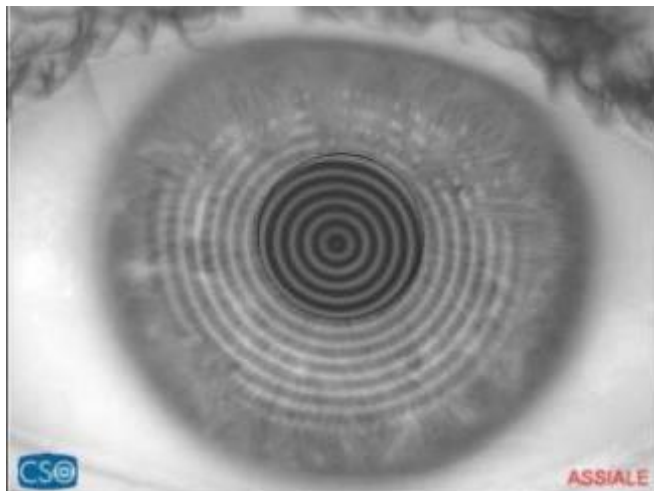
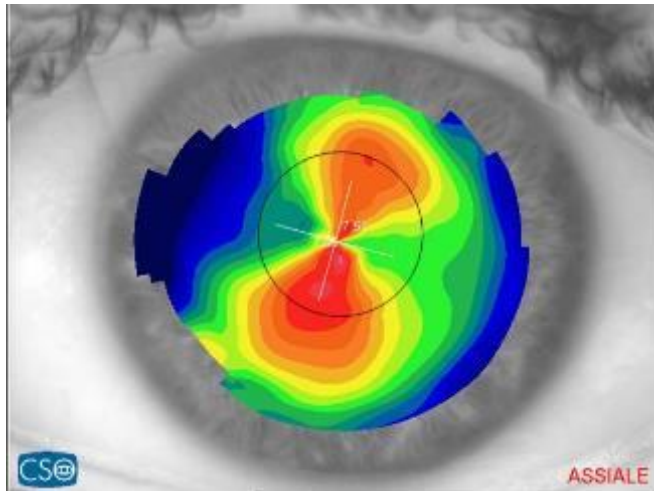


# Topografia corneale



# Topografia corneale

*Placido nel 1888 ebbe l'idea di analizzare l'immagine riflessa dalla superficie anteriore della cornea di una serie di anelli concentrici bianchi e neri per individuare eventuali deformazioni.*



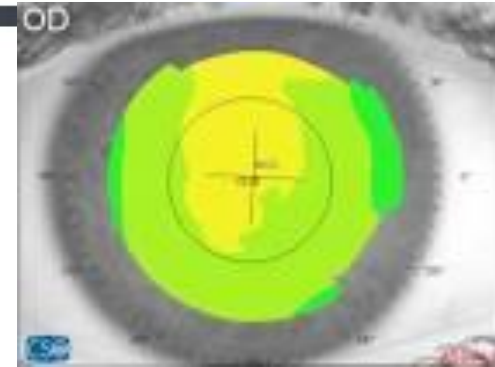
**Accurate dettagliate informazioni sulla curvatura corneale trasformate in potere diottrico**

- diagnosi follow-up ectasie corneali (cheratocono degenerazione marginale pellucida)
- prescrizione di lac
- trattamento chirurgico difetti di refrazione
- follow-up cheratoplastiche

# Morfologia corneale

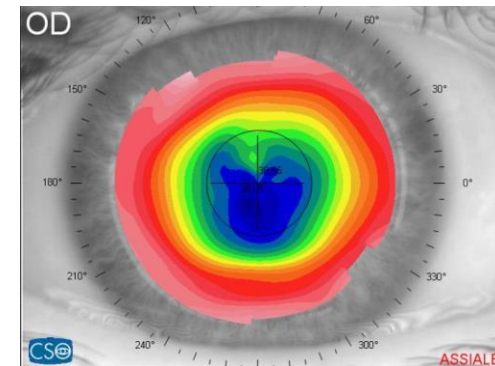
## Cornea normale Profilo Prolato

- **Zona centrale** 1-3 mm, superficie sferica
- **Zona paracentrale** anello di 3-4 mm diametro esterno di 7-8 mm, area di progressivo appiattimento
- **Zona periferica** diametro esterno di 11 mm maggiore appiattimento e asfericità



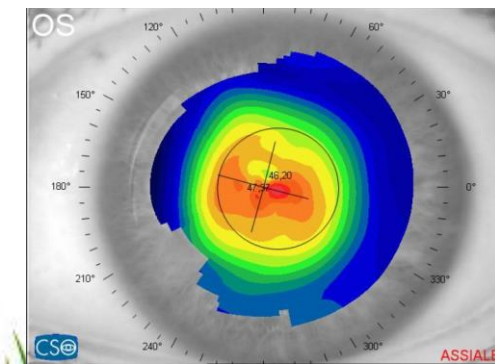
## Profilo Oblato

appiattito centralmente e più curvo lateralmente  
esiti di chirurgia per miopia.



## Profilo Iperprolato

post-chirurgico per ipermetropia  
morfologia accentuata della cornea normale



# Topografia corneale

---

## L'algoritmo

(assiale tangenziale altimetrico)

## La scala

(assoluta relativa normalizzata)

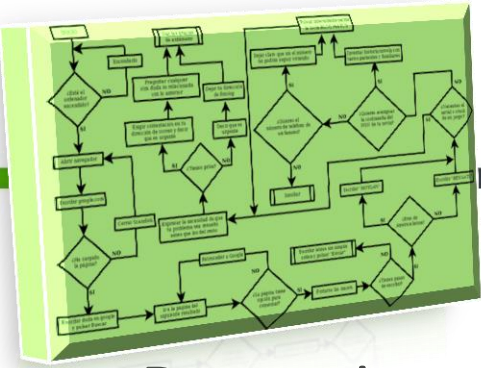
## Gli indici

(SAI SRI PVA... )



# Algoritmo

## Sistema di calcolo

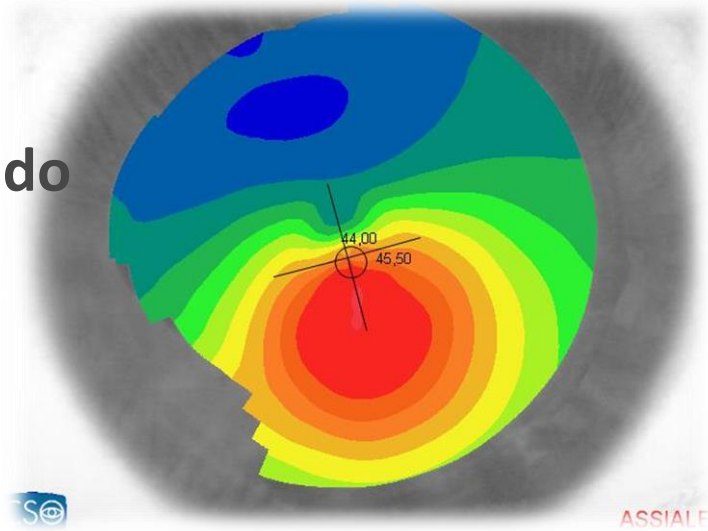


- Determinare raggio di curvatura dei singoli punti della superficie corneale
  - Ricostruire il potere diottrico anteriore.
  - Il valore di ogni punto è riferito all' asse che dalla mira di fissazione del topografo passa dal vertice corneale, cioè il centro del primo anello di Placido.
- **assiale**
  - **tangenziale**
  - **altimetrico**

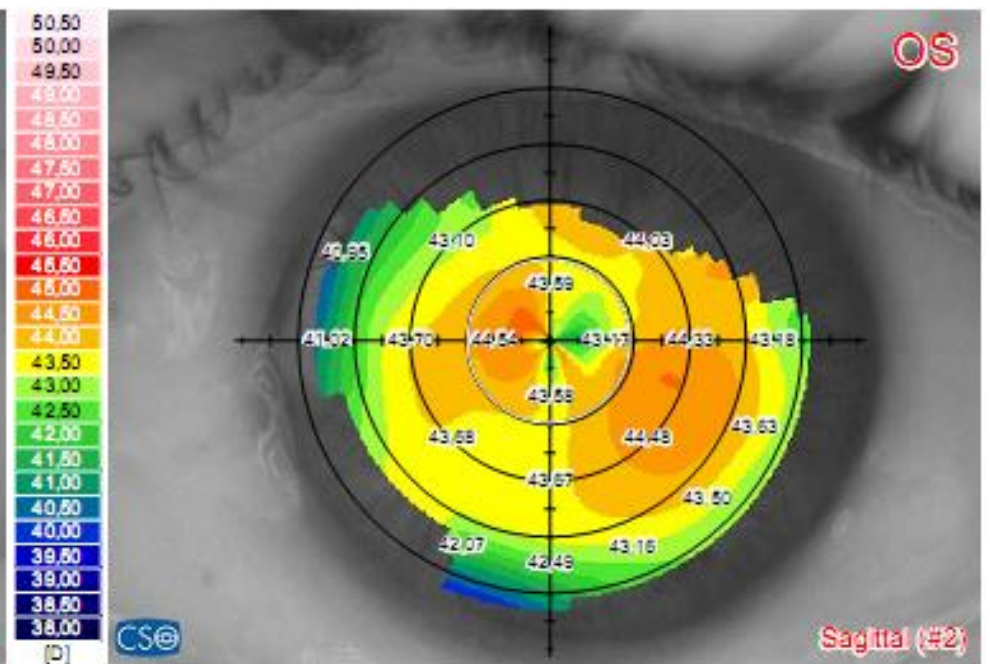
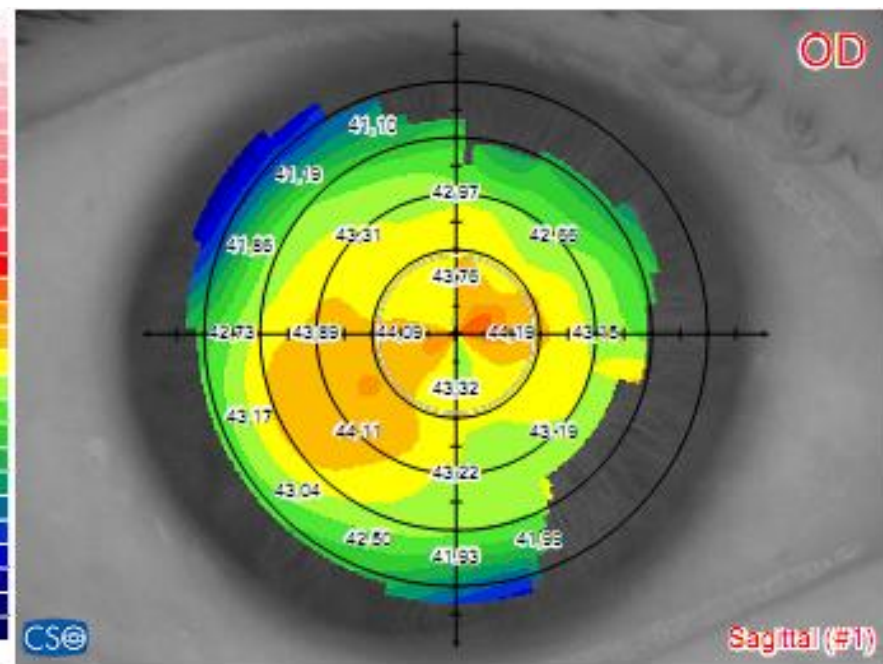
# Algoritmo assiale o sagittale

**Si assume che tutti i raggi della cornea abbiano come asse di rotazione un asse ortogonale alla tangente dell'apice corneale.**

- Rappresentazione in diottrie
- Buona rappresentazione centrale, alto grado approssimazione periferica
- Maggiori dati funzionali
- Minori dati morfologici
- Più semplice e più intuitivo





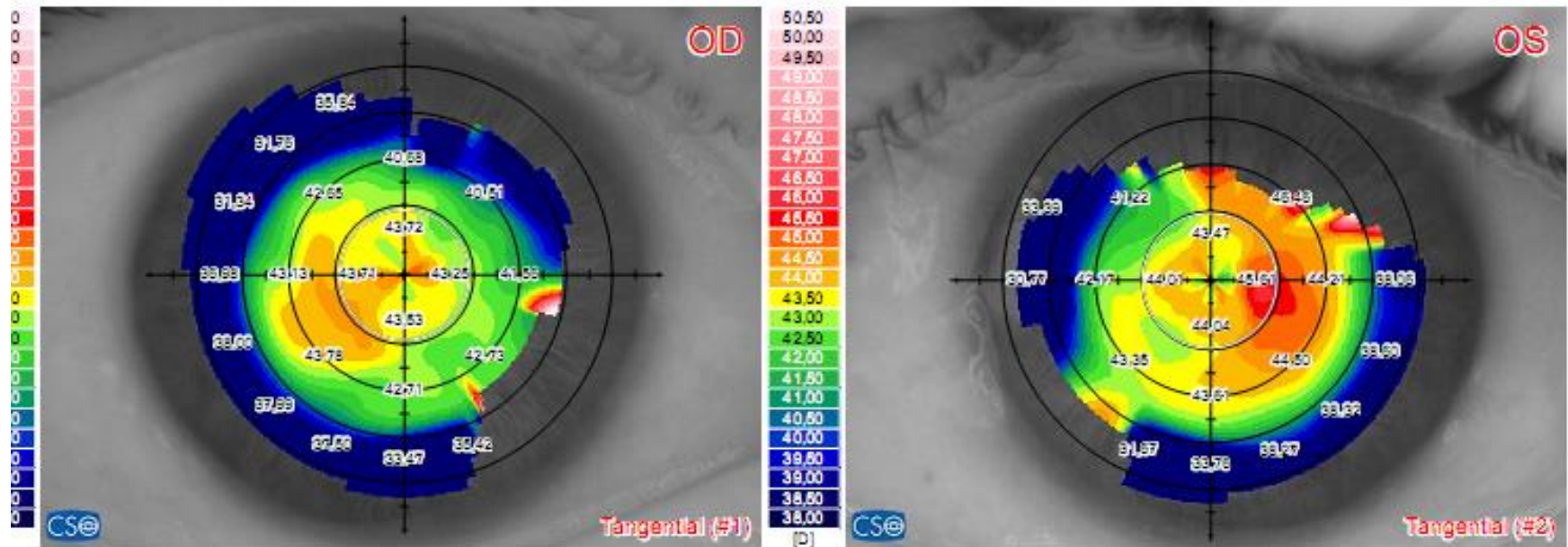


# Algoritmo tangenziale (mappa meridionale, locale o istantanea)

**Calcola i raggi di curvature considerando la tangente ad ogni punto o intervallo di superficie analizzato**

- Il raggio di curvatura e' perpendicolare a tale tangente
- I centri rotazionali non cadono su uno stesso asse e sono svincolati dall'ortogonale all'apice corneale
- Rappresentazione in diottrie
- Mappa morfofunzionale centrale e periferica
- **Mappa tangenziale misura in maniera più sensibile piccoli cambiamenti curvatura.**
- **Mappa assiale permette approssimare potere rifrattivo medio corneale**

# Algoritmo tangenziale



# Algoritmo altimetrico

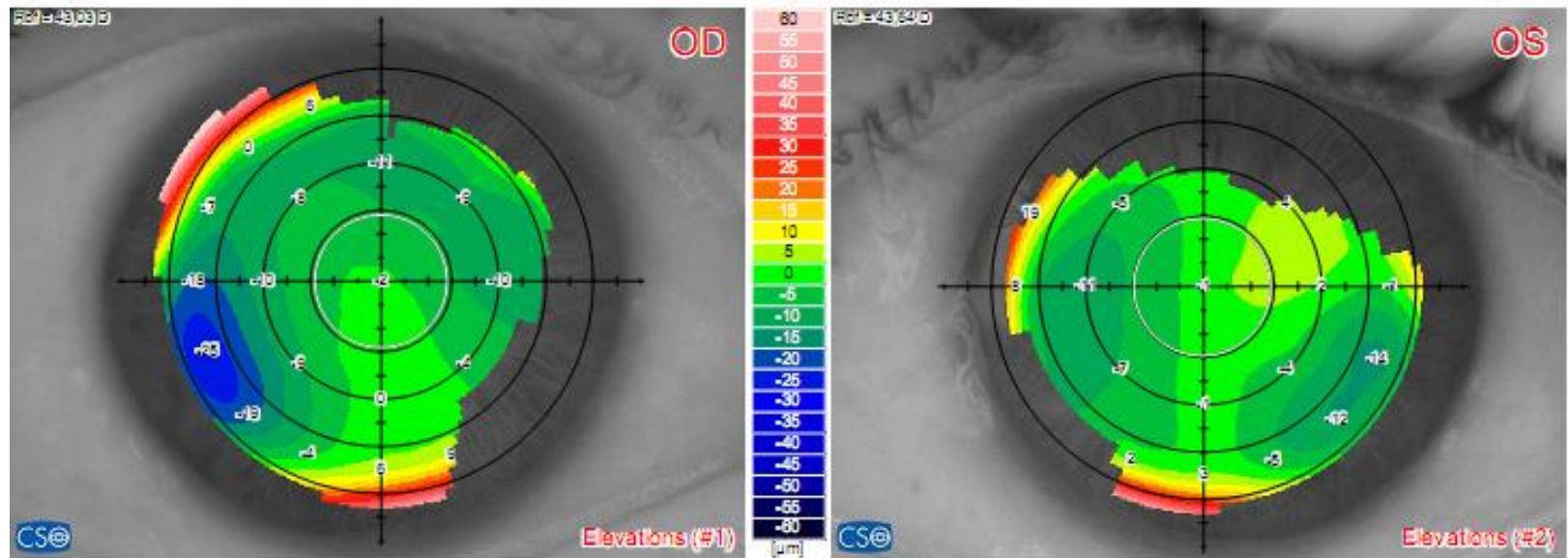
---

**Calcola i dislivelli della cornea rispetto ad una sfera di riferimento**

**BEST FIT SPHERE = la migliore superficie sferica che approssima la cornea in esame**

- Rappresentazione strettamente morfologica
- Dati espressi in micron
- Svincolato dall'asse topografico
- Grande utilità nello studio degli astigmatismi

# Algoritmo altimetrico

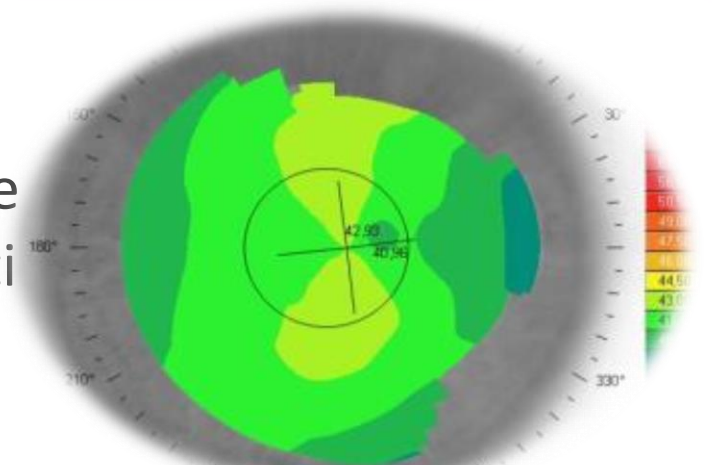


# LA SCALA TOPOGRAFICA

Trasformazione dei dati numerici in sequenza di colori

## Scala assoluta

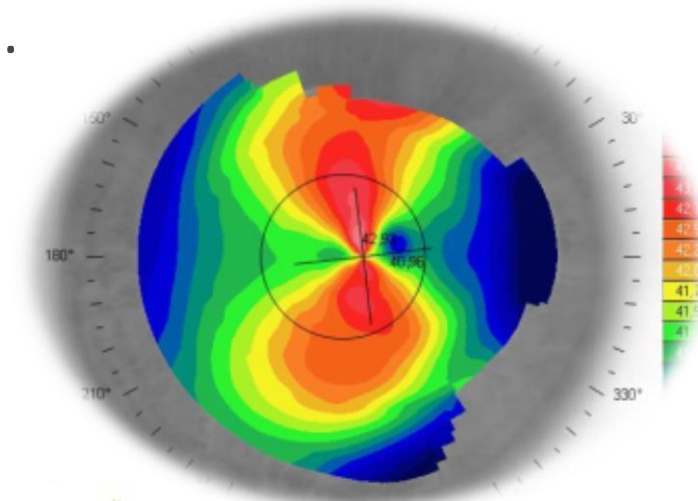
ogni colore stesso valore diottrico,  
riconoscimento più rapido di alcune patologie  
confronto più facile rispetto esami precedenti



Scala assoluta

## Scala relativa o normalizzata

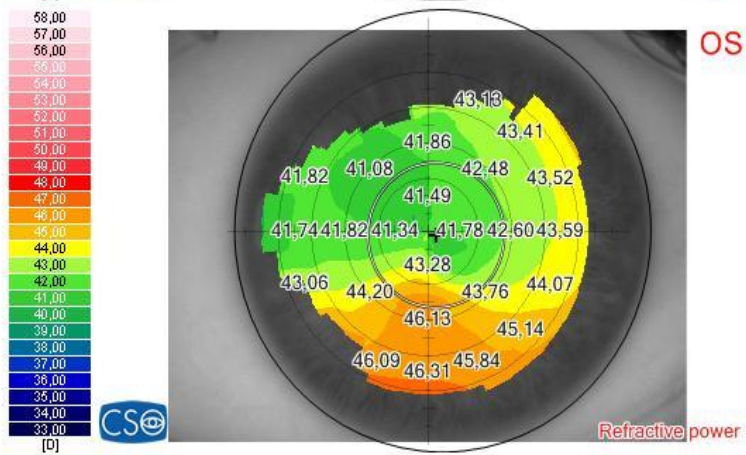
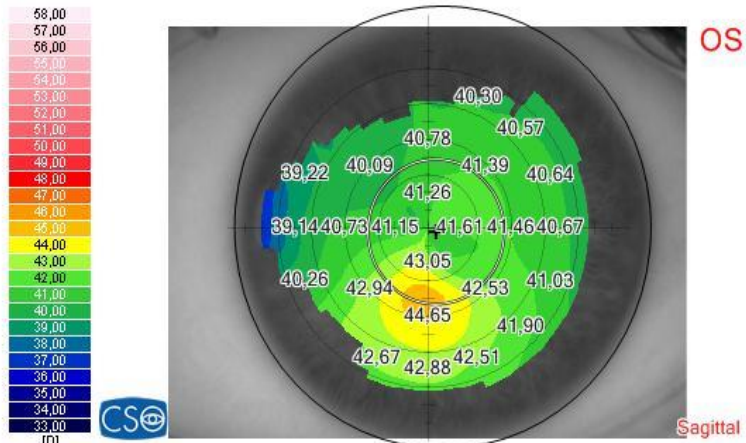
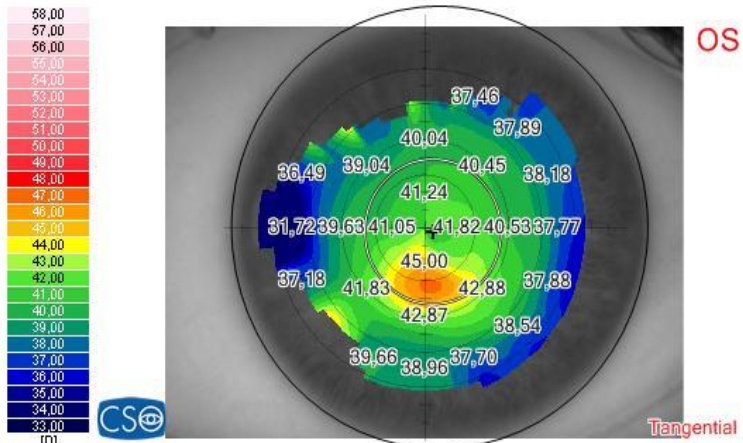
dipende dallo scarto esistente tra valore minimo  
e valore massimo di curvatura della cornea.  
consente di osservare piccole variazioni di  
curvatura permette esame più dettagliato.



