

Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

Dr. Veronica Granata, Ph. D.



4° Borsisti Day – 13/09/2013



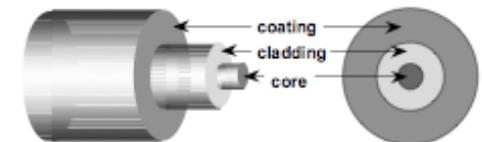
- Introduzione
- Obiettivi
- Analisi morfologica mediante microscopio elettronico ad alta risoluzione
- Analisi composizionale mediante spettroscopia a dispersione di energia
- Conclusioni

Introduzione

Analisi al microscopio elettronico di ***fibre ottiche nuove***

confrontare i risultati con quelli ricavati dalle precedenti analisi *effettuate* su fibre ottiche utilizzate da GARR da diversi anni

Fibre ottiche in funzione da 5 anni	Fibre ottiche nuove
Cavo ottico FOS 50 SMR-EKH9E Telecom.	Cavo ottico modello TOL6M
Cavo ottico TOL1 (8SM) T/KH9M DRK Telecom-1	Cavo ottico 9.06/125 monomodial



Obiettivi

Le fibre tendono a deteriorarsi nel tempo per fenomeni di decadenza dovuti a varie fattori

- ✧ Monitorare lo stato di conservazione ed invecchiamento delle fibre ottiche acquistate da GARR:
- ✧ Capire quanto/come invecchiano e si deteriorano le fibre.
- ✧ Individuare una metodologia di assessment che ne possa definire lo stato di degrado

El Abdi, R.; Poulain, M.; Rujinski, A. D.; Severin, I., "Damage analysis for optical fibers aged in aggressive reagents", Photonics Society Summer Topical Meeting Series, 2011 IEEE, 95-96, 2011

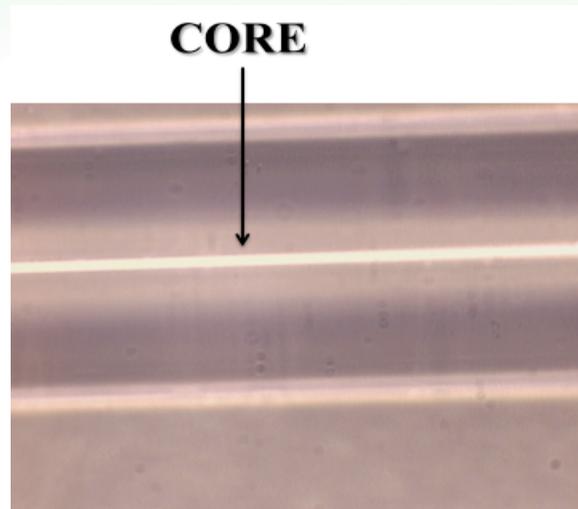
Obiettivi (cont.)

L'analisi è stata suddivisa in due parti:

Analisi morfologica: al fine di individuare possibili "difetti" presenti sulla superficie delle fibre

Analisi composizionale: rivolta a determinare la presenza di elementi "spuri"

