

gis
ma
gruppoitalianoscreening
mammografico

Con il Patrocinio di

Città di Finale Ligure

CONVEGNO NAZIONALE GISMa 2016



19-20 maggio 2016

Veniamo
da lontano...

FINALBORGO
Complesso Monumentale di Santa Caterina
Auditorium

CORSO PER TECNICI SANITARI DI RADIOLOGIA MEDICA E FISICI



18 maggio 2016

Il futuribile
Esperienze da condividere

FINALBORGO
Complesso Monumentale di Santa Caterina
Sala delle Capriate

Azienda USL Toscana centro

Esperienza di utilizzo di software
per la valutazione della densità
mammografica: *il progetto TBS*
(*Tailored Breast Screening*)

Barbara Lazzari

Coordinatore Progetti Tecnologici Integrati
Azienda USL Centro
U.O. Fisica Sanitaria Pistoia



Assessment della densità radiologica

La densità mammografica è registrata da 2 radiologi con decisione finale comune = standardizzazione della raccolta

Valutazione automatica della densità radiologica

Le mammografie sono digitali in due proiezioni e disponibili come for presentation e raw con storage delle immagini => Breast density software

Stima della densità mammografica

- Valutazione da parte del radiologo
- Classificazione in 4 classi
- Su immagini «for presentation» - dipende dal tipo di post-processing
- «calibrazione» del criterio di classificazione del radiologo (ci sono più scuole)

Calcolo della densità della mammella

- Usa il rivelatore come dosimetro
- Calcolo matematico che da un valore numerico %
- Su immagini «for processing» - nessun post-processing
- Classificazione a posteriori sulla base di soglie impostabili

ACR[®] BI-RADS[®] Classifications

2 BI-RADS Classification Systems

DISEASE ASSESSMENT					
Category 0: Mammographic assessment is incomplete	Category 1: Negative	Category 2: Benign Findings	Category 3: Probably Benign Finding	Category 4: Suspicious Abnormality	Category 5: Highly suggestive of malignancy

BREAST TISSUE ASSESSMENT
a. The breasts are almost entirely fatty
b. There are scattered areas of fibroglandular density
c. The breasts are heterogeneously dense, which may obscure detection of small masses
d. The breasts are extremely dense, which lowers the sensitivity of mammography

Calcolo densità

- La densità è stata calcolata utilizzando due software:
 1. Quantra™ Breast Density Assessment Software for 2D or 3D™ Mammograms – Version 2.1 (processa solo immagini GE)
 2. Volpara Density™ – Volpara Solutions (processa immagini acquisite con tutti i rivelatori)
- Entrambi gli applicativi calcolano la densità in termini di volume totale della mammella/ volume del tessuto ghiandolare
- Entrambi gli applicativi calcolano la densità della singola mammella sulle due proiezioni e poi forniscono come indice sintetico la densità media tra le due mammelle.
- Sono sempre disponibili i dati dei singoli calcoli, ovvero il risultato del calcolo della densità sulla singola immagine/proiezione.
- usano tutte le 4 immagini relative a ciascun caso per fornire la densità media della mammella della paziente delle due proiezioni.

Densità Volumetrica vs. Densità superficiale

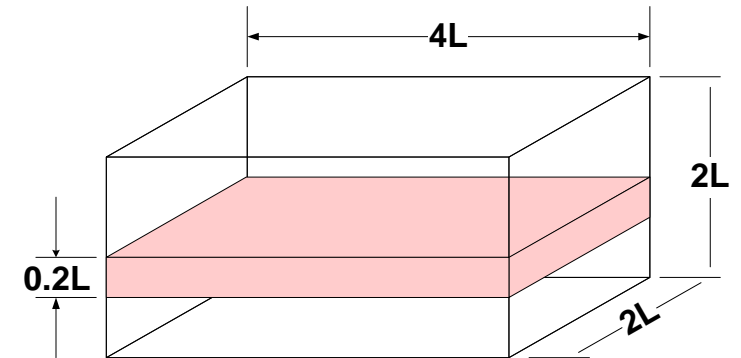
La densità può essere valutata:

- Dall'area = frazione della proiezione 2D della mammella che appare densa
- Dal volume = frazione della mammella 3D che appare densa

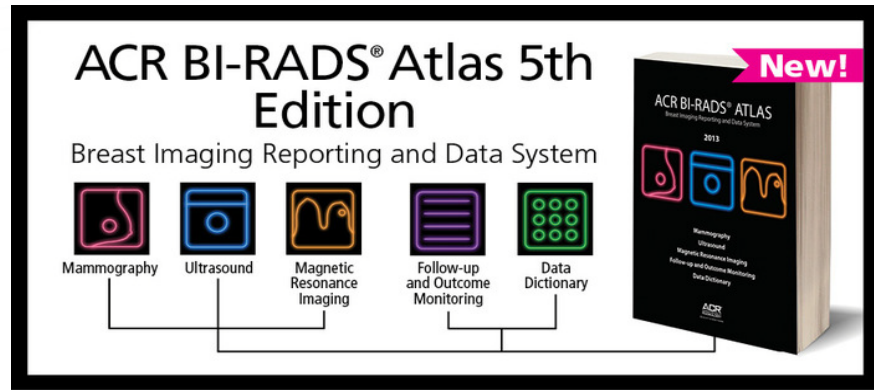
fg ► tessuto fibrogliandolare b ► breast

$$\rho_{area} = \frac{A_{fg}}{A_b} = \frac{4L \times 2L}{4L \times 2L} \times 100\% = 100\%$$

$$\rho_{vol} = \frac{V_{fg}}{V_b} = \frac{4L \times 2L \times 0.2L}{4L \times 2L \times 2L} \times 100\% = 10\%$$

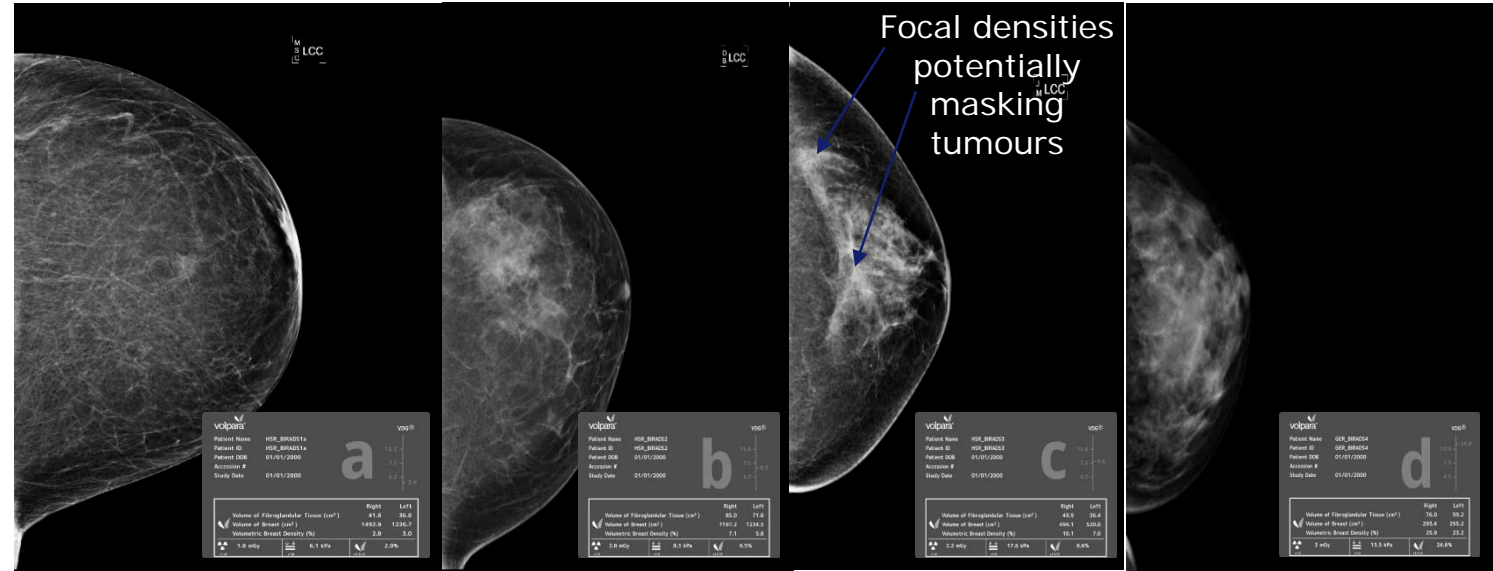


ACR BI-RADS Breast Density



D (4)	The breasts are extremely dense, which may lower the sensitivity of mammography
C (3)	The breasts are heterogeneously dense, which may obscure small masses
B (2)	There are scattered areas of fibroglandular density
A (1)	The breasts are almost entirely fatty

Breast Density



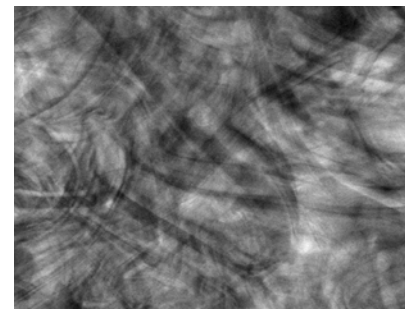
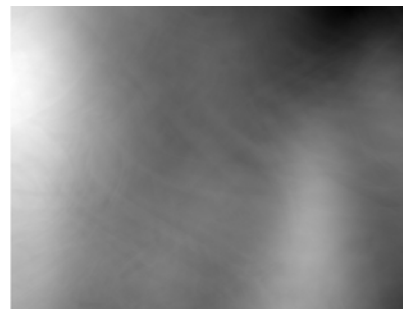
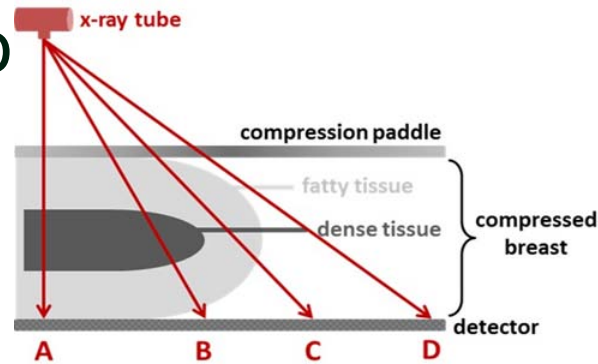
American College of Radiology (ACR) stance on 4/2012:

- *“The assessment of breast density is not reliably reproducible.”*
- *“When the same mammogram is interpreted by a different physician or by the same physician on different occasions, differing density can be reported.”*

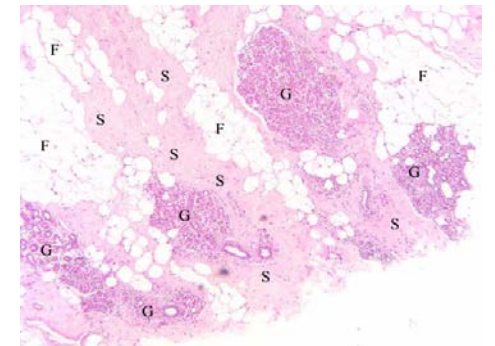
How to Measure Volumetric Breast Density

A detailed model of the physics of mammographic image formation is used to calculate the x-ray photon fluence incident on the top of the breast, and the fluence exiting the breast incident on the detector. Quantifying the difference using the tissue x-ray attenuation coefficients yields the tissue composition

Raw "FOR PROCESSING" X-Ray Mammogram + Acquisition Parameters (kVp, mAs etc)



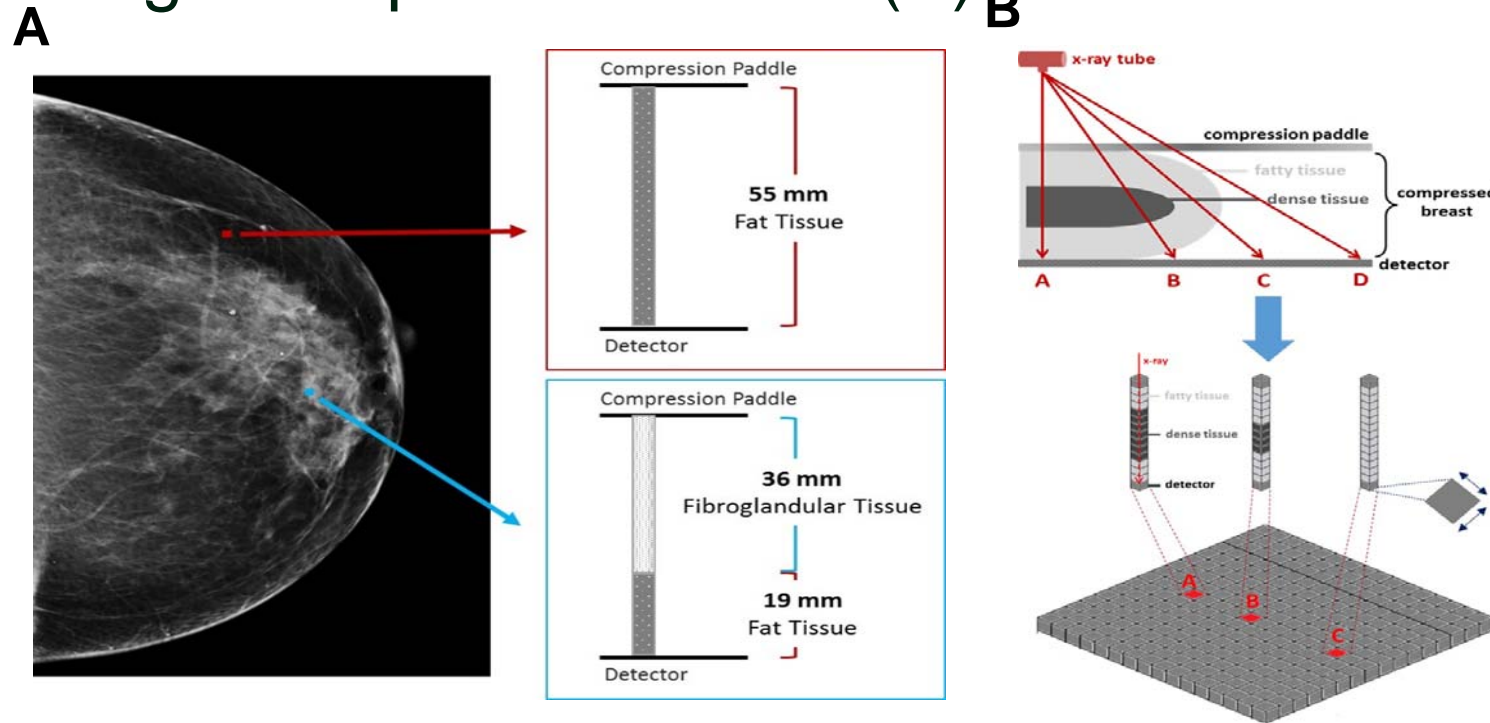
Calculate scatter field (right) and then the primary (left).



