

**GARR**

The Italian Academic & Research Network



[www.garr.it](http://www.garr.it)

# Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

*Dr. Veronica Granata, Ph.D.*

III Borsisti Day, Roma, 06.12.2012



# Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

www.garr.it

- Introduzione
- Obiettivi dell'analisi
- Struttura di una fibra ottica
- Metallizzazione dei campioni
- Analisi morfologica mediante microscopio elettronico ad alta risoluzione
- Analisi composizionale mediante spettroscopia a dispersione di energia
- Conclusioni e prospettive future

2

## INTRODUZIONE

GARR acquisisce tratte in fibra ottica geografiche o su MAN.

www.garr.it

Velocità di trasmissione sempre più elevate richiedono strutture di cablaggio idonee a supportare larghezze di banda maggiori



le fibre ottiche rappresentano un ottimo candidato per trasferire lungo migliaia di chilometri informazioni quali servizi telefonici, TV, Internet, etc.

# Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

www.garr.it



# Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

## ANALISI SEM DELLA QUALITÀ DELLA FIBRA

Studio delle caratteristiche morfologiche e composizionali, mediante microscopia elettronica a scansione (SEM), di fibre ottiche utilizzate per la trasmissione dati

www.garr.it



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, microvuoti, variazioni delle dimensioni del raggio del core, corrugazioni lungo le pareti esterne dovute allo stato di usura.

5

## OBIETTIVI DELL'ANALISI

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

La fibra invecchiata perde rapidamente e improvvisamente le proprietà una volta superata una certa soglia di difettosità.

Quindi, occorre:

- Monitorare lo stato di conservazione ed invecchiamento delle fibre ottiche acquistate da GARR.
- Capire quanto/come invecchiano e si deteriorano le fibre.
- Superare i limiti dell'analisi riflettometrica, che riporta solo informazioni sulle proprietà attuali in termini di conduttività fotonica.

## OBIETTIVI DELL'ANALISI (cont.)

- Individuare una metodologia di assessment che possa definire lo stato di degrado delle fibre:
  - ❑ è possibile chiedere spezzoni di pezzature relative a ogni tratta, prelevati dalle "scorte" in prossimità di giunti/muffole.
- Esistono varie qualità di fibra risultanti da differenze del processo produttivo:
  - ❑ possono condizionare fortemente la durata nel tempo;
  - ❑ è utile ricavare informazioni sulla qualità del processo produttivo.

## STRUTTURA DI UNA FIBRA OTTICA



- **CORE:**  $8 \div 100 \mu\text{m}$
- **CLADDING:**  $125 \div 200 \mu\text{m}$
- **BUFFER:** spessore maggiore della lunghezza di smorzamento dell'onda evanescente
- **JACKET o COATING:** guaina protettiva polimerica

**CORE** → biossido di silicio ( $\text{SiO}_2$ ) con drogaggio di germanio o polimeri plastici

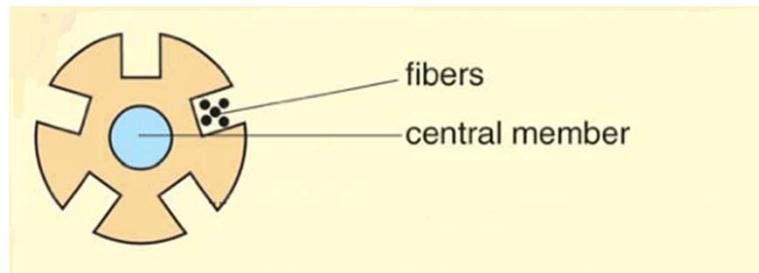
**CLADDING** → biossido di silicio ( $\text{SiO}_2$ ) drogato con boro

Il funzionamento di una fibra ottica è basata sul principio della **riflessione totale interna**

## FIBRE OTTICHE ANALIZZATE

Le fibre ottiche studiate sono state prese da tratte/impianti funzione da circa 5 anni oggetto di manutenzione da parte di Sirti in