Analisi al SEM

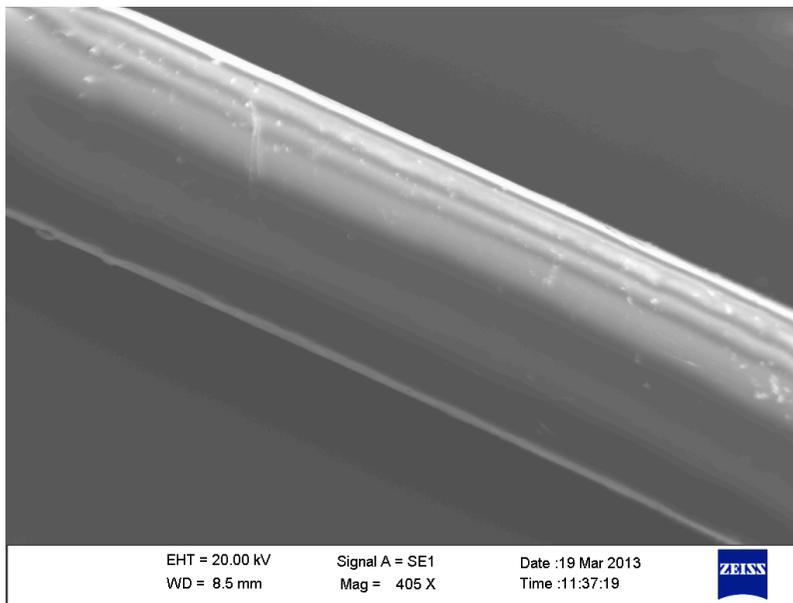


Fibra ottica al microscopio ottico con luce polarizzata (PLOM). Risoluzione molto più piccola di quella di un microscopio elettronico.

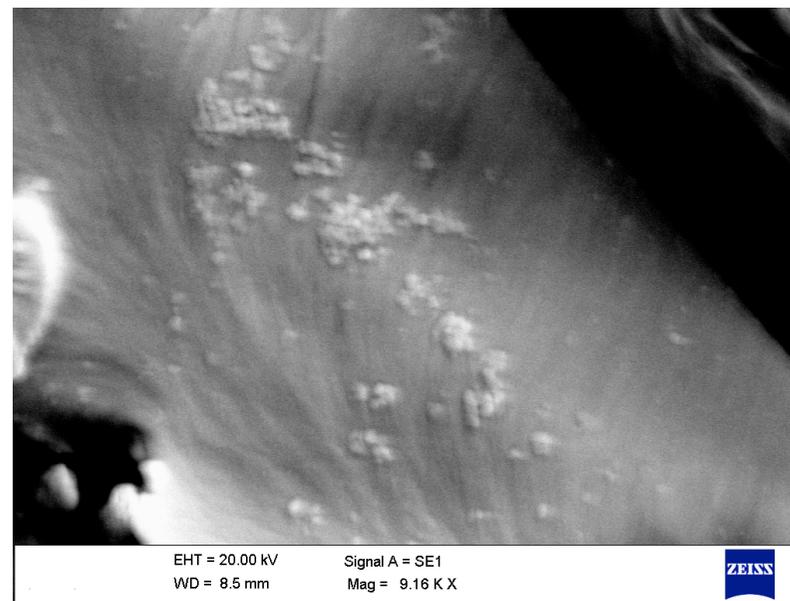
Analisi morfologica dettagliata (risoluzione $\approx 2 \text{ nm}$), ad altissimi ingrandimenti, dei vari componenti di una fibra ottica e di osservare la presenza di eventuali imperfezioni:

particelle di polveri, micro vuoti, variazioni delle dimensioni del raggio del core, corrugazioni lungo le pareti esterne dovute allo stato di usura.