Quantify volume of adipose and fibroglandular tissue from the difference in the incident and exit x-ray energy, using published attenuation coefficients.

Volpara Auto Calibration

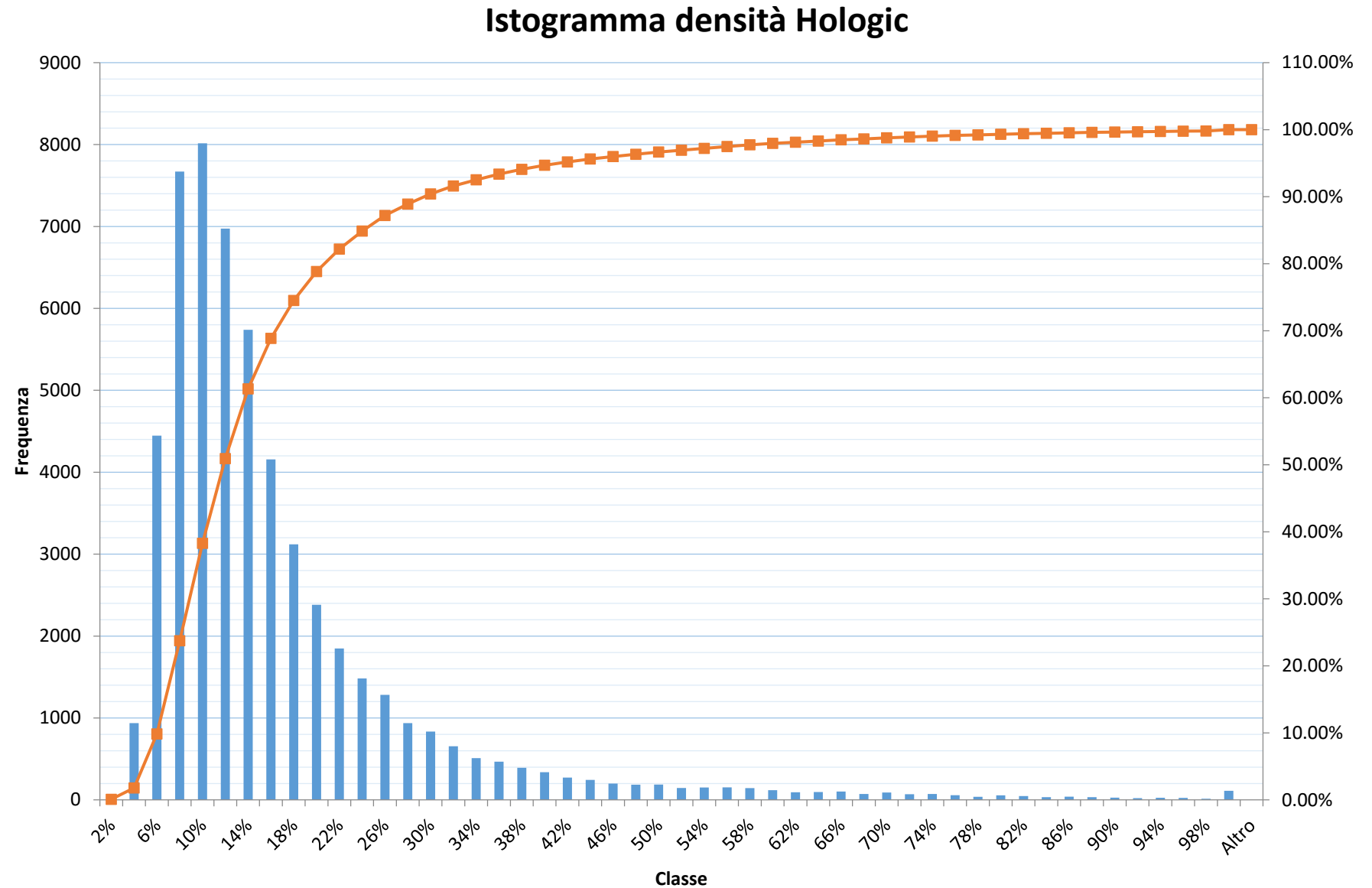
VolparaDensity self calibrates by comparing each individual pixel signal to a reference signal of pure fat tissue (A)



The different quantities of fat and fibroglandular tissue for falling above each pixel within the breast, are converted to volumes at each pixel (B), and are then quantified and summed.

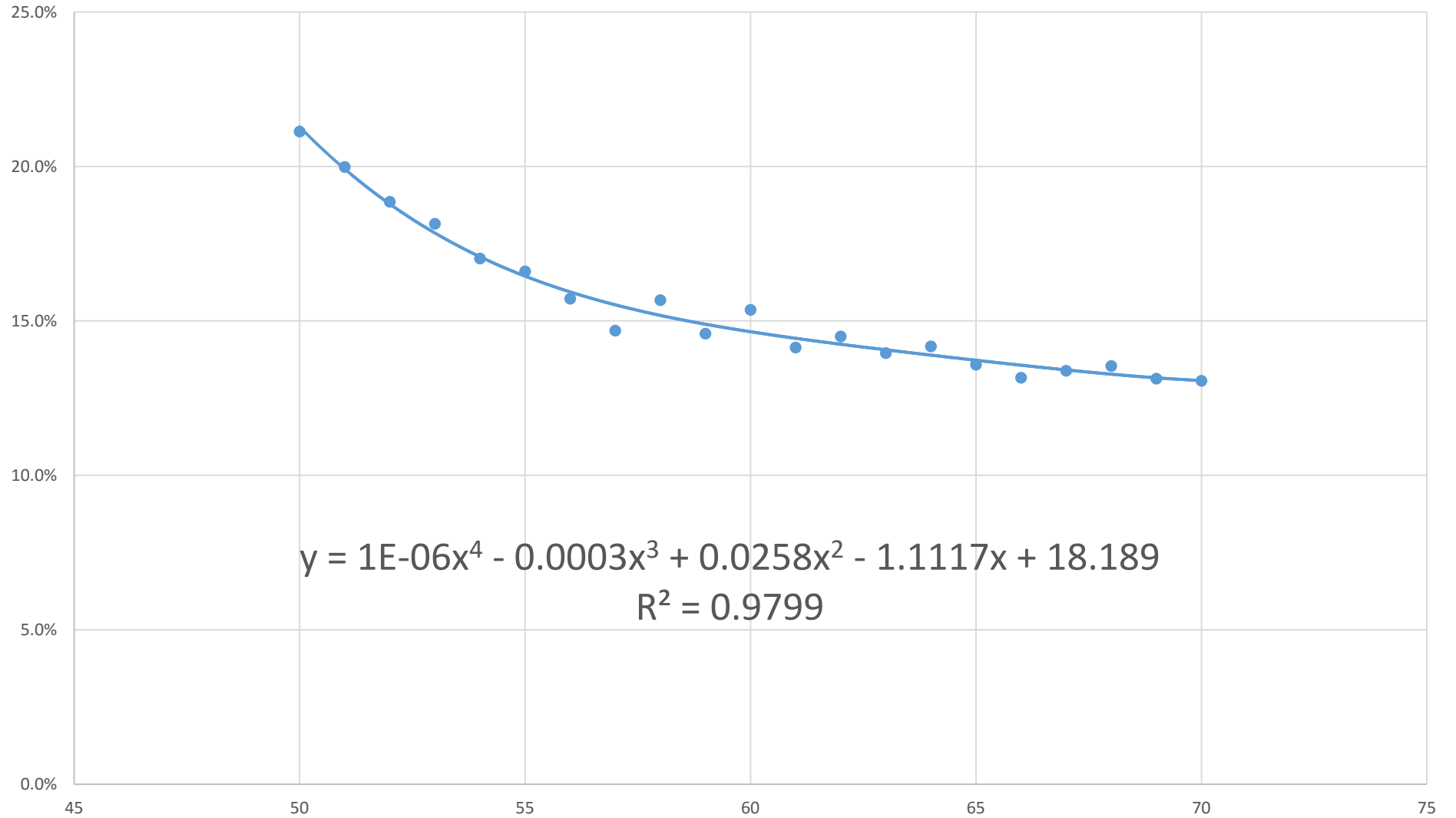
Hologic _ 1

tot. valori = 55164
media = 15,8%
mediana = 11,8%
max = 100%



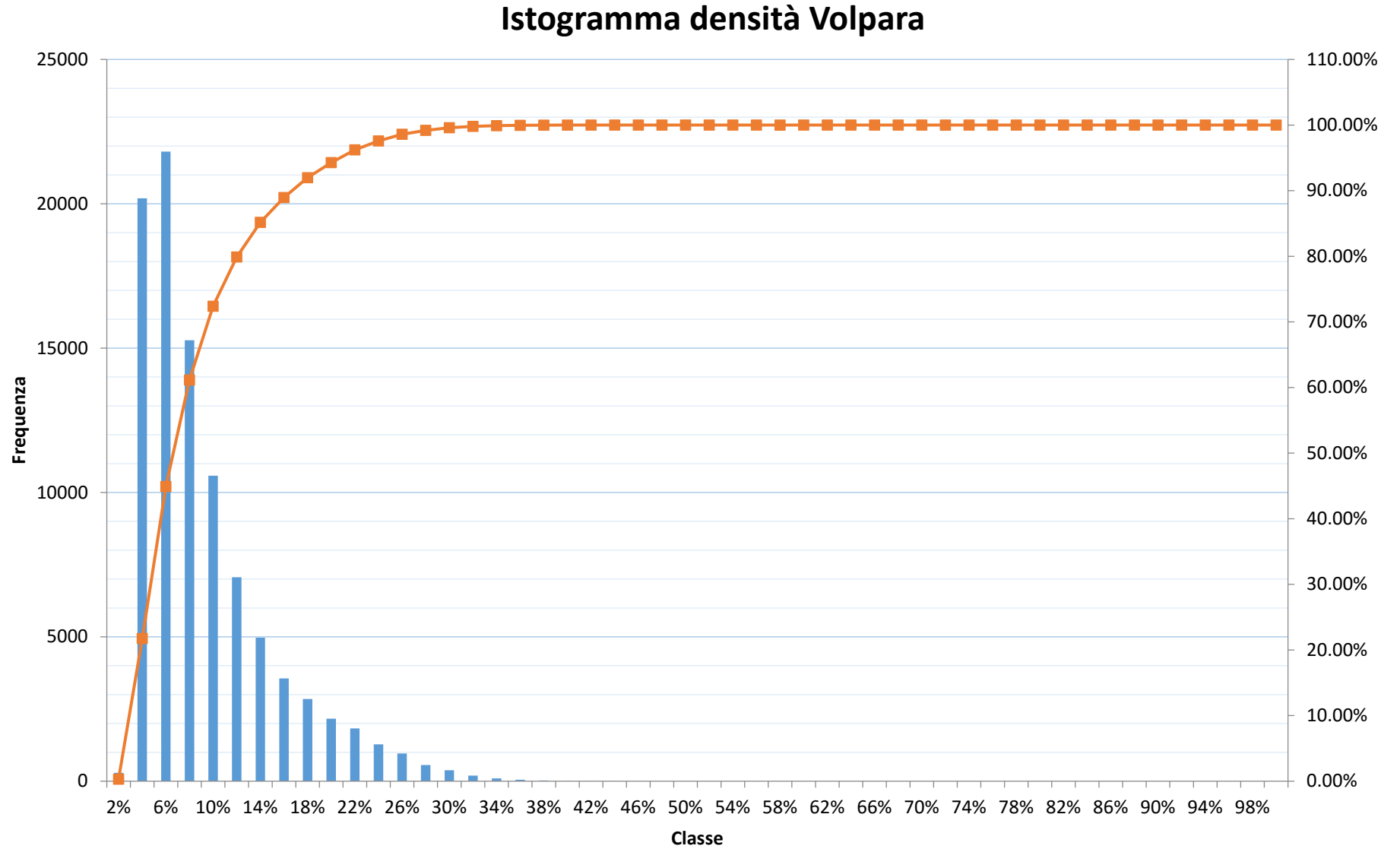
Hologic _ 1

Dens media vs età (50-70)