Scala normalizzata

## Scala regolabile

operatore stabilisce valore minimo e  
massimo e risoluzione per ogni gradino  
cromatico.



Identification code: P1295084534  
Exam date and time: 29/09/2015 11.12  
Acquisition date: 29/09/2015 11:13:36 [2-1]

MPP = 41,63 D  
Longitudinal Spherical Aberration  
e = -0,46 ⚠  
LSA = 1,38 D ⚠  
Irregularity of curvature  
IC = 0,32 D  
Surface Asymmetry Index  
41,24 D @ 248° 42,13 D @ 338°  
SAI = 0,90 D ⚠

Keratoconus screening ? ▲ ×  
AK = 46,74 D (r = 1,80 mm @ 274°)  
SI = 2,36 D ⚠  
BCV = 1,16 μm ⚠  
Rbf = 8,02 mm  
RMS/A:  
0,09 μm/mm² ⚠  
Class:  
- Suspect keratoconus

# Gli indici

**SAI (Surface Asymmetry Index)** Asimmetria superficie corneale anteriore globale. Si basa sulla corrispondenza speculare due emicornee. Somma differenze di potere diottrico tra due punti opposti (ovvero posti a  $180^\circ$ ) appartenenti allo stesso anello e posti lungo le due metà dello stesso meridiano. È rappresentato graficamente

**VERDE**  $<0.5$  - **cornea sfero-cilindrica ideale**      **GIALLO** -  $<1$  **cornea border-line**

**ROSSO**  $>1$  - **cornea patologica** (cheratocono, chirurgia refrattiva decentrata, trapianto,)

**SRI (Surface Regularity Index)** Regolarità superficie corneale anteriore centrale. Media delle differenze di potere diottrico tra i punti adiacenti dei 10 anelli centrali. in una pupilla virtuale di 4.5 mm

Valore predittivo di acuità visiva (PVA).

**VERDE**  $<1$  **zona ottica regolare**    **GIALLO**  $<1.5$  (**zona ottica border-line**    **ROSSO**  $>1.5$  **zona ottica irregolare**)

**CEI:** indice di eccentricità della forma corneale globale, come differenza rispetto alla sfera di riferimento che ha valore 0. Un valore positivo è indice di cornea prolata, uno negativo di cornea oblata.

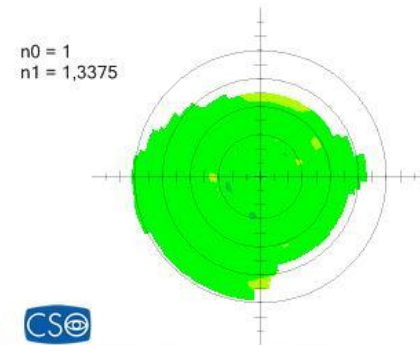
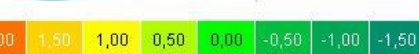
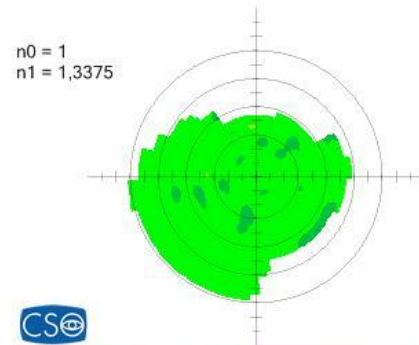
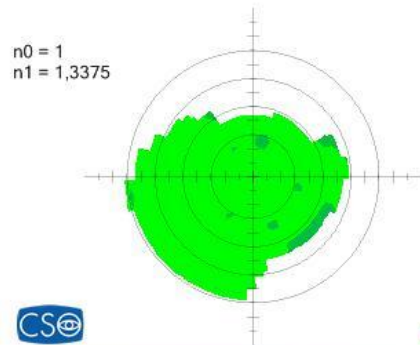
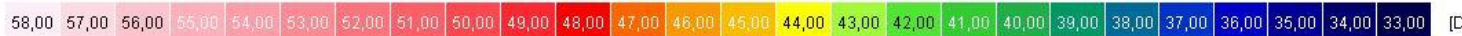
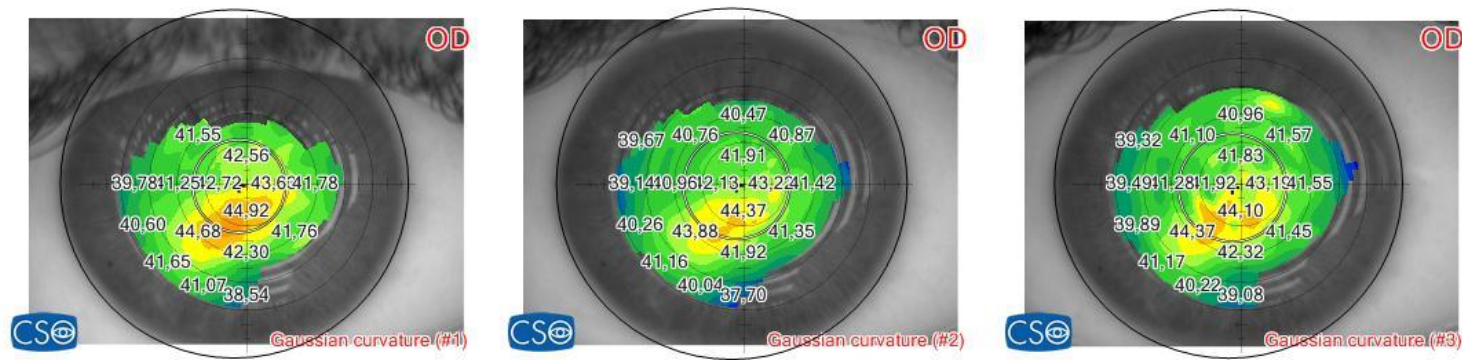
**SI:** indice di simmetria verticale, potere medio di due zone circolari di 3 mm. di diametro, centrate nell' emisfero corneale inferiore ed in quello superiore dove statisticamente è più frequente l' esordio del cheratocono. Indice fondamentale nello screening del cheratocono, misura quale dei due emisferi è quello più curvo

**AK:** cheratometria apicale, evidenzia il punto di massima curvatura istantanea della cornea; la misura dell' apice viene espressa in diottrie.



# Utilizzi

## Cheratonono



Indices referred to:  
Acquisition #1

Birthdate: 14/07/1988  
Identification code: P1295084534  
Exam date and time: 08/09/2014 12.03  
Acquisition date: 08/09/2014 12:04:15 [1-1]

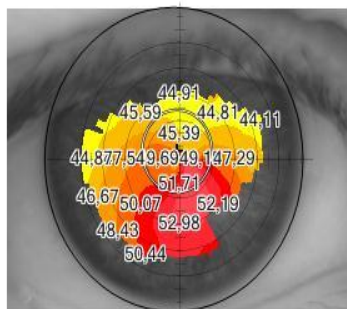
### Summary indices

Horizontal Visible Iris Diameter  
HVID = 12.43 mm  
Pupil (Topographic) +  
r = 0.30 mm @ 191°  
Ø = 3.31 mm

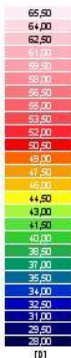
### K readings

### Keratorefractive indices

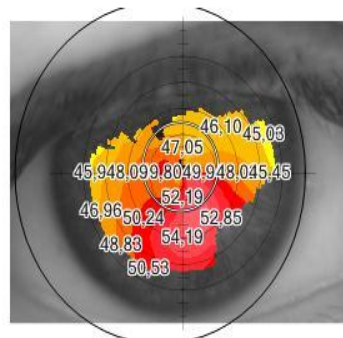
Astigmatism  
Ø 3 mm: Cyl = -2.10 D Ax 35°  
Ø 5 mm: Cyl = -2.08 D Ax 21°  
Mean Pupil Power  
MPP = 43.54 D  
Longitudinal Spherical Aberration  
e = 0.36  
LSA = 0.84 D  
Irregularity of curvature  
IC = 0.44 D  
Surface Asymmetry Index



OD

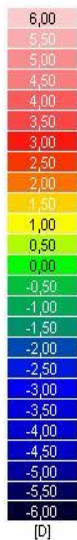


Sagittal (#1)

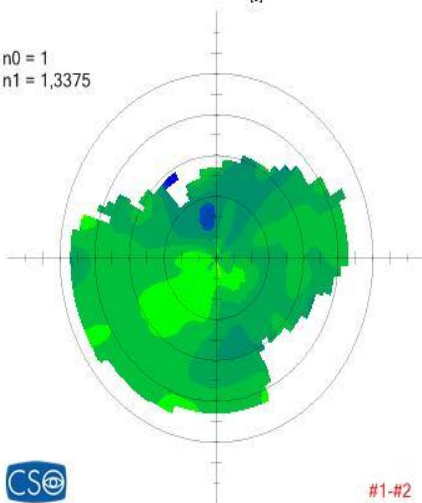


OD

Sagittal (#2)



n0 = 1  
n1 = 1,3375



Indices referred to:  
Acquisition #1

Birthdate: 06/08/1961  
Identification code: P0096415273  
Exam date and time: 04/02/2015 8.52  
Acquisition date: 04/02/2015 08:53:34 [1-1]

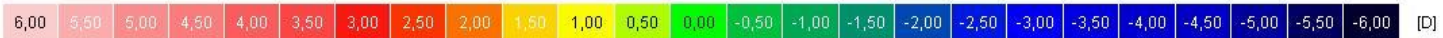
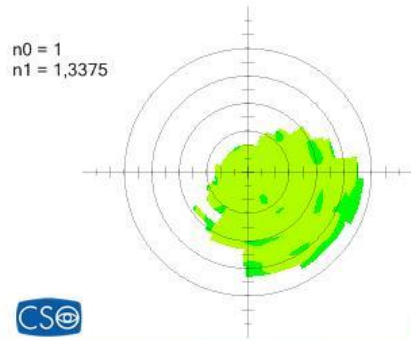
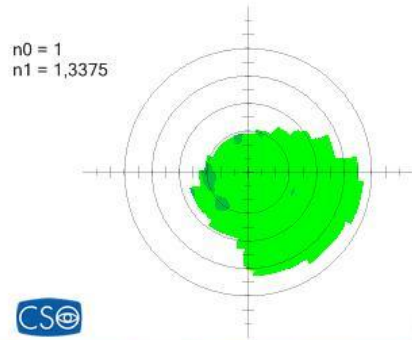
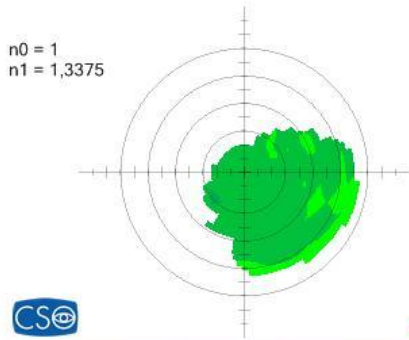
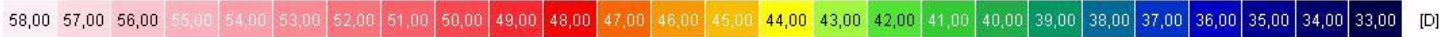
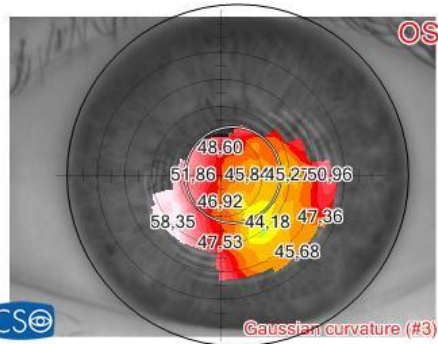
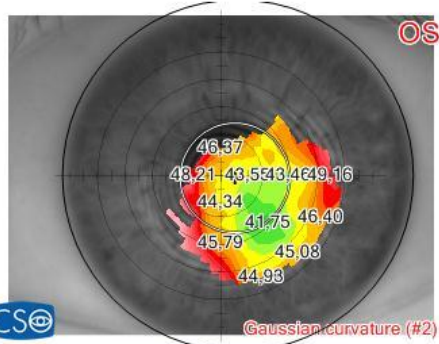
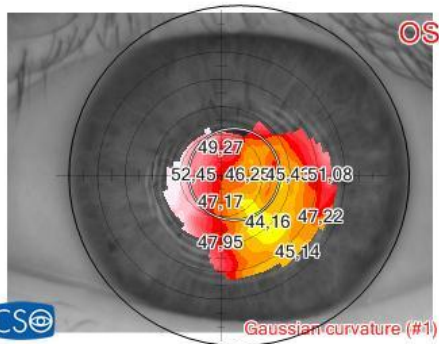
**Summary indices**

Horizontal Visible Iris Diameter  
HVID = 11.70 mm  
Pupil (Topographic) +  
r = 0.35 mm @ 112°  
Ø = 3.17 mm

**K readings**

**Keratorefractive indices**

Astigmatism  
Ø 3 mm: Cyl = -3.58 D Ax 53°  
Ø 5 mm: Cyl = -2.76 D Ax 51°  
Mean Pupil Power  
MPP = 48.41 D  
Longitudinal Spherical Aberration  
e = -0.72  
LSA = 3.06 D  
Irregularity of curvature  
IC = 0.79 D  
Surface Asymmetry Index



Indices referred to:  
Acquisition #1

Birthdate: 24/02/1986  
Identification code: P0078916065  
Exam date and time: 08/01/2014 8.24  
Acquisition date: 08/01/2014 08:25:21 [2-1]

**Summary indices**

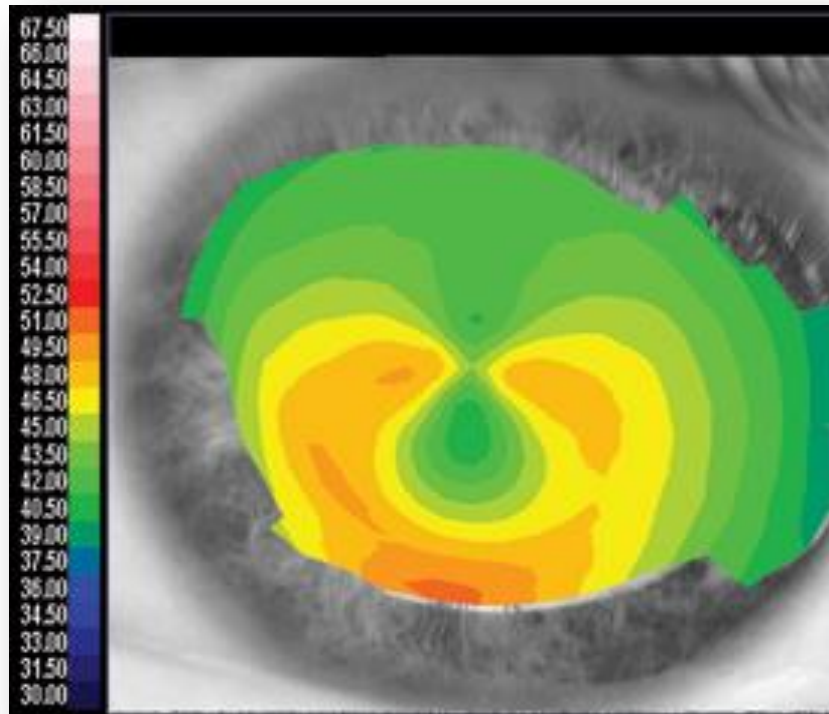
Horizontal Visible Iris Diameter  
HVID = 12,38 mm  
Pupil (Topographic) +  
r = 0,46 mm @ 6°  
Ø = 3,34 mm

**K readings**

Sim-K  
n0 = 1, n1 = 1,3375  
Sim-K  
K1 = 47,44 D @ 42°  
K2 = 49,96 D @ 132°  
Avg = 48,66 D  
Cyl = -2,52 D Ax 42°