Analisi morfologica mediante microscopia elettronica: Il Cladding

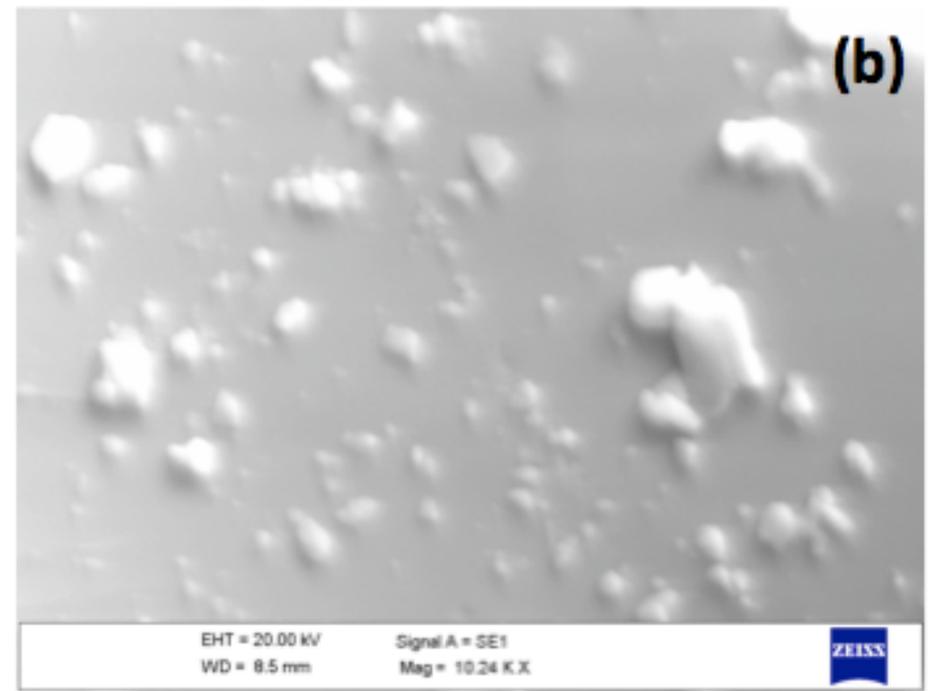
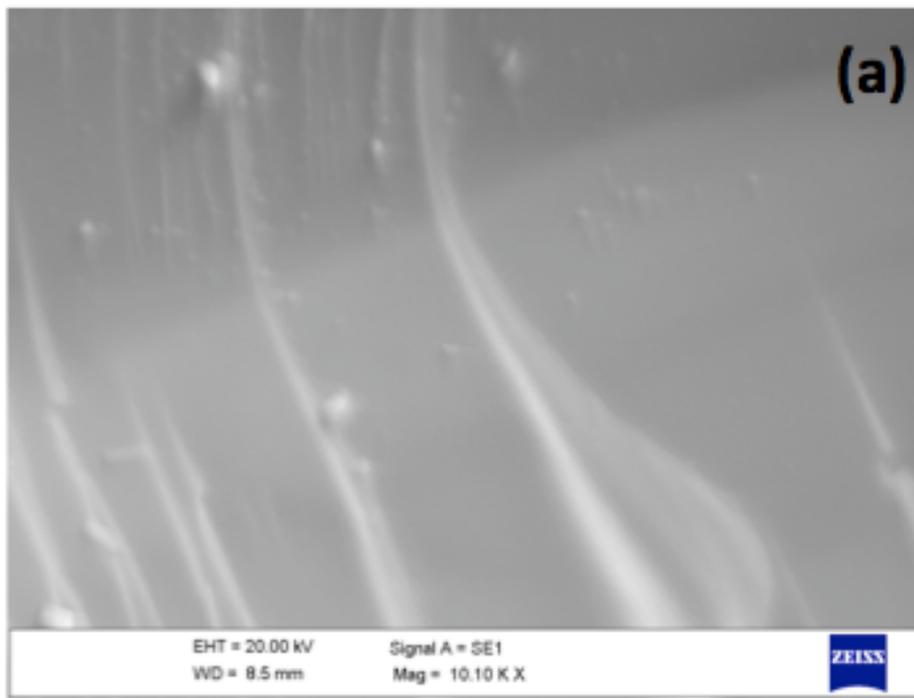