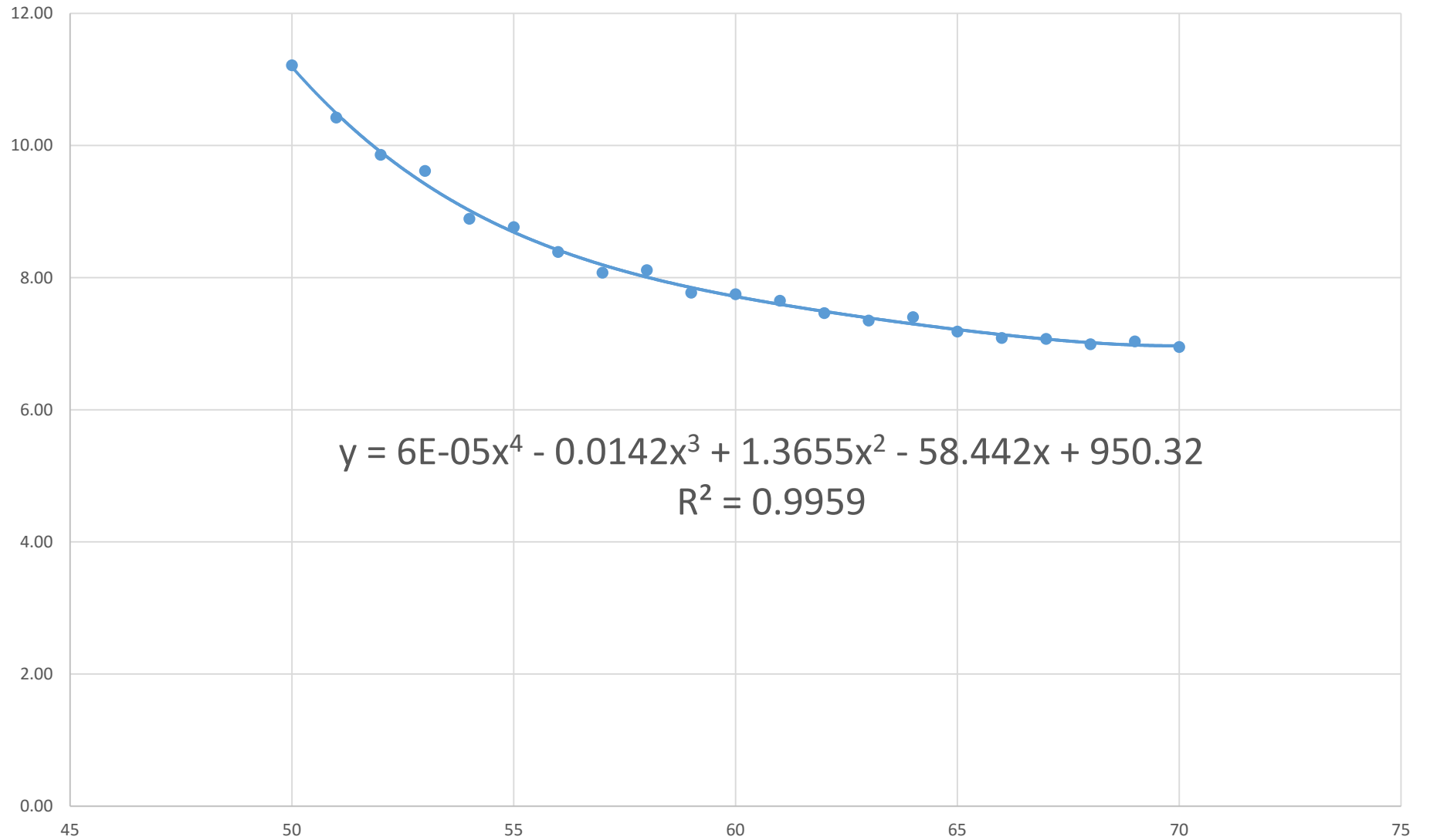
Volpara

tot. valori = 94133
media = 8,4%
mediana = 6,6%
max = 46,7%



Volpara

Dens media vs età (50-70)