Protezione esterna detta *Loose*: tubetto rigido in PBT che può contenere più fibre



Cavo ottico FOS 50 SMR-EKH9E Telecom.  
Tipologia "SLOTTED CORE"



# Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

## 1° STEP DELL'ANALISI : METALLIZZAZIONE DEI CAMPIONI

www.garr.it

I componenti della fibra ottica sono costituiti da materiali isolanti



**METALLIZZAZIONE**, un "coating" di argento mediante sputtering D.C. magnetron

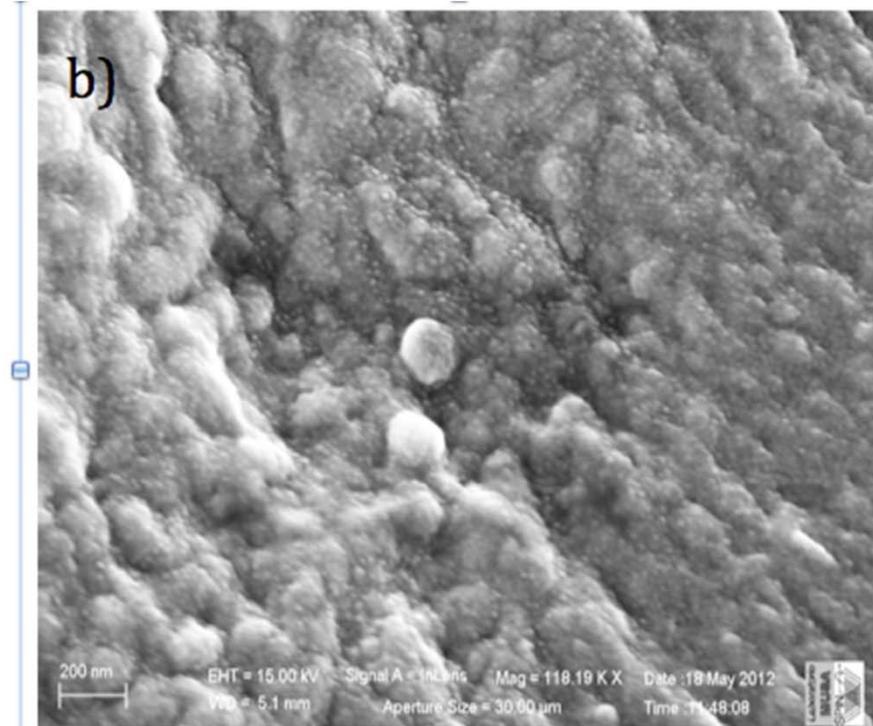
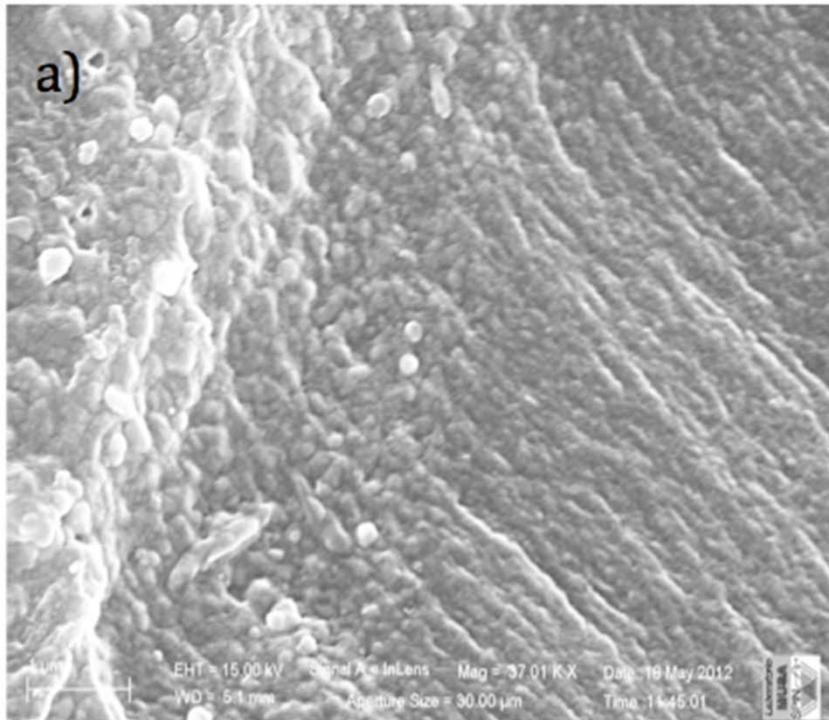