Fibra ottica modello TOL6M



Fibra ottica 9.06/125 monomodial

Analisi morfologica mediante microscopia elettronica: Il Core

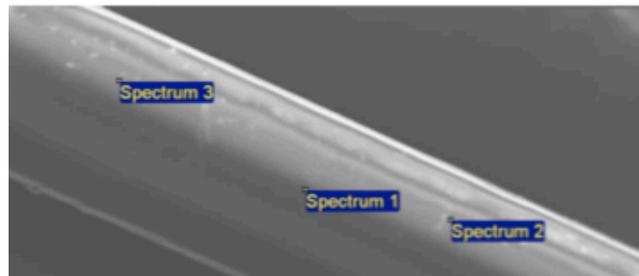


Mag \approx 10 KX

Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

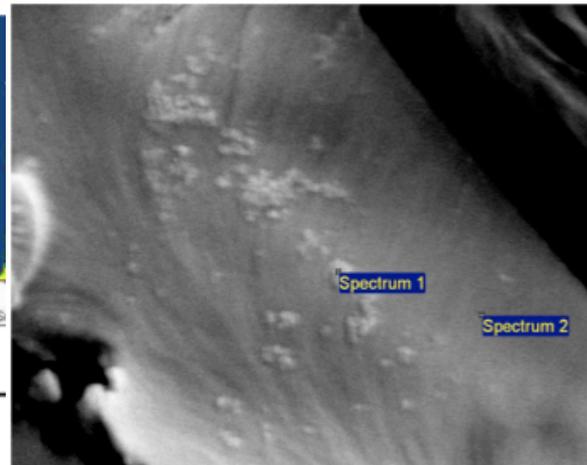
Analisi composizionale mediante spettroscopia a dispersione di energia: il cladding

All results in atomic %

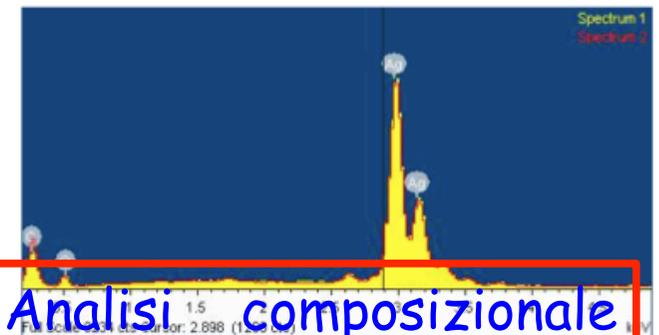


Le impurezze presenti sulla superficie del cladding non sono di natura composizionale, ma solo morfologica

Spectrum	C	O
Spectrum 1	73.85	25.18
Spectrum 2	74.41	24.78
Spectrum 3	76.07	22.98



Spectrum	C	O
Spectrum 1	55.25	44.75
Spectrum 2	61.19	38.81

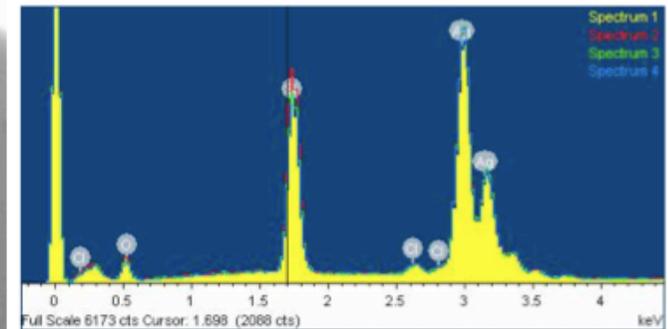
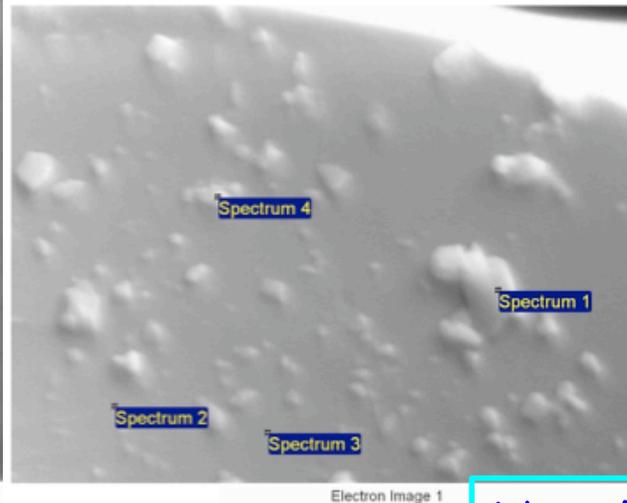


Analisi composizionale effettuata lungo la superficie laterale del cladding mostrano solo la presenza di titanio come elemento "spurio"

Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

Analisi composizionale mediante spettroscopia a dispersione di energia: il core

Le impurezze presenti sulla superficie non presentano una diversa stechiometria



Impurezze di natura morfologica

Spectrum	C	O
Spectrum 1	61.96	3
Spectrum 2	11.46	6
Spectrum 3	7.26	6

Spectrum	O	Si
Spectrum 1	62.62	37.38
Spectrum 2	61.24	38.76
Spectrum 3	61.04	38.96
Spectrum 4	60.04	39.96