Hologic _ 1

tot. valori = 55164

media = 15,8%

mediana = 11,8%

max = 100%

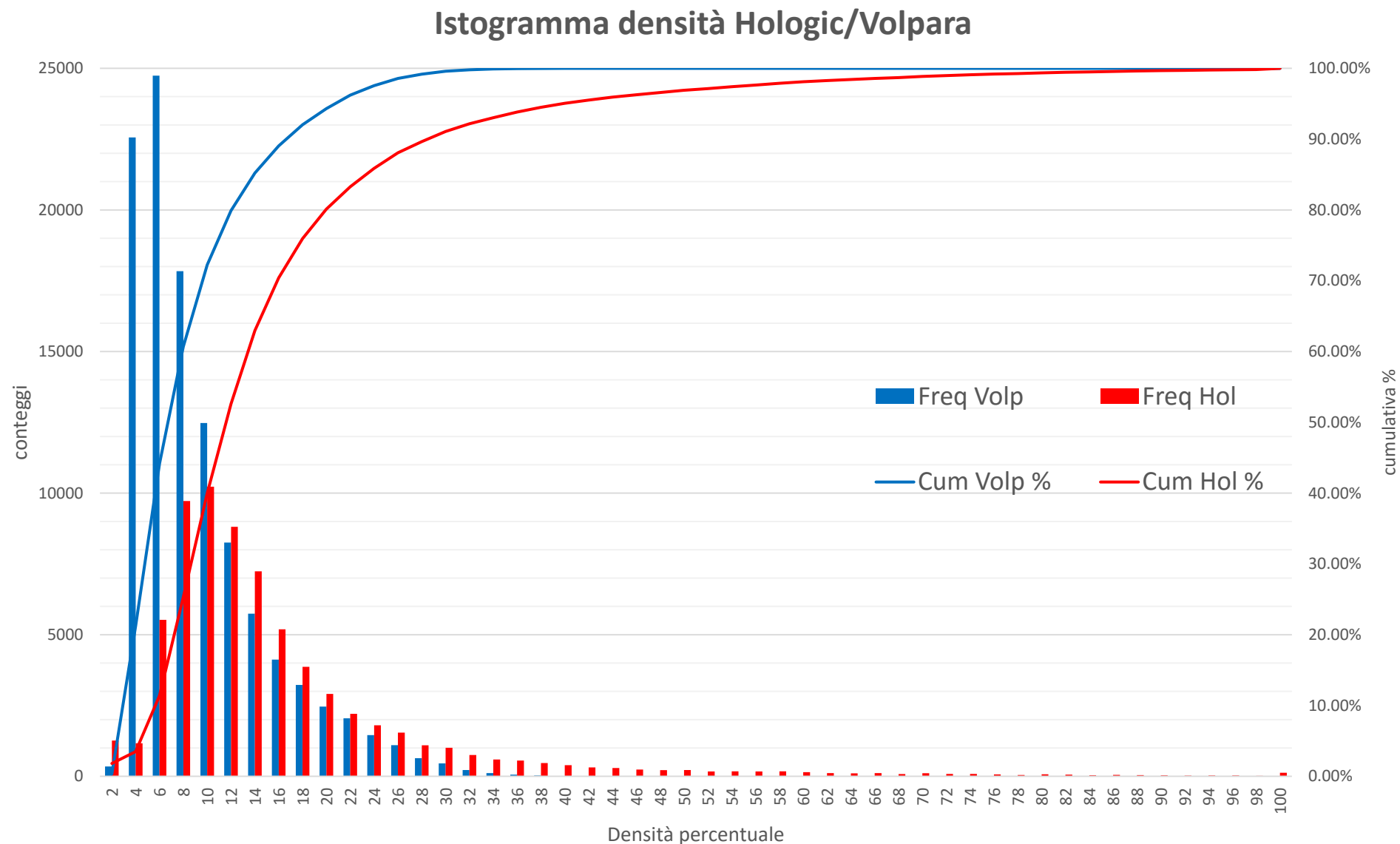
Volpara

tot. valori = 94133

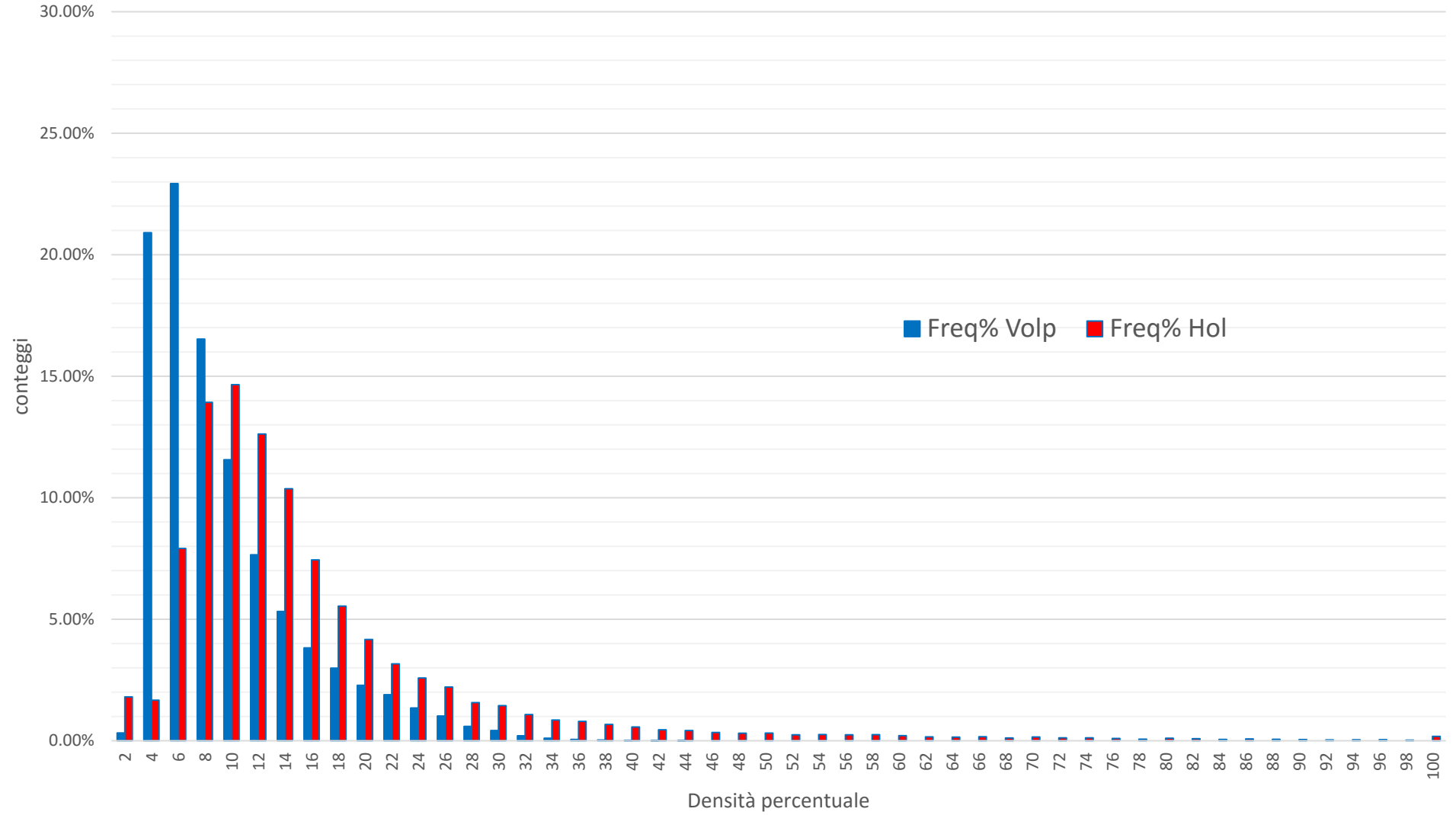
media = 8,4%

mediana = 6,6%

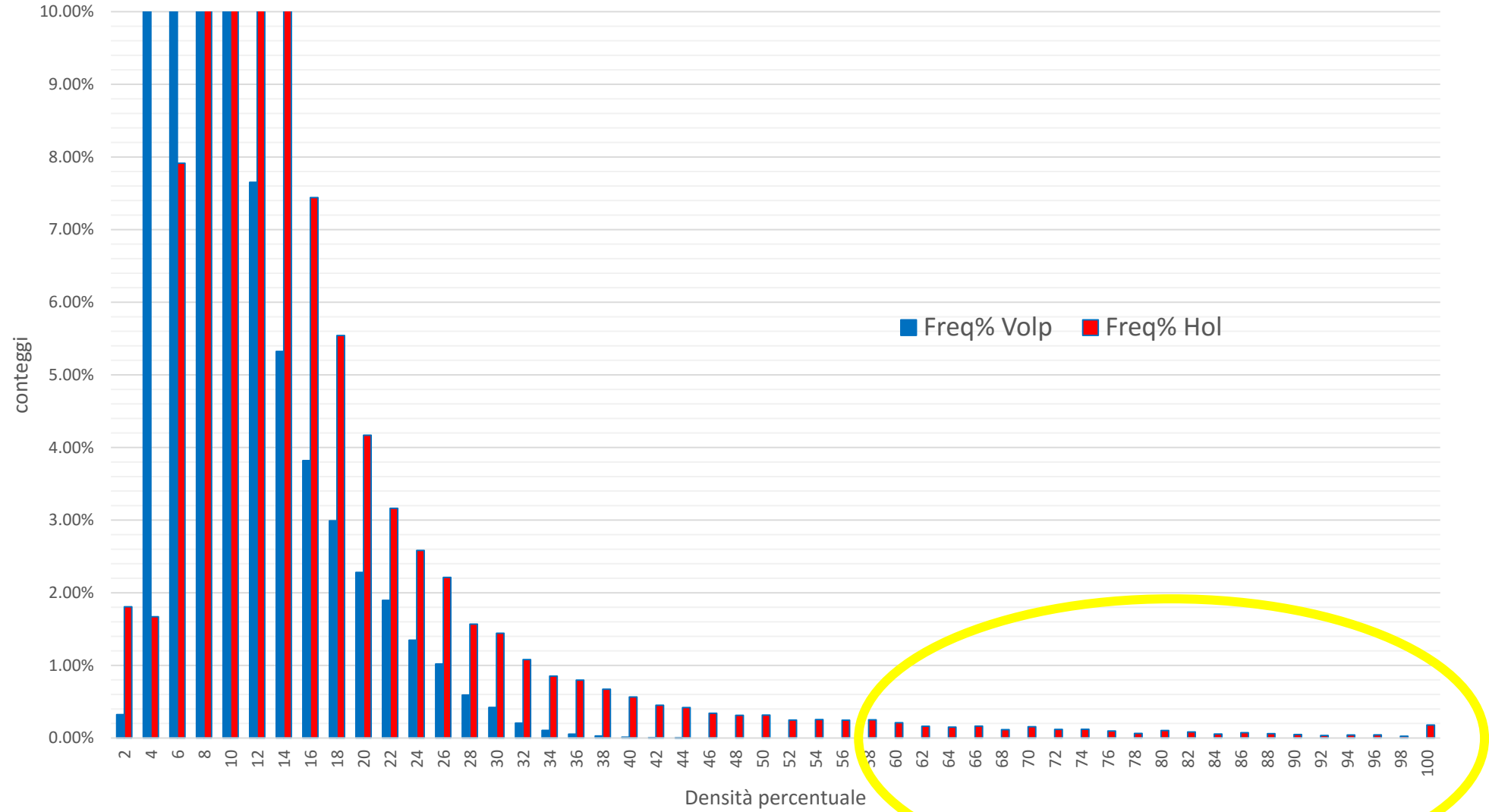
max = 46,7%



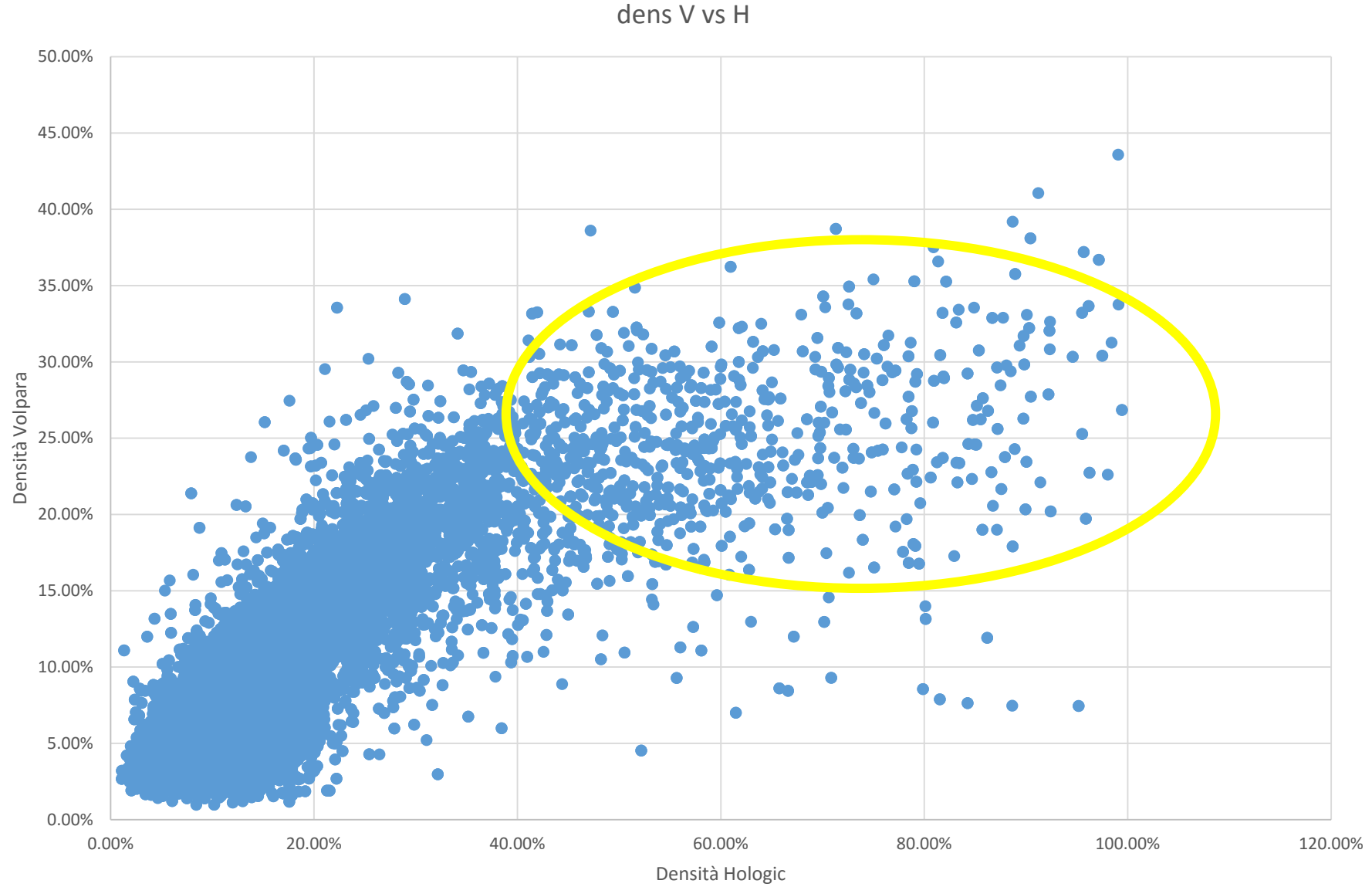
Istogramma densità normalizzata Hologic/Volpara



Istogramma densità normalizzata Hologic/Volpara



Confronto densità Volpara vs Hologic su casi comuni



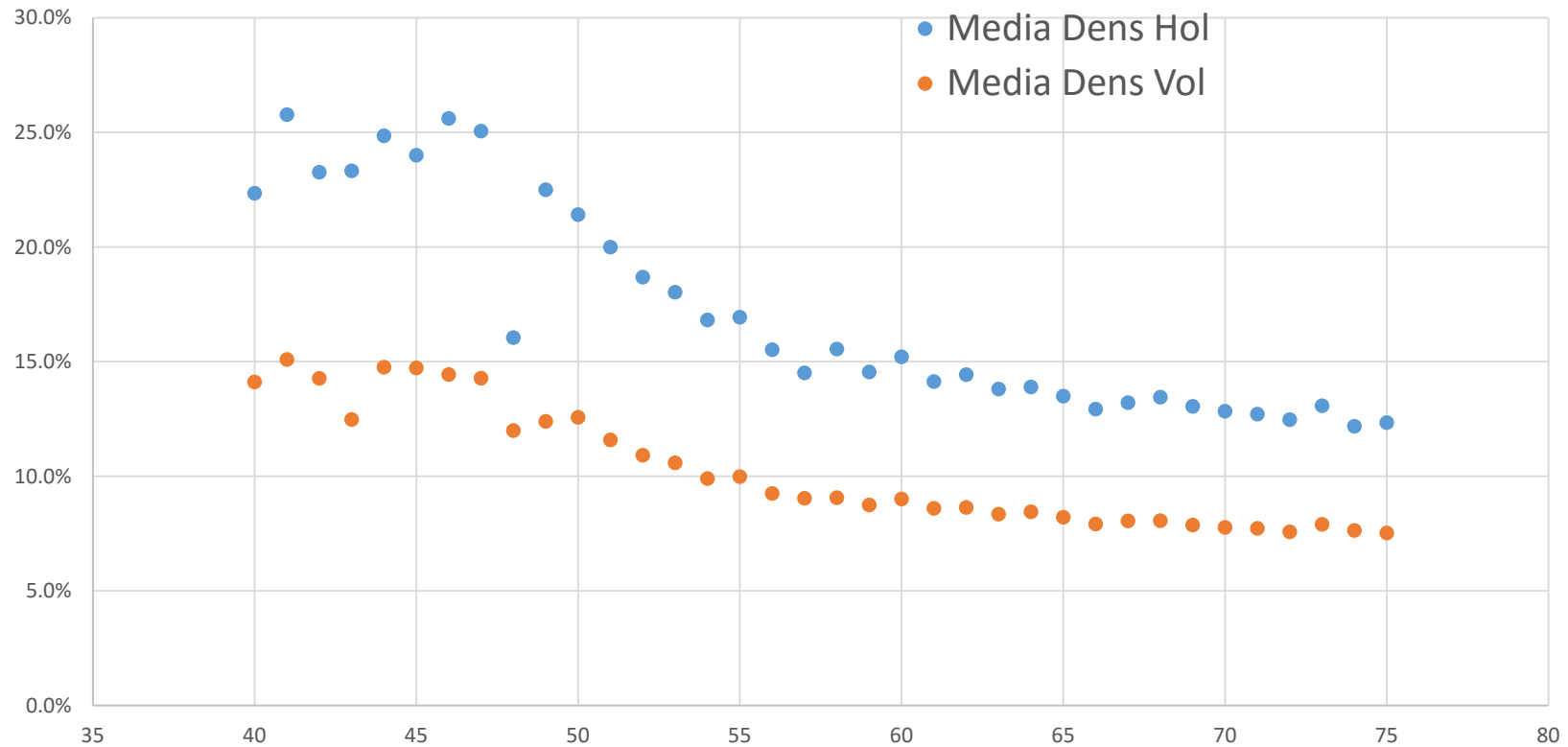
Rapporto volume seno H/V = 2,1

Rapporto volume tessuto denso H/V = 3,7

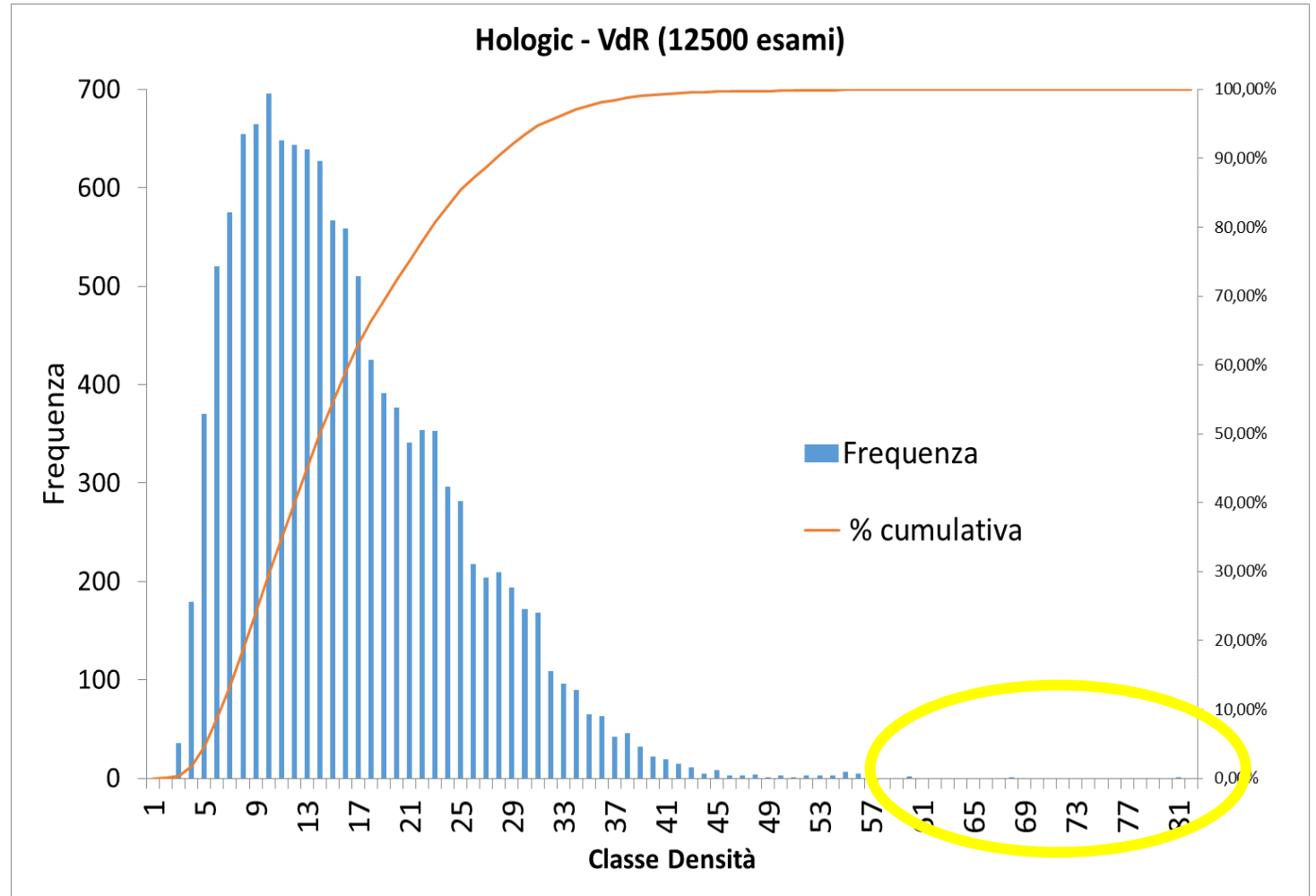
Stima rapporto densità dai volumi dei soli casi comuni = 1,76