- Tempo di deposizione: 8 min
- Corrente (I): 0.5 mA
- Tensione (V): 2 KV
- Pressione Argon ( $P_{ar}$ ):  $1 * 10^{-1}$  mbar

# Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

## ANALISI MORFOLOGICA MEDIANTE MICROSCOPIO ELETTRONICO AD ALTA RISOLUZIONE

www.garr.it

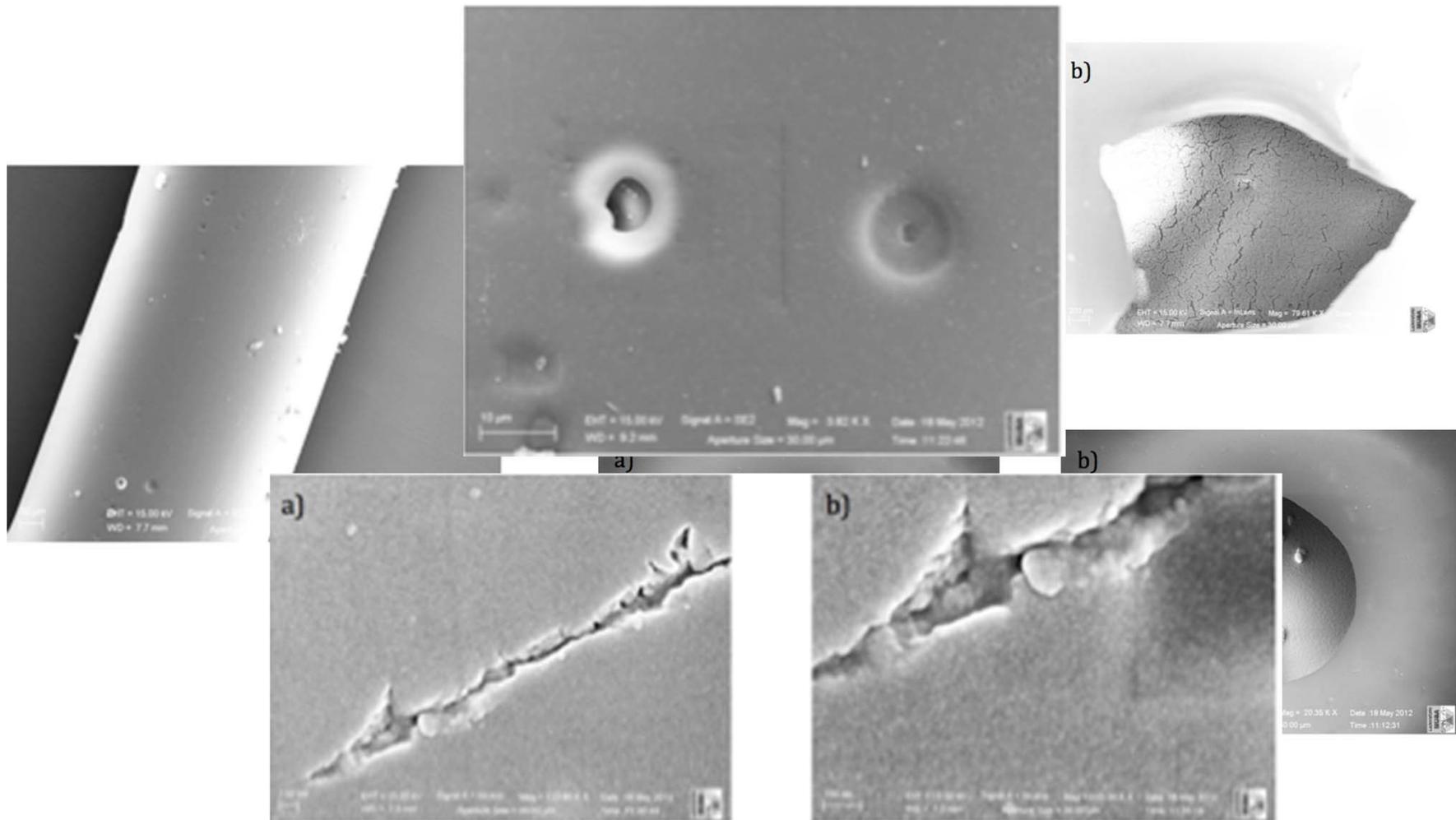


Mag  $\approx$  110 KX

# Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