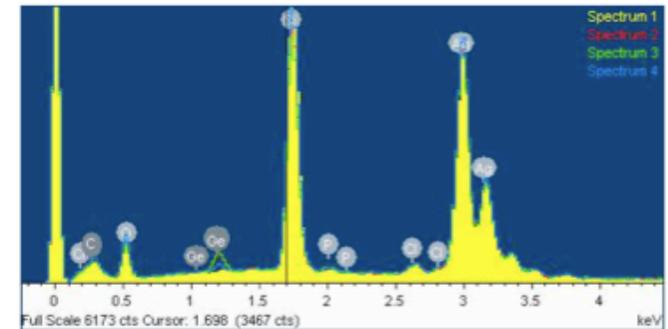
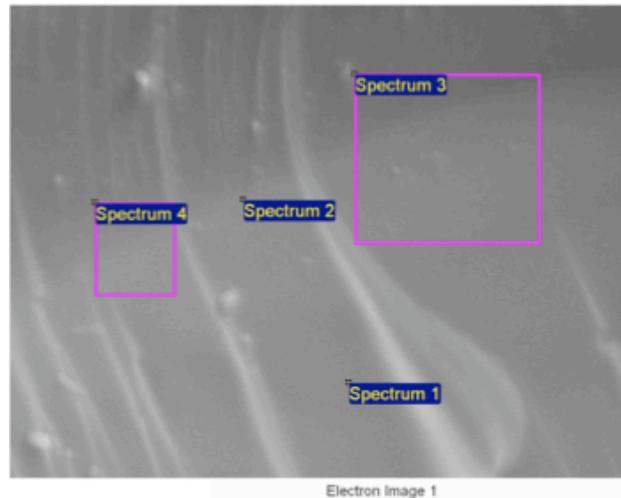
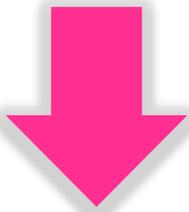
L'analisi EDS mostra la giusta composizione del core della fibra ottica: sono presenti solo silicio ed ossigeno