Stima rapporto densità dai valori di densità di tutti i casi = 1,89

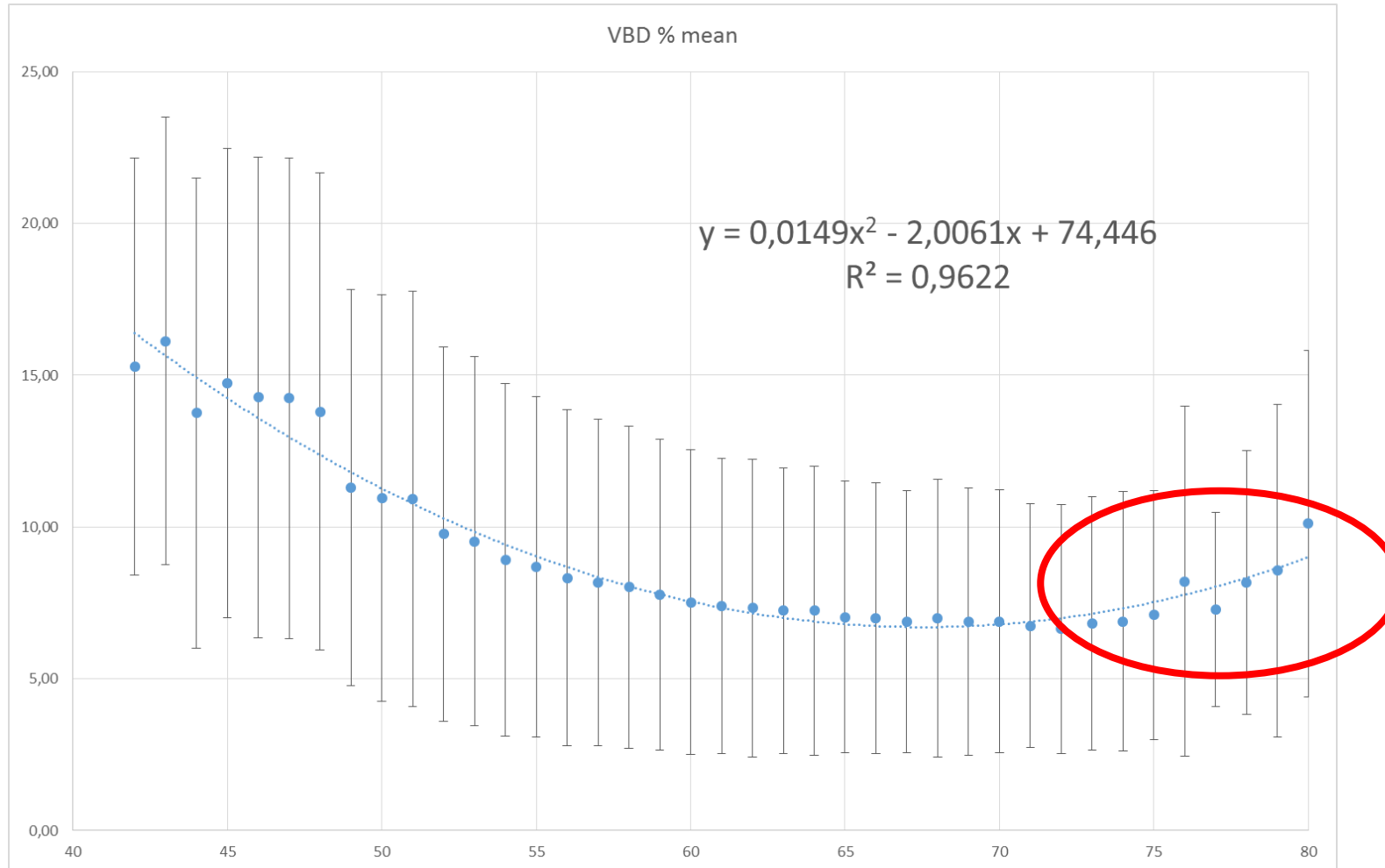
Densità vs età



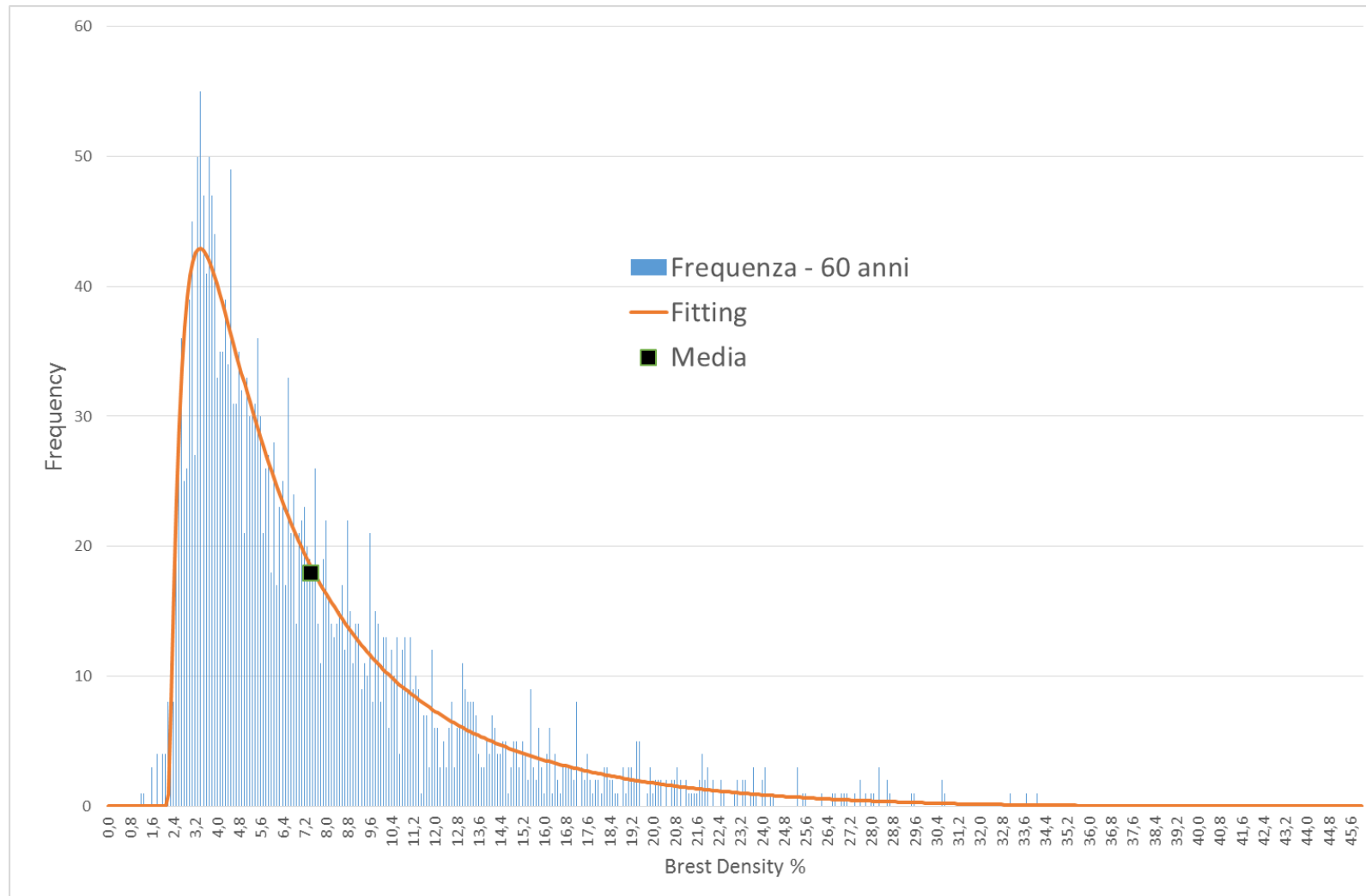
Hologic_2



Statistica descrittiva: Andamento della densità media con l'età



Statistica descrittiva: distribuzione della densità a una data età



Statistica descrittiva: che funzione descrive meglio la distribuzione?

Johnson SB

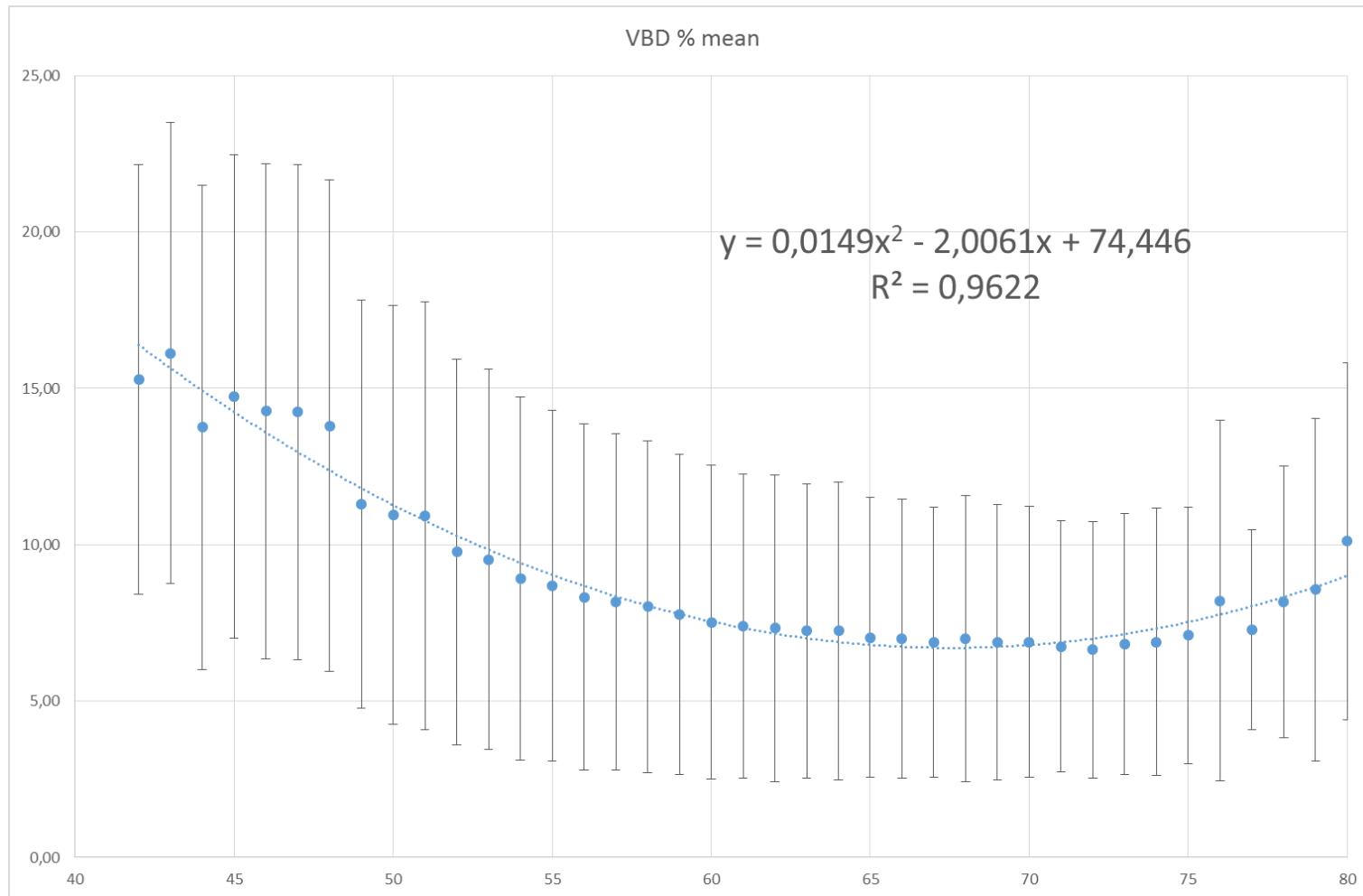
$$f(x) = \frac{\delta}{\lambda\sqrt{2\pi z(1-z)}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\gamma + \delta \ln\left(\frac{z}{1-z}\right)\right)^2\right) \quad \text{dove} \quad z = \frac{x-\xi}{\lambda} \quad \text{CE: } \xi < x < \xi + \lambda$$

Test di Kolmogorov – Smirnov: nel 95% dei casi è $\leq 0,07$.

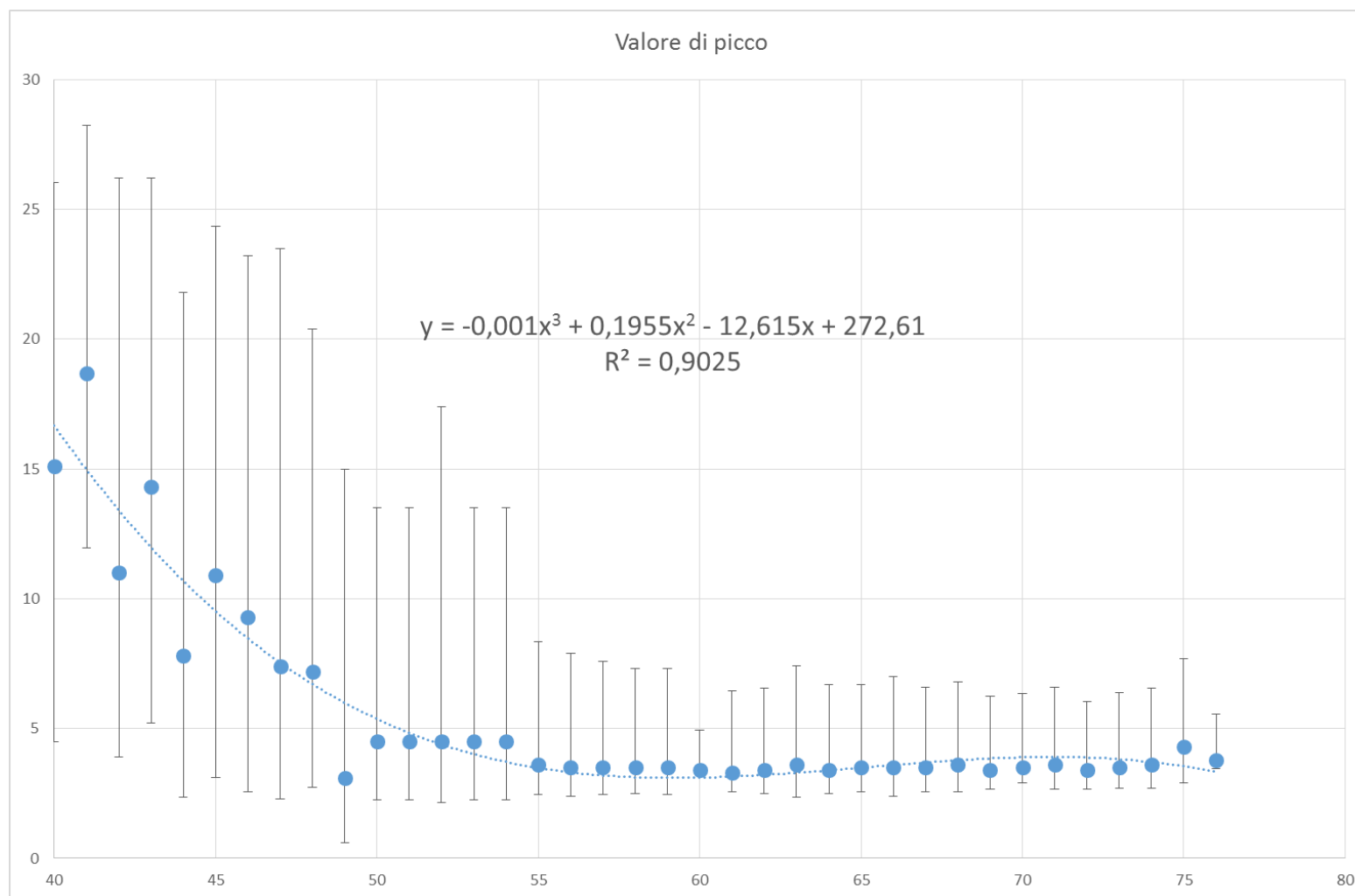
Età	Kolmogorov – Smirnov	
	Statistica	rango
40	0,05725	1
41	0,06842	4
42	0,04715	1
43	0,06517	2
44	0,02432	1
45	0,02624	1
46	0,02575	1
47	0,03243	1
48	0,04879	1
49	0,02002	1
50	0,01829	1
51	0,01567	1
52	0,02176	1
53	0,01451	1
54	0,02374	1
55	0,01979	1
56	0,01883	1
57	0,01509	1