## ANALISI MORFOLOGICA MEDIANTE MICROSCOPIO ELETTRONICO AD ALTA RISOLUZIONE: IL CLADDING

www.garr.it

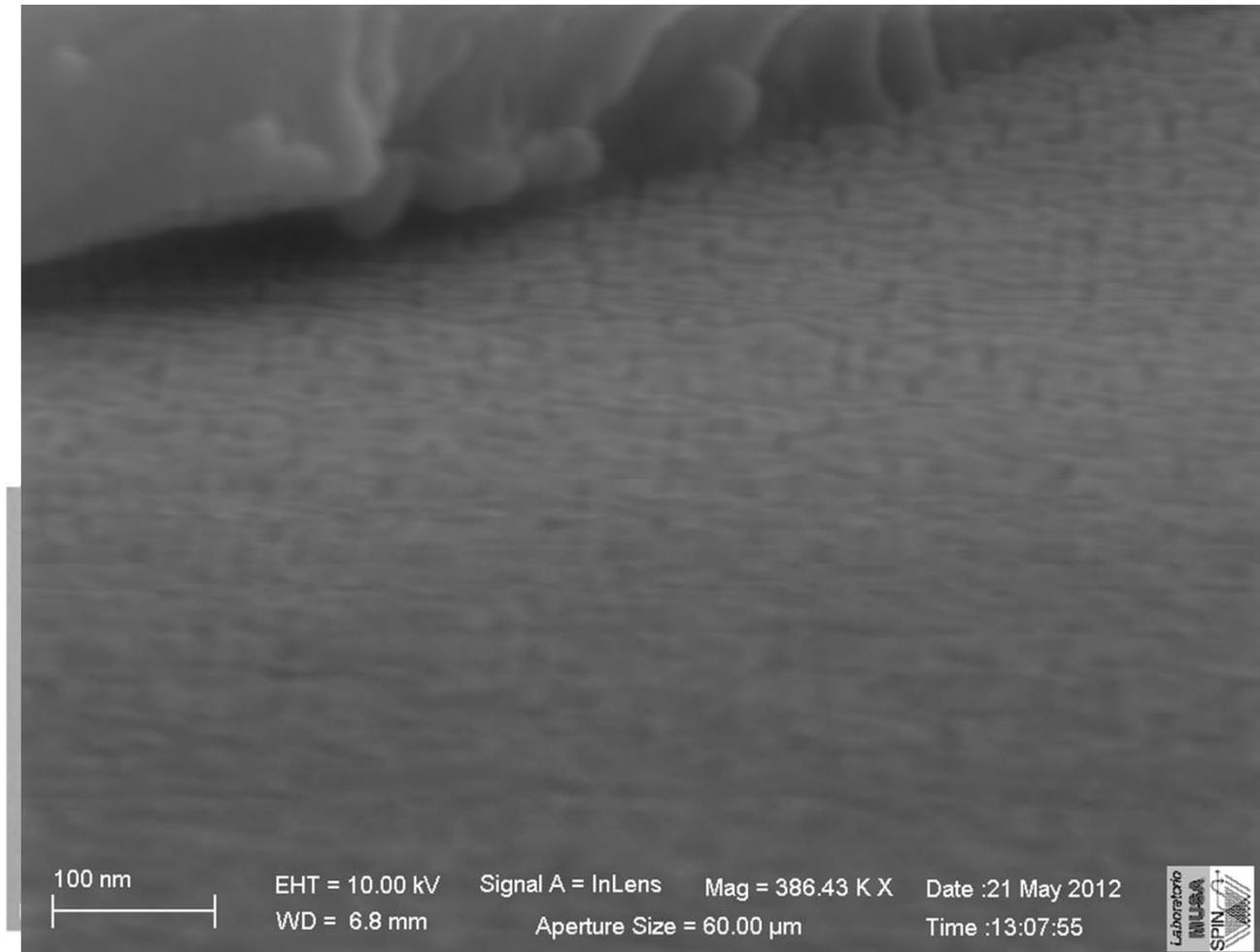


12

# Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

## ANALISI MORFOLOGICA MEDIANTE MICROSCOPIO ELETTRONICO AD ALTA RISOLUZIONE: IL CORE

www.garr.it

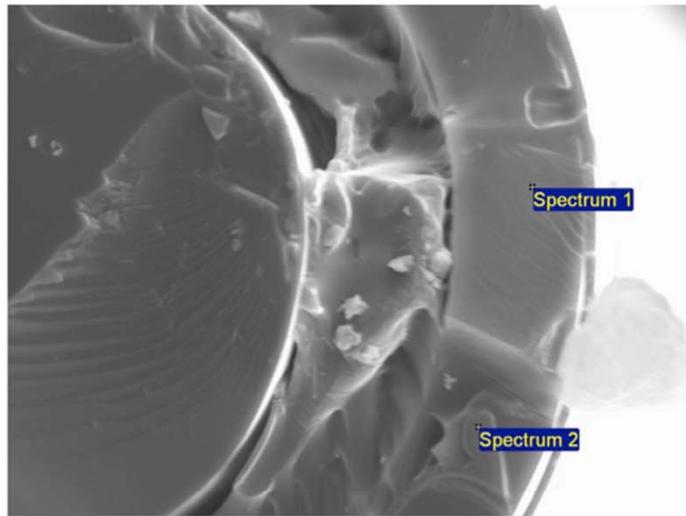