sono presenti solo silicio ed ossigeno

Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

Analisi composizionale mediante spettroscopia a dispersione di energia: il core

Lo spettro mostra la presenza di diversi elementi: cloro, germanio e fosforo



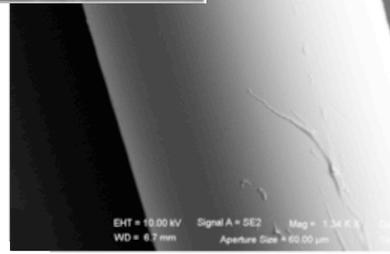
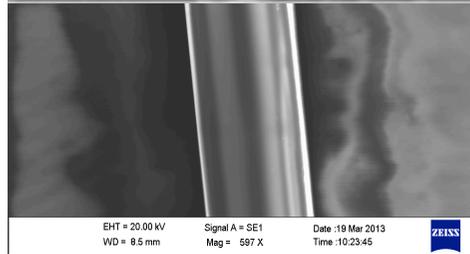
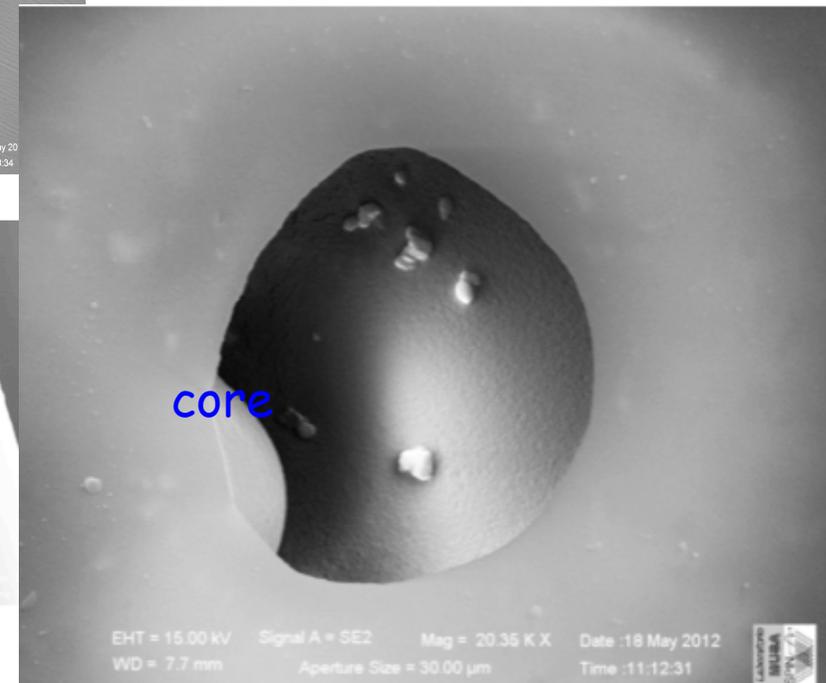
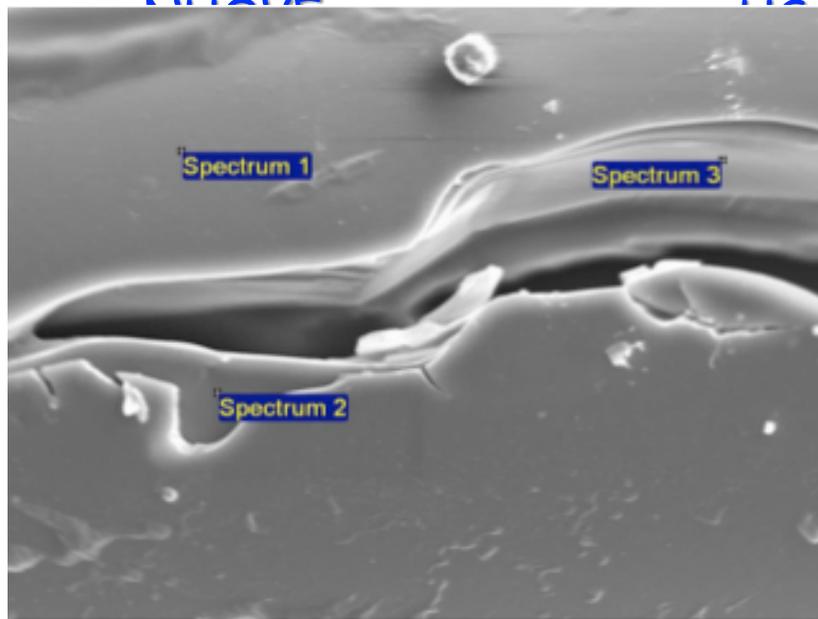
Elementi utilizzati in fase di preparazione delle fibre per drogare sia il cladding che il core

Spectrum	C	O	Si	P	Cl	Ge
Spectrum 1		60.16	38.17	1.06	0.61	
Spectrum 2		63.52	34.00	1.22		1.26
Spectrum 3	18.95	53.44	25.09	0.90		1.63
Spectrum 4	19.87	55.02	24.03	0.63		0.45