Età	Kolmogorov – Smirnov	
	Statistica	rango
58	0,01436	1
59	0,01398	1
60	0,01766	1
61	0,02248	1
62	0,01921	1
63	0,02608	1
64	0,01578	1
65	0,2245	1
66	0,02974	1
67	0,02204	1
68	0,01556	1
69	0,0182	1
70	0,02562	1
71	0,02466	1
72	0,02716	2
73	0,02475	1
74	0,02909	4
75	0,04396	1
76	0,11675	19

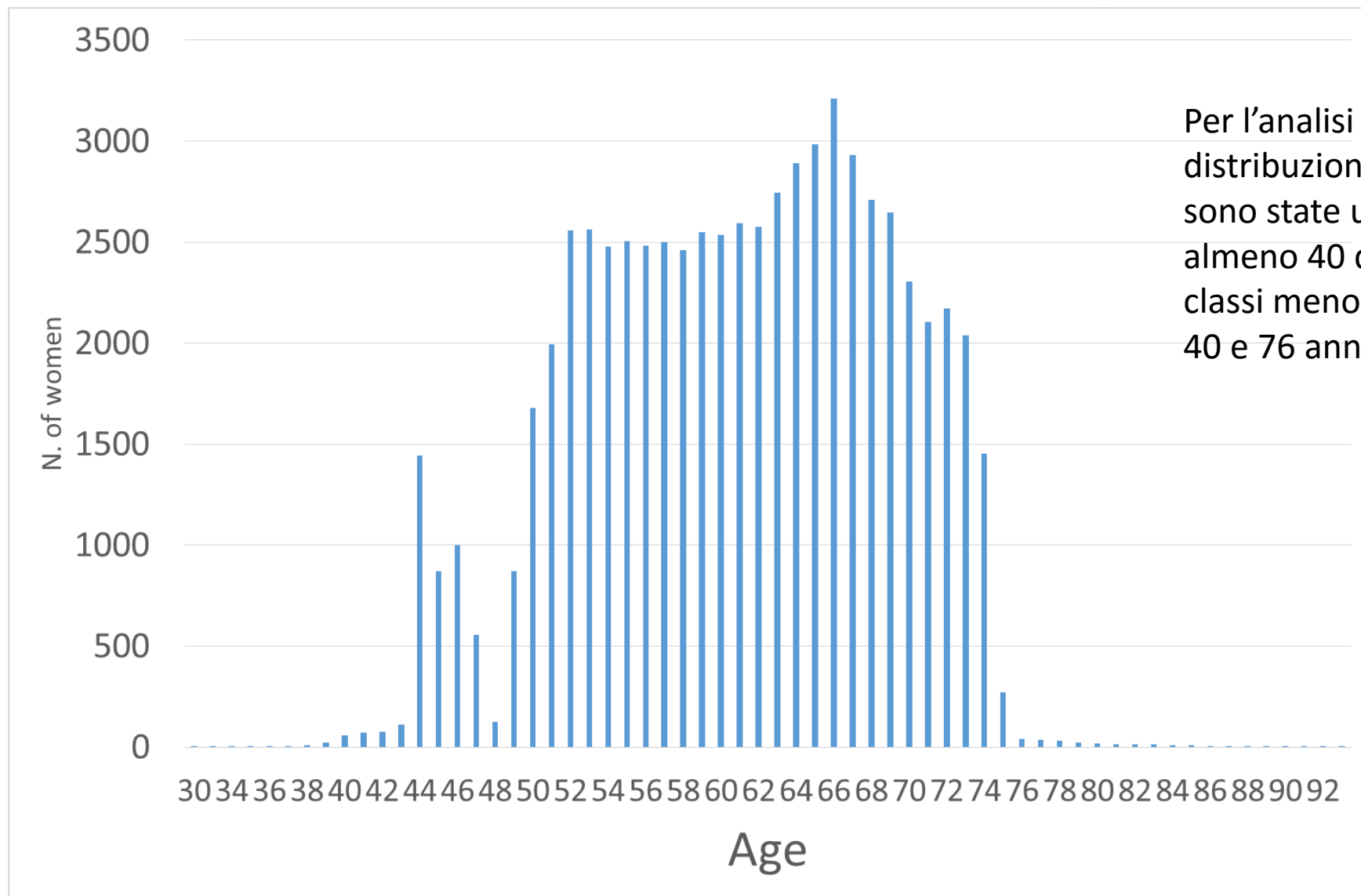
Statistica descrittiva: Andamento della densità media con l'età



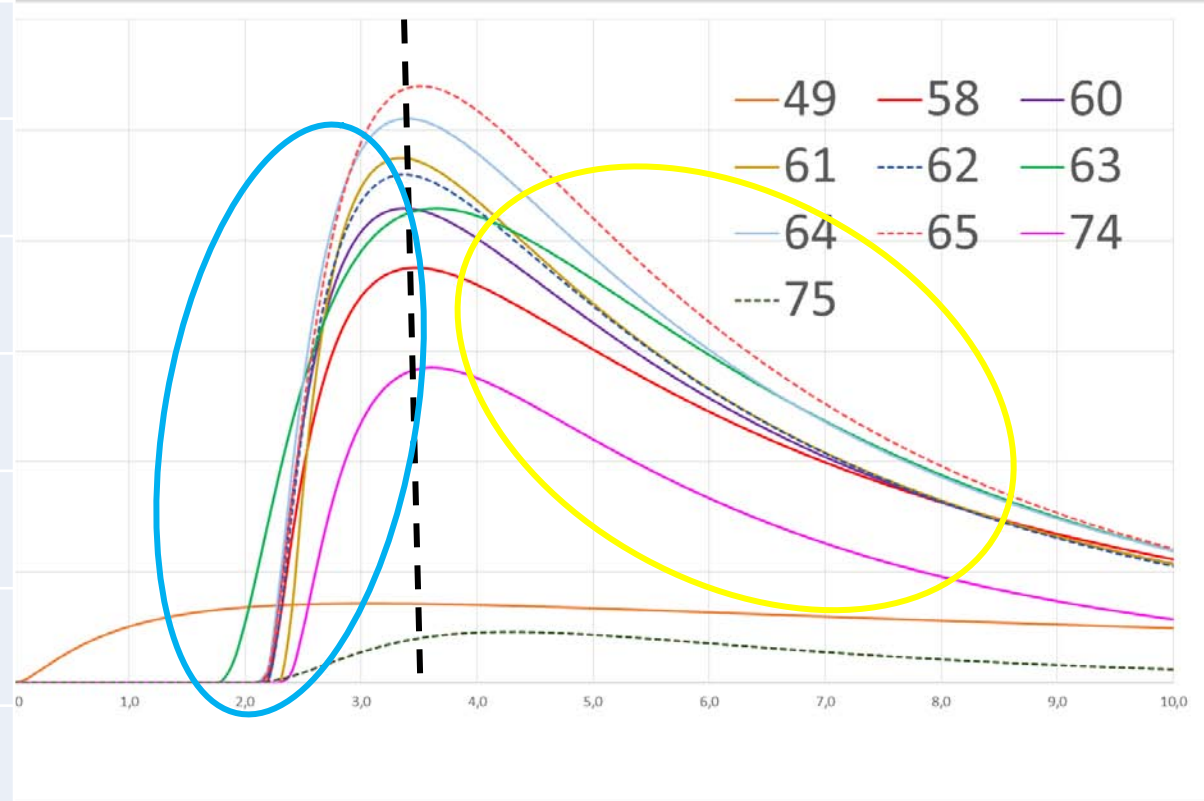
Statistica descrittiva: Andamento della densità di picco con l'età



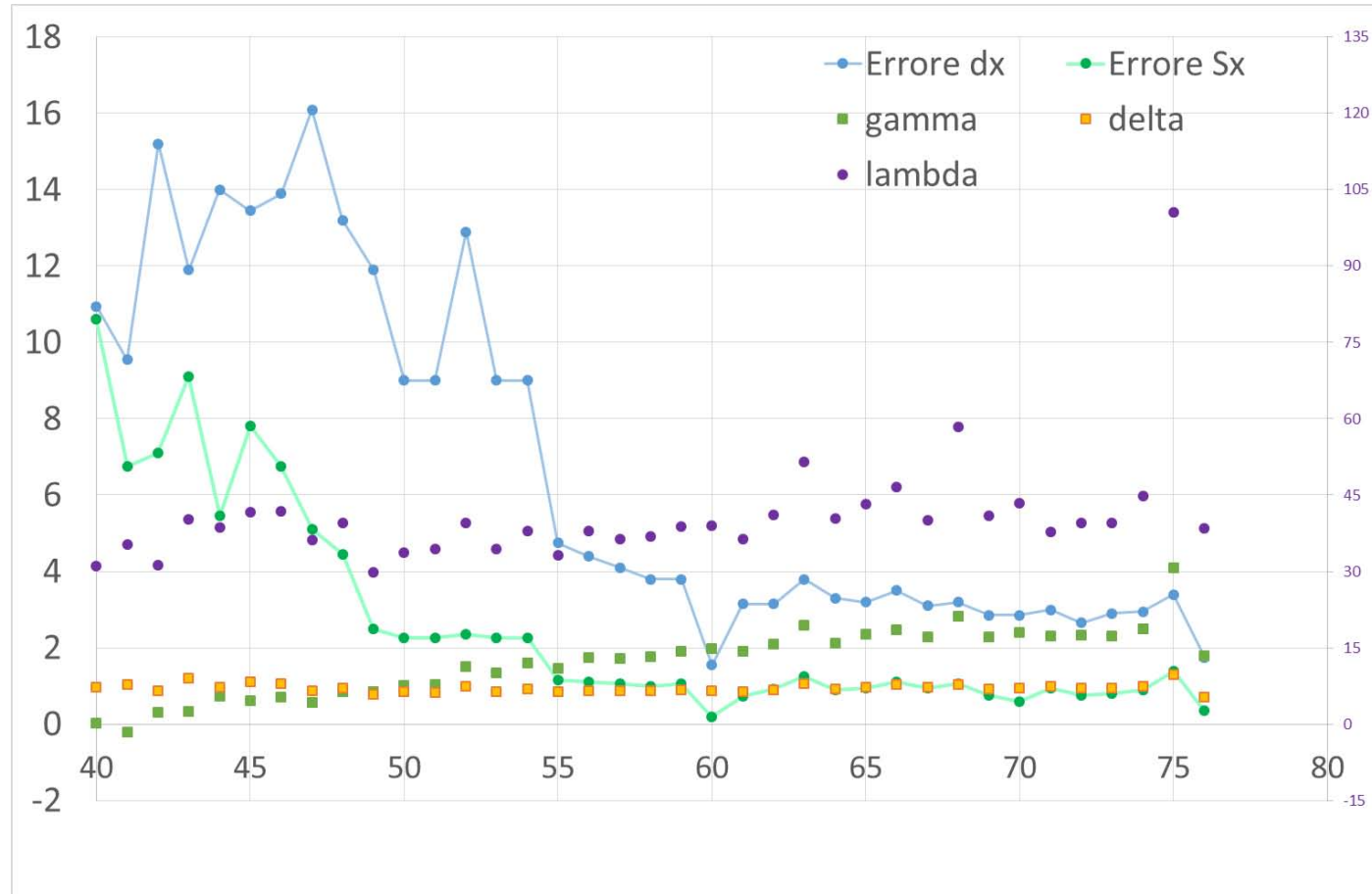
Distribuzione delle donne in ogni età



età	Valore di picco	Larghezza sinistra	Larghezza destra	Numero donne	gamma	delta	lambda	xi
49	3,1	2,5	11,9	871	0,85	0,77	30	2,35
58	3,5	1	3,8	2461	1,77	0,86	37	2,17
59	3,5	1,05	3,8	2550	1,92	0,90	39	2,07
60	3,4	0,2	1,55	2537	1,97	0,88	39	2,145
61	3	0,72	3,15	2595	1,90	0,85	36	2,30
62	3,4	0,91	3,15	2574	2,10	0,90	41	2,18
63	3,6	1,25	3,8	2746	2,59	1,06	52	1,72
64	3,4	0,9	3,3	2891	2,12	0,91	40	2,13
65	3,5	0,95	3,2	2986	2,35	0,97	43	2,12
74	3,6	0,9	2,95	1453	2,49	0,98	45	2,31
75	4,3	1,4	3,4	270	4,10	1,30	101	1,90



Statistica descrittiva:
due parametri (picco+dispers. dx) oppure uno solo (media) ?