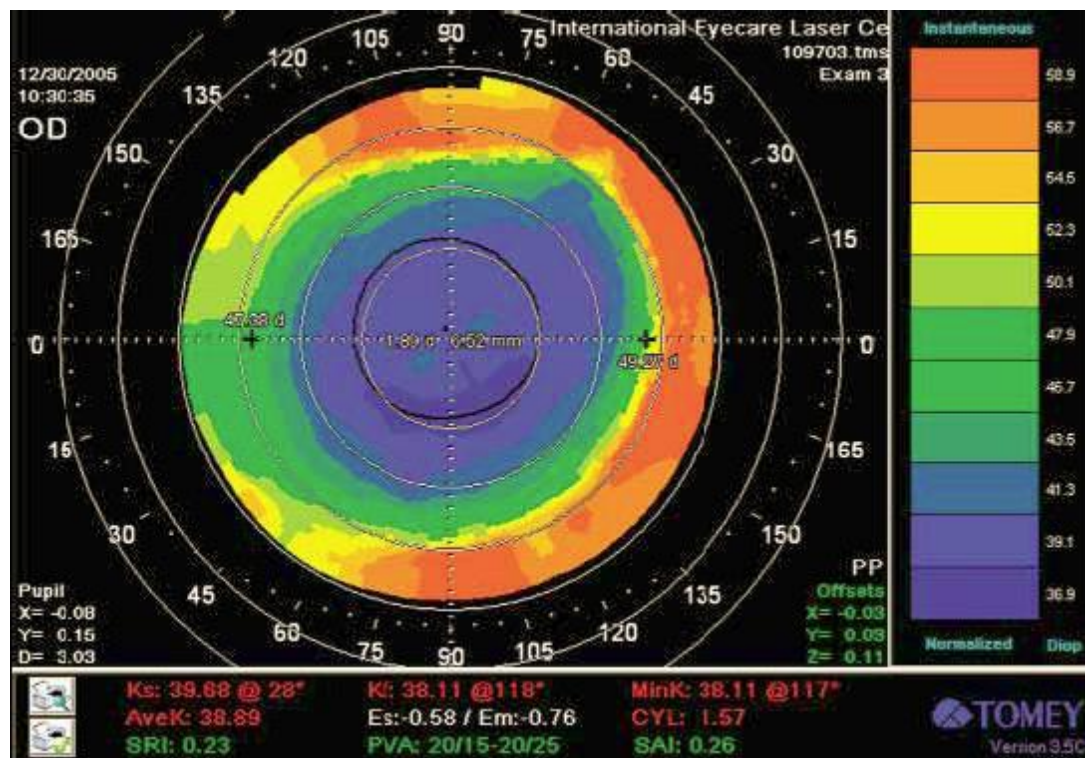
# Utilizzi

Degenerazione marginale pelucida



# Utilizzi

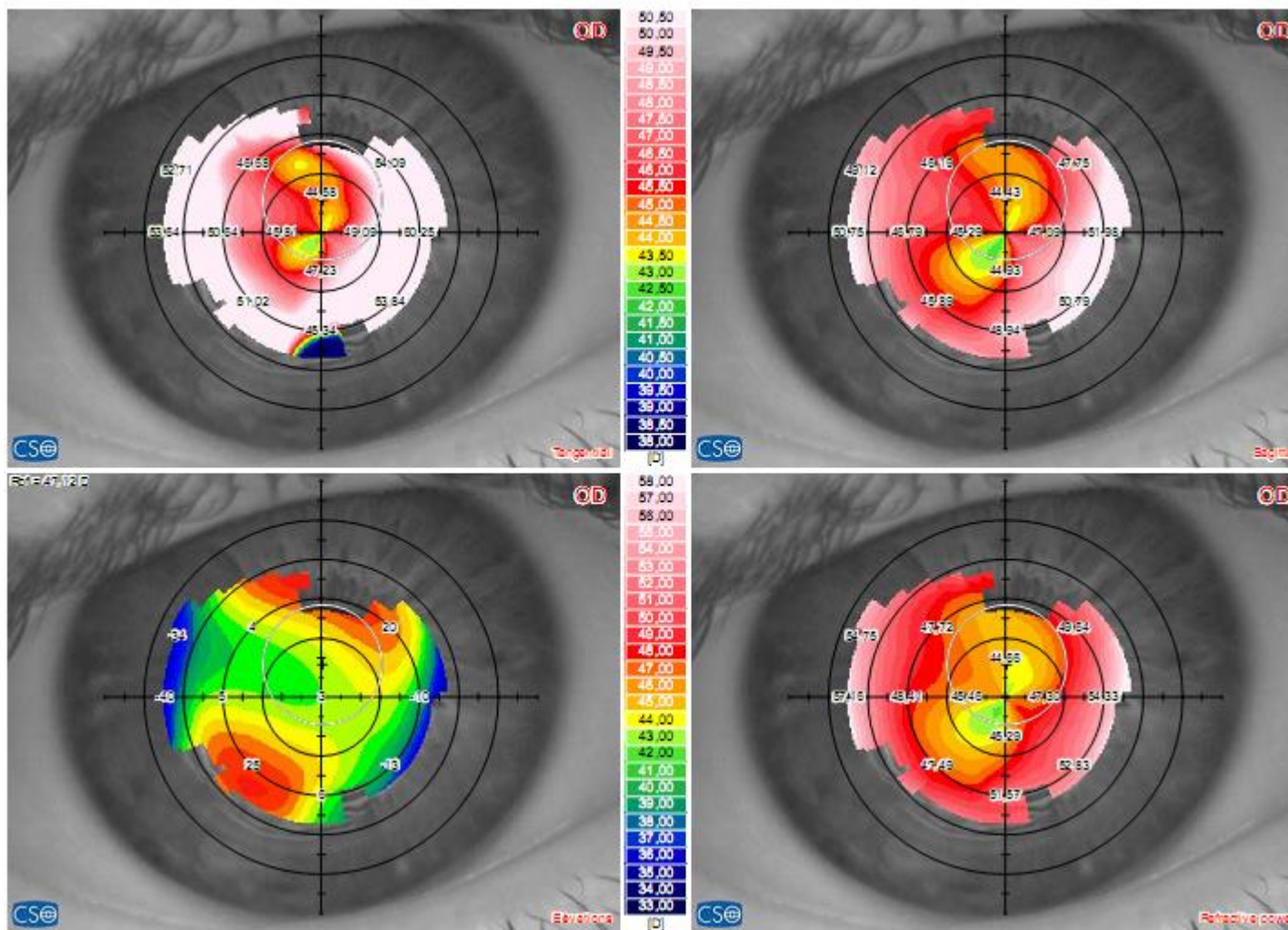
- Post chirurgia refrattiva



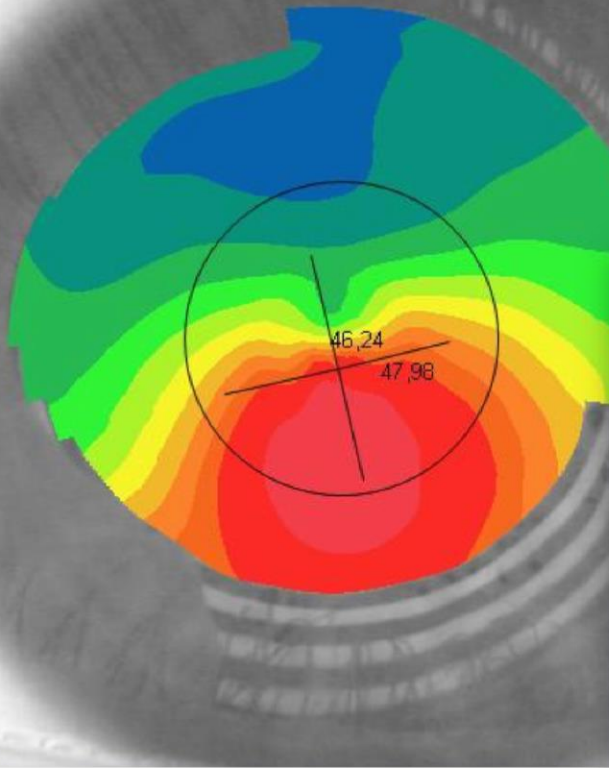
Profilo Oblato

# Utilizzi

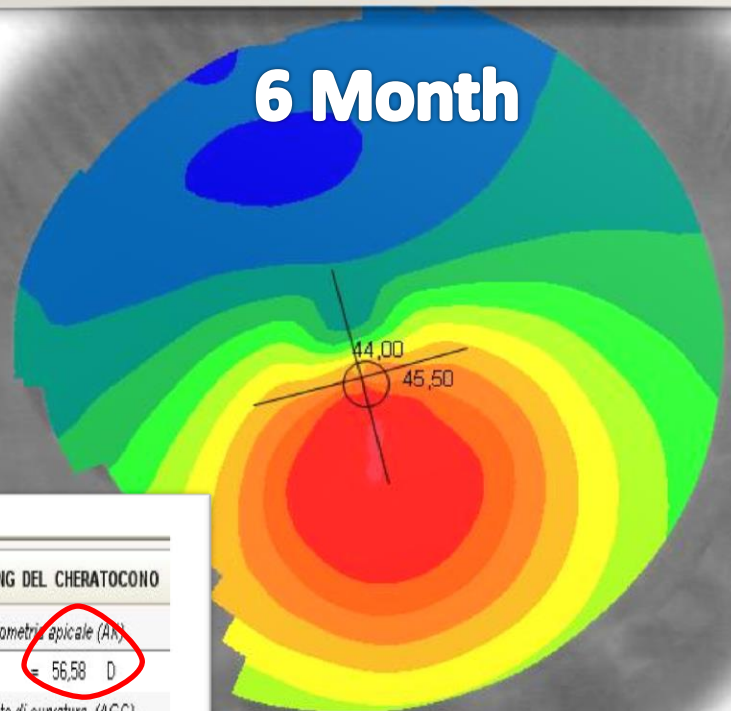
## Dopo PK



pre

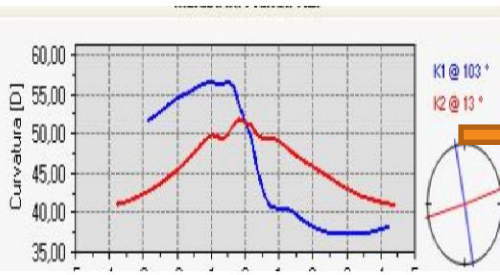


6 Month



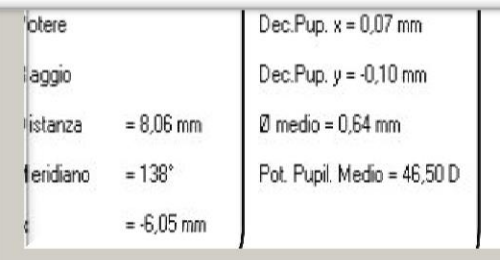
ASSIALE

Dec.Pup. x = 0,04 mm
Dec.Pup. y = 0,41 mm
Ø medio = 4,10 mm
Pot. Pupil. Medio = 46,50 D



SCREENING DEL CHERATOCONO	
Cheratometria apicale (AK)	= 56,58 D
Gradiente di curvatura (AGC)	= 7,69 D/mm
Indice di Simmetria	

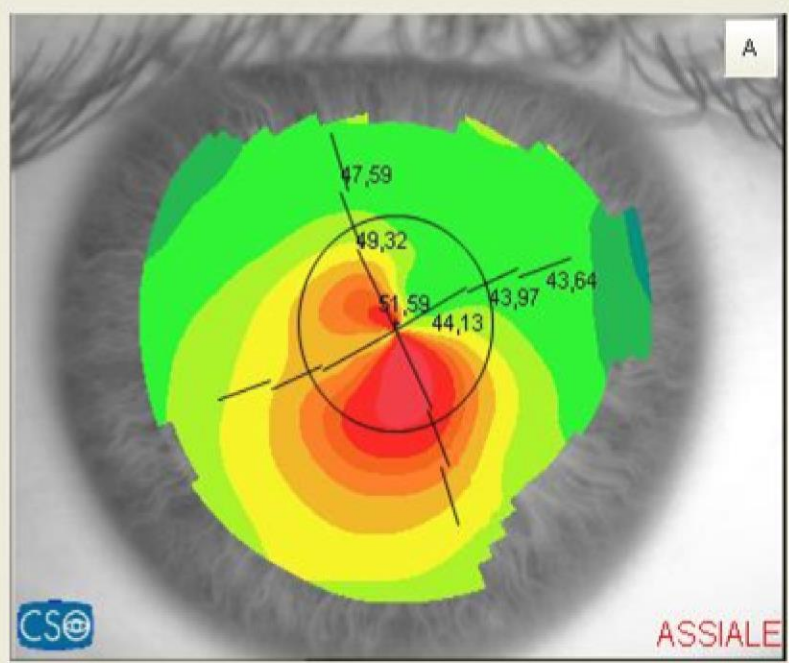
Dec.Pup. x = 0,07 mm
Dec.Pup. y = -0,10 mm
Ø medio = 0,64 mm
Pot. Pupil. Medio = 46,50 D
istanza = 8,06 mm
eridiano = 138°
= -6,05 mm



SCREENING DEL CHERATOCONO	
Cheratometria apicale (AK)	= 54,04 D
Gradiente di curvatura (AGC)	= 6,54 D/mm
Indice di Simmetria	

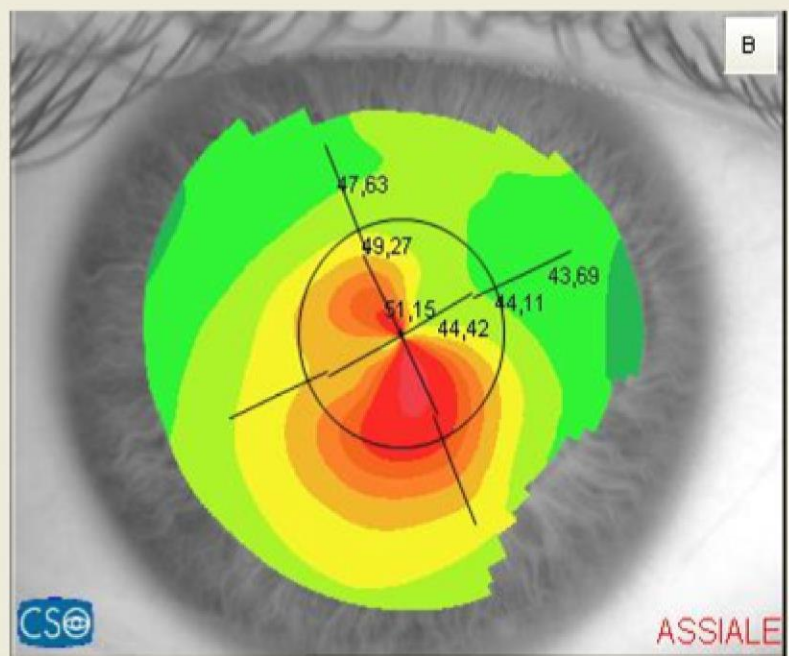


D
101,50
96,50
91,50
86,50
81,50
76,50
71,50
66,50
61,50
56,50
50,50
49,00
47,50
46,00
44,50
43,00
41,50
40,00
38,50
37,00
35,50
29,00
24,00
19,00
14,00
9,00



Valori locali A	
Potere	= 40,43 D
Raggio	= 8,35 mm
Distanza	= 3,94 mm
Meridiano	= 1°

pre



Valori locali B	
Potere	= 40,55 D
Raggio	= 8,32 mm
Distanza	= 3,94 mm
Meridiano	= 1°

6 months

MERIDIANI	
SEMIMERIDIANI	
INDICI CHERATOREFRATTIVI	
Mappa A	
<i>Astigmatismo</i>	
3 mm CYL =	-7,46 D ax = 28°
5 mm CYL =	-5,35 D ax = 24°
Pot. Pupil. Medio	= 47,20 D
• Q	= -1,63
• LSA	= -2,82 D
• Irreg. Curv.(SD)	= 1,95 D
Asimmetria	
• SAI	= 5,64 D
43,82	D @ 60°
49,38	D @ 240°
Mappa B	
<i>Astigmatismo</i>	
3 mm CYL =	-6,73 D ax = 28°
5 mm CYL =	-5,16 D ax = 24°
Pot. Pupil. Medio	= 47,33 D
• Q	= -1,53
• LSA	= -2,57 D
• Irreg. Curv.(SD)	= 1,46 D
Asimmetria	
• SAI	= 3,74 D
44,90	D @ 63°
48,61	D @ 243°



# Limiti topografia

---

- **Area corneale analizzata limitata a circa il 60% , scarso studio delle zone paracentrale e periferica**
- **Non fornisce informazioni sulla superficie corneale posteriore**
- **Non possibile ottenere mappe pachimetriche che rappresentano la distribuzione dello spessore corneale**



## OCT segmento anteriore

Utilizza il principio dell'*interferometria a coerenza ottica*

Il ritardo e l'intensità della luce riflessa dalle strutture analizzate viene confrontata con quella riflessa da uno specchio di riferimento

SA Lunghezza d'onda di 1310 nm

# Utilizzi

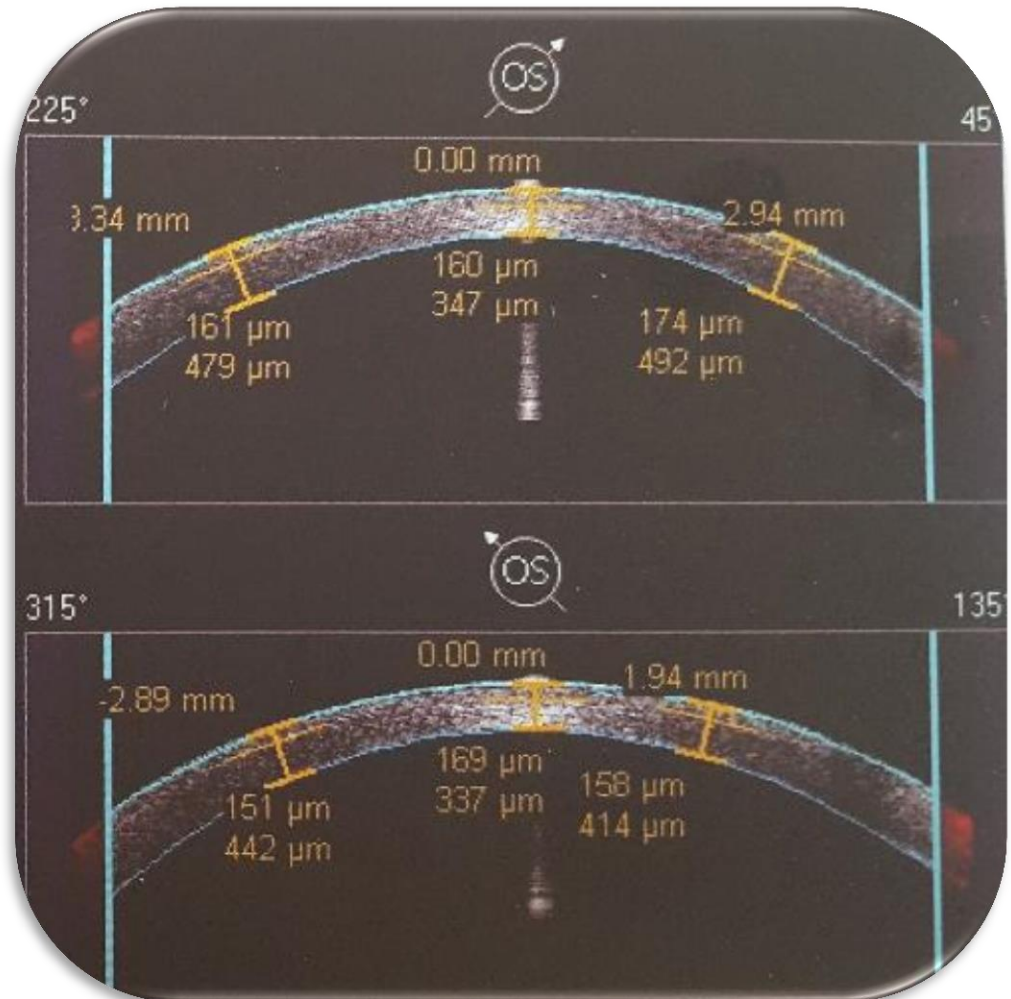
- Analisi e valutazione di tumori del segmento anteriore e della congiuntiva
- Post cheratoplastica  
DALK  
DSAEK
- Analisi dell'angolo iridocorneale
- Monitoraggio della bozza filtrante
- Visualizzazione impianti di drenaggio e loro posizione

# Utilizzi

- Precisa pachimetria
- Chirurgia refrattiva follow-up postoperatorio
- Precisa misurazione residuo stromale e visualizzazione del flap dopo LASIK
- Dimensioni della camera anteriore prima impianto di IOL facheiche
- Follow-up postoperatorio della posizione effettiva dell'impianto
- analisi dell'architettura dell'incisione corneale chirurgia cataratta
- Relazioni spaziali tra la IOL e la capsula posteriore

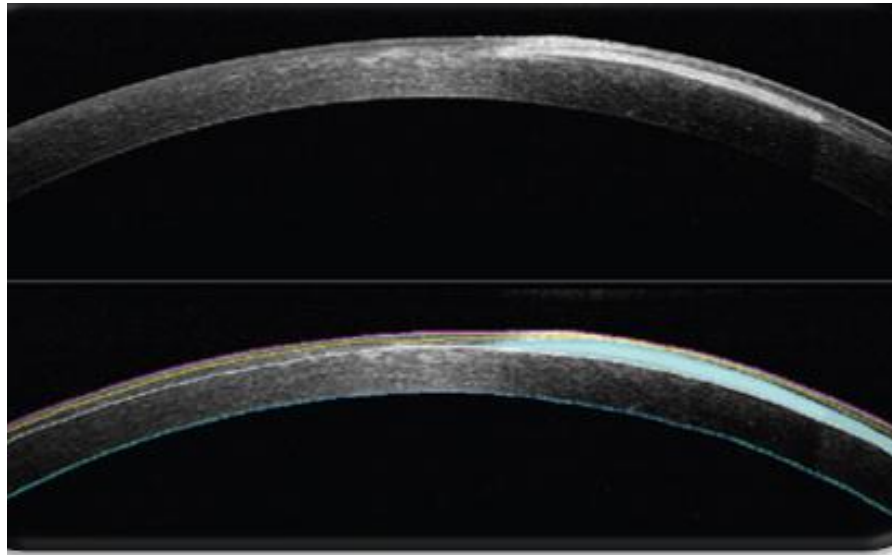
# Utilizzi

- Pachimetria



# Utilizzi

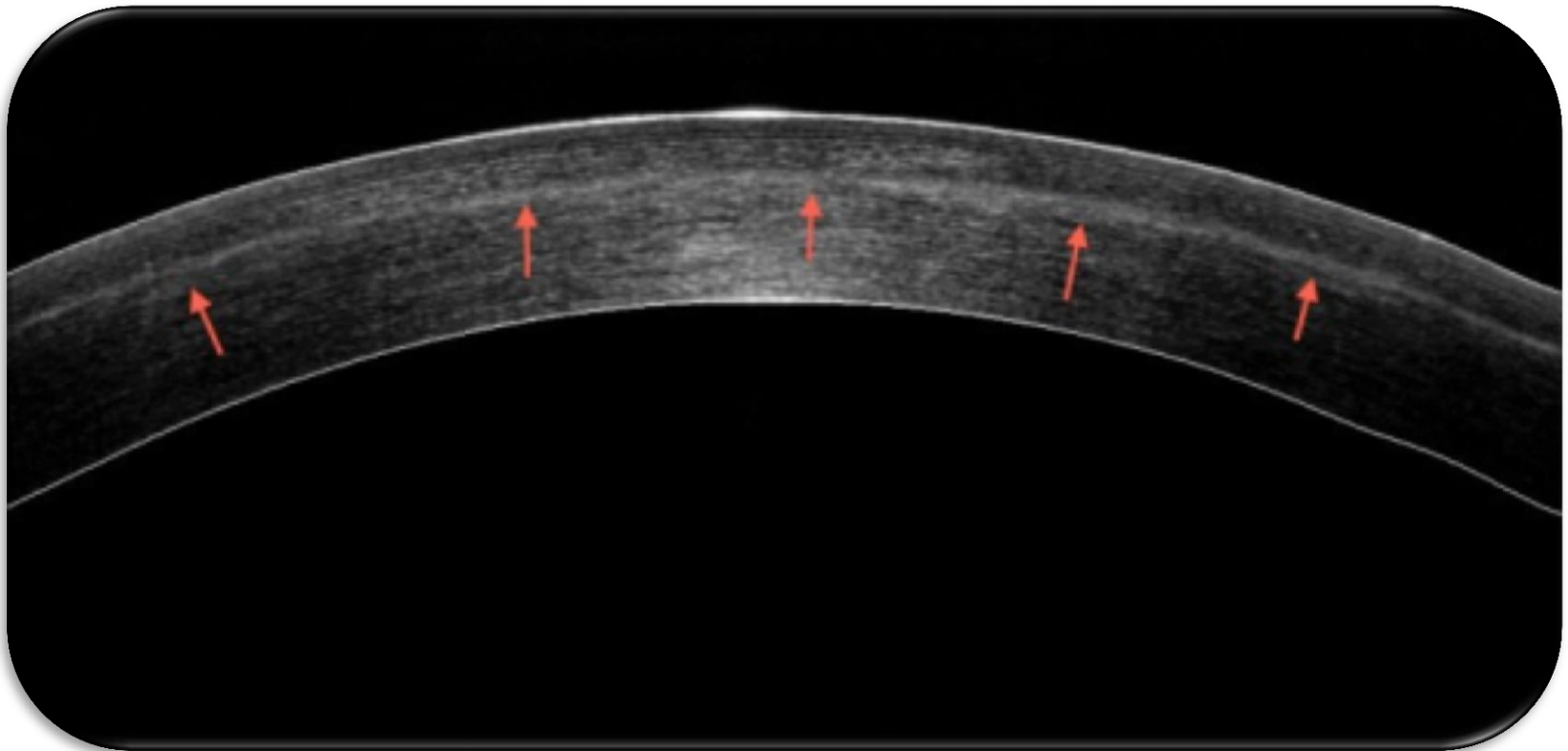
- Chirurgia refrattiva  
follow-up postoperatorio



Epithelial ingrowth  
**POST LASIK,**

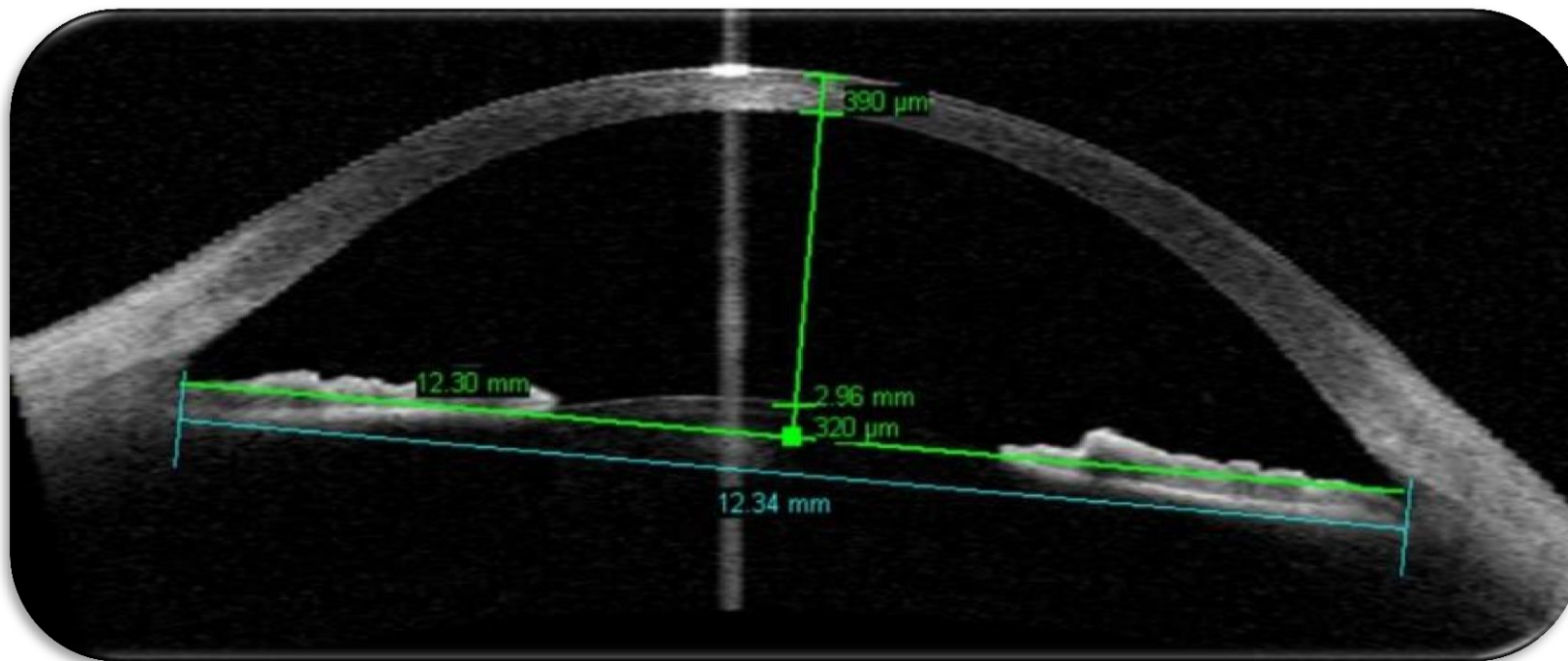
# Utilizzi

- dopo LASIK
- precisa misurazione del residuo stromale
- visualizzazione del flap