Conclusioni

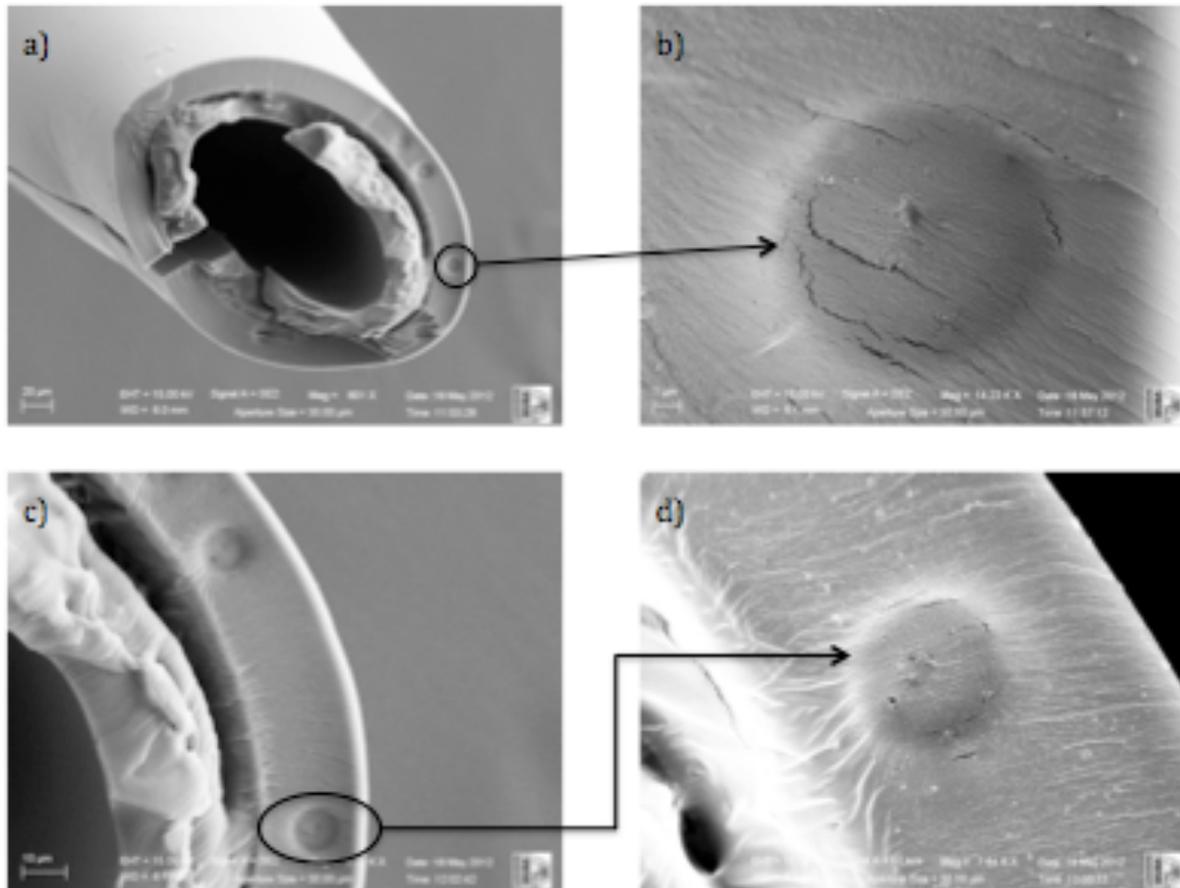
CONFRONTO TRA FIBRE NUOVE E FIBRE UTILIZZATE DA 5 ANNI

Le fibre usate da 5 anni presentavano buchi sulla superficie del cladding indice di un deterioramento nel tempo cladding



Conclusioni

CONFRONTO TRA FIBRE NUOVE E FIBRE UTILIZZATE DA 5 ANNI



La sezione del cladding di fibre usate presenta rigonfiamenti e buchi, non presenti nelle fibre nuove



La fibra si deteriora nel tempo

Conclusioni

- ❖ La superficie trasversale del cladding appare poco rugosa e senza grosse imperfezioni evidenti.
- ❖ La sezione de cladding presenta meno difetti.
- ❖ La sezione del core presenta difetti non di natura composizionale, ma morfologica
- ❖ Le analisi composizionali delle fibre ottiche hanno mostrato che la superficie del cladding presenta il titanio come materiale "spurio".
- ❖ Nel core sono non state state rilevate impurezze.

Prospettive future

Ulteriori analisi sono necessari:

- ❖ poter aumentare la statistica dei risultati trovati,
- ❖ confermare i risultati fino ad ora ottenuti,
- ❖ determinare la distribuzione (mapping) degli elementi "spuri" sia all'interno del cladding che del core.



GRAZIE