Progetto TBS

Dati preliminari analisi densità

TBS – Distribuzione densità

tot. valori = 3894

Media HOL = 21,4%

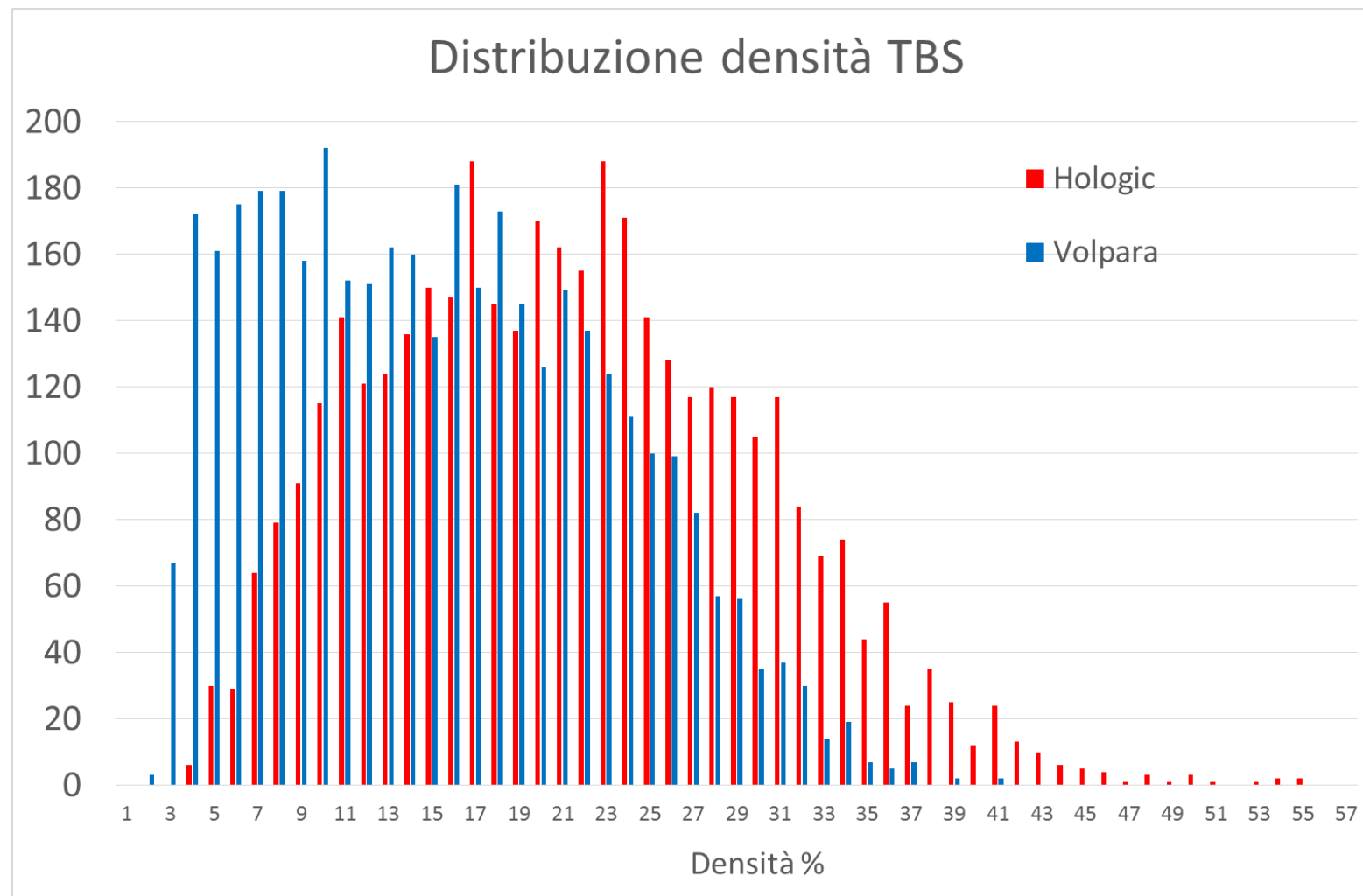
mediana HOL = 20,2%

max HOL = 55%

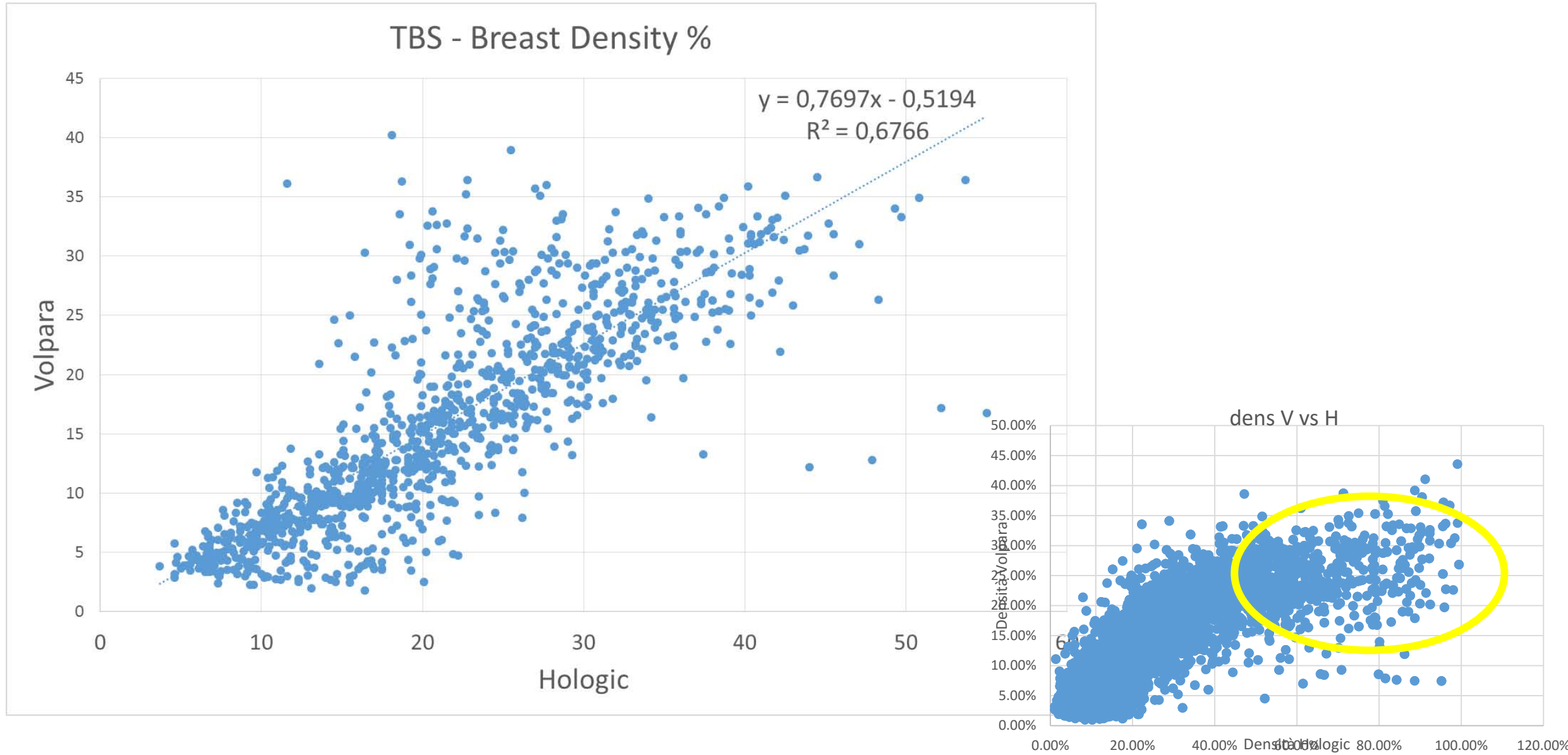
Media VOL = 15,3%

Mediana VOL = 15,8%

Max VOL = 41%



TBS – Correlazione densità % tra i due SW

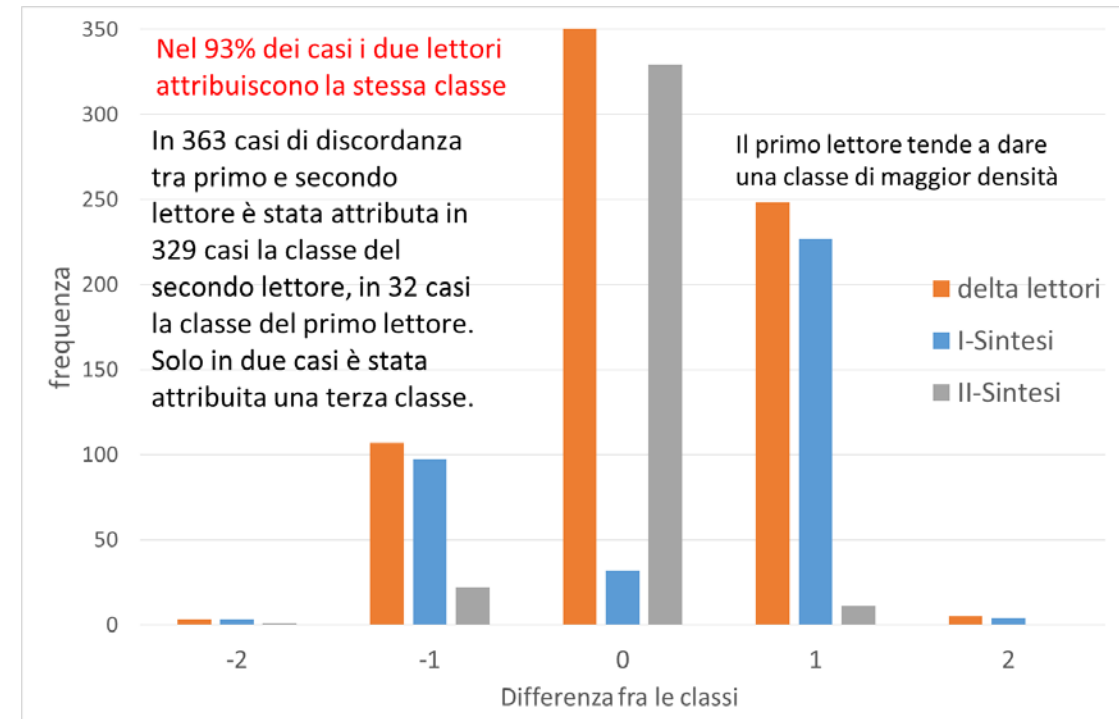


TBS – classificazione densità da parte del radiologo

- TBS Densità: densità di sintesi tra i due lettori espressa in 4 categorie (BIRADS)
- Normalmente in ISPO nella pratica la densità è quella attribuita dal primo lettore

Confronto tra le classi attribuite dai due radiologi nel progetto TBS

All'interno del progetto TBS entrambi i radiologi individuano la classe di densità di appartenenza della donna, nel caso di discordanza viene solitamente attribuita la classe fornita dal secondo lettore. Nel 93% dei casi si ha concordanza tra le classi attribuite dai radiologi.



TBS: densità e classificazione

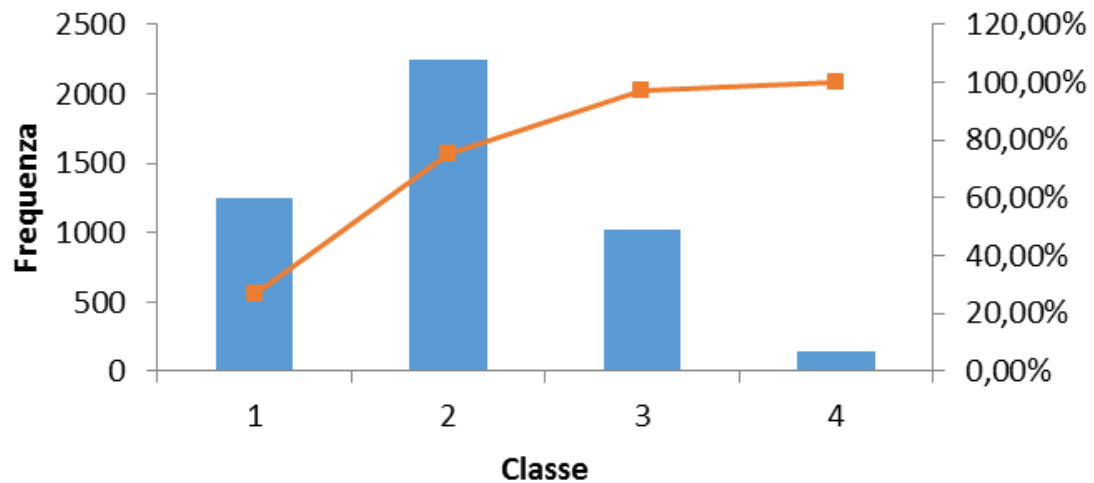
- TBS Densità Radiologo: densità di sintesi tra i due lettori espressa in 4 categorie (BIRADS).
- TBS densità SW: densità calcolata mediante algoritmo Volpara.
- TBS classi SW: distribuzione dei valori quantitativi di densità calcolati dal SW in 4 classi.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Lineare	< 11%	11% - 22%	22% - 33%	> 33%
Lineare 50	< 13%	13% - 25%	25% - 38%	> 38%
Media	< 7%	7% - 15%	15% - 30%	> 30%
Volpara	< 3,5%	3,5% - 7,5%	7,5% - 15,5%	> 15,5%