# Utilizzi

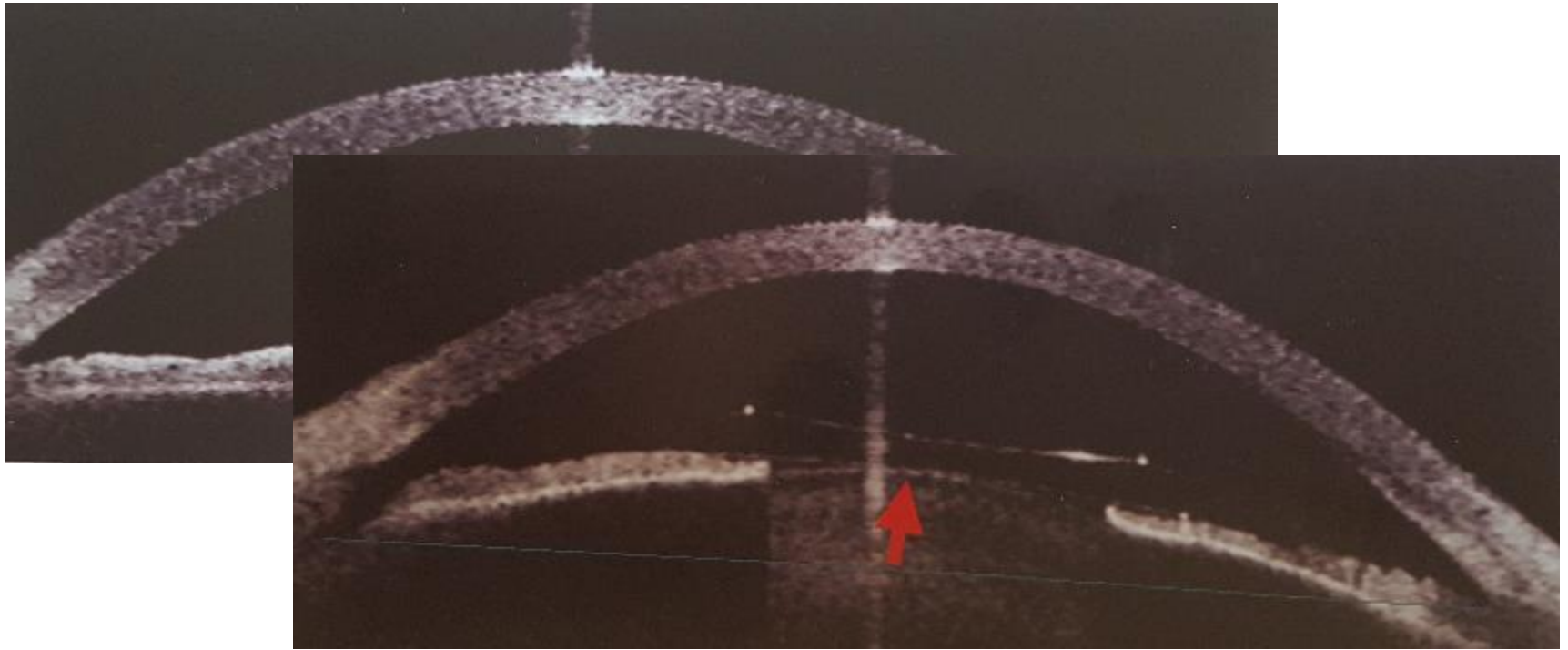
- Valutazione dimensioni CA prima dell'impianto di IOL facheiche





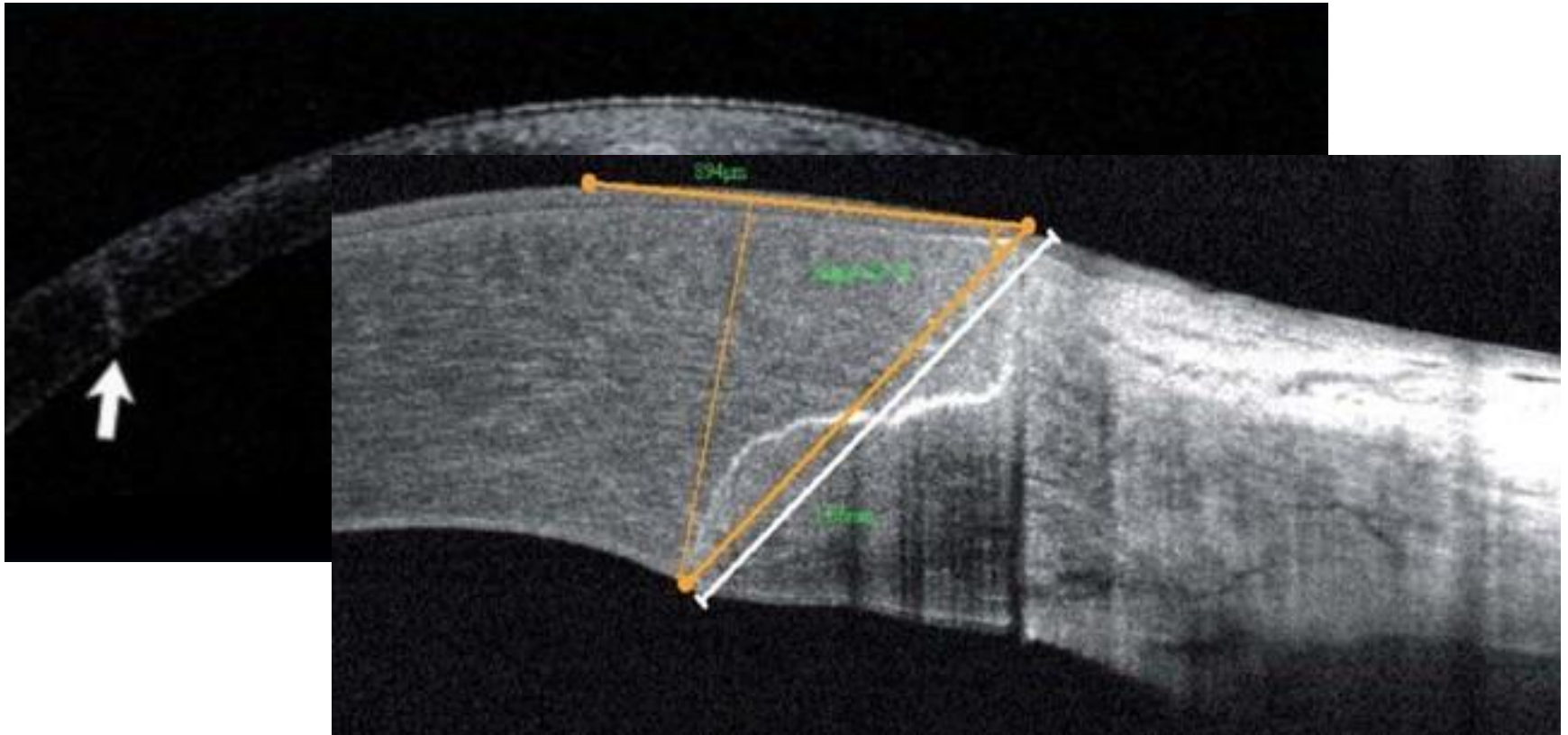
# Utilizzi

- Follow-up postoperatorio della posizione effettiva dell'impianto



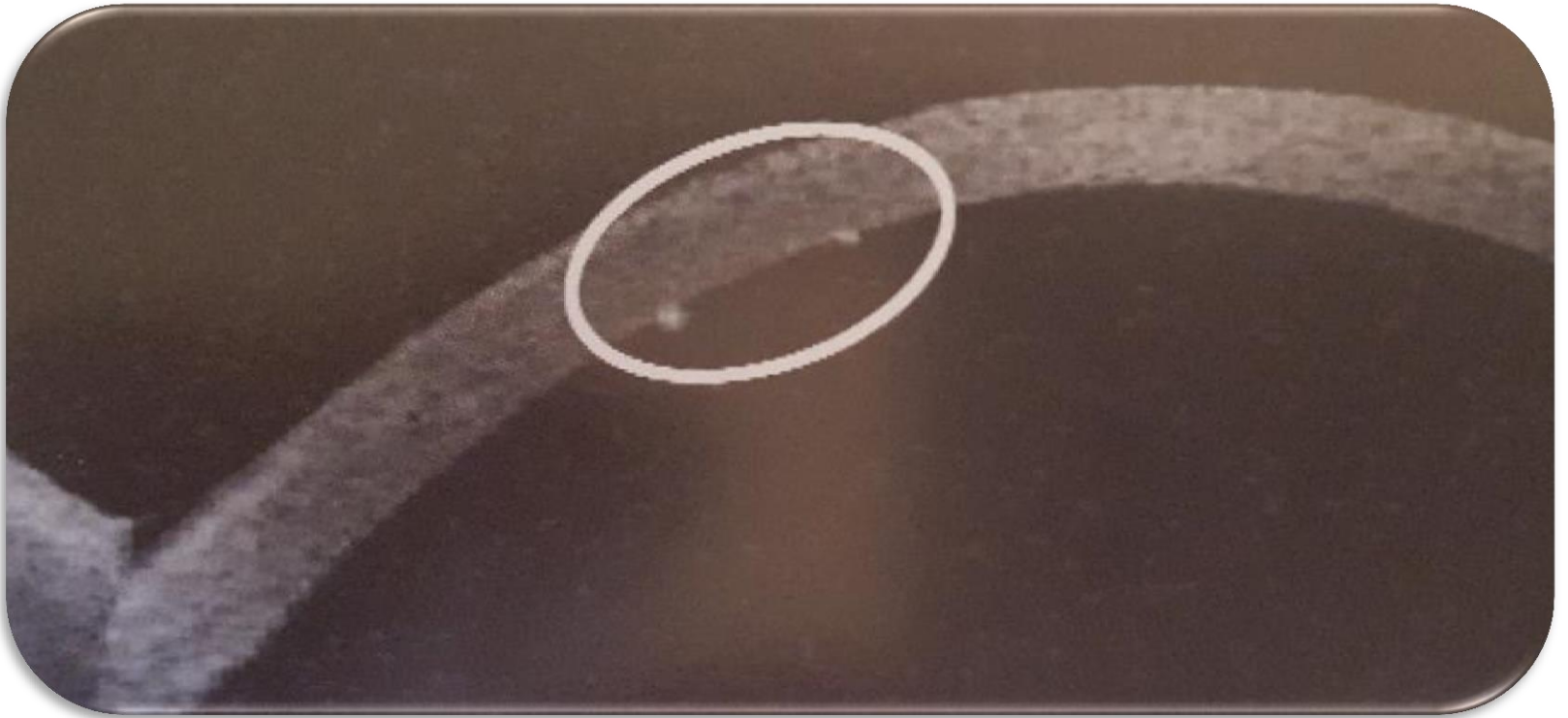
# Utilizzi

- Nella chirurgia della cataratta analisi dell'architettura dell'incisione corneale