13

# Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

## ANALISI COMPOSIZIONALE MEDIANTE SPETTROSCOPIA A DISPERSIONE DI ENERGIA: IL CLADDING

www.garr.it

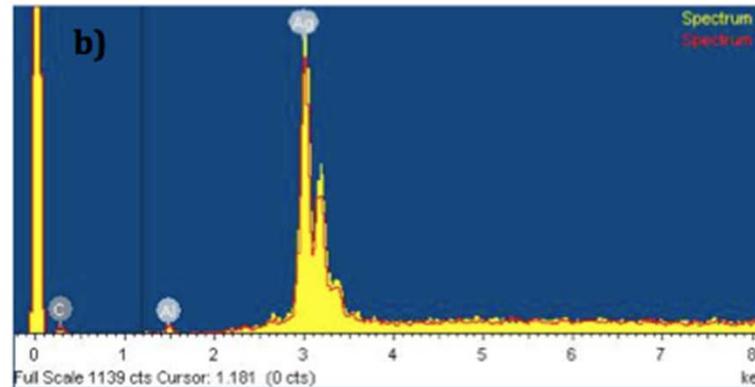


Electron Image 1

All results in atomic%

Analisi composizionale effettuata nella sezione del cladding più interna, invece, rivelano la presenza di alluminio.