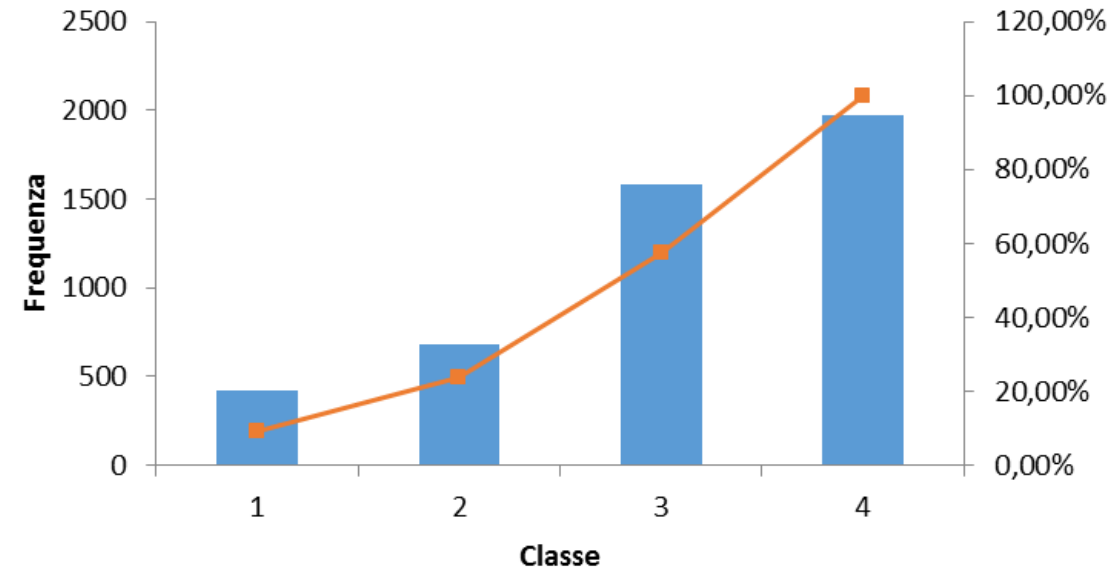
TBS: densità e classificazione

Classe	Freq. Rad	% cum.	
1	1245	26,76%	
2	2242	74,96%	tot 3 e 4
3	1023	96,95%	25,0%
4	142	100,00%	3,1%

Classificazione Radiologo



Classificazione Volpara

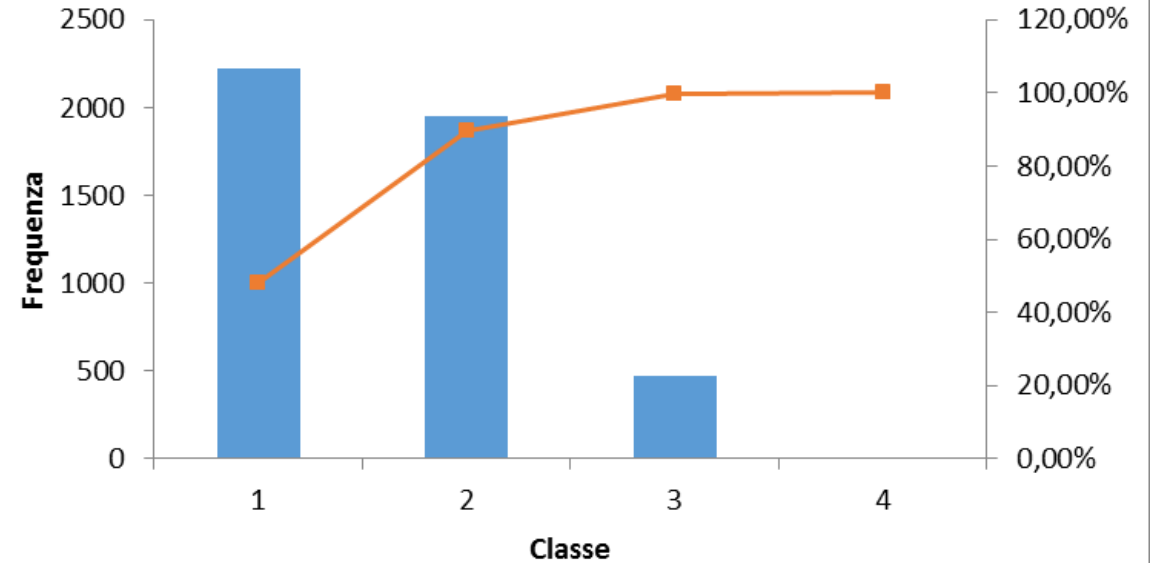


Classe	Freq. Volp	% cum.	
1	425	9,14%	
2	678	23,71%	tot 3 e 4
3	1579	57,65%	76,3%
4	1970	100,00%	42,3%

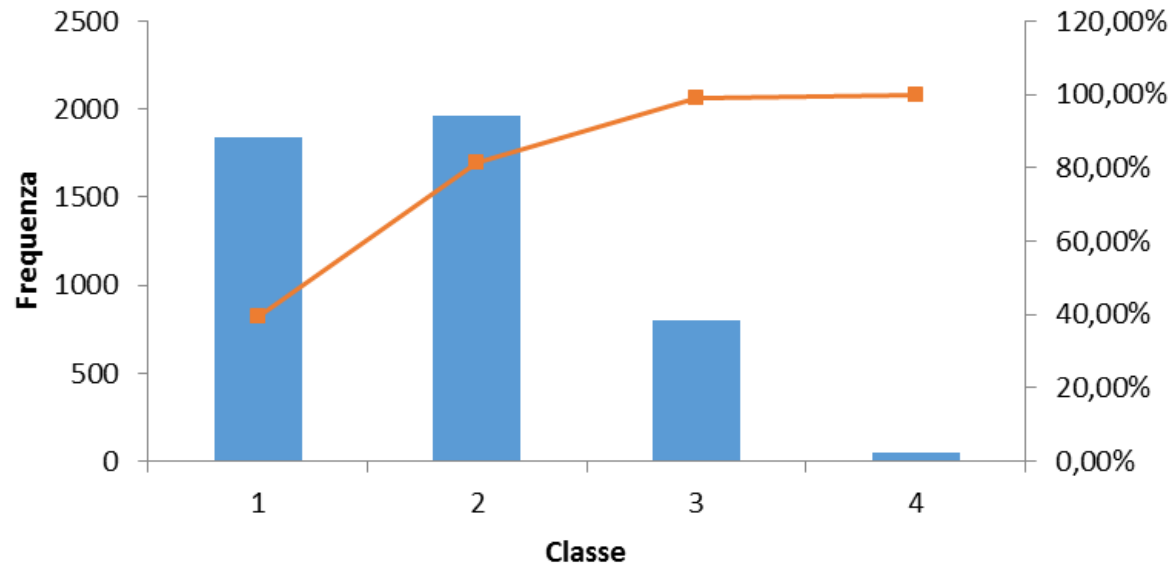
TBS: densità e classificazione

Classe	Freq. Lin	% cum.	
1	1836	39,47%	
2	1960	81,60%	tot 3 e 4
3	804	98,88%	18,4%
4	52	100,00%	1,1%

Classificazione Lineare 50



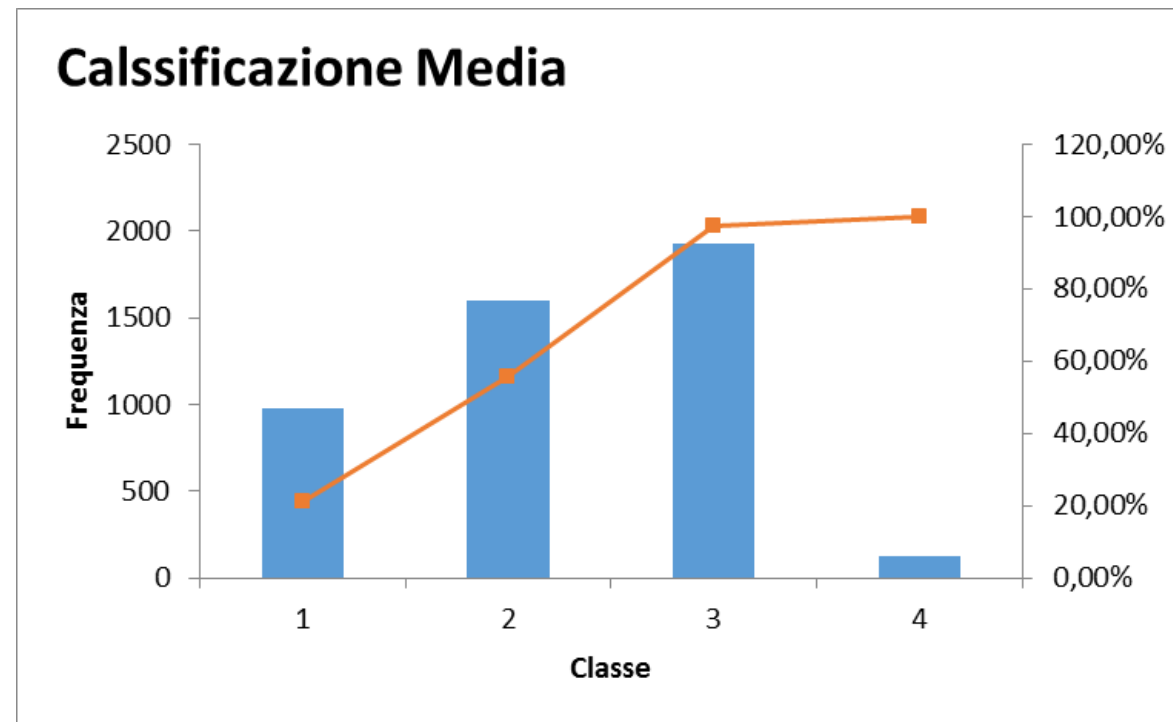
Classificazione Lineare



Classe	Freq. Lin 50	% cum.	
1	2225	47,83%	
2	1952	89,79%	tot 3 e 4
3	471	99,91%	10,2%
4	4	100,00%	0,1%

TBS: densità e classificazione

Classe	Freq. Lin	% cum.	
1	981	21,18%	
2	1594	55,59%	tot 3 e 4
3	1930	97,26%	44,4%
4	127	100,00%	2,7%



	Classi 3 e 4	Classe 4
Lineare	18,4 %	1,1 %
Lineare 50	10,2 %	0,1 %
Media	44,4 %	2,7 %
Volpara	76,3 %	42,3 %
Radiologo	25,0 %	3,1 %

TBS: densità e classificazione

- Classificazione della densità calcolata con il SW che riproduca la classificazione del radiologo.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Lineare	< 11%	11% - 22%	22% - 33%	> 33%
Lineare 50	< 13%	13% - 25%	25% - 38%	> 38%
Media	< 7%	7% - 15%	15% - 30%	> 30%
Volpara	< 3,5%	3,5% - 7,5%	7,5% - 15,5%	> 15,5%
Radiologo like	< 8 %	8 % - 20 %	20 % - 30%	> 30 %

Casistica preliminare: analisi densità SW casi exeresi

Tot casi: 4951

Tot exeresi: 30

Tot Screen Detected: 18

Mammografia					Differenza densità tra precedente e exeresi	Exe di tipo
I	II	III	IV	V		
17,6	18,0				-0,4	maligno
28,9	23,8					benigno
6,7						maligno
3,5	2,4					maligno
7,2						maligno
16,6	19,1	25,3	16,3	18,7		benigno
11,6	15,4	12,5	11,3			benigno
15,4	22,6	24,2				benigno
3,5						maligno
15,5	14,7	13,8				benigno
23,3	21,1	19,3				benigno
5,4						maligno
15,5						maligno
4,2	8,0					maligno
10,6						maligno
6,8	7,1				-0,2	benigno
4,0	4,9				-1,0	maligno
35,5	20,0				15,5	maligno
32,7	16,5	30,6			-14,1	benigno
21,6	29,0				-7,4	maligno
25,2	21,9	29,0	25,7		-7,1	maligno
29,7	26,0	28,1	19,0		-2,2	benigno
23,5	23,0				0,5	benigno
24,2						maligno
22,1						maligno
9,9						maligno
19,8	22,9	21,3				benigno
26,9						maligno
14,2						benigno
5,3	4,6					maligno

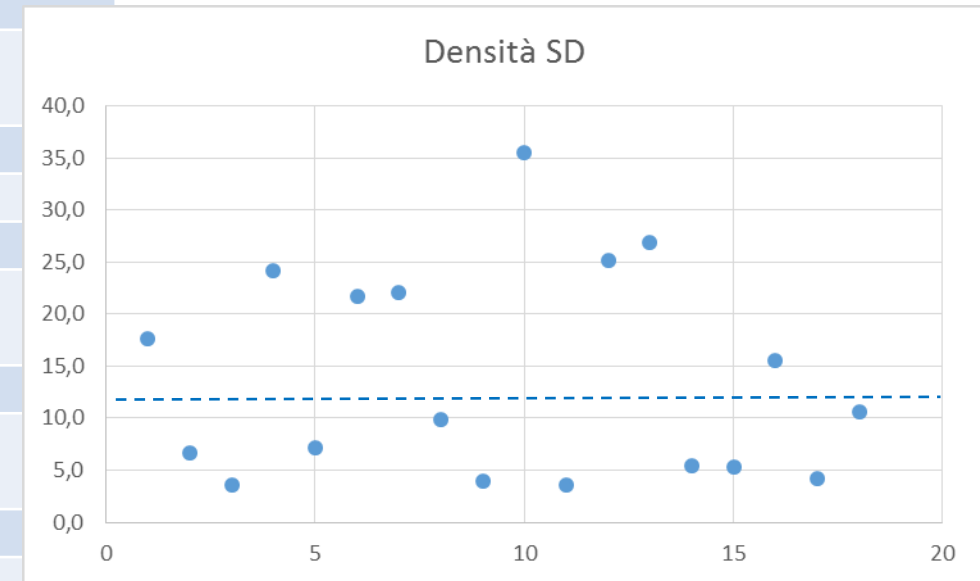
Casistica preliminare: analisi densità SW casi SD

Tot casi: 4951

Tot exeresi: 30

Tot Screen Detected: 18

I mammografia	II mammografia	III mammografia	Differenza densità tra precedente e SD	SD di tipo
17,6	18,0		-0,4	TIS
6,7				TIS
3,5	2,4			invasivo
24,2				TIS
7,2				TIS
21,6	29,0		-7,4 (immagine realmente diversa)	TIS
22,1				TIS
9,9				TIS
4,0	4,9		-1,0	TIS
35,5	20,0		- 15,5 (errata compressione)	invasivo
3,5				TIS
25,2	21,9	29,0	-7,1 (immagine realmente diversa)	TIS
26,9				invasivo
5,4				TIS
5,3	4,6		0,7	invasivo
15,5				TIS
4,2	8,0		-3,8	TIS
10,6				TIS



Grazie dell'attenzione

Barbara Lazzari

b.lazzari@uslcentro.toscana.it