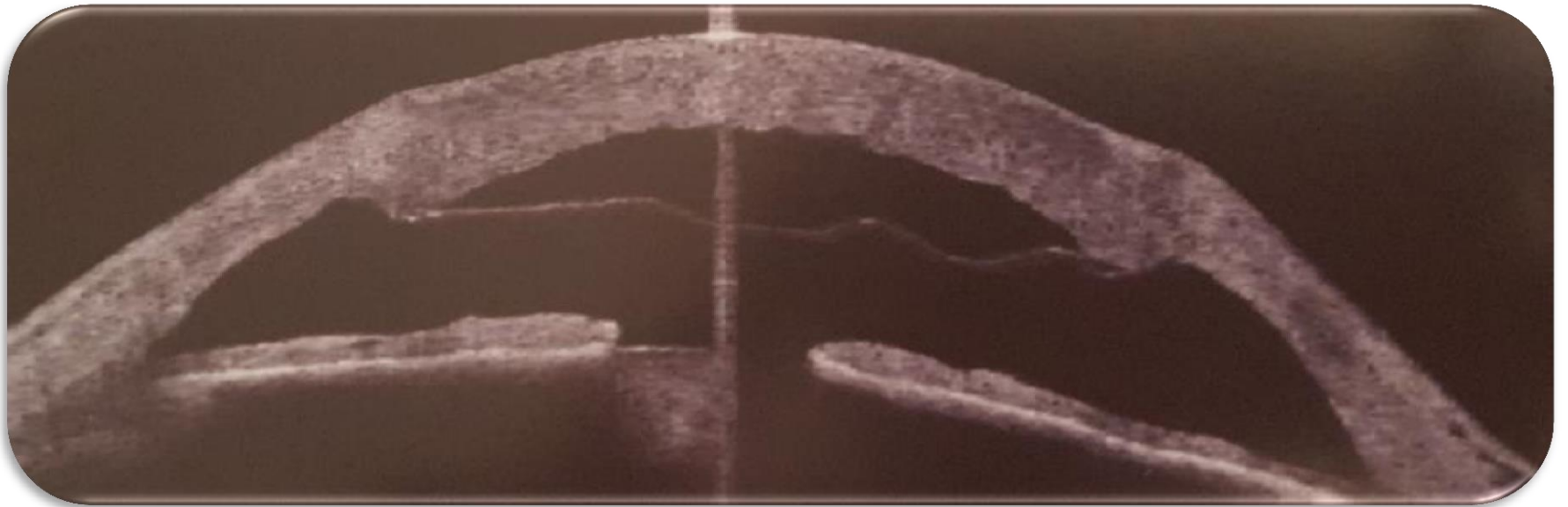
# Utilizzi

- Depositi endoteliali uveite granulomatosa



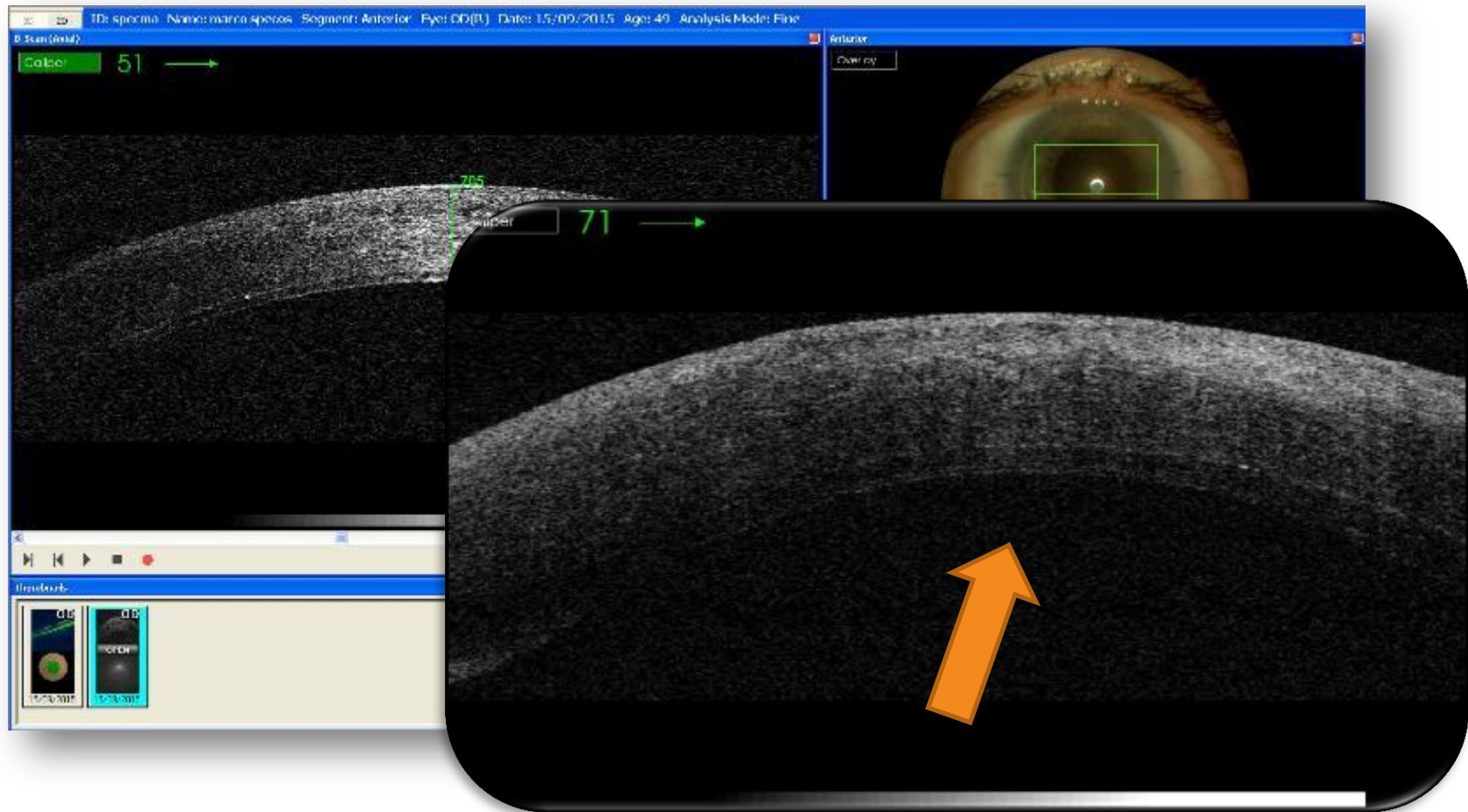
# Utilizzi

- Post cheratoplastica endoteliale



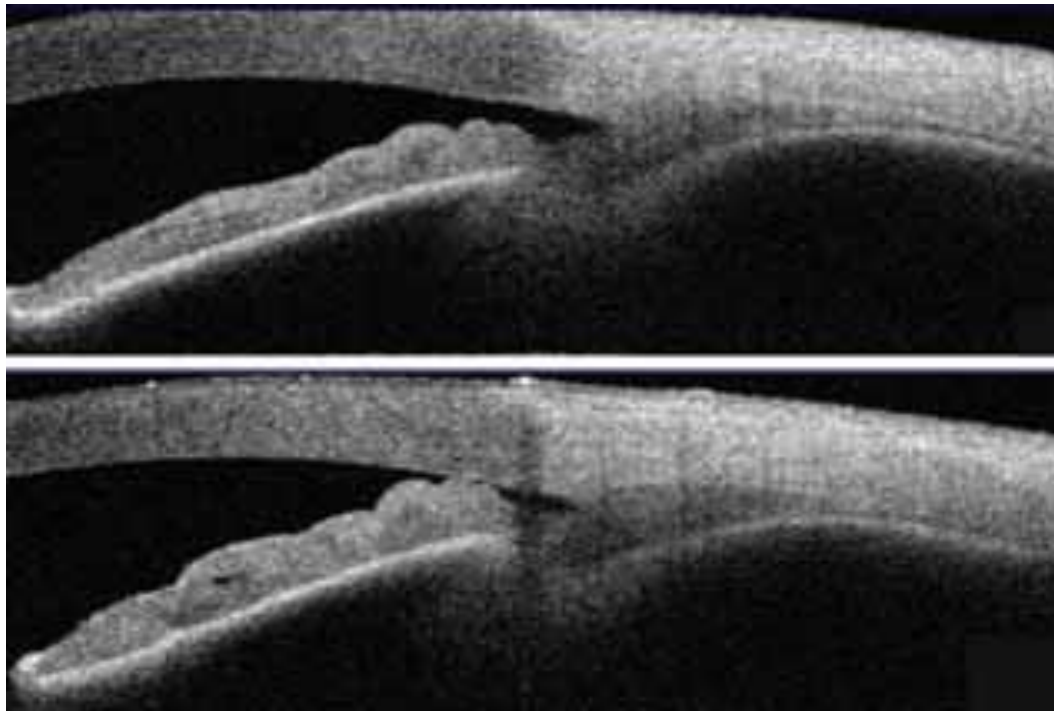
# Utilizzi

- Post cheratoplastica

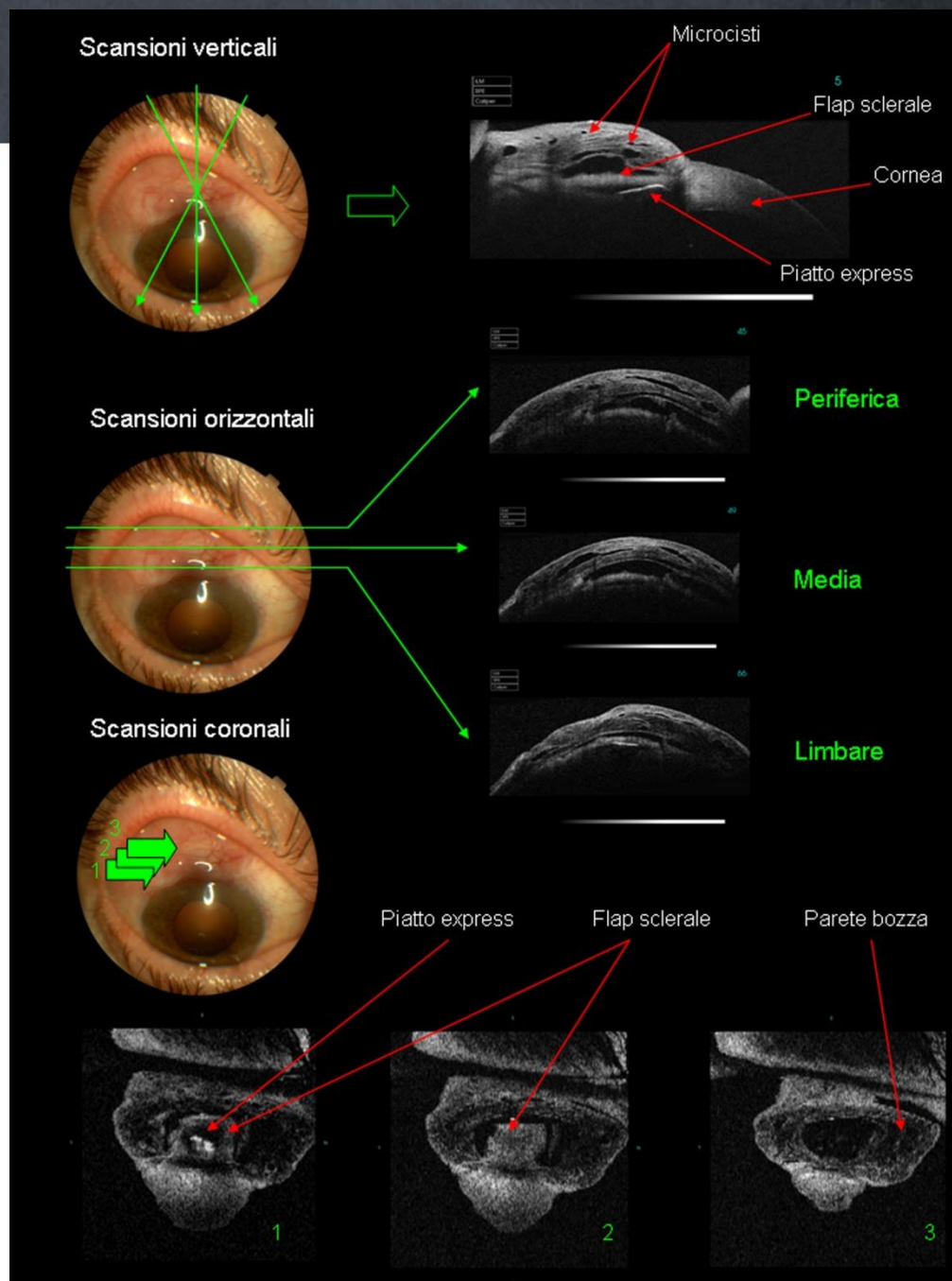


# Utilizzi

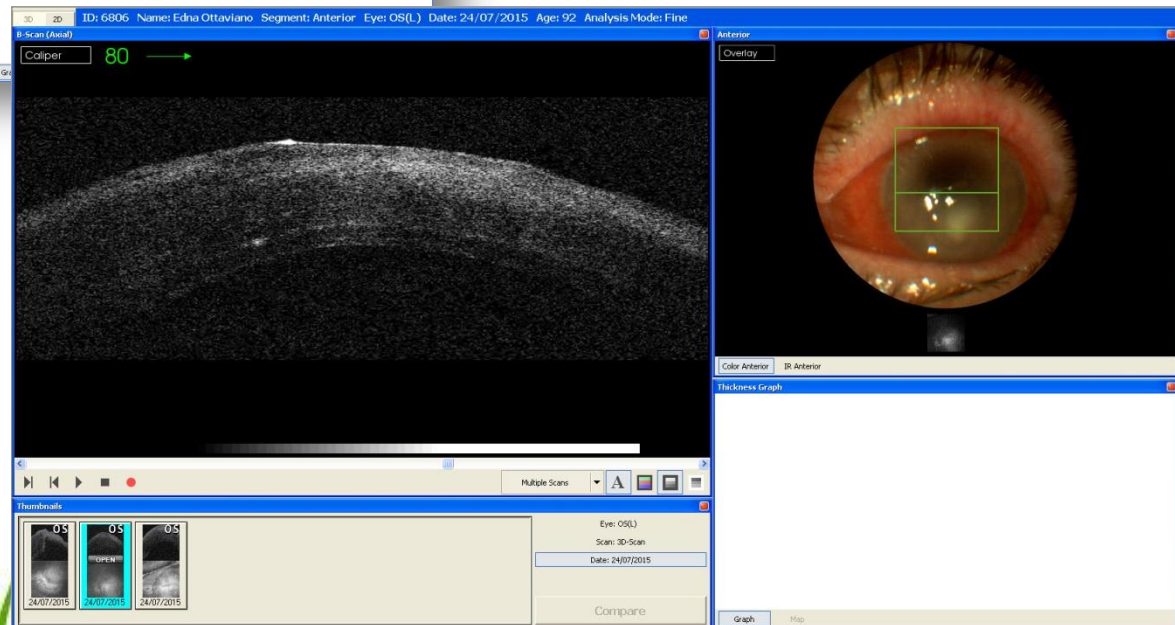
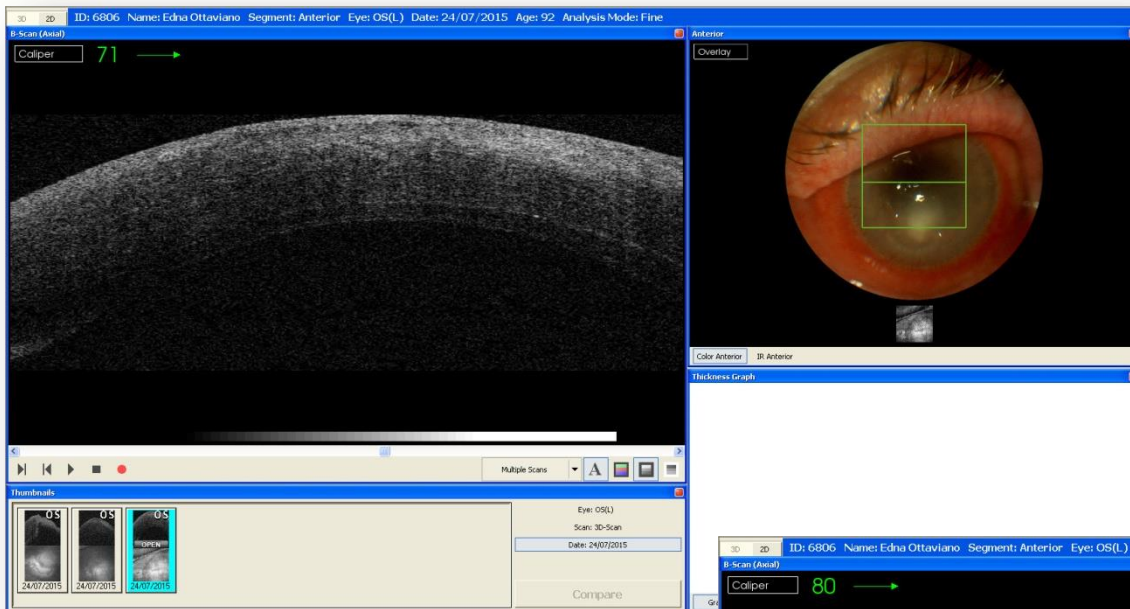
- Glaucoma: analisi dell'angolo iridocorneale



# Visualizzazione degli impianti di drenaggio e della loro posizione

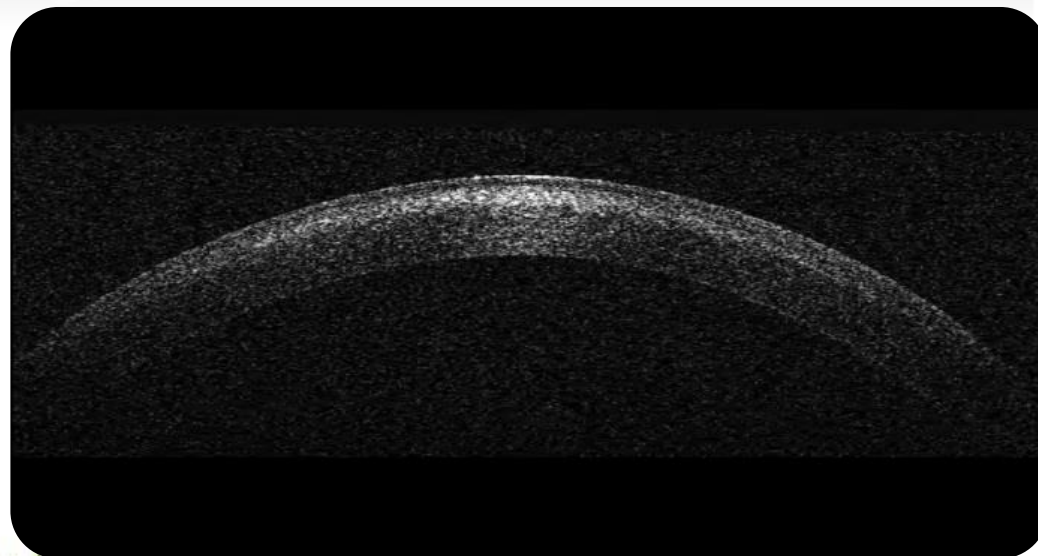
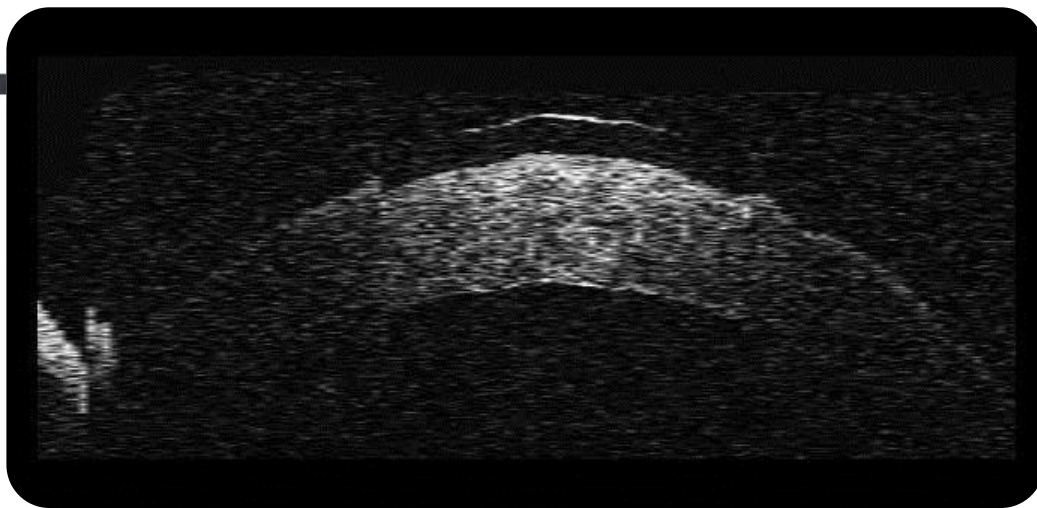


# Ascesso corneale





**CXL EPI OFF**





# Scheimflug camera



# Scheimpflug camera integrata

## strumento Sirius

Consente l'analisi di ogni superficie della camera anteriore grazie alla combinazione di due tecnologie

- Tomografia ottica con il principio di Scheimpflug
- Topografia della superficie anteriore della cornea tramite disco di Placido



- **Integrazione delle due tecnologie**

- **Arc-Step (disco di Placido)**

- **Scheimpflug camera**

- **misurazione accurata**

- **elevazioni,**



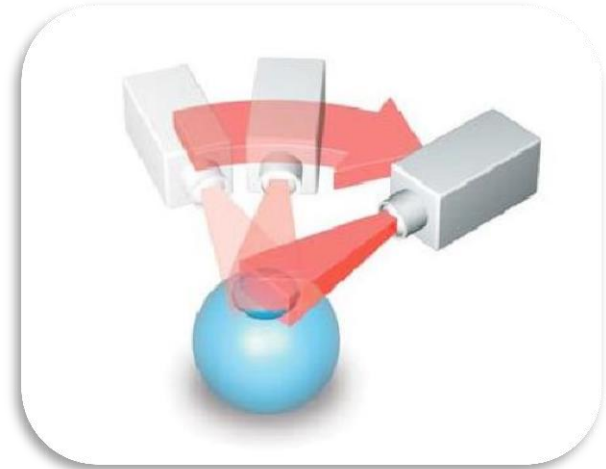
**curvature e poteri corneali**

**immagini Scheimpflug forniscono dati accurati**

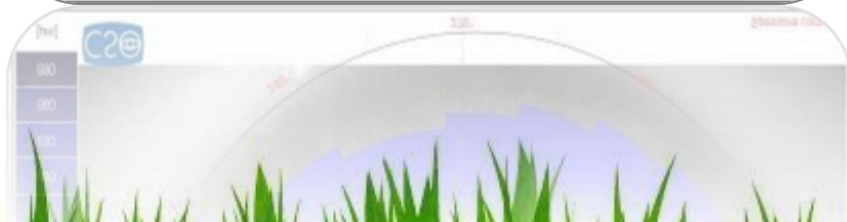
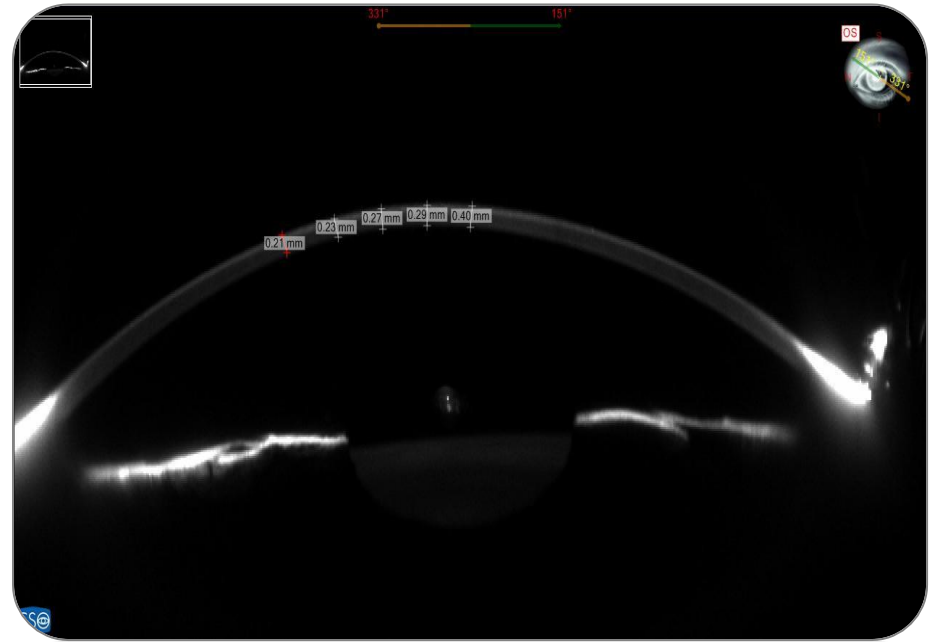
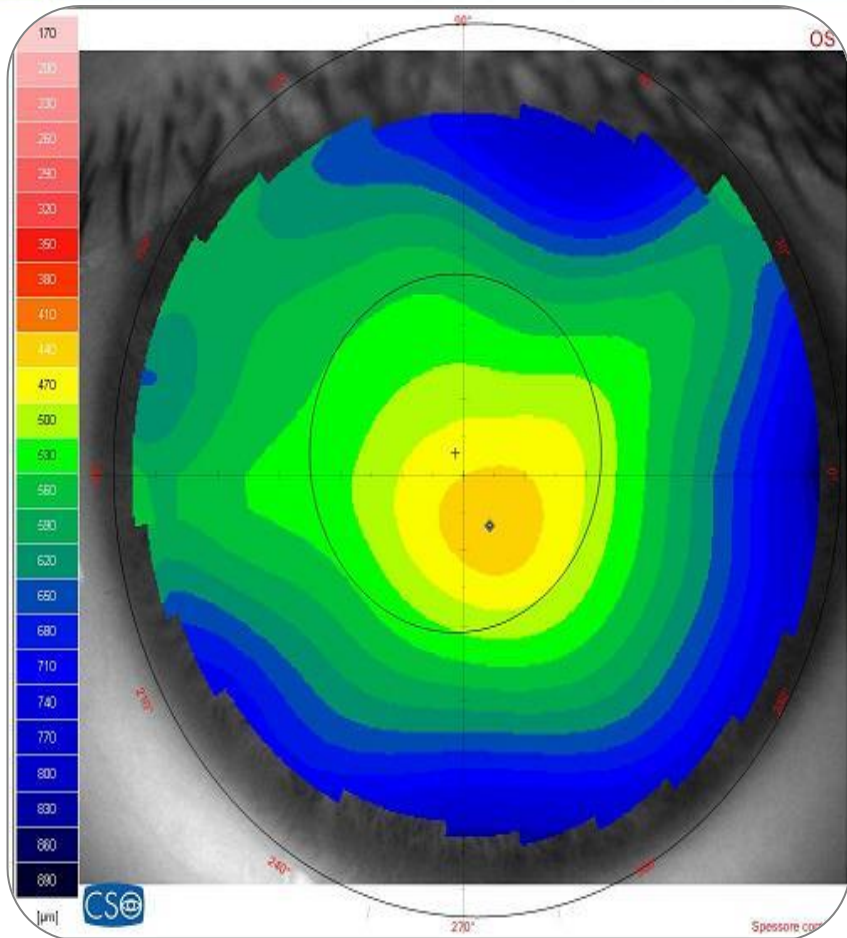
**morfologici**

# La terza dimensione

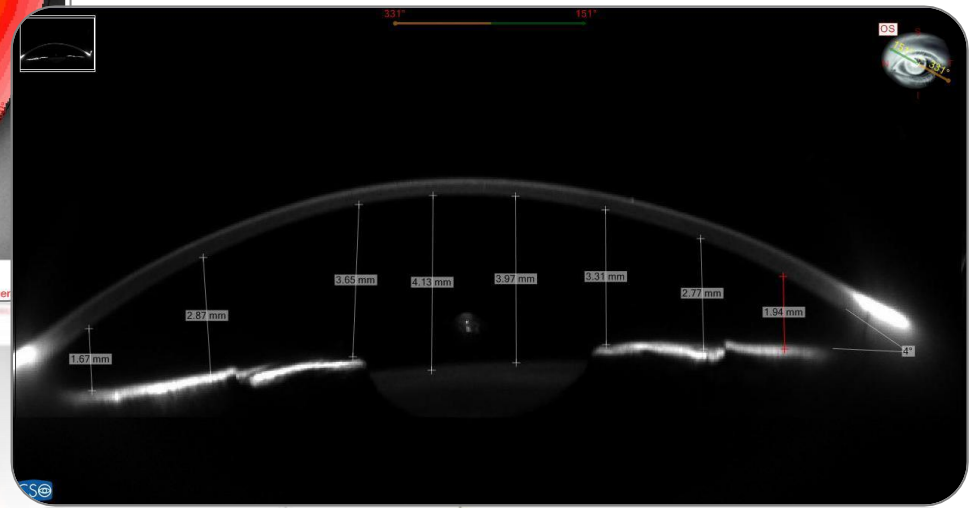
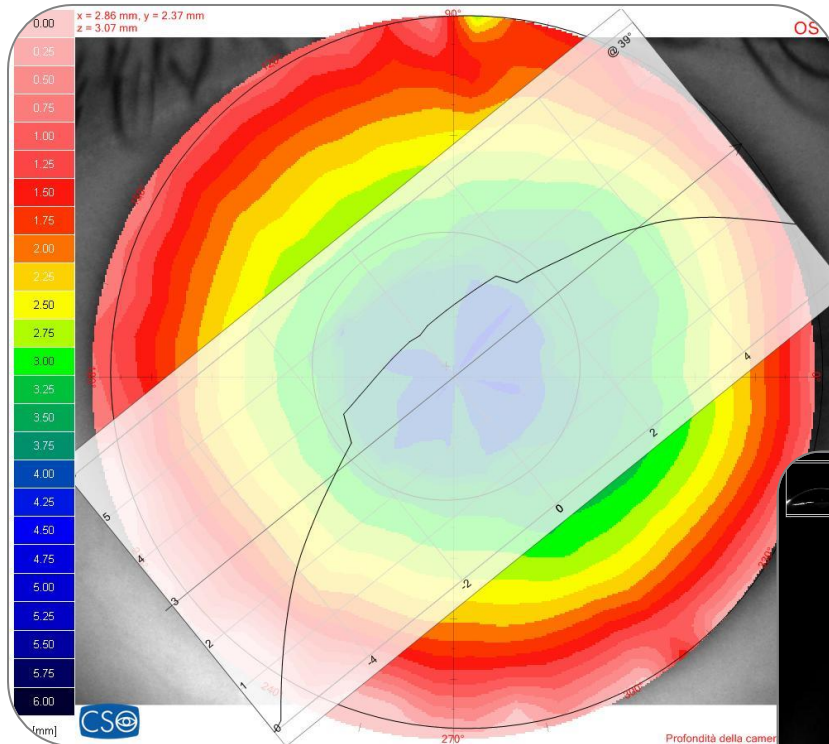
Mettendo in rotazione il sistema (illuminatore e telecamera solidali) si ottengono sezioni della cornea che permettono una misurazione tridimensionale della camera anteriore e delle strutture in essa presenti.