Spectrum	C	Al
Spectrum1		100.00
Spectrum2	93.13	6.87

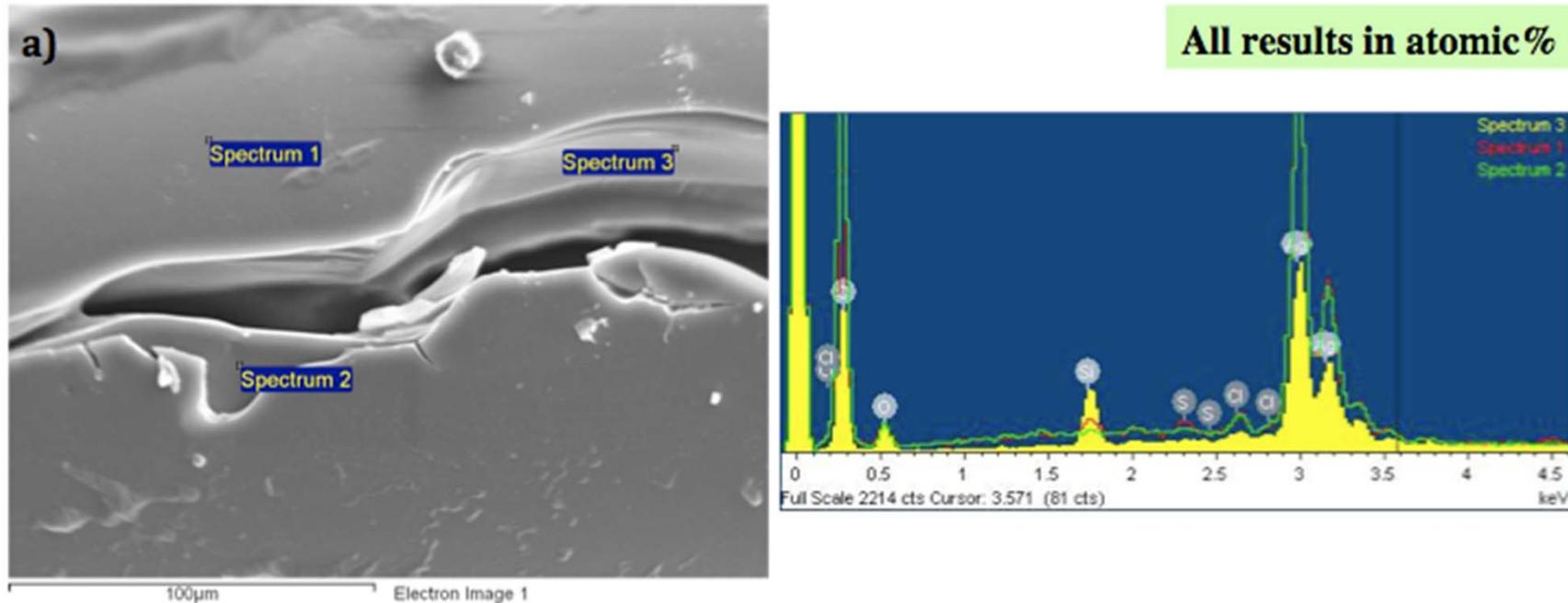


EDS indicano che il cladding è composto da ossigeno e silicio.

# Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

## ANALISI COMPOSIZIONALE MEDIANTE SPETTROSCOPIA A DISPERSIONE DI ENERGIA : IL CLADDING

www.garr.it



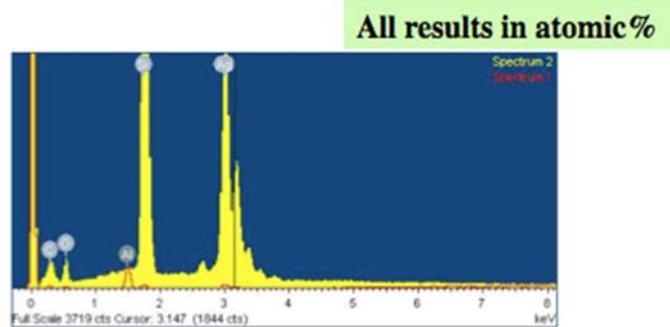
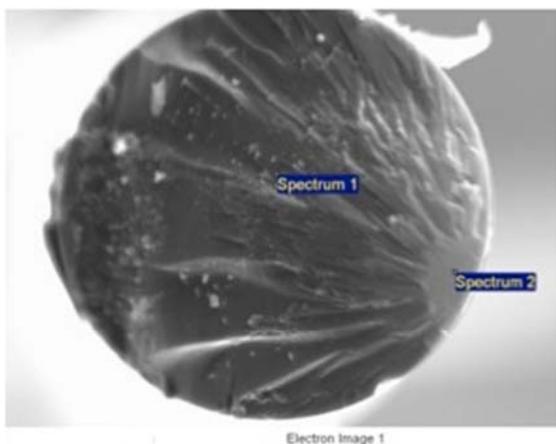
Spectrum	C	O	Si	S	Cl
Spectrum 1	80.63	18.20	0.44	0.45	0.28
Spectrum 2	81.15	18.58			0.27
Spectrum 3	69.15	28.33	2.52		

15

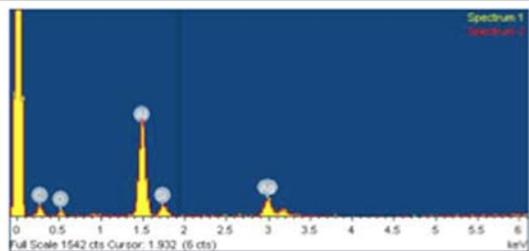
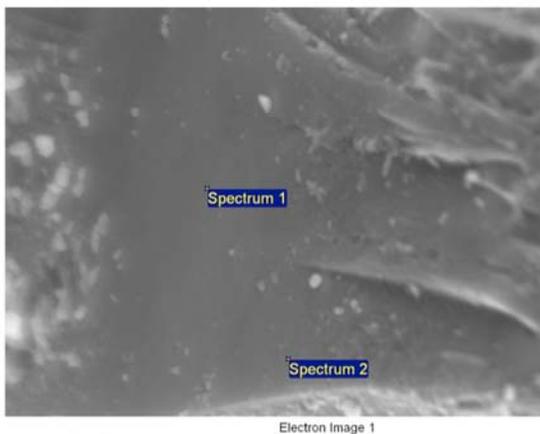
# Analisi di fibre ottiche mediante microscopia elettronica a scansione

## ANALISI COMPOSIZIONALE MEDIANTE SPETTROSCOPIA A DISPERSIONE DI ENERGIA: IL CORE

www.garr.it



Spectrum	C	O	Al	Si
Spectrum 1	57.39	23.21	15.72	3.68
Spectrum 2	27.05	27.99		44.96



Spectrum	C	O	Al	Si
Spectrum 1	55.91	22.63	18.59	2.87
Spectrum 2	57.07	20.95	19.02	2.95

Le analisi composizionali rivelano la presenza di grosse percentuali di alluminio.

alluminio.  
percentuali di  
di grosse  
rivelano la presenza  
composizionali

## CONCLUSIONI

- ✧ La superficie trasversale del cladding presenta dei buchi.
- ✧ La sezione del cladding presenta dei "bozzi", la cui origine non è ancora chiara.
- ✧ L'analisi quantitativa mostra che tali "difetti" non sono di natura composizionale.
- ✧ La nanostruttura del core non è perfettamente liscia, ma è costituita da nanoparticelle.
- ✧ Le analisi composizionali delle fibre ottiche hanno mostrato che la superficie laterale del cladding presenta moltissimi materiali "spuri".
- ✧ Nel core sono state rilevate grosse percentuali di alluminio.

## PROSPETTIVE FUTURE

Ulteriori analisi sono necessari:

- ❖ poter aumentare la statistica dei risultati trovati,
- ❖ confermare i risultati fino ad ora ottenuti,
- ❖ le future analisi dovranno far luce sulla natura dei "difetti" trovati sulla superficie delle fibre, sia sul cladding che sul core,
- ❖ determinare la distribuzione degli elementi "spuri" sia all'interno del cladding che del core.



**Work in progress!!!**