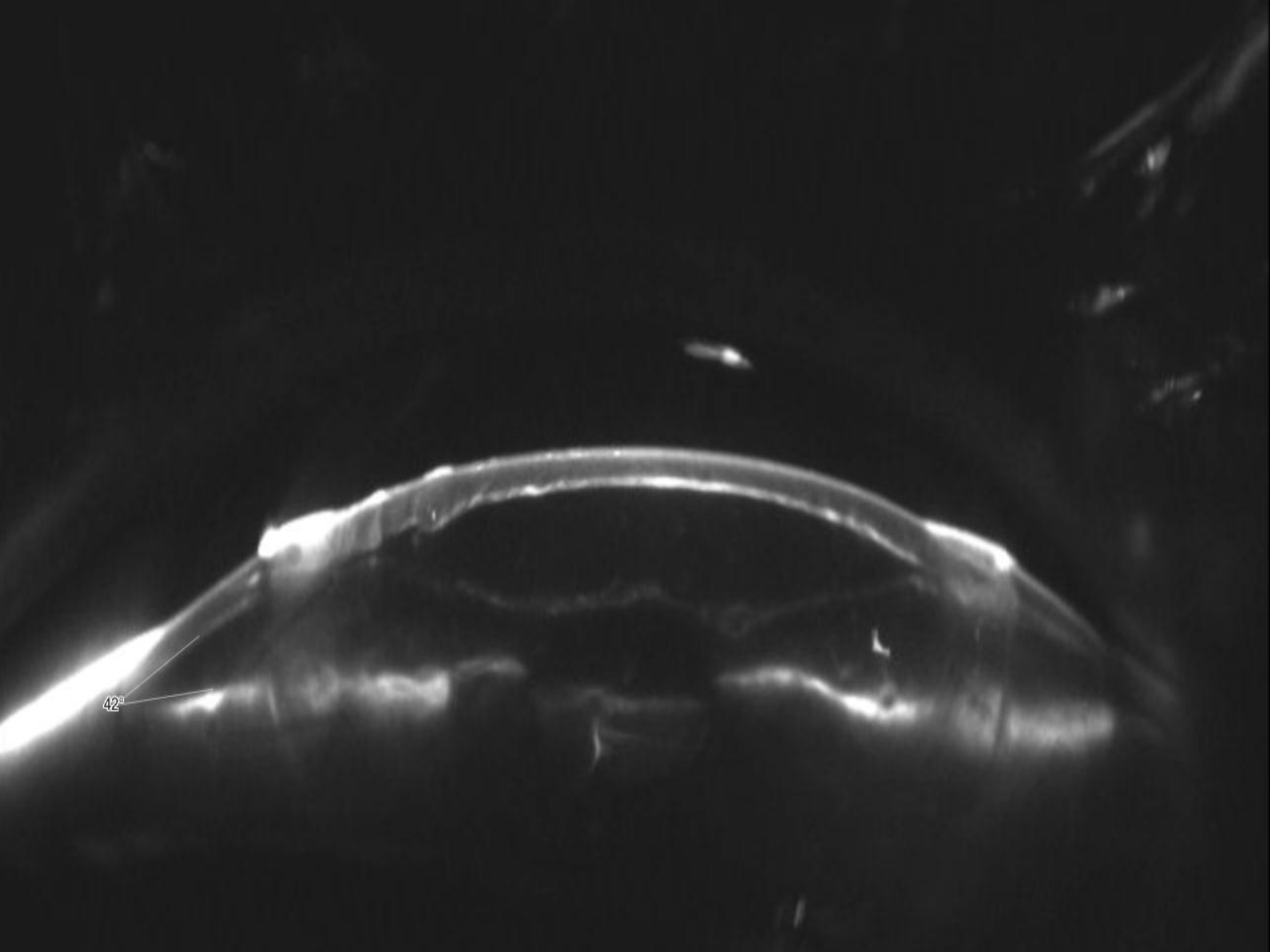


# Spessore corneale



# Profondità della camera anteriore





42°







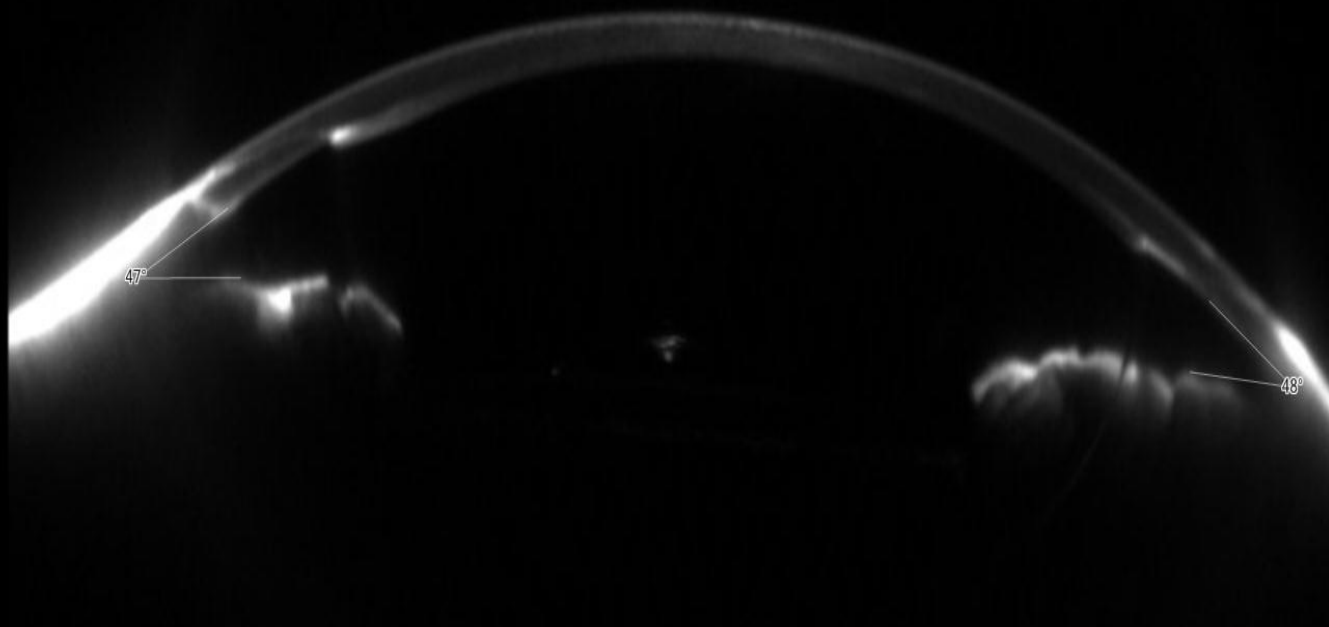
0° 180°

OD



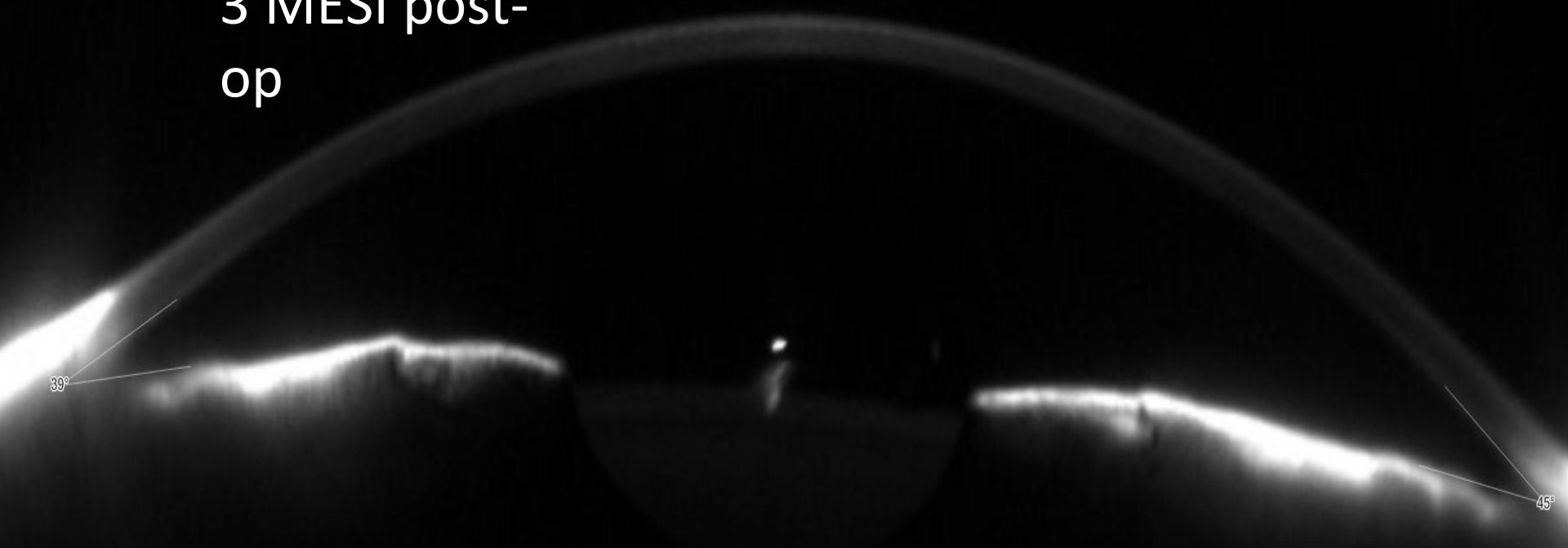
# Dsaek

6 mesi post-op





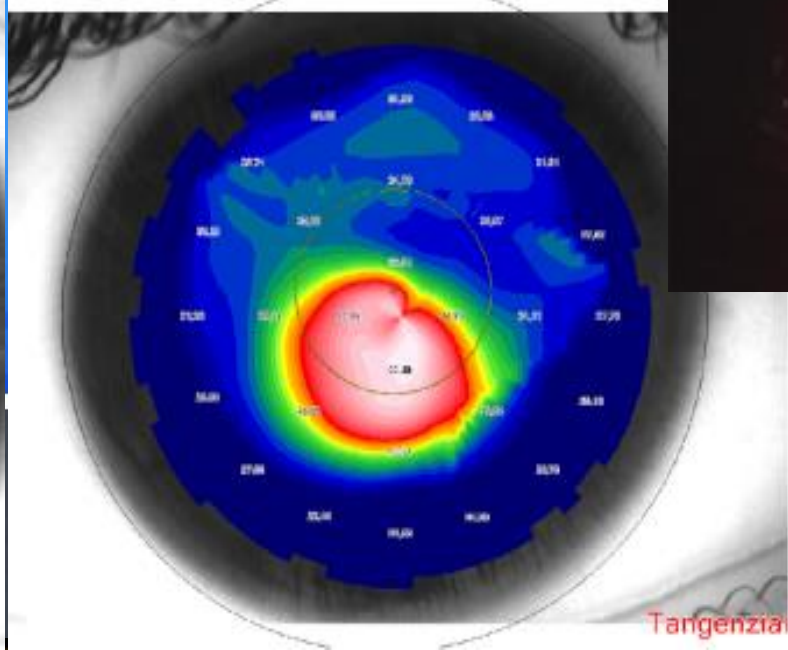
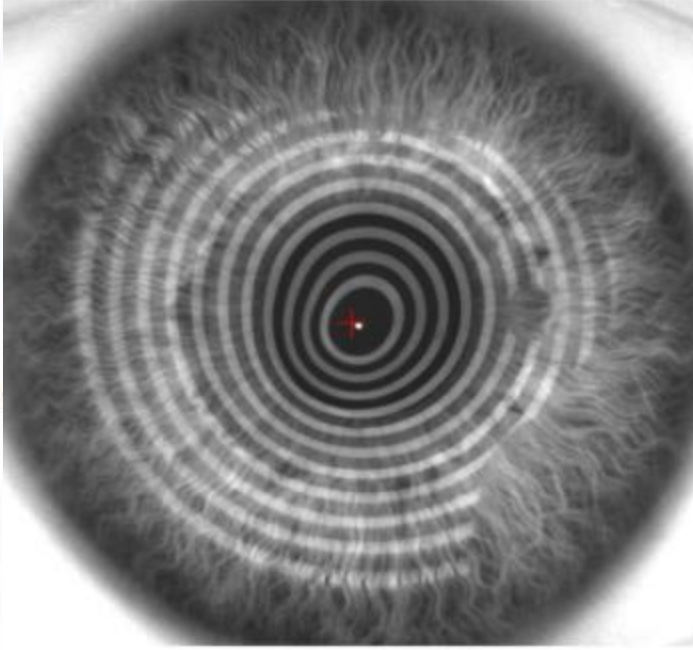
CXL  
3 MESI post-  
op



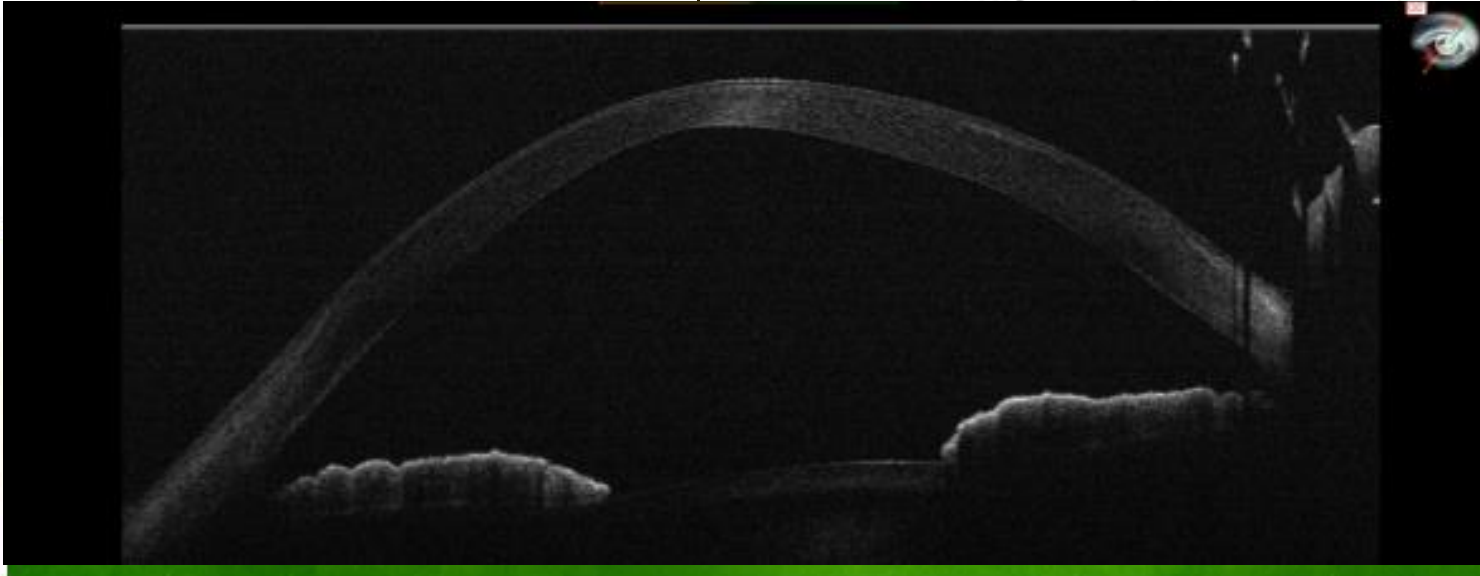
39°

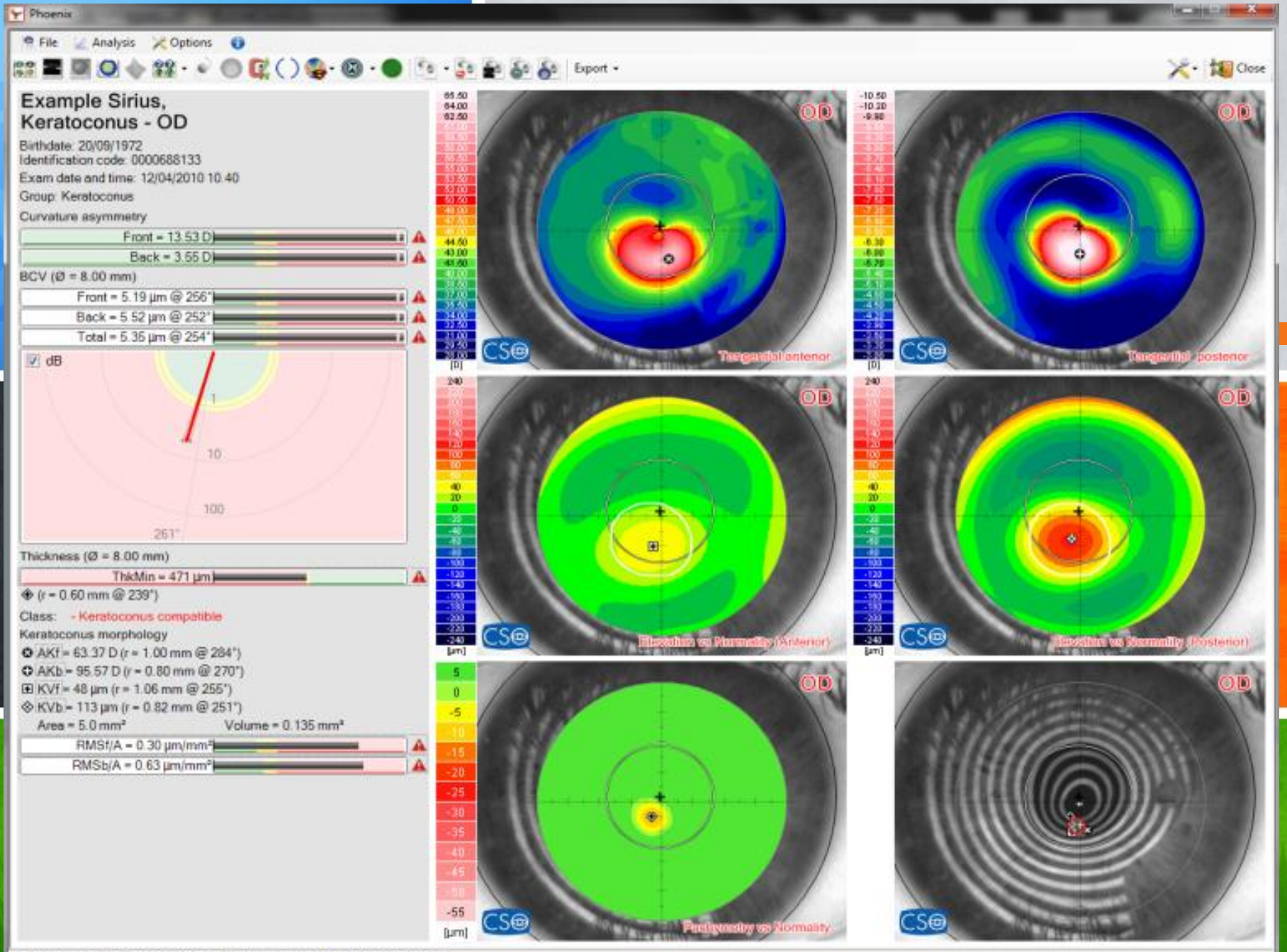
45°

# Cheratocono

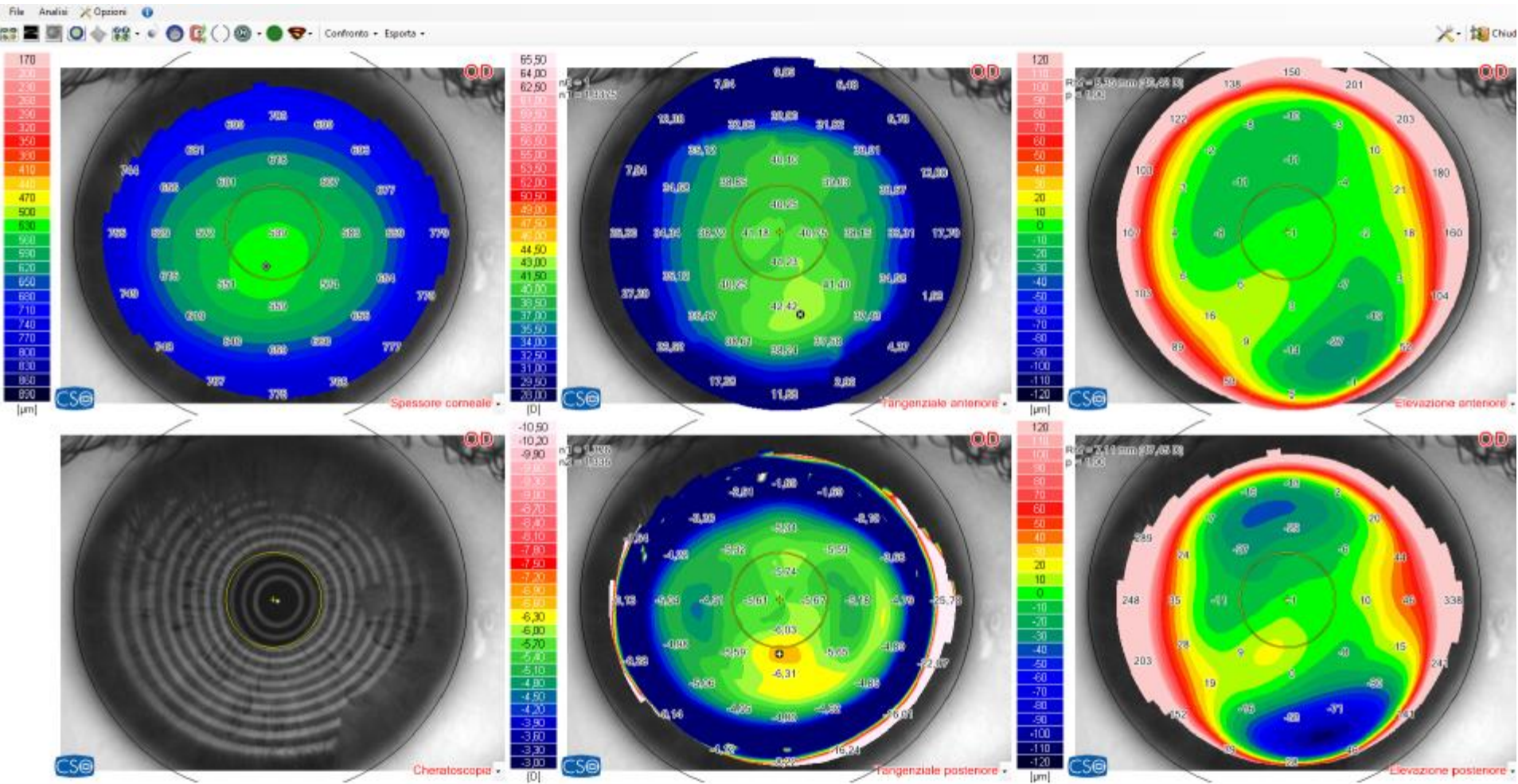


Tangenziale anteriore

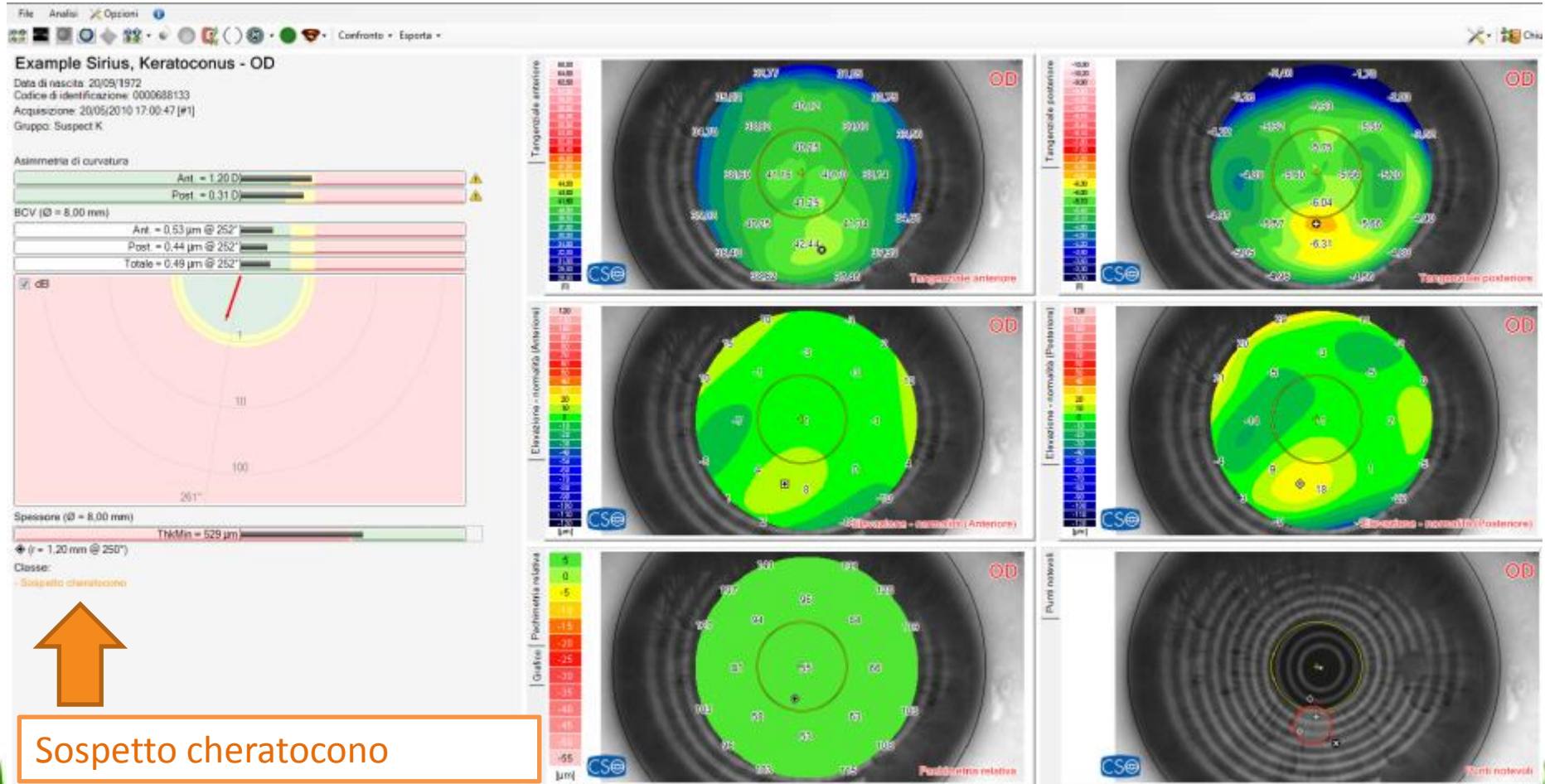




# Cheratocono Sospetto



# Cheratocono Sospetto



# Cheratocono: Amsler-Krumeich 1° Stadio

**Grande, ALESSIO - OD**  
Data di nascita: 04/08/1990  
Codice di identificazione: 0000360449  
Acquisizione: 24/03/2010 10:10:44 [R1]  
Gruppo: Keratoconus

**Asimmetria di curvatura**

Ant.	3,79 D
Post.	0,66 D

**BCV (Ø = 8,00 mm)**

Ant.	1,47 µm @ 262°
Post.	1,12 µm @ 249°
Totale	1,29 µm @ 256°

**Spessore (Ø = 8,00 mm)**

ThiMin	519 µm
--------	--------

**Classe:**  
Compatibile con cheratocono

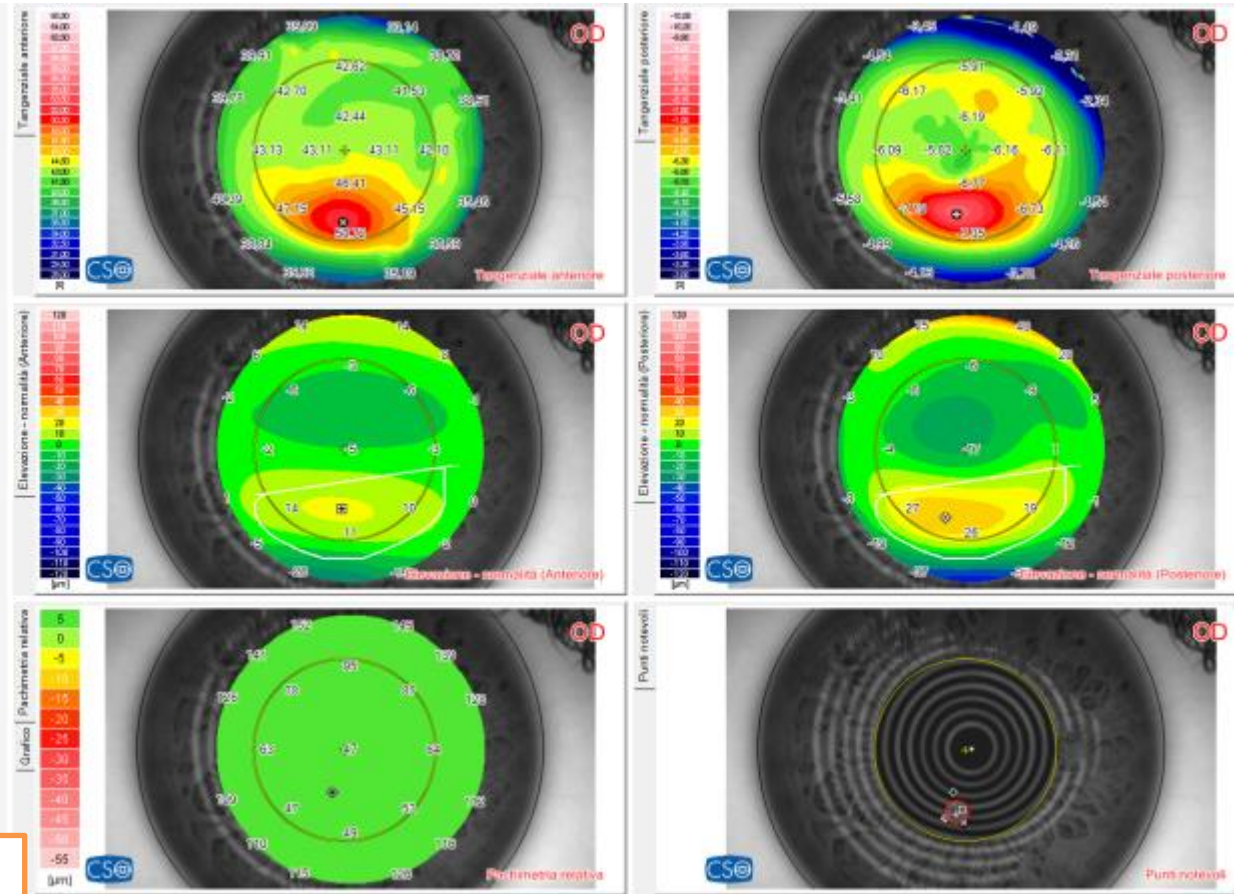
**Morfologia del cheratocono**

- AKI = 51,95 µm @ 20 mm @ 264°
- AKb = 5,20 µm @ 257°
- KVI = 17 µm @ 2 mm @ 261°
- KVb = 33 µm @ 30 mm @ 249°

Area = 10,7 mm²      Volume = 0,090 mm³

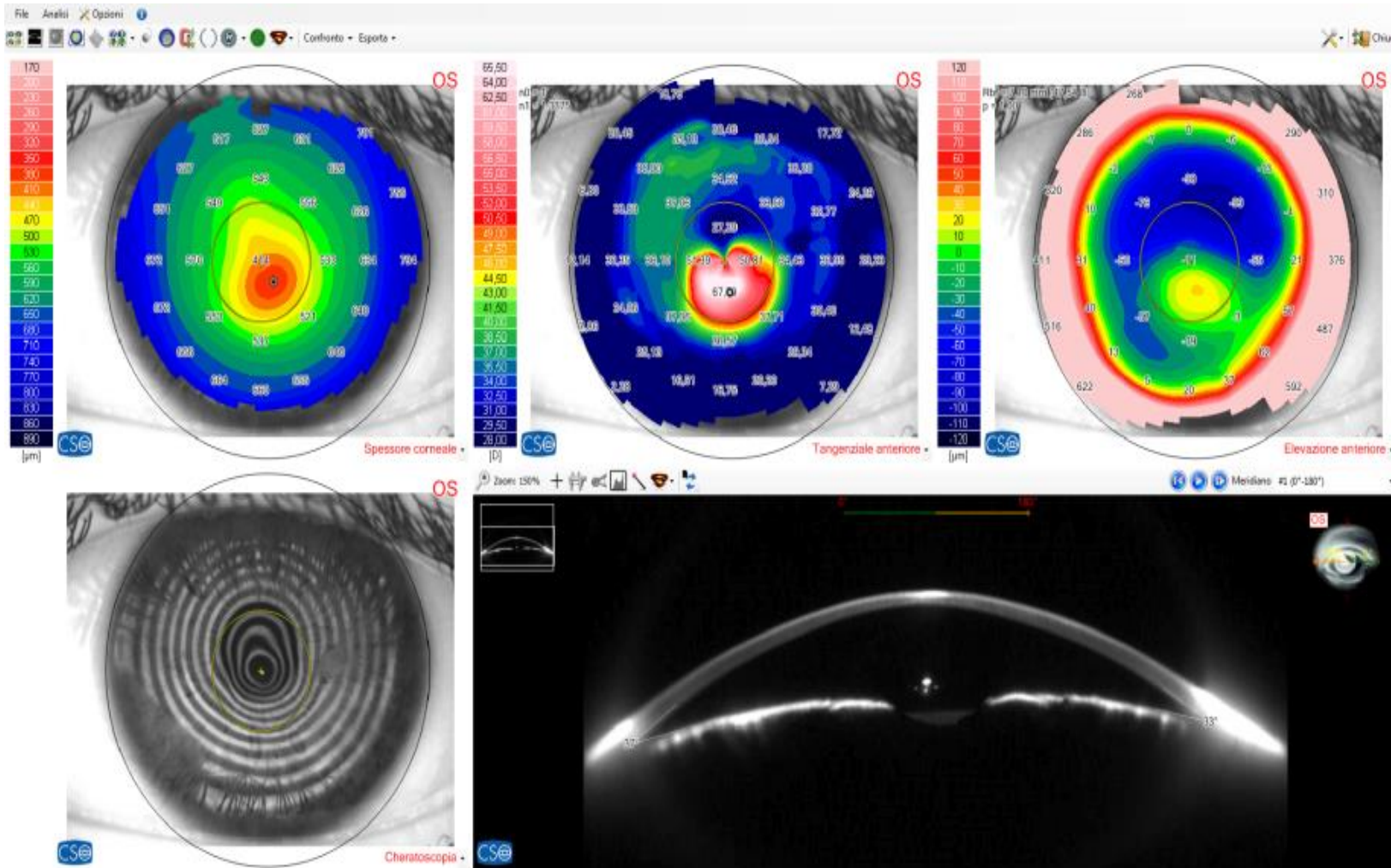
RMSI/A	0,14 µm/mm²
RMSb/A	0,27 µm/mm²

**Compatibile con cheratocono**

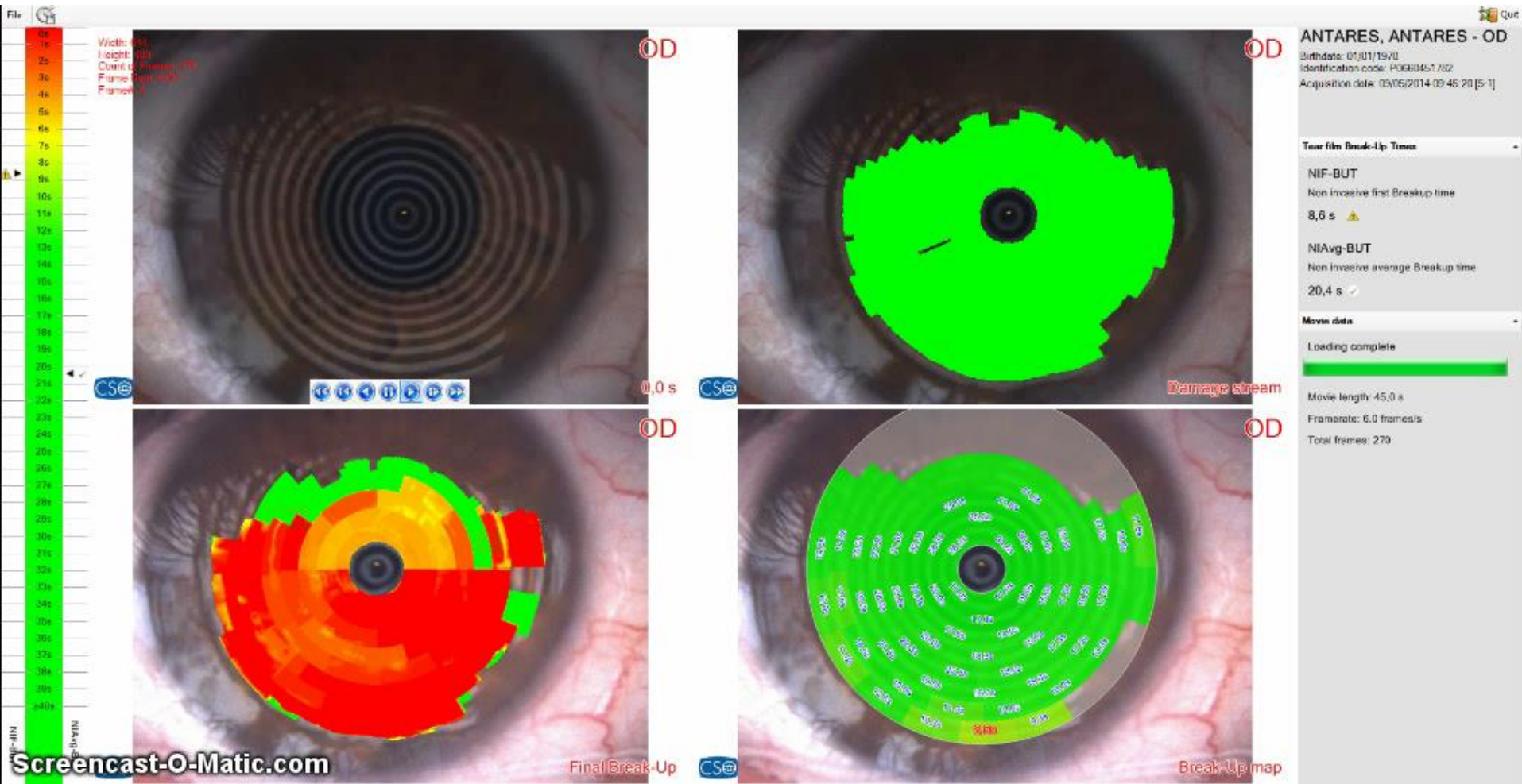




# Cheratocono: Amsler-Krumeich 3° Stadio



# Analisi del film lacrimale

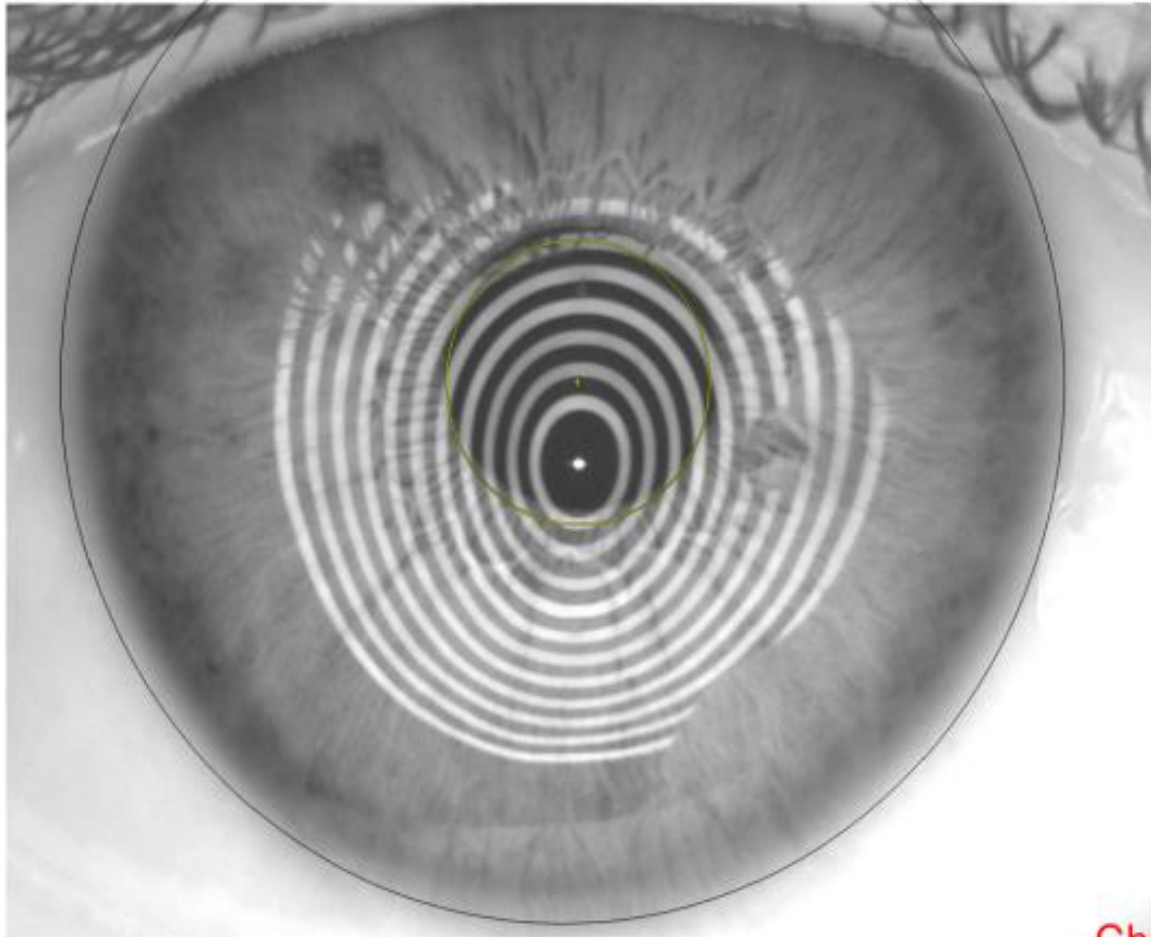




# Pellucida

Modifica Analisi Opzioni  
Confronto Esperta

Mapa corrente: Slendo



OD

Example Scheimpflug  
Camera, Miscellanea -  
OD

Data di nascita: 01/10/1969  
Codice di identificazione: P1184040340  
Acquisizione: 27/08/2010 10:49:02 [#1]

Qualità dell'acquisizione

Controllare fissazione!

Immagini Scheimpflug

Copertura: 99%

Non editato: 100%

Cheratoscopia

Centraggio: 96%

Copertura: 88%

Indici di Sommario

Cheratometria (Ant.)

Cheratometria (Post.)

Afferenzia corneale

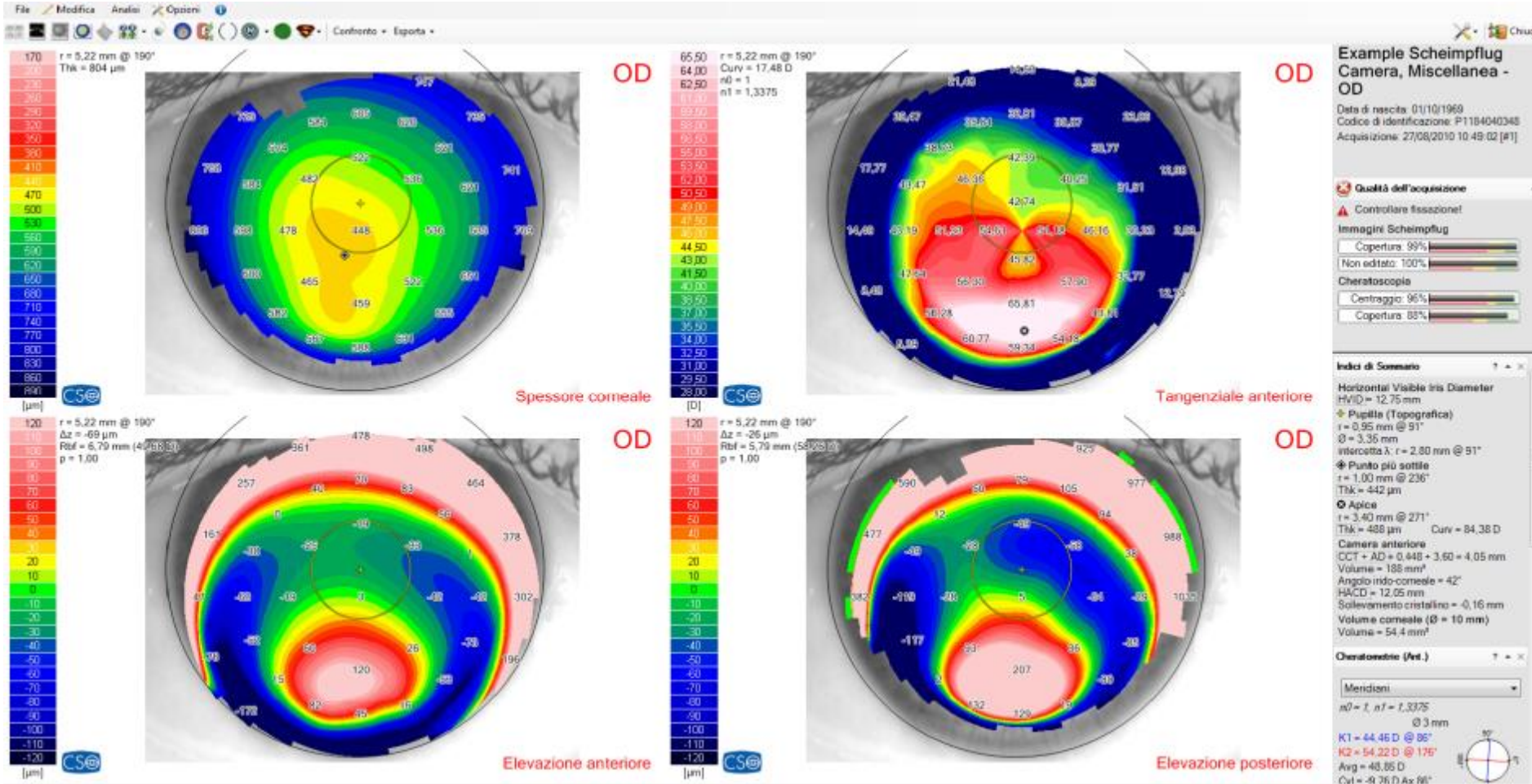
Analisi refrattiva

Screening del cheratocorno

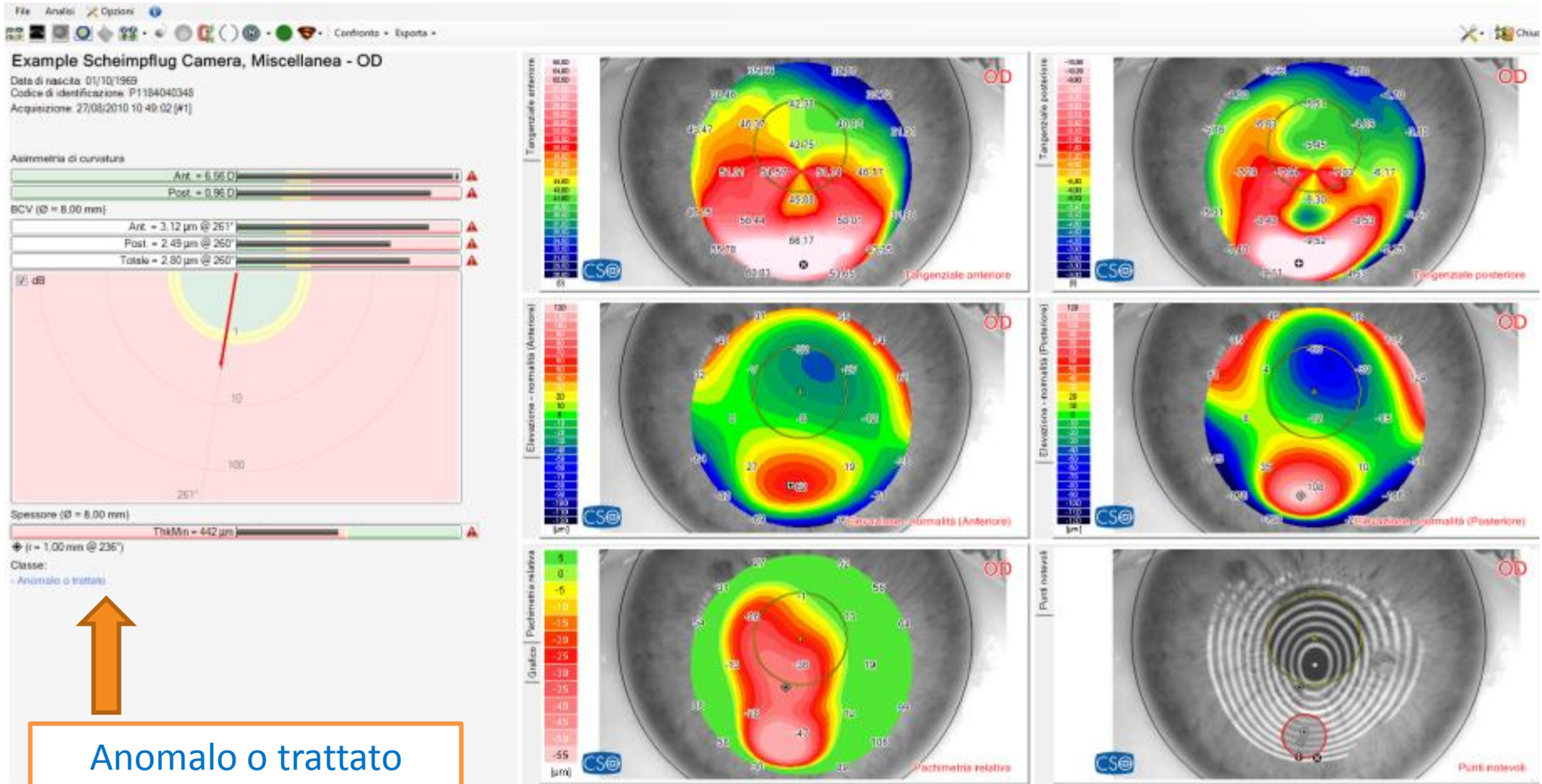
Cheratoscopia



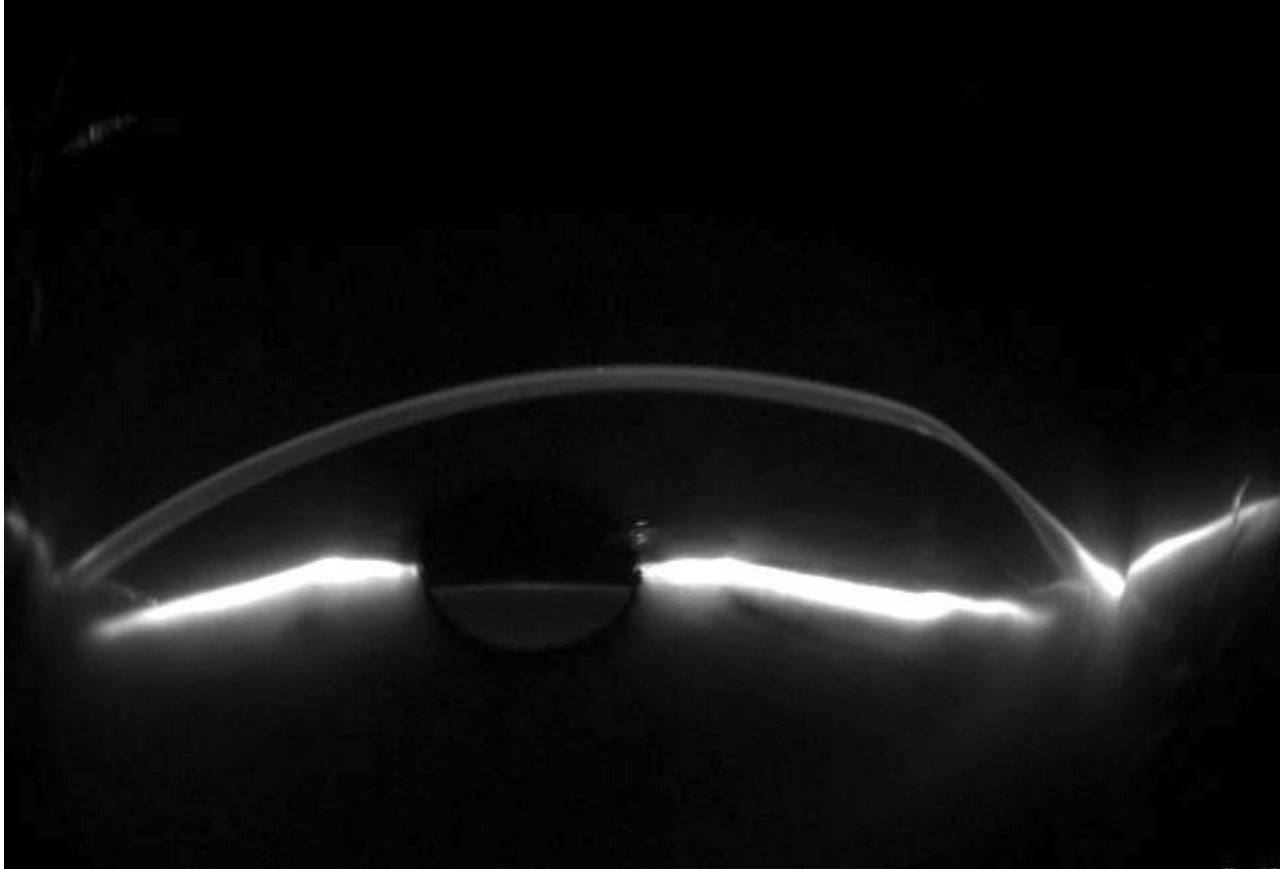
# Pellucida



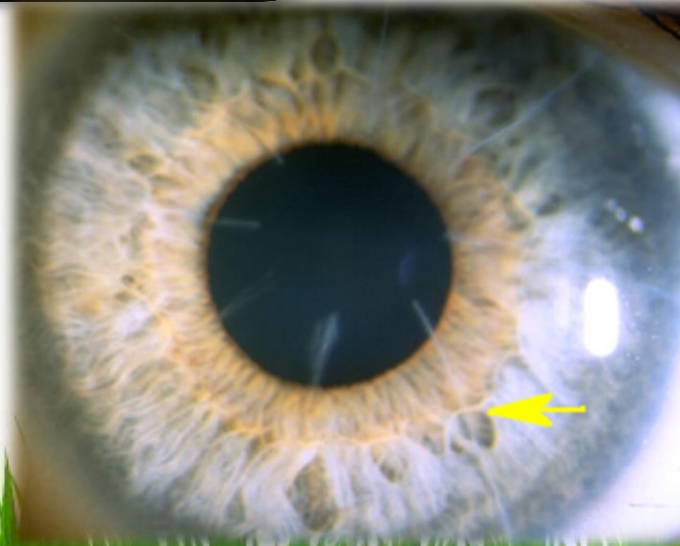
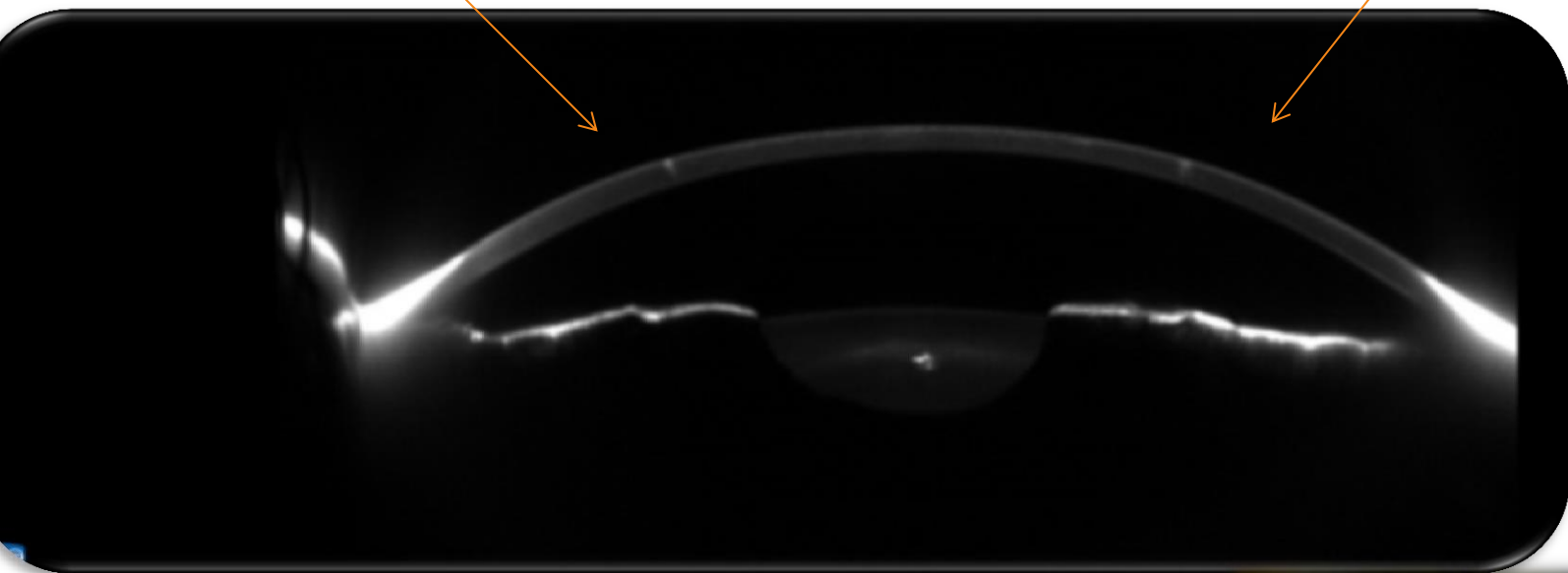
# Pellucida



# Pellucida



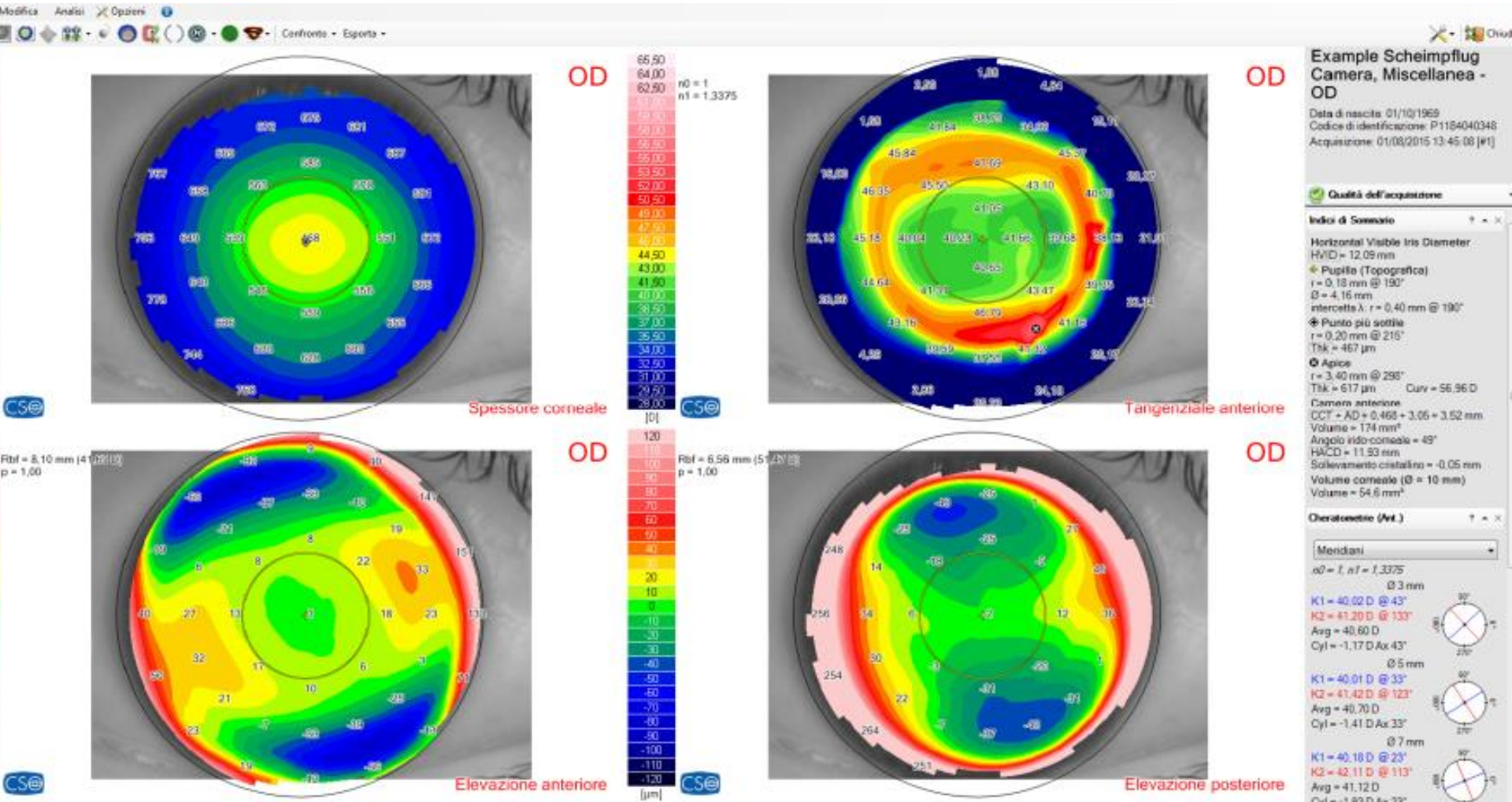
**Post OP    RK**



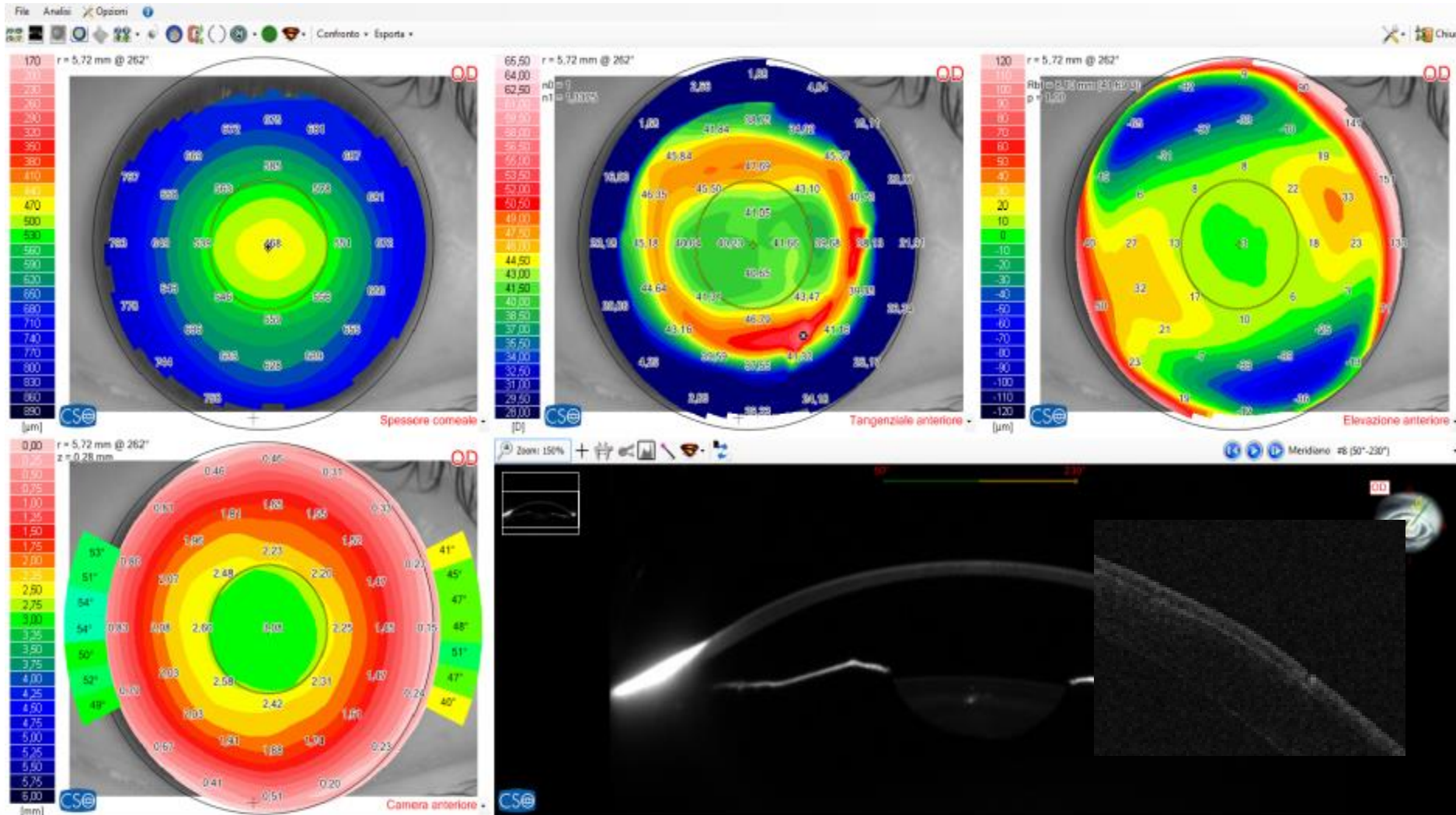


# Myopic PostOp

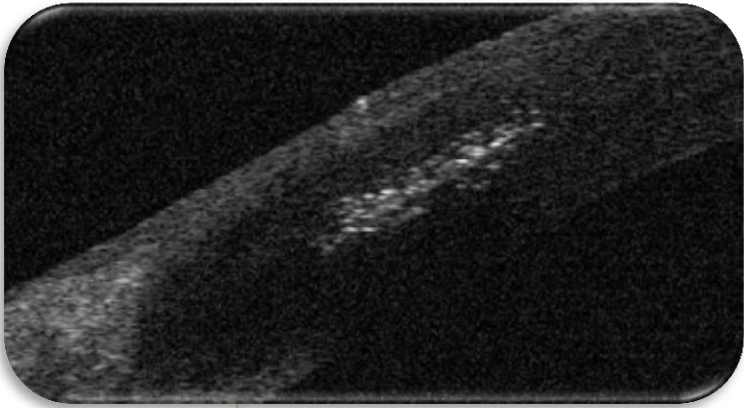
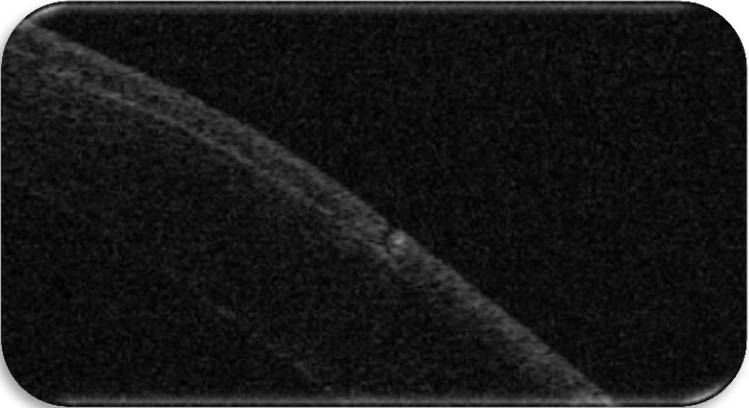
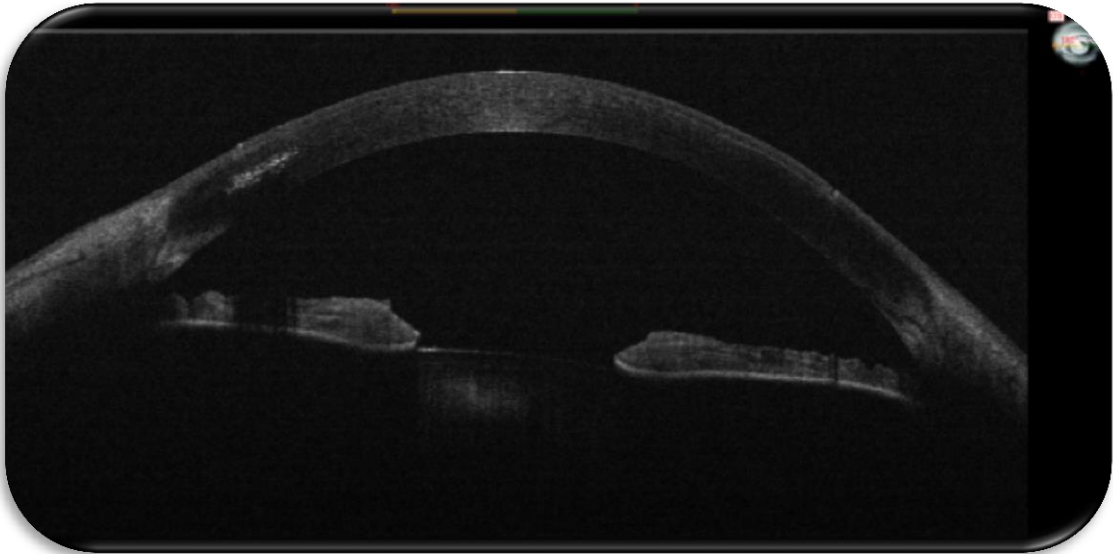
## Profilo Oblato



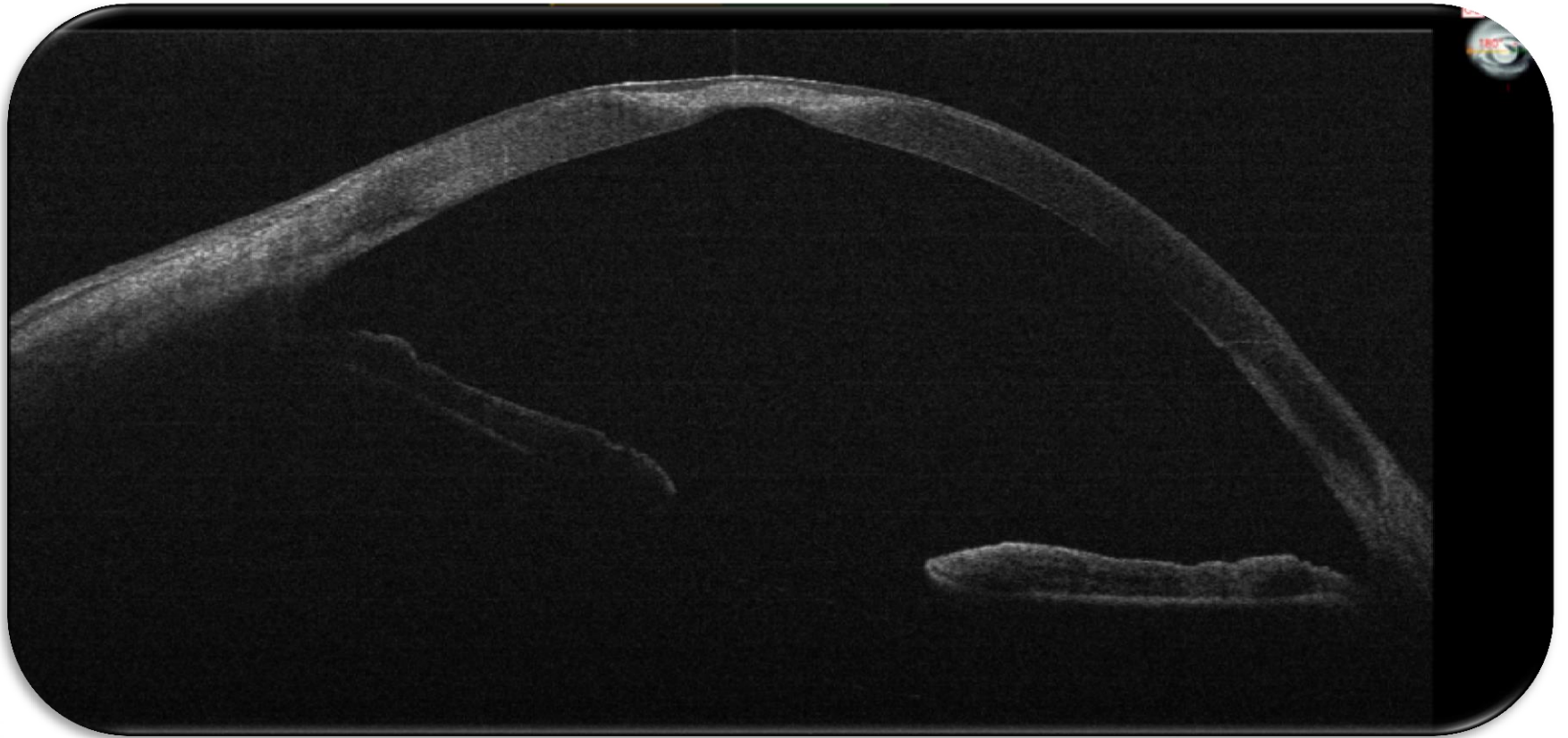
# Myopic PostOp



# LASIK



# Ulcers





*Grazie  
dell'attenzione*